

Drigard & Castro

Abogados

Apartado 3692

Cra. 7 16-56
Bogotá - Colombia S.A.

Tel. Conm. 2860777
Tel./Fax. (57.1) 2827976
(57.1) 2846297

E-Mail:bricas@colomsat.net.co
bricas@andinet.com

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radición : 0033256 0000001 Folios: 135
Fecha (AMD): 2000-09-29 16:26:35
Tramite : 002 PATENTES D 1 REGISTRADO/ 444 RESPUESTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

AS: 82.481

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

REF.: Expediente No.00 033.256 - Solicitud de Patente
a favor de IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC.

Titulada: ESTRUCTURA DE ELECTRODOS

RAMIRO CASTRO DUQUE, vecino de Bogotá, portador de la tarjeta profesional No. 1003, obrando como apoderado de la sociedad IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC., según lo acredita el documento de poder protocolizado en esa División, para dar cumplimiento al auto 1564 notificado por estado el 27 de Julio del 2000, me permito anexar al presente escrito los siguientes documentos:

1. Nueva copia de la descripción y reivindicaciones donde se han realizado todas y cada una de las correcciones y aclaraciones solicitadas por el señor examinador.
2. Extracto para publicación y Tarjeta de Archivo Temático.
3. Artes finales (2 de 12 X 12 cm y 1 de 6 X 6 cm).
4. Copia certificada por la Oficina de Patentes del Reino Unido de la primera solicitud presentada para la misma invención, de la cual REIVINDICAMOS PRIORIDAD, junto con su correspondiente traducción del inglés al español.

Drigard & Castro
Abogados

Apartado 3692

Cra. 7 16-56
Bogotá - Colombia S.A.

Tel. Conm. 2860777
Tel./Fax. (57.1) 2827976
(57.1) 2846297

E.Mail:bricas@colomsat.net.co
bricas@andinet.com

Del Señor Jefe atentamente,



RAMIRO CASTRO DUQUE

C.C. No. 170.322 de Bogotá

Código - 340

Santafé de Bogotá, Septiembre 07, 2000
CPB/hsr.

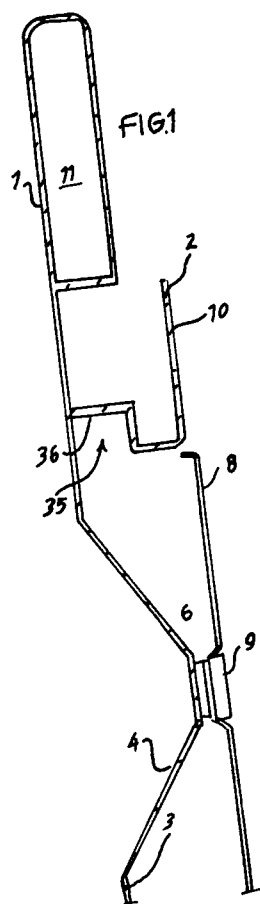
Drigard & Castro
Abogados

Apartado 3692

Cra. 7 16-56
Bogotá - Colombia S.A.

Tel. Conm. 2860777
Tel./Fax. (57.1) 2827976
(57.1) 2846297

E-Mail: as@colomsat.net.co
s@andinet.com



ESTRUCTURA DE ELECTRODOS

La presente invención se relaciona con estructuras de electrodos para utilización en por ejemplo, electrolizadores bipolares, particularmente un electrolizador bipolar modular, y también en celdas de combustible.

Los electrolizadores de membrana del tipo de filtro y prensa monopolar son bien conocidos, por ejemplo como se describe en la solicitud de patente del presente solicitante GB 1,595,183. Dichos electrolizadores se elaboran fácilmente, no son costosos y se ensamblan fácilmente.

Los electrolizadores bipolares se conocen en el arte, por ejemplo como se describe en la solicitud de patente del presente solicitante GB 1,581,348.

En electrolizadores bipolares de diseño convencional para utilización en la electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de metales alcalinos la unidad bipolar comprende un ánodo que está adecuadamente en forma de una placa de un metal formador de película, usualmente titanio, la placa que lleva un revestimiento electrocatalíticamente activo, por ejemplo un óxido de metal del grupo del platino, y un cátodo que está adecuadamente en forma de una placa de metal perforada, por ejemplo, con orificios, usualmente níquel o acero dulce, el ánodo y el cátodo que están unidos eléctricamente conductivamente el uno al otro para formar una unidad bipolar. Separadores están colocados entre sucesivas unidades bipolares arregladas en serie en el electrolizador en forma tal que el ánodo de una unidad bipolar enfrenta al cátodo de la adyacente unidad bipolar

con un separador colocado allí entre ellos. El electrolizador también comprende unidades terminales de ánodo y cátodo.

Al operar una celda electrolítica del tipo bipolar, es ventajoso operar con una distancia tan pequeña como sea posible entre el ánodo y el cátodo (intersticio ánodo/cátodo) con el fin de mantener la pérdidas óhmicas, y consecuentemente el voltaje de la celda a un mínimo.

Los separadores están generalmente adyacentes o aún en contacto con el cátodo y con el fin de lograr un pequeño intersticio ánodo - cátodo sin al mismo tiempo dañar el separador es necesario tener considerable cuidado con el fin de fabricar electrodos que tienen un adecuado grado de llanura y es también necesario mantener esta durante el tratamiento de calor involucrado en el revestimiento del electrodo con un revestimiento electrocatalíticamente activo. Adicionalmente, debe tenerse gran cuidado en el ensamble de unidades en un electrolizador bipolar si se debe evitar el daño de los separadores.

La Patente de los Estados Unidos 4,557,816 divulga que la distribución uniforme de concentración de electrolito a través de los electrodos en el electrolizador bipolar descrito aquí puede mejorarse mediante la provisión de algunos conductos verticales en el lado del electrodo lejos del separador para flujo descendente de líquido.

La Patente de los Estados Unidos 4,643,818 divulga que la resistencia eléctrica del electrolizador bipolar descrita aquí puede bajarse y se obtiene uniforme densidad de corriente mediante la utilización de algunos medios conductivos eléctricos rígidos de múltiple contacto entre celdas individuales en un electrolizador bipolar.

La Patente Europea 0 521 386 divulga un electrolizador bipolar que comprende unidades de celda electrolítica que comprenden particiones de electrodos con recesos y proyecciones emparejadas con mallas de electrodos unidas directamente, o a través de un resorte, a las proyecciones. Una pila de dichas unidades verticales de celda electrolítica se unen en serie con una membrana de intercambio de iones entre unidades adyacentes de celda electrolítica para formar un conjunto de celda electrolítica. Sin embargo, aunque los recesos y proyecciones aseguran buen mezclado lateral del electrolito, el mezclado lateral es pobre. De acuerdo con lo anterior para mantener la variación de

} fol 8

La Patente de los Estados Unidos 4,734,180 divulga un electrolizador del tipo bipolar que comprende unidades bipolares que están colocadas espalda a espalda con una placa de titanio y hierro unida por explosión colocada allí entre ellos y donde costillas conductoras se sueldan al electrodo y al cuerpo en forma de bandeja

La Patente de los Estados Unidos 5,225,060 divulga que la formación de zonas de gas en las porciones superiores de las estructuras de ánodo y cátodo del electrolizador bipolar descrito aquí pueden prevenirse mediante la utilización de espacio donde no fluye corriente en la porción superior de las estructuras.

La Patente Europea 0,704,556 divulga que la provisión de separadores de gas y líquido en la parte superior de las estructuras de ánodo y cátodo del electrolizador bipolar descrito aquí minimiza las fluctuaciones de presión, el deterioro de las membranas y la variación de voltajes.

longitud de la trayectoria perpendicular que lleva la corriente, y que tiene excelente distribución de corriente a través de toda el área del electrodo. La estructura de electrodos permite tanto el flujo horizontal como vertical de los licores allí que ayudan a su circulación y mezclado y tiene mejorada rigidez y resistencia que permite lograr una más cercana tolerancia en la construcción de la celda. La estructura de electrodos es de construcción simple y fácil de fabricar.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se proporciona una estructura de electrodos para utilización, por ejemplo, en un electrolizador bipolar que comprende

(i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está colocado entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y la superficie del cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador y está herméticamente sellada al separador;

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un puerto de entrada para el licor; y

(iv) un puerto de salida para los fluidos;

donde la placa está conectada eléctricamente a la bandeja mediante una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la

placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva con la provisión de que, cuando la placa es un placa de ánodo, está opcionalmente directamente conectada eléctricamente a la bandeja; y donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodo, el receso de plato está provisto con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y, cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en el receso de plato de la bandeja de una estructura de cátodo adyacente en un conjunto que comprende una pluralidad de estructuras de electrodos.

La placa eléctricamente conductiva es deseablemente a metal o aleación tal como se describirá posteriormente más completamente. Será en general del mismo material del de la bandeja. Consecuentemente, cuando la estructura de electrodos se utiliza como un ánodo en la electrólisis de un haluro de metal alcalino la placa eléctricamente conductiva puede elaborarse de un metal de válvula, es decir, un metal tal como titanio, tungsteno, tantalio y niobio a partir del cual se elaboran usualmente las válvulas, o una de sus aleaciones que consista principalmente de un metal de válvula. Cuando la estructura de electrodos a ser utilizada como un cátodo en la electrólisis de un haluro de metal alcalino la placa eléctricamente conductiva puede ser, por ejemplo, acero inoxidable, acero dulce, níquel o cobre.

Se apreciará que cuando la placa eléctricamente conductiva es un ánodo para utilización en electrólisis de salmuera llevará un revestimiento electrocatalíticamente activo.

La placa eléctricamente conductiva puede tener cualquier estructura adecuada tal como se describe aquí posteriormente más completamente. La estructura precisa no es crítica.

Con el fin de que la presión aplicada al separador colocado entre las placas eléctricamente conductivas de estructuras de electrodos adyacentes en un módulo de acuerdo con la presente invención se aplica uniformemente la placa eléctricamente conductiva es preferiblemente flexible.

Preferiblemente cada proyección en el receso de plato está conectada electroconductivamente a un miembro eléctricamente conductivo tal que las proyecciones proporcionan varios puntos de alimentación de corriente mejorando consecuentemente la distribución de corriente a través de la bandeja llevando a menor voltaje, menor consumo de potencia y mayores vidas del separador y el revestimiento de electrodos.

Las proyecciones en el receso de plato están preferiblemente espaciadas las unas de las otras en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección. Más preferiblemente las proyecciones están espaciadas simétricamente. Por ejemplo, pueden estar espaciadas una distancia igual en una primera dirección, y espaciadas una distancia igual, que puede ser la misma, en una dirección transversal, por ejemplo sustancialmente a ángulos rectos, con respecto a la primera

dirección. Preferiblemente el espaciado de las proyecciones es igual en ambas direcciones.

Las proyecciones en el receso de plato pueden tener una variedad de formas, por ejemplo de domo, tazón, cono o preferiblemente cono truncado. Como ejemplos de métodos de formar las proyecciones pueden mencionarse entre otros la formación por vacío, formación por explosión, prensado o preferiblemente mediante la aplicación de una herramienta de forma adecuada a la superficie opuesta del receso.

Hay típicamente alrededor de 20 a 200, preferiblemente 40 a 100 proyecciones/metro² en el receso de plato de la bandeja de la estructura de electrodos.

La altura de las proyecciones desde el plano del receso de plato puede estar por ejemplo en el rango de 0,5 cm a 8 cm, preferiblemente 1 cm a 4 cm, dependiendo de la profundidad de la bandeja. La distancia entre proyecciones en el disco con receso puede ser por ejemplo de 1 cm a 30 cm centro a centro, preferiblemente 5 cm a 20 cm. Las dimensiones de la estructura de electrodos en la dirección del flujo de corriente están preferiblemente en el rango de 1 cm a 6 cm tal como se mide desde la placa eléctricamente conductiva hasta la base de la bandeja con el fin de proporcionar cortas trayectorias de corriente que aseguran bajas caídas de voltaje en la estructura de electrodos sin la utilización de elaborados dispositivos que llevan corriente

Los miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente en la estructura de electrodos preferiblemente comprende postes.

28
95
↗

Donde el miembro eléctricamente conductivo al cual está unida la placa eléctricamente conductiva está en forma de un poste y está eléctricamente conectada a una proyección que se proyecta hacia adentro en el receso de plato de la bandeja la longitud de la trayectoria de corriente entre la placa eléctricamente conductiva y la bandeja puede minimizarse.

Cuando el poste del ánodo se elabora de titanio o una aleación de él y el poste del cátodo se elabora de níquel o una aleación de él la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo es preferiblemente mayor que la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo. Preferiblemente la relación de la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo respecto a la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo es por lo menos de 2:1, preferiblemente por lo menos de 4:1 y más preferiblemente por lo menos de 7:1. Típicamente la relación es por lo menos de 10:1.

La longitud de los postes depende del diseño del electrolizador y de si el poste está asociado con una placa de ánodo o una placa de cátodo. Típicamente la longitud del poste puede estar en el rango de 0 cm a 10 cm, preferiblemente 0 cm a 4 cm. Cuando la longitud es cero, se entenderá que la invención visualiza un arreglo modificado donde la placa eléctricamente conductiva, cuando se pretende funcionar como una placa de ánodo, puede estar directamente conectada eléctricamente a la bandeja asociada o alternativamente conectada allí a través de un portador de corriente tal como se define abajo.

25
96

Cuando los miembros eléctricamente conductivos a los cuales están unidas las placas eléctricamente conductivas en forma de postes, cada poste está provisto preferiblemente con un portador de corriente, por ejemplo un anillo, una malla o un alambre, adyacente a la placa eléctricamente conductiva para hacer contacto eléctrico de múltiples puntos con ella. Preferiblemente el portador de corriente es un portador de corriente de múltiples patas, al cual de aquí en adelante se hace referencia por conveniencia como "araña" (o cubo de garras). En algunas circunstancias, se visualiza que las conexiones eléctricas pueden hacerse sin utilizar un poste; por ejemplo, en el caso de una estructura de ánodo, el ápice de cada proyección dirigida hacia adentro puede estar conectada eléctricamente a la placa del ánodo mediante un portador de corriente tal como se mencionó anteriormente, por ejemplo, una araña.

La provisión de arañas incrementa el número y la distribución de puntos de alimentación de corriente a la placa eléctricamente conductiva, mejorando así la distribución de corriente que lleva a menor voltaje y consumo de potencia y mayor vida de los separadores y revestimientos de los electrodos.

La longitud de las patas y su número en la araña, cuando una araña está presente, puede variar dentro de amplios límites. Típicamente la araña tiene entre 2 y 100 patas, preferiblemente entre 2 y 8 patas. Típicamente cada pata es entre 1 mm y 200 mm de largo, preferiblemente entre 5 mm y 100 mm de largo. La persona experta en el arte mediante simple experimentación será capaz de determinar adecuadas longitudes y números de patas de araña para cualquier particular aplicación.

Una araña puede ser flexible o rígida. La forma y las propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de ánodo pueden ser iguales o diferentes a las formas y propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de cátodo. Por ejemplo, arañas relativamente sin resortes con patas cortas se prefieren a menudo en la estructura de ánodo y arañas relativamente con resortes con patas largas se prefieren en la estructura de cátodo.

La utilización de arañas con resortes, por lo menos en la placa de cátodo, permite que las estructuras de electrodos tengan resortes para lograr una operación con intersticio cero con óptima presión para minimizar el riesgo de daño del separador/electrodo. Por "cero intersticio", se expresa que no hay intersticio sustancialmente entre la placa electroconductiva de cada estructura de electrodos y el separador adyacente, es decir, en forma tal que las placas electroconductivas adyacentes están en uso únicamente separadas por el espesor del separador.

Cuando el separador es una membrana, las arañas con resorte proporcionan un soporte más uniforme para la membrana a través de una mayor área reduciendo así el movimiento que puede llevar al daño de la membrana mediante, por ejemplo, plegado, abrasión o establecimiento de arrugas.

Una araña se elabora preferiblemente del mismo metal de la placa eléctricamente conductiva con la cual está en contacto eléctrico.

Típicamente, una araña está soldada a la placa eléctricamente conductiva con la cual está en contacto eléctrico.

Una araña puede unirse al poste mediante métodos conocidos en el arte, por ejemplo mediante soldadura, fijación con tornillos o conectores de empuje y ajuste.

Las patas de cada araña pueden irradiarse desde una porción central para utilización en el agarre de la araña a un poste o, en algunas circunstancias, directamente a un ápice de la proyección asociada. Las patas de la araña pueden estar espaciadas equiangularmente.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona una araña para utilización en una estructura de electrodos cuya araña está unida electroconductivamente a un miembro conductivo eléctricamente y a una placa eléctricamente conductiva tal que la distribución de corriente a la placa eléctricamente conductiva se mejora.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención se proporciona un conjunto de ánodo o cátodo que comprende una placa eléctricamente conductiva que tiene unida en una de sus caras una pluralidad de arañas de distribución de corriente que comprende cada una porción para agarre, en uso, a una bandeja y un número de patas que se irradian desde la porción de agarre por lo cual el suministro de corriente eléctrica hacia la placa tiene lugar a través de dichas patas. Un arreglo tal permite que el conjunto de ánodo o cátodo se suelde fácilmente o se asegure de otra forma dentro de un compartimento o módulo de celdas y sea retirado por ejemplo para reparación de la placa eléctricamente conductiva o remplazo de cualquier revestimiento electrocatalítico sobre ella.

402
99


Cuando el poste está provisto de un portador de corriente, puede posteriormente proveerse de una tapa de aislamiento en su extremo adyacente al separador.

Cuando la estructura de electrodos es una estructura de ánodo su bandeja puede unirse espalda con espalda a la bandeja de una estructura de electrodos que es una estructura de cátodo tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en la bandeja de la estructura del cátodo para formar una unidad bipolar.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona una unidad bipolar donde la bandeja de una estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención que es una estructura de ánodo se une a la bandeja de una estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención que es una estructura de cátodo tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera en la bandeja de la estructura de cátodo para formar una unidad bipolar.

En la unidad bipolar de acuerdo con la presente invención las estructuras de electrodos son presionadas o unidas conjuntamente, preferiblemente mediante soldadura, más preferiblemente mediante unión por explosión, tal que un contacto eléctrico se crea entre los recesos de plato en sus bandejas.

Una pluralidad de dichas unidades bipolares separadas con apropiados separadores, empaques y medios de presión pueden ensamblarse para formar un electrolizador bipolar de filtro y prensa.

103
100
100

De acuerdo con aún un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un electrolizador bipolar de filtro y prensa que comprende

- a) un medio de distribución de corriente; y
- b) por lo menos una unidad bipolar montada sobre una estructura de montaje y ensamblada en serie tanto mecánica como eléctricamente,

caracterizado porque las unidades bipolares son unidades bipolares de acuerdo con el adicional aspecto de la presente invención.

“Medio de distribución de corriente” significa sistemas unidos normalmente al interior de las estructuras de extremo de la estructura de montaje del electrolizador, diseñada para llevar corriente desde una fuente de potencia tal como cables o barras alimentadores de potencia de cámaras de celdas a las bandejas de los electrodos terminales de un electrolizador de filtro y prensa o las bandejas exteriores de los módulos de extremo del electrolizador modular, tal que la corriente alimentada es distribuida uniformemente en todos los puntos de contacto eléctrico en estas bandejas. Típicamente los medios distribuidores de corriente pueden ser placas únicas o sistemas de cables o alambres elaborados a partir de metales conductores. Opcionalmente, pueden ser ajustados con revestimientos de mejorada conductividad, agarres o dispositivos para mejorar la conexión eléctrica entre los medios de distribución de corriente y el electrodo final. Alternativamente, especialmente en un electrolizador de filtro y prensa, los electrodos terminales pueden permanentemente unirse a los medios de distribución de corriente por ejemplo mediante soldadura.

101

Una forma preferida de medios de distribución de corriente que es particularmente útil en el electrolizador de esta invención involucra una serie de placas de cobre que corren verticalmente desde el fondo hasta la parte superior de la estructura final del electrolizador, las placas de cobre que están unidas eléctricamente conectándolas ^Dtosas al fondo de una única barra de bus horizontal de cobre. En un extremo de la estructura del electrolizador, cuando las placas de cobre pretenden conectarse a una bandeja que es parte de una estructura de ánodo, pueden ajustarse con proyecciones conductivas que se proyectan hacia afuera o postes conductivos que se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia adentro del ánodo. En otro extremo del electrolizador, donde las placas de cobre pretenden ser conectadas a una bandeja que es parte de una estructura de cátodo, pueden ser planas o pueden ajustarse con proyecciones que se proyectan hacia adentro que se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera del cátodo. Opcionalmente las placas de cobre de los medios de distribución de corriente pueden ajustarse con revestimientos que mejoran la conductividad o dispositivos para mejorar el contacto eléctrico con la bandeja de la estructura de electrodos.

Los electrodos terminales en electrolizador bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención preferiblemente comprenden estructuras de electrodos de acuerdo con la presente invención.

Cuando la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención proporciona los extremos de un electrolizador bipolar puede proporcionarse con un medio para alimentar potencia eléctrica allí. Por ejemplo, este medio puede comprender una proyección que está formada

105
102


adecuadamente para agarre o unión a una barra de bus cuando la estructura de electrodos se ensambla dentro de un electrolizador.

Típicamente, el electrolizador bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención comprende hasta 300 unidades bipolares.

Los expertos en el arte conocen medios para proporcionar una carga a electrolizadores bipolares de filtro y prensa herméticamente sellados de acuerdo con la presente invención.

Se conocen por ejemplo electrolizadores bipolares modulares, tal como se describe en las Patentes de los Estados Unidos 4,108,752 y 4,664,770.

Los electrolizadores bipolares modulares tienen las ventajas de que se aplica a ellos una carga compresiva que a los electrolizadores bipolares convencionales puesto que la carga se necesita para producir únicamente contacto eléctrico entre módulos adyacentes y no el sellado de cada celda en el electrolizador. El uso de una menos carga compresiva elimina la necesidad de masivas placas de extremo y asociados sistemas de compresión. Además, la utilización de módulos facilita tanto la fabricación /ensamble como el mantenimiento de un electrolizador bipolar.

La Patente de los Estados Unidos 4,108,752 describe un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad de módulos retirables. Cada módulo comprende un par de bandejas de emparejado, cada bandeja que tiene un receso de plato y una brida periférica que rodea el receso, la bandejas que están conectadas conjuntamente periféricamente a las bridas en forma tal que el receso de cada bandeja se enfrenta al de la

bandeja conectada. Un separador generalmente plano está colocado entre las bandejas. El receso de una bandeja y el lado plano correspondiente del separador definen una primera estructura y el receso de la otra bandeja y el lado opuesto del separador definen una segunda estructura. Un electrodo plano está colocado dentro de cada estructura paralelo al plano del separador y eléctrica y estructuralmente conectado a la bandeja correspondiente, por ejemplo mediante postes. El electrolizador bipolar de filtro y prensa se ensambla alineando una pluralidad de los módulos en forma tal que las superficies exteriores planas de la bandejas son paralelas. Por lo menos una banda conductiva de contacto múltiple está interpuesta entre superficies enfrentadas de las bandejas de módulos adyacentes en forma tal que las superficies exteriores planas de las bandejas son paralelas y cuando los módulos están comprimidos conjuntamente las bandas conductivas están interpuestas allí entre ellos para establecer un contacto eléctrico positivo entre celdas adjuntas en una pluralidad de puntos.

La Patente de los Estados Unidos 4,664,770 describe un módulo para un electrolizador bipolar modular que comprende una carcasa formada de dos estructuras que tienen cada una un lado inferior que se extiende en un plano paralelo a planos que incluyen un ánodo y un cátodo. El ánodo y el cátodo están separados por una membrana y tanto el ánodo como el cátodo tienen una pluralidad de secciones perforadas y no perforadas dispuestas en paralelo. Un refuerzo de patrón de estructura metálica está colocado entre el ánodo y una superficie interna adyacente del lado inferior de una estructura y entre el cátodo y una superficie interna adyacente del lado inferior de la otra estructura. Una banda de contacto está unida a una superficie exterior de cada uno de los lados inferiores, las bandas de contacto de celdas adyacentes que están

107
104
Z

conectadas eléctricamente. También se proveen medios para conectar cada una de las bandas de contacto al refuerzo metálico y las secciones no perforadas en el electrodo en la estructura unida. Una membrana de partición se extiende entre el ánodo y el cátodo en cada uno de los módulos y un medio de empaque sella las estructuras a la membrana. Cuando un electrolizador se ensambla forrando una pluralidad de dichos módulos con la ayuda de dispositivos de tensión conocidos se asegura el contacto eléctrico entre módulos adyacentes mediante las bandas de contacto eléctricamente conductoras.

Hemos encontrado ahora que cuando los miembros eléctricamente conductivos sobre los cuales están montados las placas eléctricamente conductoras en las estructuras de electrodos de acuerdo con la presente invención están en forma de postes que llevan la carga, un módulo para un electrolizador bipolar modular puede prepararse a partir de dichas estructuras de electrodos. Un módulo tal es fácil de ensamblar y es particularmente fácil de montar y colocar con otros módulos en una estructura de electrolizador. Una buena conexión eléctrica entre un módulo y el siguiente se logra particularmente fácilmente. El porcentaje del área de la membrana que sufre electrólisis se mejora también significativamente en comparación con diseños modulares conocidos.

De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención se proporciona un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

a) una estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de ánodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente

108
105
23

activa, (iii) medios, opcionalmente que comprende una pluralidad de miembros que llevan carga, eléctricamente conductivos al cual el ánodo está unido electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) un puerto de salida para fluidos;

b) una estructura de cátodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente activa, (iii) una pluralidad de miembros que llevan carga eléctricamente conductivos a la cual el cátodo está unido electroconductivamente y que proporcionan trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) puerto de salida para fluidos;

c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela y se enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador que divide así el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

e) un medio para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador allí caracterizado porque

i) el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se provee con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia

adentro y el receso de plato de la bandeja de la estructura del cátodo se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro de la estructura de ánodo de un módulo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera de la estructura del cátodo de un módulo adyacente en un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad de módulos; y

ii) opcionalmente una o más unidades bipolares de acuerdo con la presente invención, preferiblemente con postes que llevan carga eléctricamente conductivos, y separadores asociados interpuestos entre las estructuras de ánodo y cátodo.

Se apreciará que mediante la inclusión de una o más unidades bipolares de esta invención, conjuntamente con empaques asociados y separadores, entre la estructura de ánodo y la estructura de cátodo de un módulo de esta invención, y utilizando medios similares para aplicar presión para sellar herméticamente los separadores a los empaques y los empaques a las estructuras de electrodos, es posible crear un "módulo híbrido" que contiene dos más estructuras de ánodo y dos o más estructuras de cátodos con dos o más separadores. Deberá entenderse que la creación de los módulos híbridos dentro del alcance de nuestra invención.

Un beneficio del módulo híbrido es que números reducidos de operaciones de levantamiento se requieren en el ambiente de operación de la cámara de celdas llevando a reducidos riesgos de seguridad y menos tiempo de parada del electrolizador para el remplazo de la estructura de electrodos o módulo durante mantenimiento o suministros.

440
107
2

El medio para aplicar presión a los empaques para sellar herméticamente el separador allí en el módulo preferiblemente se provee mediante pernos a través de orificios en las bridas. Sin embargo, no excluimos la posibilidad de que se puedan utilizar medios alternativos para aplicar presión.

Donde los postes eléctricamente conductivos que llevan la carga en el módulo están provistos con portadores de corriente, cada poste está preferiblemente provisto con una tapa de aislamiento y más preferiblemente un orificio de emparejado se forma en la placa eléctricamente conductiva, particularmente cuando la placa eléctricamente conductiva tiene forma de malla. Cuando el orificio de emparejamiento se forma en la placa eléctricamente conductiva la tapa de aislamiento tiene preferiblemente forma de cojín.

De acuerdo con un adicional aspecto preferido de la presente invención se proporciona un electrolizador bipolar modular que comprende uno o más módulos ensamblados en una estructura de montaje en serie tanto mecánica como eléctricamente; y placas de distribución de corriente en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos de acuerdo con el aspecto preferido de la presente invención.

Cojines de transferencia de carga, eléctricamente aislantes, se colocan preferiblemente en los extremos de los postes que llevan la carga eléctricamente conductivos adyacentes la placa eléctricamente conductiva en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención y, cuando los postes llevan la carga, en los extremos de los postes adyacentes a la placa eléctricamente conductiva en el electrolizador

108
J

bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención. Dichos cojines de aislamiento previenen el daño mecánico a la membrana y, puesto que la electrólisis no ocurre en estos puntos, la membrana no sufre de ningún daño de electrólisis.

Dichos cojines de aislamiento pueden elaborarse a partir de un material no conductor que es resistente al ambiente químico dentro de la celda, por ejemplo fluoropolímeros tales como PTFE, FEP, PFA, polipropileno, CPVC y cauchos fluoroelastoméricos. Los cojines pueden proveerse en barras de metal que están localizadas entre los postes y la placa eléctricamente conductiva con el cojín presentado hacia el separador o membrana.

En el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención que comprende una pluralidad de módulos, el disco en receso de la bandeja del ánodo de un módulo y el disco en receso de la bandeja del cátodo de un módulo adyacente módulo están unidos eléctricamente, preferiblemente en los ápices de las proyecciones.

La conductividad eléctrica entre módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular puede lograrse mediante el uso de interconectores o preferiblemente mediante por lo menos un contacto cercano entre módulos adyacentes.

La conductividad eléctrica entre módulos adyacentes puede mejorarse mediante la provisión de material que mejora las conductividades o dispositivo que mejora la conductividades en la superficie exterior de la bandejas. Como ejemplos del material que mejora las conductividades pueden mencionarse entre otros las espumas de

112
109
✓
y

carbón conductivo, grasas conductoras y revestimientos de un metal de alta conductividad, por ejemplo plata u oro.

Preferiblemente el dispositivo eléctrico que mejora las conductividades se utilizan para mejorar la conductividad eléctrica entre módulos adyacentes. Como ejemplos de dispositivos eléctricos que mejoran las conductividades pueden mencionarse entre otros placas bimetálicas eléctricamente conductoras soldadas al ánodo, placas bimetálicas unidas por explosión eléctricamente conductoras, dispositivos de metal electroconductor, por ejemplo lavadores, o preferiblemente dispositivos de metal electroconductor adaptados para (a) someter a abrasión o perforar la superficie de las bandejas cortando o golpeando a través de cualquier revestimiento eléctricamente aislante, por ejemplo una capa de óxido, y (b) por lo menos de inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la bandeja

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un dispositivo de metal electroconductor adaptado para (a) someter a abrasión o perforar la superficie de las bandejas cortando o golpeando a través de cualquier revestimiento eléctricamente aislante, por ejemplo una capa de óxido, y (b) por lo menos inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la bandeja (al cual se hace referencia posteriormente por conveniencia como "dispositivo de abrasión").

El dispositivo de abrasión se proporciona con una o más proyecciones. Como un ejemplo de un dispositivo de abrasión se puede mencionar un lavador en estrella, por ejemplo, provisto con 18 proyecciones. Preferiblemente, sin embargo, el dispositivo de abrasión se

113
110
X

provee con no más de seis proyecciones. Se prefiere a menudo, para estabilidad mecánica durante el ensamble de un electrolizador, que el dispositivo de abrasión se proporcione con por lo menos de tres proyecciones. Preferiblemente dichas proyecciones se proporcionan en ambos lados del dispositivo de abrasión.

Un dispositivo de abrasión está preferiblemente colocado en una proyección que se proyecta hacia adentro en el receso de plato en la bandeja de una estructura de ánodo para proporcionar contacto eléctrico entre la bandeja y la proyección emparejada que se proyecta hacia afuera en el receso de plato en la bandeja de una estructura de cátodo. Preferiblemente se proporcionan dispositivos de abrasión en cada proyección que se proyecta hacia adentro en el ánodo.

El dispositivo de abrasión puede elaborarse de un material eléctricamente conductor que es suficientemente duro para cortar entre por lo menos una de la bandejas de la estructura de electrodos, particularmente un ánodo de titanio, para perforar cualquier revestimiento de óxido en él. Como ejemplos de adecuados metales a partir de los cuales dichos dispositivos de abrasión pueden prepararse pueden mencionarse entre otros acero al carbón, níquel, aleación de aleación o preferiblemente una aleación de berilio/cobre.

El dispositivo de abrasión puede unirse al ánodo, por ejemplo atornillando, soldando, o mediante pasadores utilizando una proyección metálica, por ejemplo Ti. Preferiblemente un dispositivo tal se agarra en forma tal que es libre de rotar por lo menos una extensión limitada.

El dispositivo de abrasión es preferiblemente reutilizable, es decir, puede utilizarse para hacer repetidas conexiones sin remplazo.

La presente invención se describirá posteriormente más en detalle mediante la referencia al uso de sus varios aspectos en aplicaciones de cloro/alcalino, por ejemplo electrólisis de salmuera.

El número de módulos y unidades bipolares en electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención se escogerá por una persona experta en el arte a la luz de entre otros el volumen de producción requerido, la potencia y el voltaje disponibles y algunas restricciones conocidas por el experto.

Típicamente, un electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención comprende 1 a 300 módulos.

Los electrolizadores bipolares de filtro y prensa y modulares de acuerdo con la presente invención pueden operar a presiones entre 50 y 600 kPa (0,5 y 6 bar), preferiblemente entre 50 y 150 kPa (500 y 1 500 mbar).

Un tubo de entrada se proporciona en el fondo de la estructura de electrodos, preferiblemente extendiéndose desde uno de sus lados hacia el otro, para permitir que el licor sea cargado. Por ejemplo, donde el electrolizador bipolar modular se va a utilizar para electrólisis de salmuera los tubos de entrada permiten que el cáustico sea cargado a la estructura de cátodo y la salmuera sea cargada a la estructura de ánodo. Preferiblemente el licor es alimentado al tubo de entrada desde un extremo únicamente.

Los puertos están espaciados a lo largo del tubo de entrada, preferiblemente equidistantemente para mejorar la distribución de alimentación de licor a través de la estructura de electrodos. Preferiblemente los puertos se forman en forma tal que cuando un deflector, como se describe posteriormente más completamente, se proporciona en la estructura de electrodos el licor descargado desde los puertos es dirigido dentro de la corriente de recirculación generada por el deflector. Las dimensiones de los puertos son tales que la caída de presión bajo el tubo de entrada se minimiza.

El número de puertos en el tubo de entrada para cualquier particular aplicación puede calcularse fácilmente por el experto. Típicamente, hay alrededor de 2 a 10, preferiblemente alrededor de 6, puertos por metro del tubo de entrada. Típicamente cada puerto es de alrededor de 1 a 3 mm de diámetro, preferiblemente alrededor de 2 mm de diámetro.

El tubo de suministro a través del cual se suministra el licor al tubo de entrada se elabora de un material no conductor y puede insertarse dentro de un tubo de entrada a cualquier profundidad, por ejemplo hasta que casi alcance el extremo muerto del tubo de entrada. En electrolizadores bipolares la longitud incrementada del tubo de suministro no conductor incrementa la longitud de la trayectoria del licor entre celdas en el electrolizador reduciendo consecuentemente la posibilidad de daño al electrolizador por corrosión de escape de corriente.

Los tubos de entrada se elaboran convenientemente del mismo material de las estructuras de electrodos que alimentan. Por ejemplo, cuando el ánodo se elabora de titanio o una aleación de él, el tubo de entrada al ánodo se elabora preferiblemente de titanio o una aleación de él

y cuando el cátodo se elabora de níquel o una aleación de él, el tubo de entrada al cátodo se elabora preferiblemente de níquel o una aleación de él.

Como ejemplos de adecuados materiales no conductivos a partir de los cuales puede prepararse el tubo de suministro pueden mencionarse fluoropolímeros tales como PTFE, FEP y PFA.

La presencia de la(s) placa(s) eléctricamente conductiva(s) espaciada(s) las unas de las otras por el separador forma un área de electrólisis en electrodos bipolares modulares y de filtro y prensa.

El licor gastado y el gas producto se descargan desde la estructura de electrodos a través de un sistema de salida de gas/líquido que comprende una ranura de salida, un cabezal de salida donde ocurre la separación de gas/líquido y un puerto de salida. El daño al separador causado por la formación de un espacio de gas adyacente al separador en la región superior del área de electrólisis es por lo menos reducida, y a menudo eliminada, por la provisión del cabezal de salida en el área de no electrólisis encima del área de electrólisis en la estructura de electrodos.

En el sistema de salida, la mezcla de gas/líquido fluye hacia arriba desde el área de electrólisis a través de una ranura de salida encima de los compartimentos del electrolizador dentro del cabezal de salida. La profundidad de la ranura de salida, que corre a lo largo de todo el ancho sustancialmente de la estructura de electrodos, se escogerá en la luz, entre otros, de la densidad de corriente, el área de los electrodos y la temperatura tal que la fase de gas es dispersada como burbujas en una fase continua de líquido. La profundidad de la ranura de salida es típicamente

47
114
Z

de alrededor de 5 a 50%, preferiblemente alrededor de 10 a 30%, la profundidad de la estructura de electrodos, es decir la distancia entre el receso de plato y la placa de electrodos.

La mezcla de gas/líquido se separa rápidamente en el cabezal de salida, que corre a lo largo de sustancialmente todo el ancho de la estructura de electrodos. El área en sección transversal del cabezal de salida se escogerá en la luz, entre otros, de la densidad de corriente, el área del electrodo y la temperatura tal que el flujo estratificado horizontal gas/líquido a lo largo del cabezal, preferiblemente con una interfaz lisa se mantiene.

Las corrientes de gas y líquido dejan el cabezal de salida a través de uno o más puertos de salida, preferiblemente un puerto de salida, más preferiblemente dispuesto en uno de sus extremos. El área en sección transversal del puerto de salida se escogerá en la luz de, entre otros, la densidad de corriente, el área del electrodo y la temperatura tal que la película anular gas/líquido fluye hacia abajo a través del puerto de salida con una película de líquido en la pared y un núcleo central de gas se obtiene preferiblemente.

El sistema de salida de gas/líquido descrito arriba tiene la ventaja de que la caída baja de presión evita la depresión de la interfaz de gas/licor en el área de electrólisis del sistema de electrodos eliminando consecuentemente el daño al separador causado por la formación de un espacio de gas adyacente al separador en la región superior del área de electrólisis. Una adicional ventaja del sistema de salida de gas/líquido es la minimización de las fluctuaciones de presión que causan daño físico al separador por abrasión a partir del contacto con la placa de electrodos. La



película de líquido en la pared del tubo de salida proporciona una aún adicional ventaja incrementando la resistencia de la trayectoria del licor entre celdas en el electrolizador reduciendo así la posibilidad de daño al electrolizador por corrosión de escape de corriente.

En una modalidad preferida de la presente invención, el cabezal de salida de gas/líquido tiene forma de una estructura rectangular provista a lo largo de sustancialmente todo el ancho de la estructura de electrodos. La placa posterior del cabezal de salida es una extensión hacia arriba de la espalda de la bandeja en la dirección vertical de la estructura de electrodos. La placa posterior se comba 90 grados, perpendicular a la espalda de la bandeja en la dirección del electrodo, para formar la placa superior del cabezal de salida y 90 grados adicionales hacia abajo para formar la placa frontal del cabezal tal que el frente del cabezal es sustancialmente paralelo a la espalda del cabezal. La placa puede opcionalmente combarse hacia atrás, 90 grados hacia la placa posterior para formar el fondo del cabezal y hacia abajo 90 grados para formar la placa frontal de la ranura de salida. Alternativamente, la placa frontal de la ranura de salida puede ser una continuación de la placa frontal del cabezal de salida.

En el fondo de la ranura de salida la placa frontal se comba adicionales 90 grados, perpendicular a y lejos de la placa posterior para formar la placa superior de la bandeja. Esta placa superior se comba entonces adicionales 90 grados hacia arriba para formar la brida de la bandeja.

La altura de la brida define efectivamente la trayectoria de flujo vertical de gas/líquido a través de la ranura de salida y la caja rectangular

119
116
27

arriba de la brida forma el cabezal de salida. Típicamente, la altura de la brida es de alrededor de 20 a 80% de la altura del cabezal de salida.

Los empaques para el sellado del separador entre las bridas en las bandejas en electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención, que pueden ser diferentes en las estructuras del ánodo y el cátodo, se elaboran de un material adecuado con apropiada resistencia química y propiedades físicas, por ejemplo una resina plastificada EPDM. Cuando un material no tiene una adecuada combinación de resistencia química y propiedades físicas un empaque elaborado a partir de un material que tiene adecuadas propiedades físicas puede proporcionarse con un forro químicamente resistente, por ejemplo elaborado de PTFE, en su borde interno.

El empaque puede estar en forma de una estructura, preferiblemente continua, tal que cuando dos empaques se colocan en cualquier lado de un separador y se aplica una carga vía las bandejas, se efectúa el hermético sellado del módulo.

Un empaque está colocado entre el ánodo y el separador y entre el cátodo y el separador.

La estructura puede en plan ser de cualquier configuración capaz de sellar herméticamente el separador en el módulo o compartimento. Típicamente una estructura es de configuración cuadrada o rectangular. La sección transversal de la estructura puede ser de cualquier configuración capaz de efectuar el sellado con el separador; por ejemplo, puede tener una sección transversal circular, triangular o cuadrada pero es preferiblemente de sección transversal rectangular con la dimensión

120
117
N5

perpendicular al plano del empaque más pequeña que la dimensión en el plano del empaque.

Convenientemente la sección transversal de la estructura del empaque incluye una protuberancia o nariz alrededor de sustancialmente toda la longitud perimétrica de la estructura para agarre con el separador, la protuberancia o nariz usualmente están provistas en la periferia interior y/o exterior de la estructura.

La protuberancia o nariz puede ser de cualquier forma adecuada capaz de efectuar un sello de pinchado con el separador pero es preferiblemente de configuración de bulbo, por ejemplo generalmente en parte circular en sección transversal.

En uso, el separador se agarrará en cada uno de sus lados a un respectivo empaque en forma tal que las protuberancias de los empaques están en registro con cada uno de los otros y, cuando se comprimen, efectúan pinchado localizado del empaque alrededor de todo el perímetro de los empaques para prevenir la dirección a modo de pabilo o mecha de los licores de la celda a través de o a lo largo de la estructura del separador desde el interior del compartimento de electrólisis en localizaciones externas al compartimento. Este diseño de empaque se ha encontrado particularmente efectivo en prevenir el "empabilamiento" o dirección a modo de pabilo o mecha, de los licores de la celda especialmente cuando el separador se vuelve basto o tiene una superficie no uniforme (por ejemplo causada por la presencia de una malla de refuerzo) o contiene canales dejado por la dilución de componentes de sacrificio allí; o cuando el compartimento de electrólisis corre a una mayor presión que la atmósfera exterior.

En una modificación, cada empaque puede proporcionarse con una nariz o protuberancia en su lado opuesto para agarre con una respectiva brida de una estructura de electrodos.

El empaque o estructura puede contener orificios para acomodar pernos de sellado, especialmente donde el empaque se utiliza en un módulo.

Cuando el empaque se proporciona con un forro resistente a químicos tal como se describió arriba, el forro puede extenderse sobre la protuberancia o nariz que efectúa el pinchado.

Los electrolizadores de acuerdo con la presente invención pueden operarse a alta densidad de corriente, por ejemplo $> 4,5 \text{ kA/m}^2$.

El separador es preferiblemente una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable a electrolito. Sin embargo, no excluimos la posibilidad de que pueda ser un diafragma poroso permeable a electrolito.

Cuando el separador es una membrana de intercambio de iones puede formarse a partir de cualquier material adecuado de membrana de intercambio de iones.

Las membranas selectivas permeables a iones para la producción de cloro/alcalino son bien conocidas en el arte. La membrana es preferiblemente un material polimérico que contiene flúor que contiene grupos aniónicos. Preferiblemente es un polímero que contiene un grupo anión que contiene todos los enlaces C-F y no C-H. Como ejemplos de

122
119


adecuados grupos anión pueden mencionarse $-\text{PO}_3^{2-}$, $-\text{PO}_2^{2-}$ o preferiblemente $-\text{SO}_3^-$ o $-\text{COO}^-$.

La membrana puede estar presente como una película de mono- o múltiples capas. Puede estar reforzada mediante laminación con o revestida en tela tejida u hoja microporosa. Adicionalmente, puede recubrirse en uno o ambos lados con un revestimiento particulado químicamente resistente para mejorar el humedecimiento y la liberación de gas.

Cuando una membrana que lleva un revestimiento de superficie se emplea en aplicaciones de cloro/alcalino el revestimiento de superficie se forma típicamente a partir de un óxido de metal inerte al ambiente químico, por ejemplo circonio.

Adecuadas membranas para aplicaciones de cloro/alcalino se venden, por ejemplo, bajo las marcas "Nafion" de E I Du Pont de Nemours y Co. Inc., "Flemion" de Asahi Glass Co. Ltd. y "Aciplex" de Asahi Chemical Co. Ltd.

El separador se coloca entre placas adyacentes de ánodo y cátodo y separa así la estructura del ánodo de la estructura del cátodo.

El intersticio ánodo/cátodo está adecuadamente en el rango de 3 mm a cero, preferiblemente de 1 mm a cero. Consecuentemente cuando el intersticio ánodo/cátodo es cero los ánodos y cátodos del módulo están en contacto con el separador.

En electrolizadores bipolares equipados con una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable, la solución acuosa de cloruro de metales alcalinos se carga a las estructuras de ánodos del electrolizador bipolar y cloro y solución acuosa agotada de cloruro de metales alcalinos se descarga desde las estructuras de ánodos del electrolizador bipolar e hidrógeno e hidróxido de metales alcalinos son descargados de las estructuras de cátodos del electrolizador bipolar.

La placa del ánodo en la estructura de electrodos puede ser metálica y la naturaleza del metal dependerá de la naturaleza del electrolito a ser electrolizado en el electrolizador. Un metal preferido es un metal que forma películas, particularmente cuando una solución acuosa de cloruros de metales alcalinos se va a electrolizar en el electrolizador. El metal que forma películas puede ser uno de los metales titanio, circonio, niobio, tantalio, o tungsteno o una aleación que consiste principalmente de uno o más de estos metales y que tienen propiedades de polarización anódica comparables a las del titanio. Se prefiere utilizar titanio solo o una aleación a base de titanio y que tiene propiedades de polarización anódica comparables a las del titanio.

La placa del ánodo tiene un revestimiento de material electroconductor electrocatalíticamente activo. Particularmente en el caso donde una solución acuosa de un cloruro de metales alcalinos se va a electrolizar este revestimiento puede por ejemplo comprender uno o más metales del grupo del platino, es decir platino, rodio, iridio, rutenio, osmio y paladio.

Los materiales electroconductivos electrocatalíticamente activos para utilización como revestimientos del ánodo en un electrolizador son

124
121
23

bien conocidos en el arte, por ejemplo como se describió en nuestras Patentes Europeas EP 0,052,986, EP 0, 1 07,934 y EP 0, 1 29,3 74.

Cualquier metal adecuado que es diferente del metal que forma películas del ánodo puede utilizarse para la placa del cátodo en la estructura de electrodos teniendo en cuenta, por supuesto, que el metal utilizado para la placa del cátodo sea conductivo y resistente al electrolito utilizado en la celda electrolítica. Preferiblemente la placa del cátodo se elabora de níquel o una aleación de níquel o de otro material que tiene una cara exterior de níquel o aleación de níquel. Por ejemplo, la placa del cátodo puede comprender un núcleo de otro metal, por ejemplo acero o cobre, y una cara exterior de níquel o aleación de níquel. Se prefiere el níquel o aleación de níquel teniendo en cuenta la resistencia a la corrosión de dichos materiales en una celda electrolítica donde una solución acuosa de cloruro alcalino se electroliza y teniendo en cuenta el sobre voltaje bajo del hidrógeno de largo término del níquel o la aleación de níquel.

La placa del cátodo puede tratarse para incrementar su área superficial, por ejemplo mediante soplado de grilla.

La placa del cátodo puede proveerse con un revestimiento electroconductivo electrocatalíticamente activo. Los materiales electroconductivos electrocatalíticamente activos para utilización como revestimientos de cátodos en un electrolizador son bien conocidos en el arte, por ejemplo tal como se describe en nuestras Patentes EP 0,479,423, WO 95/05499, WO 95/05498, EP 0,546,714, WO 96/24705, EP 0,052,986 y EP 0, 1 07,934.

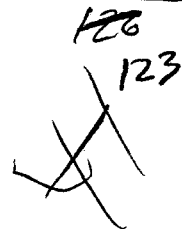
125
122
X

La divulgación de las anteriormente mencionadas especificaciones de patentes se incorporan aquí a modo de referencia.

La placa de electrodos puede tener cualquier estructura deseada. Por ejemplo puede comprender una pluralidad de capas. Preferiblemente, sin embargo, cada placa de electrodos es una placa con orificios, es decir, puede ser perforada, o puede estar en la forma de un metal expandido, o puede ser una cuchilla tejida o no tejida, o labrada o en linterna. Más preferiblemente las placas del ánodo y el cátodo están en forma de mallas.

Tal como se mencionó aquí anteriormente, la bandeja en una estructura de electrodos será en general del mismo material de la placa eléctricamente conductiva. El material de la bandeja es típicamente de un espesor tal que la bandeja es flexible y preferiblemente resiliente.

Uno o más deflectores se proporcionan preferiblemente en las estructuras del ánodo y el cátodo para formar un primer canal entre un primer lado del deflector y la placa de electrodos y un segundo canal entre el segundo lado del deflector y el disco en receso de la bandeja, los primer y segundo canales que están en comunicación el uno con el otro, preferiblemente por lo menos de o adyacente a la parte superior y al fondo de la estructura de electrodos. El primer canal proporciona un elevador para que la salmuera llena de gas ascienda al cabezal de salida en la parte superior de la estructura de electrodos. El segundo canal proporciona un codo abajo para que la salmuera desgasificada caiga el fondo de la estructura de electrodos. Los deflectores están preferiblemente colocados verticalmente. Los deflectores utilizan el efecto de levantamiento de gas del gas generado para mejorar la circulación y el mezclado del licor lo cual produce algunas ventajas.

126
123


El mezclado mejorado en las estructuras del ánodo y el cátodo minimiza los gradientes de concentración y temperatura dentro de las estructuras incrementando así el tiempo de vida del revestimiento del ánodo y la membrana. En particular, en el estructura de ánodo el mezclado mejorado permite el uso de salmuera altamente acídica para obtener bajos niveles de oxígeno en el cloro sin el riesgo de daño a la membrana vía la protonación. La mejora en el mezclado de la estructura del cátodo permite la directa adición de agua desionizada para mantener constante la concentración del nivel cáustico después de que se retira el cáustico concentrado.

La provisión de una placa deflectora inclinada en la región superior de la estructura de electrodos incrementa adicionalmente la separación de gas/líquido acelerando el flujo ascendente de la mezcla de gas/líquido desde el área de la electrólisis mejorando así la coalescencia de las burbujas de gas.

Los deflectores se elaboran de material que es resistente al ambiente químico en la celda. Los deflectores en la estructura del ánodo pueden elaborarse de fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo titanio o una aleación de él. Los deflectores en la estructura del cátodo pueden elaborarse de un fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo níquel.

En la estructura de ánodo los deflectores, cuando están presentes, están preferiblemente agarrados a las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja del ánodo. En la estructura del cátodo los deflectores, cuando están presentes, están preferiblemente agarrados a los postes.

127
X
124

Un deflector puede ser una estructura de una pieza que se extiende completamente a través de la estructura de electrodos en la horizontal dirección o preferiblemente comprende una pluralidad de piezas, por ejemplo dos, cada una de las cuales se extiende a través de la estructura de electrodos con un intersticio horizontal entre ellos. Cuando se utiliza un deflector de dos piezas la pieza menor promueve la recirculación del licor y la pieza superior ayuda a mantener una región en la parte superior de la estructura para colapsar la espuma cuando se opera a altas densidades de corriente.

En operación una pluralidad de electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención pueden disponerse tal que son alimentados eléctricamente desde el mismo rectificador.

El licor es alimentado preferiblemente en paralelo a todos los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención desde los mismos cabezales de salmuera y cáustico.

Los licores de salmuera de salida y cáustico de salida salen preferiblemente en paralelo desde todos los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención hacia cabezales comunes de salmuera y cáustico.

Los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención están montados en un estructura que lleva la corriente y mantenidos conjuntamente mediante cualquier medio conveniente, por ejemplo medios de tornillo, mordaza, hidráulico y neumático.

Los electrolizadores modulares y bipolares de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención son especialmente útiles en la fabricación de cloro mediante la electrólisis de las soluciones acuosas de cloruro de metales alcalinos, especialmente cloruro de sodio.

La estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención puede utilizarse como un dispositivo de distribución de corriente en una celda electrolítica equipada con una membrana de intercambio de iones la cual se denomina electrolito de polímero sólido.

La presente invención ha sido descrita con referencia a una estructura de electrodos adecuada para utilización en un electrolizador para la electrólisis de solución acuosa de haluro de metales alcalinos. Deberá entenderse, sin embargo, que la estructura de electrodos puede utilizarse en electrolizadores donde otras soluciones pueden electrolizarse, o en otros tipos de celdas electrolíticas, por ejemplo en celdas de combustible.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona una estructura de electrodos que comprende

- (i) una bandeja con a receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes,
- (ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;
- (iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente

125
126
X

conductiva está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva;

caracterizado porque

(a) los miembros eléctricamente conductivos, cuando están presentes, están en forma de postes; y

(b) cuando la estructura de electrodos es una estructura de ánodos el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia afuera.

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante la referencia a, pero no está limitada en ninguna forma por, los siguientes dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es una sección transversal de la parte superior de la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención en forma de una estructura de ánodos;

la Figura 2 es una sección transversal de la parte superior de la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención en forma de una estructura de cátodos;

la Figura 3 es una sección transversal de la parte superior de la unidad bipolar de acuerdo con la presente invención;

130
127
X

la Figura 4 es una sección transversal de la parte superior del módulo de acuerdo con la presente invención;

la Figura 5 es una vista isométrica que mira a la estructura de ánodos del módulo de acuerdo con la presente invención;

la Figura 6 es una sección transversal de la parte inferior del módulo de acuerdo con la presente invención; y

las Figuras 7 y 8 son respectivamente una vista isométrica y una vista de extremo de un dispositivo de abrasión;

la Figura 9 es una vista de una modalidad del empaque para utilización con estructuras de electrodos de la invención;

la Figura 10 es una vista en detalle magnificada de parte del empaque en Figura 9; y

la Figura 11 es una vista en sección transversal del empaque.

En las Figuras 1 y 2, una bandeja (1) se forma con una brida (2) y un receso de plato (3) donde se forman proyecciones en cono truncado que se proyectan hacia adentro (4) (en la Figura 1) o proyecciones en cono truncado que se proyectan hacia afuera (5) (en la Figura 2). Un poste eléctricamente conductivo (6) sobre el cual se monta una araña (no mostrado) está eléctricamente conectado a cada proyección (4) o (5). Se observará que los postes asociados con la estructura de cátodos son considerablemente más largos que aquellos asociados con la estructura de ánodos. En el caso de la estructura de ánodos, los postes pueden omitirse

en cuyo caso la placa del ánodo puede ya sea estar directamente conectada a la bandeja asociada o puede conectarse directamente a través de las arañas. Una placa de electrodos (8), típicamente en forma de una malla, está conectada a las arañas. Un cojín eléctricamente aislante (9) se proporciona entre el extremo del poste (6) y la placa de electrodos (8). En la localización de cada poste, las placas (8) tiene aberturas y los cojines (9) son recibidos dentro de dichos orificios. Las bridas (2) se proporcionan con bridas posteriores (2B, ver Figura 4) y orificios (10, 10B) diseñados para aceptar pernos (no mostrados) para unir con pernos una estructura de ánodos y una estructura de cátodos con dos empaques y una membrana para formar un módulo de acuerdo con la presente invención, (11) es un cabezal de salida. El flujo del licor dentro del cabezal (11) tiene lugar a través de una ranura de salida (35) en el extremo superior de cada estructura de electrodos, la ranura de salida (35) que está formada localizada inmediatamente encima de la placa de electrodos (8) y justamente debajo de tubos cilíndricos de cubo espaciados (36) que registran con orificios en la base de la bandeja (3) y la brida (2) y expanden las paredes principales que se extienden verticalmente del cabezal (11). Consecuentemente el flujo de licor entra en la ranura de salida y fluye alrededor de los tubos de cubo (36) dentro del cabezal (11).

Las estructuras de electrodos de la presente invención pueden utilizarse en electrolizadores de filtro y prensa, celdas modulares y celdas de combustible. La Figura 3 ilustra una unidad en la cual dos estructuras de electrodos están acopladas para formar un conjunto bipolar de electrodos para utilización en un electrolizador de filtro y prensa o una celda de combustible, las estructuras de electrodos en este caso están ensambladas con las proyecciones del ánodo y el cátodo anidadas (4, 5). La Figura 4 ilustra una unidad en la cual las estructuras de electrodos

132
X
129

están acopladas conjuntamente con un separador allí entre ellas para utilización en un electrolizador modular o en una celda de combustible. En ambos casos, se entenderá que una vez que el número de unidades ha sido ensamblado, el efecto neto será que adyacentes ánodos y cátodos, ya sean parte de la misma unidad o de unidades separadas, tendrán sus proyecciones (4) anidadas las unas con las otras.

Haciendo referencia al conjunto bipolar de electrodos de la Figura 3, una estructura de ánodos tal como se ilustra en la Figura 1 y una estructura de cátodo tal como se ilustra en la Figura 2 están unidos eléctricamente conductivamente espalda a espalda mediante un dispositivo de abrasión (12) colocado entre la proyección de cono truncado que se proyecta hacia adentro (4) en la estructura de ánodos y la proyección de cono truncado que se proyecta hacia fuera (5) en la estructura de cátodos, el arreglo que es tal que cuando las dos estructuras son presionadas conjuntamente, los dispositivos de abrasión logran buena continuidad eléctrica entre los picos de las proyecciones (5) del cátodo y las bases de las proyecciones (4) del ánodo y consecuentemente entre los postes (6) que se extienden hacia las placas de electrodos (8).

Haciendo referencia al conjunto modular de electrodos de la Figura 4, una estructura de ánodos como se ilustra en la Figura 1 y una estructura de cátodos como se ilustra en la Figura 2 se unen mediante pernos (no mostrados) a través de los orificios (10) en las bridas (2). Una membrana (13) está sellada entre dos empaques (14) colocados entre las bridas (2). Las arañas (7) -no mostradas en las Figuras 1 a 3- proporcionan trayectorias electroconductoras entre los postes (6) y las placas de electrodos (8). Las arañas comprenden secciones centrales en forma de discos (40) que están conectadas a los extremos de los postes (6), por

ejemplo mediante soldadura, fijación con tornillos o conectores de empuje y ajuste, y un número de patas (38) que irradian desde la sección central (40) y están conectadas en sus extremos libres, por ejemplo por soldadura a la asociada placa de electrodos (8). Usualmente las patas (38) están espaciadas equiangularmente en forma tal que el suministro de corriente vía los postes (6) se distribuye a un número de puntos equidistantes que rodean el poste. Especialmente cuando se pretende para utilización en la electrólisis de haluros de metales alcalinos, las arañas del cátodo pueden fabricarse de materiales tales como acero inoxidable, níquel o cobre, mientras que las arañas del ánodo son fabricadas a partir de metal de válvula o su aleación. Las patas (38) de las arañas (7) asociadas con la estructura de ánodo son en alguna medida más cortas que aquellas asociadas con la estructura de cátodos.

En la práctica, durante la producción de las estructuras de electrodos, las arañas (7) pueden soldarse o conectarse de otra forma a las placas (8) y las arañas pueden entonces soldarse subsecuentemente o asegurarse de otra forma a los postes (6). Este arreglo facilita el remplazo o la reparación de las placas ánodo/cátodo o la renovación/remplazo de cualquier revestimiento electrocatalíticamente activo sobre ellas.

Tal como se muestra en la Figura 5, la estructura de ánodos, con sus proyecciones (4) de cono truncado que se proyectan hacia adentro en la bandeja (3), se proporcionan con un tubo de suministro (15) que lleva al tubo de entrada (no mostrado) de salmuera y un tubo de salida (16) de cloro y mezcla agotada de salmuera. La estructura de cátodos se proporciona con un tubo de suministro (17) que lleva al tubo de entrada (no mostrado) para cáustico y un tubo de salida para mezcla de hidrógeno y cáustico (18).

B4
131

Tal como se muestra en la Figura 6, la estructura de ánodos se proporciona con (a) un tubo de suministro de ánodo (15) concéntrico con el tubo de entrada (19) formado con puertos (24) y (b) deflectores (21) montados sobre proyecciones que se proyectan hacia adentro (4). La estructura de cátodos se proporciona con (a) un tubo de suministro de cátodo (17) concéntrico con el tubo de entrada (20) formado con puertos (23) y (b) deflectores (22) montados sobre los postes (6). Los puertos 24, 23 en tubo de entradas (19) y (20) se forman tal que licor descargado desde ellos se dirige hacia la parte posterior de las bandejas detrás de los deflectores (21) y (22) para ayudar en el mezclado. Los deflectores 21, 22 sirven para la partición de los compartimentos del ánodo y el cátodo en dos zonas de comunicación para proporcionar recirculación del licor tal como se describió previamente. Los deflectores 21, 22 (no mostrados en las Figuras 1 a 3) se extienden verticalmente dentro de los compartimentos del ánodo y el cátodo desde el extremo menor de la estructura de electrodos hasta sus extremos superiores y forman dos canales dentro de cada estructura de electrodos que comunican por lo menos la parte superior e inferior adyacente de la estructura.

Tal como se muestra en las Figuras 7 y 8, un dispositivo de abrasión (12) se proporciona con cuatro proyecciones agudas (34) en una cara del lavador (35) y cuatro proyecciones agudas (36) en la otra cara del lavador (35) en forma tal que cuando las adyacentes estructuras de cátodos y ánodos se cargan en compresión, las proyecciones punzan el material de las bandejas del cátodo y ánodo.

Haciendo referencia nuevamente a las Figuras 9 a 11, cada empaque (14) puede ser de configuración generalmente rectangular con orificios (algunos de los cuales se ilustra mediante el numeral de

referencia 2A) para registro con los orificios en las bridas (2) en forma tal que los empaques son comprimidos a medida que las estructuras de electrodos son dirigidas conjuntamente para amordazar el separador/membrana (13) allí entre ellos. Cada empaque está alargado localmente en su periferia interna para formar una nariz (30) que se proyecta más allá del plano del empaque sobre uno de sus lados. Los empaques son ensamblados a las estructuras de electrodos (8) con sus narices (30) en contacto con la cara adyacente de la membrana (13). En la región de contacto con la membrana (13), cada nariz (30) puede ser generalmente de configuración en parte circular en sección transversal. En virtud de este alargamiento localizado de los empaques, así como por estar comprimidos entre y sellados por la caras planas adyacentes de los empaques, la membrana (13) es pinchada adicionalmente entre las narices (30) produciendo así un sello de pinchado el cual es particularmente efectivo para prevenir el "empabilamiento" o la dirección a modo de pabilo o mecha de los licores de la celda a través de o a lo largo de la estructura de la membrana (13).

Los empaques (14) se proporcionan también en sus periferias internas con un forro (32) de material químicamente resistente tal como PTFE. En una modificación, cada empaque puede estar provisto con una nariz o protuberancia en su lado opuesto para agarre con una brida respectiva (2).

Cuando una placa de ánodo o cátodo de la estructura de electrodos necesita ser restablecida o remplazada, se puede retirar de la estructura retirando los cojines (9) para exponer las secciones centrales (40) de las arañas (7) y permitir así su desprendimiento de los postes o, cuando no hay postes presentes, de la bandeja de electrodos o placa bipolar. Por

ejemplo, cuando las porciones centrales de las arañas están soldadas, por ejemplo soldadas con puntos, el desprendimiento puede efectuarse trepanando a través de la soldadura de puntos utilizando una herramienta de perforación o molienda. Cuando las porciones centrales de la araña están agarradas con los postes (o la bandeja) vía un tornillo de fijación o conector de empuje y ajuste, el desprendimiento se efectúa retirando el tornillo el desprendimiento se efectúa retirando el tornillo u otro conector. En algunos casos, el sistema de soldadura se emplea para agarrar las porciones centrales de la araña puede diseñarse para proporcionar únicamente uniones soldadas débiles en forma tal que las arañas pueden desprenderse de los postes, la bandeja o placa bipolar simplemente rompiendo las uniones soldadas utilizando la fuerza física. Una vez que las arañas han sido desprendidas el ánodo o cátodo puede entonces retirarse para reposición o remplazo con un conjunto nuevo de electrodos que comprende un ánodo o cátodo con un arreglo de arañas dispuestas para corresponder con las localizaciones de los postes o proyecciones (si no hay postes presentes). El conjunto de electrodos nuevo o de reposición se vuelve a agarrar entonces física y eléctricamente, por ejemplo mediante soldadura de puntos, sujetadores roscados o conectores de empuje y ajuste.

Cuando el método de agarre no involucra uniones soldadas, por ejemplo sujetadores roscados o conectores de empuje y ajuste, medios mejoradores de conducción tales como lavadores en estrella, discos de abrasión o revestimientos conductivos, pueden insertarse entre o aplicados a la porción central de la araña y/o la superficie del poste, bandeja o placa bipolar. Opcionalmente cuando se necesite asegurar una buena unión física y eléctrica al ánodo o cátodo de remplazo, las superficies bastas del poste, bandeja o placa bipolar expuestas por el retiro de una estructura de

~~137~~
134

electrodos puede acondicionarse utilizando por ejemplo una herramienta de acabado, herramienta de precisión de arena, o similares.

138
135

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de electrodos que comprende una

(i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está colocado entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y el cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador y está herméticamente sellada al separador;

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un puerto de entrada para licor; y

(iv) un puerto de salida para fluidos;

donde la placa está eléctricamente conectada a la bandeja mediante una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente y que proporcionan trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva con la provisión de que, cuando la placa es una placa de ánodo, puede opcionalmente estar directamente conectada eléctricamente a la bandeja; y donde, cuando la estructura de electrodos es una estructura de ánodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y, cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodos emparejada con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en el receso

139
136

de plato de la bandeja de una estructura adyacente de cátodos en un conjunto que comprende una pluralidad de las estructuras de electrodos.

2. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde la placa eléctricamente conductiva es flexible.

3. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 1 o 2 donde cada proyección está electroconductivamente conectada a un miembro electroconductivo.

4. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 3 donde las proyecciones están espaciadas unas de las otras en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección.

5. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 4 donde las proyecciones están espaciadas la misma distancia igual en la primera dirección y en la dirección transversal.

6. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 5 donde las proyecciones son en cono truncado.

7. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 6 donde los miembros eléctricamente conductivos comprenden postes que opcionalmente llevan carga.

140
137
Z

8. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 7 donde los miembros eléctricamente conductivos comprenden cada uno un portador de corriente, preferiblemente un portador de corriente de múltiples patas, adyacente a la placa eléctricamente conductiva para hacer contacto eléctrico de múltiples puntos con ella.

9. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 8 donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos provista con arañas relativamente no resortadas con patas cortas.

10. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 8 donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos provista con arañas relativamente no resortadas con patas largas.

11. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 10 donde un tubo de entrada se proporciona en el fondo de la estructura de electrodos, preferiblemente extendiéndose desde uno de sus lados hacia el otro.

12. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 11 donde los puertos están espaciados equidistantemente a lo largo del tubo de entrada.

13. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 12 donde las dimensiones de los puertos son tales que el gradiente de presión a lo largo del tubo de entrada se minimiza.

144
P
138

14. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 11 a 13 donde el licor es alimentado al tubo de entrada únicamente en un extremo.

15. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 14 donde el tubo de suministro al tubo de entrada se extiende a lo largo del tubo de entrada hasta que casi alcanza su extremo muerto.

16. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 11 a 15 donde el tubo de suministro al tubo de entrada se elabora de un material no conductor y preferiblemente se extiende a lo largo del tubo de entrada.

17. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 16 donde uno o más deflectores se proporcionan allí para formar un primer canal entre un primer lado del deflector y la placa eléctricamente conductiva y un segundo canal entre el segundo lado del deflector y el receso de plato, donde el primer canal proporciona un elevador para ascender el electrolito lleno de gas al cabezal de salida en la parte superior de la estructura y el segundo canal proporciona una esquina hacia abajo para que el electrolito desgasificado caiga en el fondo de la estructura.

18. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 17 donde los deflectores están colocados verticalmente.

19. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 17 o 18 donde la estructura de electrodos es una estructura

142
139

de ánodos elaborada de titanio o una aleación de él, los deflectores se elaboran de titanio o una aleación de él y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos elaborada de níquel o una aleación de él, los deflectores se elaboran de níquel o una aleación de él

20. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 17 a 19 donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos, los deflectores están montados sobre proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja del ánodo y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, los deflectores montados en los postes.

21. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 17 a 20 donde el deflector comprende una pluralidad de piezas, cada una de las cuales se extiende a través de la estructura con un intersticio horizontal entre ellas.

22. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 7 o cualquiera de las Reivindicaciones 8 a 22 cuando depende de la Reivindicación 7 donde los postes llevan carga.

23. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 22 donde los extremos de los postes que llevan carga están alineados con orificios en la placa eléctricamente conductiva.

24. Una unidad bipolar donde la bandeja de una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 23 que es una estructura de ánodos está unida a la bandeja de una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las

143
140
X

Reivindicaciones 1 a 23 que es una estructura de cátodos tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro de la estructura de ánodos se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera con la bandeja de la estructura de cátodos para formar una unidad bipolar.

25. Un aparato electrolizador bipolar de filtro y prensa que comprende

- a) un medio de distribución de corriente; y
- b) por lo menos una unidad bipolar montada en una estructura de montaje y ensamblada en serie tanto mecánica como eléctricamente,

caracterizada porque las unidades bipolares son unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24.

26. Un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

- a) una estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de ánodo, (iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos que llevan carga a los cuales el ánodo está unido electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo, (iv) puerto de entrada para licor y (v) puerto de salida para fluidos;

- b) una estructura de cátodos que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos que llevan carga a los cuales el cátodo está unido electroconductivamente y que proporcionan trayectorias eléctricamente

141
141
X

conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) un puerto de salida para fluidos;

c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador el cual consecuentemente divide el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

e) un medios para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador allí; donde

i) el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodos se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y el receso de plato de la bandeja de la estructura de cátodos se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones formadas hacia adentro de la estructura de ánodos de un módulo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera de la estructura de cátodos de un módulo adyacente en un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad del módulos; y

ii) opcionalmente una o más unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24, preferiblemente con postes que llevan la carga eléctricamente conductivos, y separadores asociados interpuestos entre las estructuras de ánodos y cátodos.

27. Un aparato electrolizador bipolar modular que comprende uno o más módulos ensamblados en una estructura de montaje en series tanto mecánica como eléctricamente; y placas de distribución de corriente

145
142

en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos como se reivindicó en la Reivindicación 26.

28. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 25 o 27 donde la conductividad eléctrica entre los módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular o entre las estructuras de electrodos en la unidad bipolar se logra mediante el contacto directo entre módulos adyacentes o estructuras de electrodos adyacentes.

29. Aparato como se reivindicó en la Reivindicación 25 o 27 donde la conductividad eléctrica entre los módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular o entre las estructuras de electrodos en la unidad bipolar se mejora mediante el uso de un material o dispositivo que mejora la conductividad entre módulos adyacentes o estructuras de electrodos adyacentes.

30. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 29 donde el dispositivo que mejora la conductividad es un disco o zapatilla de metal, eléctricamente conductivo adaptado para corte dentro de la bandeja.

31. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 30 donde un dispositivo que mejora la conductividad está colocado en cada una de las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de una estructura de ánodos para proporcionar contacto eléctrico entre las proyecciones que se proyectan hacia adentro y las proyecciones emparejadas que se proyectan hacia fuera en la bandeja de la estructura de cátodos de un módulo adyacente.

143
143
✓

32. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde los miembros que llevan la carga eléctricamente conductivos a los cuales están unidas las placas de electrodos comprenden postes.

33. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 32 donde la relación de la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo con respecto a la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo es de por lo menos 2:1, preferiblemente por lo menos de 4:1 y más preferiblemente por lo menos de 10:1.

34. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 en donde cada miembro que lleva carga está conectado a la placa eléctricamente conductiva mediante una araña de múltiples patas.

35. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde el medio para aplicar presión a los empaques para sellar herméticamente el separador a ellos se proporciona mediante pernos a través de orificios en las bridas.

36. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 32 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde cojines aislantes eléctricamente, que transfieren carga están colocados en los extremos de los postes adyacentes a la placa eléctricamente conductiva.

147
~
144

37. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde el separador es una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable a electrolito.

38. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 provisto con un cabezal de salida donde tiene lugar la separación gas/líquido, en uso, en el área de no electrólisis en cada estructura encima del área de electrólisis donde no hay membrana expuesta al licor.

39. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde el medio de empaque se elabora a partir de una resina plastificada EPDM.

40. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 39 donde el medio de empaque se proporciona con una nariz resistente a químicos en su borde interior.

41. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 40 donde la nariz resistente a químicos se elabora a partir de PTFE.

42. Una estructura de electrodos que comprende
(i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para sentar o soportar un medio de empaque para

148
4
X 145

sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes,

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva;

donde (a) los miembros eléctricamente conductivos están en forma de postes por lo menos en el caso donde la estructura de electrodos comprende una estructura de cátodos y (b) donde la estructura de electrodos es un ánodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia afuera.

43. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 23 y 42 provista con un cabezal de salida en el cual, en uso, tiene lugar la separación gas/líquido en el área de no electrólisis encima del área de electrólisis.

44. Un aparato electrolizador bipolar como se reivindicó en la Reivindicación 25 o en la Reivindicación 27 para efectuar la electrólisis de un haluro de metal alcalino.

X 150

45. Un método de producir un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 que comprende montar

149
146
✓

medios de distribución de corriente y por lo menos una unidad bipolar en una estructura de montaje y ensamblarlos en series tanto mecánica como eléctricamente, caracterizado porque las unidades bipolares son unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24.

46. Un método para producir un electrolizador bipolar modular como se reivindicó en la Reivindicación 27 que comprende ensamblar uno o más módulos en una estructura de montaje en series tanto mecánica como eléctricamente y proporcionar placas de distribución de corriente en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos como se reivindicó en la Reivindicación 26.

47. Un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

a) un estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) un placa de ánodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente activa, (iii) un medio, opcionalmente en forma de una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa del ánodo está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo;

b) un estructura de cátodos que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo que tiene opcionalmente una superficie activa electrocatalíticamente, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales el cátodo está unido electroconductivamente y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo;

150
147

c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador que consecuentemente divide el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

e) un medio para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador a él;

donde la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva entre la bandeja del ánodo y la placa del ánodo es más corta que la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva entre el cátodo bandeja y la placa del cátodo.

48. Una estructura de electrodos que comprende:

una bandeja que tiene una base y paredes laterales que se proyectan desde la base para formar un receso que recibe fluido; una placa de electrodos montada en relación espaciada confrontada con la superficie interna de la base; una pluralidad de proyecciones huecas provistas en la base de la bandeja en forma tal de extenderse en una dirección lejana de la placa de electrodos;

cada proyección hueca que acomoda un elemento eléctricamente conductivo que proporciona continuidad eléctrica entre el ápice de la proyección y la placa de electrodos.

49. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 48 donde cada elemento comprende un poste que está eléctricamente conectado a la placa de electrodos a través de un número e patas conductivas que irradian desde el poste.

157
148
✓

50. Una estructura de electrodos que comprende:

una bandeja que tiene una base y paredes laterales que se proyectan desde la base para formar un receso que recibe fluido; una placa de electrodos montada en una relación espaciada de confrontación con la superficie interna de la base; y una pluralidad de proyecciones huecas provistas en la base de la bandeja; cada proyección hueca que tiene allí asociado un portador de corriente que proporciona continuidad eléctrica entre el ápice de la proyección y la placa de electrodos y está conectado a la placa de electrodos a través de un número de patas eléctricamente conductivas que contactan la placa de electrodos en diferentes localizaciones.

51. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 23, 42, y 48 a 50 donde las proyecciones todas se proyectan exclusivamente en la misma dirección.

52. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 48 a 51 que incluye uno o más elementos deflectores localizados entre la base de la bandeja y la placa de electrodos en forma tal partir el espacio entre la base y la placa de electrodos en dos zonas de flujo de fluido que se comunican.

53. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 49 que incluye uno o más elementos deflectores localizados entre la base de la bandeja y la placa de electrodos en forma tal de partir el espacio entre la base y la placa de electrodos en dos zonas de flujo de fluido de comunicación, los elementos deflectores que están montado sobre dichos postes.

54. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 50 en forma de una estructura de ánodo donde dichas proyecciones se extienden hacia la placa del ánodo, la estructura que incluye uno o más elementos deflectores montados mediante dichas proyecciones entre la base de la bandeja y la placa de electrodos en forma tal de partir el espacio entre la base y la placa de electrodos en dos zonas de flujo de fluido que se comunican.

55. Un conjunto de electrodos para utilización con una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 23, 42, y 48 a 54, que comprende una placa eléctricamente conductiva y un arreglo de portadores de corriente agarrados a una cara mayor de la placa eléctricamente conductiva, cada portador de corriente que comprende una pluralidad de patas conectadas a la placa.

56. Un conjunto tal como se reivindicó en la Reivindicación 55 donde la placa se proporciona con un revestimiento electrocatalíticamente activo en por lo menos una de su cara mayor.

57. Un conjunto tal como se reivindicó en la Reivindicación 56 donde los portadores de corriente están todos agarrados a la placa en un lado de estos últimos, por ejemplo una cara no revestida de la placa.

58. Un conjunto tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 52 a 57 donde los portadores de corriente comprenden cada uno una porción central de agarre desde la cual irradian las patas.

59. Un conjunto tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 55 a 58 donde las patas son resilientes para permitir su flexión.

60. Un conjunto tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 55 a 59 donde los portadores de corriente se fabrican a partir del mismo material de la placa.

61. Un conjunto tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 55 a 60 donde la placa de electrodos tiene aberturas.

62. Un portador de corriente para utilización con una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 23, 42, y 48 a 54, que comprende una porción central de agarre desde la cual una pluralidad de patas irradian, las extremidades exteriores de las patas que están en un plano diferente al de la porción de agarre.

63. Un conjunto o portador tal como se reivindicó en la Reivindicación 60, 61 o 62, el(los) portador(es) que se fabrican a partir de un metal seleccionado a partir del grupo que comprende titanio, circonio, niobio, tantalio, tungsteno, níquel o una aleación que consiste principalmente de uno o más de estos metales.

64. Un aparato electrolizador bipolar de filtro y prensa tal como se reivindicó en la Reivindicación 25 o un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 que comprende un empaque que consiste de una estructura para compresión conjuntamente con la estructura de un segundo empaque de similar configuración entre un par de bridas, el empaque que

154
151
✓

tiene una protuberancia resiliente en uno de sus lados para efectuar un sello de pinchado con una protuberancia similar en un segundo empaque.

65. Un aparato electrolizador bipolar de filtro y prensa o un módulo tal como se reivindicó en la Reivindicación 64 donde la protuberancia resiliente está localizada en o adyacente a la periferia interna de la estructura.

66. Un aparato electrolizador bipolar de filtro y prensa o un módulo tal como se reivindicó en la Reivindicación 64 o 65 donde la periferia interna del empaque está protegida mediante un forro químicamente resistente que se extiende sobre la protuberancia.

67. Un método de restaurar la estructura de electrodos como se reivindicó de la Reivindicación 8, 9, 10, 49 o 50 que comprende desprender de la bandeja el conjunto que comprende la placa de electrodos y agarrar los portadores de corrientes desprendiendo dichos portadores de corriente de la bandeja o de los postes a los cuales están conectados los portadores, y subsecuentemente volver a unir a la bandeja la misma placa de electrodos después de su restauración o un remplazo de la placa de electrodos mediante el agarre de los portadores de corriente asociados con la placa restaurada o remplazada a la bandeja o a dichos postes.

68. Un método tal como se reivindicó en la Reivindicación 67 donde la restauración de la placa de electrodos incluye el remplazo de por lo menos algunos de los portadores de corriente.

155
152

69. Una estructura de electrodos, una unidad o módulo tal como ~~as~~ se reivindicó en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, 42, 43 y 48 a 54 que incluye un dispositivo de metal electroconductor adaptado para (a) someter a abrasión o perforado la superficie de la bandeja cortando o punzando a través de cualquier revestimiento eléctricamente aislante sobre ella, por ejemplo una capa de óxido, y (b) por lo menos inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la bandeja.



EXTRACTO

ESTRUCTURA DE ELECTRODOS

Una estructura de electrodos para utilización, por ejemplo, en a electrolizador bipolar que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está dispuesto entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y el cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está asilada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador y está herméticamente sellada al separador, (ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales está unida electroconductivamente una placa eléctricamente conductiva y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva, (iv) un puerto de entrada para electrolito y (v) puertos de salida para líquidos y gases cuando la estructura de electrodos es un estructura de ánodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera en el receso de plato de la bandeja de una estructura adyacente de cátodos en un electrolizador bipolar que comprende una pluralidad de estructuras de electrodos.



82481



INVESTOR IN PEOPLE

CO 157
R 154

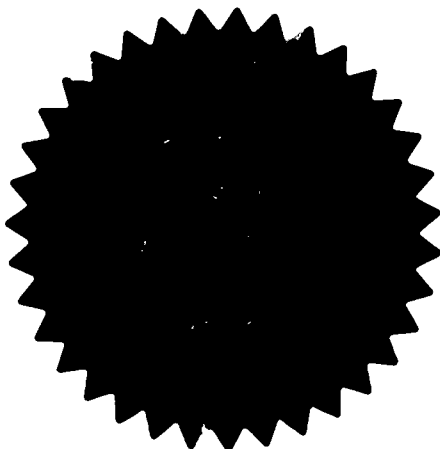
The Patent Office
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP10 8QQ

I, the undersigned, being an officer duly authorised in accordance with Section 74(1) and (4) of the Deregulation & Contracting Out Act 1994, to sign and issue certificates on behalf of the Comptroller-General, hereby certify that annexed hereto is a true copy of the documents as originally filed in connection with the patent application identified therein.

In accordance with the Patents (Companies Re-registration) Rules 1982, if a company named in this certificate and any accompanying documents has re-registered under the Companies Act 1980 with the same name as that with which it was registered immediately before re-registration save for the substitution as, or inclusion as, the last part of the name of the words "public limited company" or their equivalents in Welsh, references to the name of the company in this certificate and any accompanying documents shall be treated as references to the name with which it is so re-registered.

In accordance with the rules, the words "public limited company" may be replaced by p.l.c., plc, P.L.C. or PLC.

Re-registration under the Companies Act does not constitute a new legal entity but merely subjects the company to certain additional company law rules.



Signed

R. Mahoney

Dated 4/5/00

05.10.1999

 Patents Act 1977
 (c 16)

Office

9910714.6

The Patent Office

 Cardiff Road
 Newport
 Gwent NP9 1RH

Request for grant of a patent

See the notes on the back of this form. You can also get an explanatory leaflet from the Patent Office to help you fill in this form)

 THE PATENT OFFICE
 10 MAY 1999
 RECEIVED BY FAX

10 MAY 1999

Your reference

CPR 50789/GB

Patent application number

(The Patent Office will fill in this part)

 Full name, address and postcode of the or of each applicant (underline all surnames)

 IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC
 IMPERIAL CHEMICAL HOUSE
 MILLBANK
 LONDON
 SW1P 3JF

Patents ADP number (if you know it)

935003 ✓

If the applicant is a corporate body, give the country/state of its incorporation

UNITED KINGDOM

4. Title of the invention

BIPOLAR ELECTROLYSER

5. Name of your agent (if you have one)

"Address for service" in the United Kingdom to which all correspondence should be sent (including the postcode)

 F51/77
 7-12000
 TV

 ICI GROUP INTELLECTUAL PROPERTY
 INTELLECTUAL PROPERTY DEPARTMENT
 PO BOX 11, THE HEATH
 RUNCORN, CHESHIRE
 WA7 4QE

 McNeight + Lawrence
 Regent House
 Heaton Lane
 Stockport

Patents ADP number (if you know it)

0714326002.CESHIRE SK41B

6. If you are declaring priority from one or more earlier patent applications, give the country and the date of filing of the or of each of these earlier applications and (if you know it) the or each application number

Country

 Priority application number
 (if you know it)

 Date of filing
 (day / month / year)

7. If this application is divided or otherwise derived from an earlier UK application, give the number and the filing date of the earlier application

Number of earlier application

 Date of filing
 (day / month / year)

8. Is a statement of inventorship and of right to grant of a patent required in support of this request? (Answer 'Yes' if:

YES

- a) any applicants named in part 3 is not an inventor, or
 b) there is an inventor who is not named as an applicant, or
 c) any named applicant is a corporate body.
 See note (d))

Enter the number of sheets for any of the following items you are filing with this form. Do not count copies of the same document

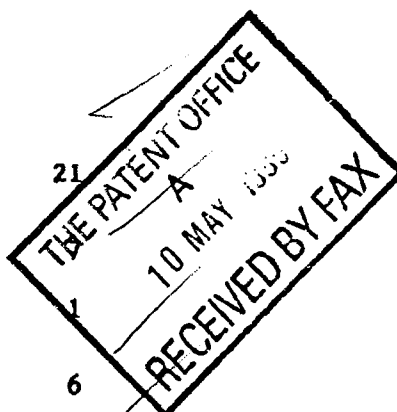
Continuation sheets of this form

Description

Claim(s)

Abstract

Drawing(s)



10. If you are also filing any of the following, state how many against each item.

Priority documents

Translations of priority documents

Statement of inventorship and right to grant of a patent (Patents Form 7/77)

Request for preliminary examination and search (Patents Form 9/77)

Request for substantive examination (Patents Form 10/77)

Any other documents (please specify)

11.

I/We request the grant of a patent on the basis of this application.

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC

Signature

Date

10 May 99

DULY AUTHORISED OFFICER

12. Name and daytime telephone number of person to contact in the United Kingdom

Kath Chester

01928 518093

Warning

After an application for a patent has been filed, the Comptroller of the Patent Office will consider whether publication or communication of the invention should be prohibited or restricted under Section 22 of the Patents Act 1977. You will be informed if it is necessary to prohibit or restrict your invention in this way. Furthermore, if you live in the United Kingdom, Section 23 of the Patents Act 1977 stops you from applying for a patent abroad without first getting written permission from the Patent Office unless an application has been filed at least 6 weeks beforehand in the United Kingdom for a patent for the same invention and either no direction prohibiting publication or communication has been given, or any such direction has been revoked.

Notes

- If you need help to fill in this form or you have any questions, please contact the Patent Office on 0645 500505.
- Write your answers in capital letters using black ink or you may type them.
- If there is not enough space for all the relevant details on any part of this form, please continue on a separate sheet of paper and write "see continuation sheet" in the relevant part(s). Any continuation sheet should be attached to this form.
- If you have answered 'Yes' Patents Form 7/77 will need to be filed.
- Once you have filled in the form you must remember to sign and date it.
- For details of the fee and ways to pay please contact the Patent Office.

Patents Form 1/77

159
P. 4
156

399

Bipolar Electrolyser

The present invention relates to bipolar electrolyzers, particularly a modular bipolar electrolyser, and to an electrode structure and a module for use therein

Monopolar filter-press type membrane electrolyzers are well known, for example
5 as described in our GB 1,595,183. Such electrolyzers are readily made, inexpensive and easily assembled.

Bipolar electrolyzers are known in the art, for example as described in our GB 1,581,348.

In bipolar electrolyzers of conventional design for use in the electrolysis of
10 aqueous solutions of alkali metal chloride the bipolar unit comprises an anode which is suitably in the form of a plate of a film-forming metal, usually titanium, the plate carrying an electrocatalytically active coating, for example a platinum group metal oxide, and a cathode which is suitably in the form of a perforated, eg foraminous plate of metal, usually nickel or mild steel, the anode and cathode being electrically conductively
15 bonded to each other to form a bipolar unit. Separators are positioned between successive bipolar units arranged in series in the electrolyser so that the anode of one bipolar unit faces the cathode of the adjacent bipolar unit with a separator disposed therebetween. The electrolyser also comprises terminal anode and cathode units.

In operating an electrolytic cell of the bipolar type, it is advantageous to operate
20 with as small a distance as possible between the anode and cathode (the anode/cathode gap) in order to keep ohmic losses, and hence the cell voltage to a minimum.

The separators are generally adjacent or even in contact with the cathode and in order to achieve a small anode-cathode gap without at the same time damaging the separator it is necessary to exercise considerable care in order to manufacture electrodes
25 having a suitable degree of flatness and it is also necessary to maintain this flatness during the heat treatment involved in coating the electrode with an electrocatalytically-active coating. Furthermore, great care must be exercised in assembling units in a bipolar electrolyser if damage to the separators is to be avoided.

US 4,557,816 discloses that uniform concentration distribution of electrolyte
30 across the electrodes in the bipolar electrolyser described therein may be improved by the provision of certain vertical ducts on the side of the electrode away from the separator for liquid downflow.

T399

US 4,643,818 discloses that the electrical resistance of the bipolar electrolyser described therein may be lowered and uniform current density obtained by the use of certain rigid multi-contact electrical conductive means between individual cells in a bipolar electrolyser.

5 US 4,734,180 discloses a bipolar-type electrolyser comprising bipolar units which are arranged back to back with an explosion-bonded titanium-iron plate disposed therebetween and in which conductive ribs are welded to the electrode and to the pan-shaped body

10 US 5,225,060 discloses that the formation of gas zones in the upper portions of anode and cathode structures of the bipolar electrolyser described therein may be prevented by the use of non-current-flowing space in the upper portion of the structures.

EP 0,704,556 discloses that the provision of gas-liquid separators at the top of the anode and cathode structures of the bipolar electrolyser described therein minimises pressure fluctuations, membrane deterioration and voltage variation.

15 WO 98/55670 discloses an element for a bipolar electrolyser the two sides of which are formed with flanges and opposed projections. The projections are preferably in form of truncated cones and are preferably arranged in the form of centred hexagons to improve lateral mixing of electrolyte. However, vertical mixing is achieved by downcomer ducts which decrease the active area of the electrode thus amplifying the
20 current density variation across the electrode which is a particular problem when operating at high current density with a narrow or zero gap anode/membrane/cathode configuration with impurity-sensitive ion-exchange membranes.

EP 0 521 386 discloses a bipolar electrolyser comprising electrolytic cell units which comprise electrode partitions with mating recesses and projections with electrode
25 meshes joined directly, or through a spring, to the projections. A stack of such upright electrolytic cell units are joined in series with an ion exchange membrane between adjacent electrolytic cell units to form an electrolytic cell assembly. However, whereas the recesses and projections ensure good lateral mixing of the electrolyte, vertical mixing is poor. Accordingly, to maintain concentration and temperature variation in the
30 cell units within acceptable limits, energy-intensive pumped external recirculation is necessary with additional expensive pipework and tanks.

In electrolytic cells in which the anode-cathode gap is zero there is a tendency for pressure applied to the separator through the anode and cathode with which it is in

399

160
157
4

contact to lead to deviations from uniformity, abrasion or even rupture, of the separator. This is particularly the case where the separator is an ion-exchange membrane where it is desirable to apply an even pressure to the membrane through the anode and cathode.

We have now devised an electrode structure for a bipolar electrolyser which
5 allows very small or even zero anode/cathode gaps to be used in such electrolyzers without damage to the separator, which minimises electrical resistance by using a short perpendicular current-carrying path length between electrodes and low resistance materials for almost the entire perpendicular current-carrying path length and which affords excellent current distribution throughout the electrode area. The electrode
10 structure permits both horizontal and vertical flow of liquors therein aiding circulation and mixing thereof and has improved rigidity and strength which allows closer tolerance to be achieved in cell construction. The electrode structure is of simple construction and easy to fabricate.

According to the first aspect of the present invention there is provided an
15 electrode structure for use in a bipolar electrolyser comprising
(i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof for supporting gaskets means for sealing a separator between the flanges in adjacent electrode structures, which separator is disposed between the surface of the anode of a first
20 electrode structure and the surface of the cathode of a second electrode structure such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator and is hermetically-sealed to the separator;
(ii) an electrically conductive plate spaced from the pan;
(iii) a plurality of electrically-conductive members to which the electrically conductive
25 plate is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the electrically conductive plate;
(iv) inlet for liquor; and
(v) outlet for fluids;
characterised in that where the electrode structure is an anode structure
30 the dished recess is provided with a plurality of inwardly projecting projections and where the electrode structure is a cathode structure the dished recess is provided with a plurality of outwardly projecting projections such that the inwardly projecting projections in the dished recess of the pan of the anode structure mate with the

399

outwardly projecting projections in the dished recess of the pan of an adjacent cathode structure in a bipolar electrolyser comprising a plurality of the electrode structures.

The electrically conductive plate is desirably a metal or alloy as is hereinafter more fully described. It will in general be of the same material as that of the pan. Thus
5 where the electrode structure is to be used as an anode in the electrolysis of an alkali metal halide the electrically conductive plate may be made of a valve metal or an alloy thereof consisting principally of a valve metal. Where the electrode structure is to be used as a cathode in the electrolysis of an alkali metal halide the electrically conductive plate may be, for example, stainless steel, mild steel, nickel or copper.

10 It will be appreciated that where the electrically conductive plate is an anode for use in brine electrolysis it will bear an electrocatalytically-active coating.

The electrically conductive plate may have any suitable structure as is hereinafter more fully described. The precise structure is not critical.

In order that the pressure applied to the separator positioned between the
15 electrically conductive plates of adjacent electrode structures in a module according to the present invention is applied evenly the electrically conductive plate is preferably flexible.

Preferably each projection in the dished recess is electroconductively connected to an electrically conductive member such that the projections provide many current
20 feed-points hence improving current distribution across the pan leading to lower voltage, lower power consumption and longer separator and electrode coating lives.

The projections in the dished recess are preferably spaced apart from each other in a first direction and in a direction transverse to the first direction. More preferably the projections are symmetrically spaced apart. For example, they may be spaced apart by
25 an equal distance in a first direction, and spaced apart by an equal distance, which may be the same, in a direction transverse, for example substantially at right angles, to the first direction. Preferably the spacing apart of the projections is the same in both directions.

The projections in the dished recess may have a variety of shapes, for example
30 dome, bowl, conical or preferably frusto-conical. As examples of methods of forming the projections may be mentioned inter alia vacuum forming, explosion forming, pressing or preferably by the application of a suitably shaped tool to the opposite surface of the recess.

There are typically about 20 - 200, preferably 40 - 100 projections/metre² on the dished recess of the pan of the electrode structure.

The height of the projections from the plane of the dished recess may for example be in the range 0.5-8 cms, preferably 1-4 cms, depending on the depth of the pan. The distance between adjacent projections on the recessed dish may for example be 1-30 cms, preferably 5-20 cms.

The dimensions of the electrode structure in the direction of current flow are preferably in the range 1-6 cm in order to provide short current paths which ensure low voltage drops in the electrode structure without the use of elaborate current carrying devices

The electrically-conductive members to which the electrically conductive plate is electroconductively attached in the electrode structure are preferably in the form of posts.

Where the electrically-conductive member to which the electrically-conductive plate is attached is in the form of a post and is electrically connected to an inwardly projecting projection in the dished recess of the pan the length of the current pathway between the electrically conductive plate and the pan may be minimised.

Where the anode-post is made of titanium or an alloy thereof and the cathode-post is made of nickel or an alloy thereof the length of the electrically conductive pathway through the cathode-post is preferably greater than the length of the electrically conductive pathway through the anode post. Preferably the ratio of the length of the electrically conductive pathway through the cathode post to the length of the electrically conductive pathway through the anode post is at least 10:1.

Where the electrically-conductive members to which the electrically conductive plates are attached are in the form of posts each post is preferably provided with a current-carrier, eg a ring, mesh, or wire-wool, adjacent the electrically conductive plate to make multi-point electrical contact therewith. Preferably the current-carrier is a multi-legged current-carrier, hereinafter referred to for convenience as a "spider".

The provision of spiders on the posts increases the number and distribution of current feed points to the electrically conductive plate, hence improving current distribution leading to lower voltage and power consumption and longer life of separators and electrode coatings.

399

The length of the legs and the number thereof on the spider, where a spider is present, may vary within wide limits. Typically the spider contains between 2 and 100 legs, preferably between 2 and 8 legs. Typically each leg is between 1 mm and 200 mm long, preferably between 5 mm and 100 mm long. The skilled man by simple
5 experiment will be able to determine suitable lengths and numbers of spider legs for any particular application.

A spider may be flexible or rigid. The shape and mechanical properties of the spiders in the anode structure may be the same as or different from the shape and mechanical properties of the spiders in the cathode structure. For example, relatively
10 non-springy spiders with short legs are often preferred in the anode structure and relatively springy spiders with long legs are preferred in the cathode structure.

The use of spring-loaded spiders, at least at the cathode plate, enables the electrode structures to be spring-loaded to achieve zero gap operation with optimum pressure to minimise risk of separator/electrode damage.

15 Where the separator is a membrane spring-loaded spiders provide more uniform support for the membrane across a larger area hence reducing movement which could lead to damage of the membrane by, for example, folding, abrasion or the onset of wrinkles.

A spider is preferably made from the same metal as the electrically conductive
20 plate with which it is in electrical contact.

Typically, a spider is welded to the electrically conductive plate with which it is in electrical contact.

A spider may be attached to the post by methods known in the art, for example by welding, screw-fixing or push-fit connectors.

25 According to a further aspect of the present invention there is provided a spider for use in an electrode structure which spider is electroconductively attached to an electrically-conductive member and to an electrically conductive plate such that current distribution to the electrically conductive plate is improved.

Where the post is provided with a current distributor, it is further provided with
30 an insulating cap on the end thereof adjacent the separator.

Where the electrode structure is an anode structure the pan thereof may be bonded back to back to the pan of an electrode structure which is a cathode structure such that the inwardly projecting projections in the pan of the anode structure mate with

the outwardly projecting projections on the pan of the cathode structure to form a bipolar unit.

According to a further aspect of the present invention there is provided a bipolar unit wherein the pan of an electrode structure according to the present invention which is
5 an anode structure is bonded to the pan of an electrode structure according to the present invention which is a cathode structure such that the inwardly projecting projections on the pan of the anode structure mate with the outwardly projecting projections on the pan of the cathode structure to form a bipolar unit.

In the bipolar unit according to the present invention the electrode structures are
10 pressed or bonded together, preferably by welding, more preferably by explosion bonding, such that electrical contact is made between the dished recesses in the pans thereof.

A plurality of such bipolar units interspersed with appropriate separators, gaskets and pressing means may be assembled to form a filter-press bipolar electrolyser.

15 According to a yet further aspect of the present invention there is provided a filter-press bipolar electrolyser which comprises

a) current distributing means; and

b) at least one bipolar unit mounted on a mounting frame and assembled in series both mechanically and electrically ,

20 characterised in that the bipolar units are bipolar units according to the further aspect of the present invention.

The terminal electrodes in the filter-press bipolar electrolyser according to the present invention preferably comprise electrode structures according to the present invention.

25 Where the electrode structure according to the present invention provides the ends of a bipolar electrolyser it may be provided with means for feeding electric power thereto. For example, this means may comprise a projection which is suitably shaped for attachment to a bus-bar when the electrode structure is assembled into an electrolyser.

Typically, the filter-press bipolar electrolyser according to the present invention
30 comprises up to 300 bipolar units.

Means to provide a load to hermetically seal filter-press bipolar electrolyzers according to the present invention are known to the skilled man.

Modular bipolar electrolyzers are known, for example as described in

399

US 4,108,752 and US 4,664,770.

Modular bipolar electrolyzers have the advantages that a lower compressive load is applied thereto than to conventional bipolar electrolyzers since the load is needed to produce only electrical contact between adjacent modules not the sealing of each cell in the electrolyzer. Use of a lower compressive load eliminates the need for massive end-plates and associated compression systems. Furthermore, the use of modules facilitates both the fabrication/assembly and the maintenance of a bipolar electrolyzer.

US 4,108,752 describes a modular bipolar electrolyzer comprising a plurality of removable modules. Each module comprises a pair of matching pans, each pan having a 10 dishd recess and a peripheral flange surrounding the recess, the pans being connected together peripherally at the flanges such that the recess of each pan faces that of the connected pan. A generally planar separator is positioned between the pans. The recess of one pan and the corresponding planar side of the separator define a first structure and the recess of the other pan and the opposite side of the separator define a second 15 structure. A planar electrode is positioned within each structure parallel to the plane of the separator and electrically and structurally connected to the corresponding pan, for example by posts. The bipolar filter-press electrolyzer is assembled by aligning a plurality of the modules such that the planar exterior surfaces of the pans are parallel. At least one multi-contact conductive strip is interposed between facing pan surfaces of 20 adjacent modules such that the planar exterior surfaces of the pans are parallel and when the modules are compressed together the conductive strips are sandwiched therebetween to establish a positive electrical contact between adjoining cells at a plurality of points.

US 4,664,770 describes a module for a modular bipolar electrolyzer comprising a housing formed of two structures each having a bottom side extending in a plane parallel 25 to planes including an anode and a cathode. The anode and cathode are separated by a membrane and both the anode and the cathode have a plurality of perforated and unperforated sections arranged in parallel. A metallic framework pattern reinforcement is positioned between the anode and an adjacent inner surface of the bottom side of one structure and between the cathode and an adjacent inner surface of the bottom side of the 30 other structure. A contact strip is attached to an outer surface of each of the bottom sides, the contact strips of adjacent cells being electrically connected. Also provided are means for connecting each of the contact strips to the metallic reinforcement and the unperforated sections in the in the electrode in the attached structure. A partition

membrane extends between the anode and the cathode in each of the modules and gasket means seal the structures to the membrane. Where an electrolyser is assembled by lining up a plurality of such modules with the aid of known tensioning devices electrical contact between adjacent modules is ensured by the electrically conducting contact strips.

We have now found that where the electrically-conductive members on which the electrically conductive plates are mounted in the electrode structures according to the present invention are in the form of load-bearing posts a module for a modular bipolar electrolyser can be prepared from such electrode structures. Such a module is easy to assemble and is particularly easy to mount and co-locate with other modules on an electrolyser frame. Good electrical connection between one module and the next is particularly easily achieved. The percentage of membrane area undergoing electrolysis is also significantly improved compared to known modular designs.

According to a preferred aspect of the present invention there is provided a module for use in a modular bipolar electrolyser comprising

- a) an anode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) an anode plate, (iii) a plurality of electrically-conductive load-bearing members to which the anode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the anode plate, (iv) inlet for liquor and (v) outlet for fluids;
- b) a cathode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) a cathode plate, (iii) a plurality of electrically-conductive load-bearing members to which the cathode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the cathode plate, (iv) inlet for liquor and (v) outlet for fluids;
- c) a separator disposed between the electrocatalytically-active surface of the anode plate and the cathode plate such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator which thereby divides the module into separate anode and cathode compartments;
- d) gaskets means sealing the separator between the flanges on the periphery of the pans; and
- e) means to apply pressure to the gasket means to hermetically-seal the separator thereto characterised in that

399

i) the dished recess of the pan of the anode structure is provided with a plurality of inwardly projecting projections and the dished recess of the pan of the cathode structure is provided with a plurality of outwardly projecting projections such that the inwardly projecting projections of the anode structure of a module mate with the outwardly projecting projections of the cathode structure of an adjacent module in a modular bipolar electrolyser comprising a plurality of the modules; and

ii) optionally one or more bipolar units according to the present invention, preferably with electrically-conductive load-bearing posts, and associated separators interspersed between the anode and cathode structures.

The means to apply pressure to the gaskets to hermetically-seal the separator thereto in the module is preferably provided by bolts through holes in the flanges. However, we do not exclude the possibility that alternative means to apply pressure may be used.

Where the electrically-conductive load-bearing posts in the module are provided with current distributors each post is preferably provided with an insulating cap and more preferably a matching hole is formed in the electrically conductive plate, particularly where the electrically conductive plate is in the form of a mesh. Where a matching hole is formed in the electrically conductive plate the insulating cap is preferably in the form of a cushion.

According to a further preferred aspect of the present invention there is provided a modular bipolar electrolyser which comprises one or more modules assembled on a mounting frame in series both mechanically and electrically; and current distribution plates at each end of the electrolyser, characterised in that the modules are modules according to the preferred aspect of the present invention.

Electrically-insulating, load-transferring cushions are preferably disposed at the ends of the electrically-conductive load-bearing posts adjacent the electrically conductive plate in the modular bipolar electrolyser according to the present invention and, where the posts are load-bearing, at the ends of the posts adjacent the electrically conductive plate in the filter-press bipolar electrolyser according to the present invention. Such insulating cushions prevent mechanical damage to the membrane and,

99

161
P.14
161

since electrolysis does not occur at these points, the membrane does not suffer from any electrolysis damage.

Such insulating cushions may be made from a non-conductive material which is resistant to the chemical environment within the cell, eg fluoropolymers such as PTFE, FEP, PFA, polypropylene, CPVC and fluoroelastomeric rubbers.

In the modular bipolar electrolyser according to the present invention comprising a plurality of modules, the recessed dish of the anode pan of a module and the recessed dish of the cathode pan of an adjacent module are electrically joined, preferably at the apices of the projections.

Electrical conductivity between adjacent modules in the modular bipolar electrolyser may be achieved by the use of interconnectors or preferably by at least close contact between adjacent modules.

Electrical conductivity between adjacent modules may be enhanced by the provision of conductivity-enhancing materials or conductivity-enhancing devices on the outer surface of the pans. As examples of conductivity-enhancing materials may be mentioned *inter alia* conductive carbon foams, conductive greases and coatings of a high-conductivity metal, eg silver or gold.

Preferably electroconductivity-enhancing devices are used to improve electrical conductivity between adjacent modules. As examples of electroconductivity-enhancing devices may be mentioned *inter alia* electrically conductive bimetallic plates welded to the anode, explosion-bonded electrically conductive bimetallic plates, electroconductive metal devices, eg washers, or preferably electroconductive metal devices adapted to (a) abrade the surface of the pans by cutting through any electrically-insulating coating thereon, eg an oxide layer, and (b) at least inhibit formation of an insulating layer between the device and the surface of the pan

According to a further aspect of the present invention there is provided an electroconductive metal device adapted to (a) abrade the surface of the pans by cutting through any electrically-insulating coating thereon, eg an oxide layer, and (b) at least inhibit formation of an insulating layer between the device and the surface of the pan (hereinafter referred to for convenience as "abrasion device").

The abrasion device is provided with one or more projections. As an example of an abrasion device may be mentioned a star-washer, eg provided with 18 projections. Preferably, however, the abrasion device is provided with not more than six projections.

It is often preferred, for mechanical stability during assembly of an electrolyser, that the abrasion device is provided with at least three projections. Preferably such projections are provided on both sides of the abrasion device.

5 An abrasion device is preferably disposed in an inwardly projecting projection in the dished recess in the pan of an anode structure to provide electrical contact between in the pan and the mating outwardly projecting projection in the dished recess on the pan of a cathode structure. Preferably abrasion devices are provided in each inwardly projecting projection in the anode.

10 The abrasion device may be made of an electrically conductive material which is hard enough to cut into at least one of the pans of the electrodes structure, particularly a titanium anode to pierce any oxide coating thereon. As examples of suitable metals from which such abrasion devices may be prepared may be mentioned inter alia carbon steel, nickel, nickel alloy or preferably a beryllium/copper alloy.

15 The abrasion device may be attached to the anode, for example by screwing, welding, or pinning using a metallic, eg Ti, tab. Preferably such a device is attached such that it is free to rotate.

The abrasion device is preferably re-usable, ie it can be used to make repeated connections without replacement.

20 The present invention will hereinafter be more fully described by reference to the use of the various aspects thereof in chlor/alkali applications, eg brine electrolysis.

The number of modules and bipolar units in bipolar electrolysers according to the present invention will be chosen by the skilled man in the light of inter alia the required production volume, available power and voltage and certain constraints known to the skilled man.

25 Typically, a modular bipolar electrolyser according to the present invention comprises 1-300 modules.

The filter-press and the modular bipolar electrolysers according to the present invention may be operated at pressures between 50 and 600 kPa (0.5 and 6 bar), preferably between 50 and 150 kPa (500 and 1500 mbar).

30 An inlet-tube is provided at the bottom of the electrode structure, preferably extending from one side thereof to the other, to allow liquor to be charged thereto. For example, where the modular bipolar electrolyser is to be used for brine electrolysis

165
162

inlet-tubes allow caustic to be charged to the cathode structure and brine to be charged to the anode structure. Preferably liquor is fed to the inlet-tube from one end only.

Ports are spaced along the inlet-tube, preferably equidistantly to improve liquor feed distribution across the electrode structure. Preferably the ports are formed such that where a baffle, as hereinafter more fully described, is provided in the electrode structure liquor discharged from the ports is directed into the recirculating stream generated by the baffle. The dimensions of the ports are such that pressure drop down the inlet-tube is minimised.

The number of ports in the inlet-tube for any particular application may be readily calculated by the skilled man. Typically, there are about 2 - 10, preferably about 6, ports per metre of the inlet-tube. Typically each port is of about 1 - 3 mm diameter, preferably about 2 mm diameter.

The supply-tube through which liquor is supplied to the inlet-tube is made of a non-conducting material and may be inserted into an inlet-tube to any depth until it almost reaches the dead-end of the inlet-tube. In bipolar electrolyzers the increased length of the non-conductive supply-tube increases the length of the liquor pathway between cells in the electrolyser hence reducing the chance of damage to the electrolyser by leakage-current corrosion.

The inlet-tubes are conveniently made of the same material as the electrode structures they feed. For example, where the anode is made of titanium or an alloy thereof the inlet-tube to the anode is preferably made of titanium or an alloy thereof and where the cathode is made of nickel or an alloy thereof the inlet-tube to the cathode is preferably made of nickel or an alloy thereof.

As examples of suitable non-conducting materials from which the supply-tube may be prepared may be mentioned fluoropolymers such as PTFE, FEP and PFA.

The presence of the electrically conductive plate(s) spaced apart from each other by the separator forms an electrolysis area in modular and filter-press bipolar electrodes.

Spent liquor and product gas are discharged from the electrode structure through a gas/liquid exit system comprising an exit slot, an outlet header in which gas/liquid separation occurs and an exit port. Damage to the separator caused by formation of a gas space adjacent the separator in the upper region of the electrolysis area is at least reduced, and often eliminated, by the provision of the outlet header in the non-electrolysis area above the electrolysis area in the electrode structure

-T399

In the exit system, the gas/liquid mixture flows upwardly from the electrolysis area through an exit slot at the back of the electrode structure into the outlet header. The depth of the exit slot, which runs along substantially the entire width of the electrode structure, will be chosen in the light of inter alia the current density, electrode area and temperature such that the gas phase is dispersed as bubbles in a continuous liquid phase. The depth of the exit slot is typically about 5 - 50%, preferably about 10 - 30%, the depth of the electrode structure, ie the distance between the dished recess and the electrode plate.

The gas/liquid mixture separates out rapidly in the outlet header, which runs along substantially the entire width of the electrode structure. The cross-sectional area of the outlet header will be chosen in the light of inter alia the current density, electrode area and temperature such that stratified horizontal gas/liquid flow along the header, preferably with a smooth interface is maintained.

The gas and liquid streams leave the outlet header through one or more exit ports, preferably one exit port, more preferably disposed at one end thereof. The cross-sectional area of the exit port will be chosen in the light of inter alia the current density, electrode area and temperature such that annular film gas/liquid downflow through the exit port with a liquid film on the wall and a central gas core is preferably obtained.

The gas/liquid exit system described above has the advantage that the low pressure drop avoids depressing the gas/liquor interface into the electrolysis area of the electrode system consequently eliminating damage to the separator caused by the formation of a gas space adjacent the separator in the upper region of the electrolysis area. A further advantage of the gas/liquor exit system is the minimisation of pressure fluctuations which cause physical damage to the separator by abrasion from contact with the electrode plate. The liquid film on the wall of the exit tube provides a yet further advantage by increasing the resistance of the liquor pathway between cells in the electrolyser hence reducing the possibility of damage to the electrolyser by leakage-current corrosion.

In a preferred embodiment of the present invention, the gas/liquid exit header is in the form of a rectangular structure provided along substantially the entire width of the electrode structure. The back plate of the exit header is an upward extension of the back of the pan in the vertical direction of the electrode structure. The back plate is bent

399

through 90 degrees perpendicular to the back of the pan in the direction of the electrode to form the top plate of the outlet header and through a further 90 degrees downward to form the front plate of the header such that the front of the header is substantially parallel to the back of the header. The plate may optionally be bent back through 90 degrees towards the back plate to form the bottom of the header and down through 90 degrees to form the front plate of the exit slot. Alternatively, the front plate of the exit slot may be a continuation of the front plate of the exit header.

At the bottom of the exit slot the front plate is bent through a further 90 degrees perpendicular to and away from the back plate to form the top plate of the pan. This top plate is then bent through a further 90 degrees upward to form the flange of the pan.

The height of the flange effectively defines the vertical gas/liquid flow pathway through the exit slot and the rectangular box above the flange forms the exit header. Typically, the height of the flange is about 20-80% of the height of the exit header.

The gaskets for sealing the separator between the flanges on the pans in bipolar electrolyzers according to the present invention, which may be different in the anode and cathode structures, are made from a suitable material with appropriate chemical resistance and physical properties, eg a plasticised EPDM resin. Where a material does not have a suitable combination of chemical resistance and physical properties a gasket made from a material having suitable physical properties may be provided with a chemically resistant nose, eg a PTFE nose, on its inner edge.

The gasket may be in the form of a frame, preferably continuous, such that when two gaskets are disposed either side of a separator and a load applied thereto via the pans hermetic sealing of the module is effected.

A gasket is disposed between the anode and the separator and between the cathode and the separator.

Electrolysers according to the present invention may be operated at high current density, ie $> 4.5 \text{ kA/m}^2$.

The separator is preferably a substantially electrolyte-impermeable ion-exchange membrane. However, we do not exclude the possibility that it may be a porous electrolyte-permeable diaphragm.

Where the separator is an ion-exchange membrane it may be formed from any suitable ion-exchange membrane material

T399

Ion permselective membranes for chlor/alkali production are well known in the art. The membrane is preferably a fluorine-containing polymeric material containing anionic groups. Preferably it is an anion group-containing polymer containing all C-F and no C-H bonds. As examples of suitable anion groups may be mentioned $-\text{PO}_3^{2-}$,
5 $-\text{PO}_2^{2-}$, or preferably $-\text{SO}_3^-$ or $-\text{COO}^-$.

The membrane may be present as a mono- or multi-layer film. It may be reinforced by being laminated with or coated onto a woven cloth or microporous sheet. Furthermore, it may be coated on one or both sides with a chemically resistant particulate coating to improve wetting and gas release.

10 Where a membrane bearing a surface coating is employed in chloralkali applications the surface coating is typically formed from a metal oxide inert to the chemical environment, eg Zirconia.

Suitable membranes for chloralkali applications are sold, for example, under the tradenames "Nafion" by E I Du Pont de Nemeurs and Co. Inc., "Flemion" by the Asahi
15 Glass Co. Ltd. and "Aciplex" by the Asahi Chemical Co. Ltd.

The separator is positioned between adjacent anode plates and cathode plates and thereby separates the anode structure from the cathode structure,

The anode/cathode gap is suitably in the range 3 mm to zero, preferably 1 mm to zero. Thus where the anode/cathode gap is zero the anodes and cathodes of the module
20 are in contact with the separator.

In bipolar electrolyzers equipped with a substantially impermeable ion-exchange membrane, aqueous alkali metal chloride solution is charged to the anode structures of the bipolar electrolyser and chlorine and depleted aqueous alkali metal chloride solution are discharged from the anode structures of the bipolar electrolyser and hydrogen and
25 alkali metal hydroxide are discharged from the cathode structures of the bipolar electrolyser.

The anode plate in the electrode structure may be metallic and the nature of the metal will depend on the nature of the electrolyte to be electrolysed in the electrolyser. A preferred metal is a film-forming metal, particularly where an aqueous solution of an
30 alkali metal chloride is to be electrolysed in the electrolyser. The film-forming metal may be one of metals titanium, zirconium, niobium, tantalum, or tungsten or an alloy consisting principally of one or more of these metals and having anodic polarisation properties comparable with those of titanium. It is preferred to use titanium alone or an

T399

169
164
P. 20

alloy based on titanium and having anodic polarisation properties comparable with those of titanium.

5 The anode plate has a coating of an electro-conducting electrocatalytically-active material. Particularly in the case where an aqueous solution of an alkali metal chloride is to be electrolysed this coating may for example comprise one or more platinum group metals, that is platinum, rhodium, iridium, ruthenium, osmium and palladium.

Electroconducting electrocatalytically-active materials for use as anode coatings in an electrolyser are well known in the art, for example as described in our EP 0,052,986, EP 0,107,934 and EP 0,129,374.

10 Any suitable metal which is different from the film-forming metal of the anode may be used for the cathode plate in the electrode structure provided, of course, that the metal used for the cathode plate is conductive and is resistant to the electrolyte used in the electrolytic cell. Preferably the cathode plate is made of nickel or a nickel alloy or of another material having an outer face of nickel or nickel alloy. For example, the cathode
15 plate may comprise a core of another metal, e.g. steel or copper, and an outer face of nickel or nickel alloy. Nickel or nickel alloy is preferred on account of the corrosion resistance of such materials in an electrolytic cell in which an aqueous alkali chloride solution is electrolysed and on account of the long term low hydrogen over-voltage of nickel or nickel alloy.

20 The cathode plate may be treated to increase its surface area, eg by grit-blasting.

The cathode plate may be provided with an electroconducting electrocatalytically-active coating. Electroconducting electrocatalytically-active materials for use as cathode coatings in an electrolyser are well known in the art, for example as described in our EP 0,479,423, WO 95/05499, WO 95/05498,
25 EP 0,546,714, WO 96/24705, EP 0,052,986 and EP 0,107,934.

The disclosure in our aforementioned patent specifications are incorporated herein by way of reference.

The electrode plate may have any desired structure. For example it may comprise a plurality of layers. Preferably, however, each electrode plate is a foraminated plate, ie
30 it may be perforated, or it may be in the form of an expanded metal, or it may be woven or non-woven, or a louvred or lantern blade. More preferably the anode and the cathode plates are in the form of meshes.

T399

As mentioned hereinbefore, the pan in an electrode structure will in general be of the same material as the electrically conductive plate. The material of the pan is typically of a thickness such that the pan is flexible and preferably resilient.

One or more baffles are preferably provided in the anode and cathode structures to form a first channel between a first side of the baffle and the electrode plate and a second channel between the second side of the baffle and the recessed dish of the pan. The first channel provides a riser for the gas-filled brine to ascend to the outlet header at the top of the electrode structure. The second channel provides a downcomer for the degassed brine to fall to the bottom of the electrode structure. The baffles are preferably disposed vertically. The baffles utilise the gas-lift effect of the generated gas to enhance liquor circulation and mixing which produces certain advantages.

Improved mixing in the anode and cathode structures minimises concentration and temperature gradients within the structures thus increasing anode coating and membrane lifetime. In particular, in the anode structure the improved mixing allows the use of highly acidic brine to obtain low levels of oxygen in chlorine without the risk of damage to the membrane via protonation. The improvement in mixing in the cathode structure allows direct addition of de-ionised water to keep the concentration of caustic level constant after concentrated caustic is removed.

The provision of an inclined baffle plate in the upper region of the electrode structure further increases gas/liquid separation by accelerating the upward flow of the gas/liquid mixture from the electrolysis area thus enhancing gas bubble coalescence.

The baffles are made of material which is resistant to the chemical environment in the cell. The baffles in the anode structure may be made of a fluoropolymer or a suitable metal, for example titanium or an alloy thereof. The baffles in the cathode structure may be made of a fluoropolymer or a suitable metal, for example nickel.

In the anode structure the baffles, where present, are preferably attached to the inwardly projecting projections in the anode pan. In the cathode structure the baffles, where present, are preferably attached to the posts.

A baffle may be a one-piece structure extending fully across the electrode structure in the horizontal direction or preferably comprises a plurality of pieces, eg two, each of which extends across the electrode structure with a horizontal gap between them. Where a two-piece baffle is used the lower piece promotes recirculation of the liquor and

768
165
P. 22
X

the upper piece assists in maintaining a region at the top of the structure for foam collapse when operating at high current densities.

In operation a plurality of bipolar electrolyzers according to the present invention may be arranged such that they are electrically fed from the same rectifier.

- 5 Liquor is preferably fed in parallel to all the modules in the modular bipolar electrolyser according to the present invention from the same brine and caustic headers.

Exit brine and exit caustic liquors preferably leave in parallel from all the modules in the modular bipolar electrolyser according to the present invention to common brine and caustic headers.

- 10 The modules in the modular bipolar electrolyser according to the present invention are mounted in a current-carrying frame and held together by any convenient means, for example screw, jack, hydraulic, pneumatic means.

- 15 The modular and filter-press bipolar electrolyzers according to the present invention are especially useful in the manufacture of chlorine by the electrolysis of aqueous alkali metal chloride solutions, especially sodium chloride

The electrode structure according to the present invention may be used as a current distribution device in an electrolytic cell equipped with an ion exchange membrane which is a so-called solid polymer electrolyte.

- 20 The present invention has been described with reference to an electrode structure suitable for use in an electrolyser for the electrolysis of aqueous alkali metal halide solution. It is to be understood, however, that the electrode structure may be used in electrolyzers in which other solutions may be electrolysed, or in other types of electrolytic cells, for example in fuel cells.

- 25 According to a further aspect of the present invention there is provided an electrode structure comprising

- (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof for supporting gaskets means for sealing a separator between the flanges in adjacent electrode structures,
- (ii) an electrically conductive plate spaced from the pan;
- 30 (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the electrically conductive plate is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the electrically conductive plate;
- characterised in that

- (a) the electrically-conductive members are in the form of posts; and
(b) where the electrode structure is an anode structure the dished recess is provided with a plurality of inwardly projecting projections and where the electrode structure is a cathode structure the dished recess is provided with a plurality of outwardly projecting projections

The present invention is further illustrated by reference to, but is in no way limited by, the following drawings, in which:

Figure 1 is a cross-section of the top part of the electrode structure according to the present invention in the form of an anode structure;

Figure 2 is a cross-section of the top part of the electrode structure according to the present invention in the form of a cathode structure;

Figure 3 is a cross-section of the top part of the bipolar unit according to the present invention;

Figure 4 is a cross-section of the top part of the module according to the present invention;

Figure 5 is an isometric view looking at the anode structure of the module according to the present invention;

Figure 6 is a cross-section of the bottom part of the module according to the present invention; and

Figure 7 is an isometric view and an end-view of an abrasion device.

In Figures 1 and 2, a pan (1) is formed with a flange (2) and dished recess (3) in which are formed inwardly projecting frusto-conical projections (4) (in Figure 1) or outwardly projecting frusto-conical projections (5) (in Figure 2). An electrically conductive post (6) on which a spider (not shown) is mounted is electrically connected to the projection (4) or (5). An electrode structure in the form of a mesh (8) is connected to the spider. An electrically insulating cushion (9) is provided between the end of the post (6) and the electrode plate (8). A hole (10) designed to accept a bolt (not shown) for bolting an anode structure and a cathode structure with two gasket and a membrane to form a module according to the present invention is provided in flange (2). (11) is an outlet header.

In Figure 3, an anode structure as illustrated in Figure 1 and a cathode structure as illustrated in Figure 2 are electrically conductively joined back-to-back by an abrasion device (12) disposed between the inwardly projecting frusto-conical projection (4) on

169
166
X
X

the anode structure and the outwardly projecting frusto-conical projection (5) on the cathode structure.

In Figure 4, an anode structure as illustrated in Figure 1 and a cathode structure as illustrated in Figure 2 are joined by bolts (not shown) through the holes (10) in flanges (2). A membrane (13) is sealed between two gaskets (14) disposed between flanges (2). Spiders (7) provide electroconductive pathways between the posts (6) and the electrode plates (8).

In Figure 5, the anode structure, with its inwardly projecting frusto-conical projections (4) in the pan (3), is provided with a supply tube (15) leading to the inlet tube (not shown) for brine and an outlet tube for chlorine and depleted brine mixture (16). The cathode structure is provided with a supply tube (17) leading to the inlet tube (not shown) for caustic and an outlet tube for hydrogen and caustic mixture (18).

In Figure 6, the anode structure is provided with (a) an anode supply tube (15) concentric with the inlet tube (19) formed with ports (not shown) and (b) baffles (21) mounted on the inwardly projecting dispersions (4). The cathode structure is provided with (a) a cathode supply tube (17) concentric with the inlet tube (20) formed with ports (not shown) and (b) baffles (22) mounted on the posts (6). The ports in inlet tubes (19) and (20) are formed such that liquor discharged therefrom is directed towards the back of the pans behind baffles (21) and (22) to aid mixing.

In Figure 7, an abrasion device (12) is provided with four sharp projections (24) on one face of the washer (25) and four sharp projections (26) on the other face of the washer (25).

25

30

11399

CLAIMS

1. An electrode structure for use in a bipolar electrolyser comprising
- (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof for supporting gaskets means for sealing a separator between the flanges in adjacent electrode structures, which separator is disposed between the surface of the anode of a first electrode structure and the cathode of a second electrode structure such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator and is hermetically-sealed to the separator;
- (ii) an electrically conductive plate spaced from the pan;
- (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the electrically conductive plate is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the electrically conductive plate;
- (iv) inlet for liquor; and
- (v) outlet for fluids;
- characterised in that where the electrode structure is an anode structure the dished recess is provided with a plurality of inwardly projecting projections and where the electrode structure is a cathode structure the dished recess is provided with a plurality of outwardly projecting projections such that the inwardly projecting projections in the dished recess of the pan of the anode structure mate with the outwardly projecting projections in the dished recess of the pan of an adjacent cathode structure in a bipolar electrolyser comprising a plurality of the electrode structures.
2. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein the electrically conductive plate is flexible.
3. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein each projection is electroconductively connected to an electroconductive member.
4. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein the projections are spaced apart from each other in a first direction and in a direction transverse to the first direction.
5. An electrode structure as claimed in Claim 4 wherein the projections are spaced apart by the same equal distance in the first direction and in the transverse direction.
6. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein the projections are frusto-conical.

170
167
A

7. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein the electrically conducting members are in the form of posts.
8. An electrode structure as claimed in Claim 7 wherein each post is provided with a current-carrier, preferably a multi-legged current-carrier, adjacent the electrically
5 conductive plate to make multi-point electrical contact therewith.
9. An electrode structure as claimed in Claim 8 wherein where the electrode structure is an anode structure it is provided with relatively non-springy spiders with short legs.
10. An electrode structure as claimed in Claim 8 wherein where the electrode
10 structure is a cathode structure it is provided with springy spiders with long legs.
11. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein an inlet tube is provided at the bottom of the electrode structure, preferably extending from one side thereof to the other.
12. An electrode structure as claimed in Claim 11 wherein ports are spaced
15 equidistantly along the inlet-tube.
13. An electrode structure as claimed in Claim 12 wherein the dimensions of the ports are such that pressure drop down the feed tube is minimised.
14. An electrode structure as claimed in Claim 11 wherein liquor is fed to the inlet-tube at one end only.
- 20 15. An electrode structure as claimed in Claim 11 wherein the supply tube to the inlet-tube is inserted into the inlet-tube until it almost reaches the dead-end thereof.
16. An electrode structure as claimed in Claim 11 wherein the supply tube to the inlet-tube is made of a non-conducting material and preferably is inserted into the inlet-tube until it almost reaches the dead-end thereof.
- 25 17. An electrode structure as claimed in Claim 1 wherein one or more baffles are provided therein to form a first channel between a first side of the baffle and the electrically conductive plate and a second channel between the second side of the baffle and the dish recess, wherein the first channel provides a riser for the gas-filled electrolyte to ascend to the outlet header at the top of the structure and the second
30 channel provides a downcomer for degassed electrolyte to fall to the bottom of the structure.
18. An electrode structure as claimed in Claim 17 wherein the baffles are disposed vertically.

11399

19. An electrode structure as claimed in Claim 17 wherein where the electrode structure is an anode structure made of titanium or an alloy thereof the baffles are made of titanium or an alloy thereof and wherein where the electrode structure is a cathode structure made of nickel or an alloy thereof the baffles are made of nickel or an alloy thereof

20. An electrode structure as claimed in Claim 17 wherein where the electrode structure is an anode structure the baffles are mounted on the inwardly projecting projections in the anode pan and wherein where the electrode structure is a cathode structure the baffles are mounted on the posts.

21. An electrode structure as claimed in Claim 17 wherein the baffle comprises a plurality of pieces each of which extends across the structure with a horizontal gap between them.

22. An electrode structure as claimed in Claim 7 wherein the posts are load-bearing.

23. An electrode structure as claimed in Claim 22 wherein the ends of the

load-bearing posts are accommodated in holes in the electrically conductive plate

24. A bipolar unit wherein the pan of an electrode structure as claimed in Claim 1 which is an anode structure is bonded to the pan of an electrode structure as claimed in Claim 1 which is a cathode structure such that the inwardly projecting projections of the anode structure mate with the outwardly projecting projections on the pan of the cathode structure to form a bipolar unit.

25. A filter-press bipolar electrolyser which comprises

a) current distributing means; and

b) at least one bipolar unit mounted on a mounting frame and assembled in series both mechanically and electrically ,

characterised in that the bipolar units are bipolar units as claimed in Claim 24.

26. A module for use in a modular bipolar electrolyser comprising

a) an anode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) an anode plate , (iii) a plurality of electrically-conductive

load-bearing members to which the anode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the anode plate, (iv) inlet for liquor and (v) outlet for fluids;

b) a cathode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) a cathode plate, (iii) a plurality of electrically-conductive

177
P.28
168

load-bearing members to which the cathode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the cathode plate, (iv) inlet for liquor and (v) outlet for fluids;

5 c) a separator disposed between the electrocatalytically-active surface of the anode plate and the cathode plate such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator which thereby divides the module into separate anode and cathode compartments;

d) gaskets means sealing the separator between the flanges on the periphery of the pans; and

10 e) means to apply pressure to the gasket means to hermetically-seal the separator thereto characterised in that

i) the dished recess of the pan of the anode structure is provided with a plurality of inwardly projecting projections and the dished recess of the pan of the cathode structure is provided with a plurality of outwardly projecting projections such that the inwardly
15 formed projections of the anode structure of a module mate with the outwardly projecting projections of the cathode structure of an adjacent module in a modular bipolar electrolyser comprising a plurality of the modules; and

ii) optionally one or more bipolar units according to the present invention, preferably with electrically-conductive load-bearing posts, and associated separators interspersed
20 between the anode and cathode structures.

27. A modular bipolar electrolyser which comprises one or more modules assembled on a mounting frame in series both mechanically and electrically; and

25 current distribution plates at each end of the electrolyser, characterised in that the modules are modules as claimed in Claim 26.

28. A modular bipolar electrolyser as claimed in Claim 27 or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 wherein electrical conductivity between adjacent modules in the modular bipolar electrolyser or between electrode structures in the bipolar unit is achieved by direct contact between adjacent modules or adjacent electrode
30 structures.

29. A modular bipolar electrolyser as claimed in Claim 27 or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 wherein electrical conductivity between adjacent modules in the modular bipolar electrolyser or between electrode structures in the

IT399

bipolar unit is wherein electrical conductivity between modules is enhanced by use of a conductivity-enhancing material or device between adjacent modules or adjacent electrode structures.

30. A bipolar electrolyser as claimed in Claim 29 wherein the
5 conductivity-enhancing device is an electrically conductive metal washer adapted to cut into the pan.
31. A bipolar electrolyser as claimed in Claim 30 wherein a conductivity-enhancing device disposed in each of the inwardly projecting projections in the pan of an anode structure to provide electrical contact between the inwardly projecting projections and
10 the mating outwardly projecting projections in the pan of the cathode structure of an adjacent module.
32. A module as claimed in Claim 26 or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 wherein the electrically-conductive load-bearing members to which the electrode plates are attached are in the form of posts.
- 15 33. A module or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 32 wherein the ratio of the length of the electrically conductive pathway through the cathode post to the electrically conductive pathway through the anode post is at least 10:1.
34. A spider for use in an electrode structure which spider is electroconductively attached to an electrically-conductive member to which the electrically conductive plate
20 is attached such that current distribution to the electrically conductive plate is improved.
35. A module as claimed in Claim 24 wherein the means to apply pressure to the gaskets to hermetically-seal the separator thereto is provided by bolts through holes in the flanges.
36. A module as claimed in Claim 26 wherein electrically-insulating,
25 load-transferring cushions are disposed at the ends of the posts adjacent the electrode.
37. A module as claimed in Claim 26 wherein the separator is a substantially electrolyte-impermeable ion-exchange membrane.
38. An electrode structure as claimed in Claim 1 provided with an outlet header in which gas/liquid separation takes place in the non-electrolysis area in each structure
30 above the electrolysis area where there is no membrane exposed to the liquor.
39. A module as claimed in Claim 26 or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 wherein the gaskets are made from a plasticised EPDM resin

172
P. 30
169

40. A module or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 39 wherein the gasket is provided with a chemical-resistant nose on its inner edge.
41. A module or a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 40 wherein the chemical-resistant nose is made from PTFE.
- 5 42. An electrode structure comprising
- (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof for supporting gaskets means for sealing a separator between the flanges in adjacent electrode structures,
- (ii) an electrically conductive plate spaced from the pan;
- 10 (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the electrically conductive plate is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the electrically conductive plate;
- characterised in that (a) the electrically-conductive members are in the form of posts and (b) where the electrode structure is an anode structure
- 15 the dished recess is provided with a plurality of inwardly projecting projections and where the electrode structure is a cathode structure the dished recess is provided with a plurality of outwardly projecting projections
43. An abrasion device as herein defined.
44. A process for the electrolysis of an alkali metal halide characterised in that it is
- 20 carried out in a bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 or 27.
45. A method for producing a filter-press bipolar electrolyser as claimed in Claim 25 which comprises mounting current distributing means and at least one bipolar unit on a mounting frame and assembling them in series both mechanically and electrically , characterised in that the bipolar units are bipolar units as claimed in Claim 24.
- 25 46. A method for producing a modular bipolar electrolyser as claimed in Claim 27 which comprises assembling one or more modules on a mounting frame in series both mechanically and electrically and providing current distribution plates at each end of the electrolyser, characterised in that the modules are modules as claimed in Claim 26.
47. A module for use in a modular bipolar electrolyser comprising
- 30 a) an anode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) an anode plate , (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the anode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the anode plate;

IT399

b) a cathode structure comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof, (ii) a cathode plate, (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the cathode is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the cathode plate;

5 c) a separator disposed between the electrocatalytically-active surface of the anode plate and the cathode plate such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator which thereby divides the module into separate anode and cathode compartments;

d) gaskets means sealing the separator between the flanges on the periphery of the pans;
10 and

e) means to apply pressure to the gasket means to hermetically-seal the separator thereto characterised in that

the length of the electrically conductive pathway between the anode pan and the anode plate is shorter than the length of the electrically conductive pathway between the

15 cathode pan and the cathode plate.

48. A gasket adapted to seal the separator between the flanges on the periphery of the pans in a module as claimed in Claim 26

20

25

30

ABSTRACT

An electrode structure for use in a bipolar electrolyser comprising (i) a pan with a dished recess and a flange around the periphery thereof for supporting gaskets means for sealing a separator between the flanges in adjacent electrode structures, which separator is disposed between the surface of the anode of a first electrode structure and the cathode of a second electrode structure such that the anode surface is substantially parallel to and faces but is insulated and spaced apart from the cathode surface by the separator and is hermetically-sealed to the separator, (ii) an electrically conductive plate spaced from the pan, (iii) a plurality of electrically-conductive members to which the electrically conductive plate is electroconductively attached and which provide electrically-conductive pathways between the pan and the electrically conductive plate, (iv) inlet for electrolyte and (v) outlets for liquids and gases wherein where the electrode structure is an anode structure the dished recess is provided with a plurality of inwardly projecting projections and where the electrode structure is a cathode structure the dished recess is provided with a plurality of outwardly projecting projections such that the inwardly projecting projections in the dished recess of the pan of the anode structure mate with the outwardly projecting projections in the dished recess of the pan of an adjacent cathode structure in a bipolar electrolyser comprising a plurality of the electrode structures.

1/6

171
171

FIG. 1

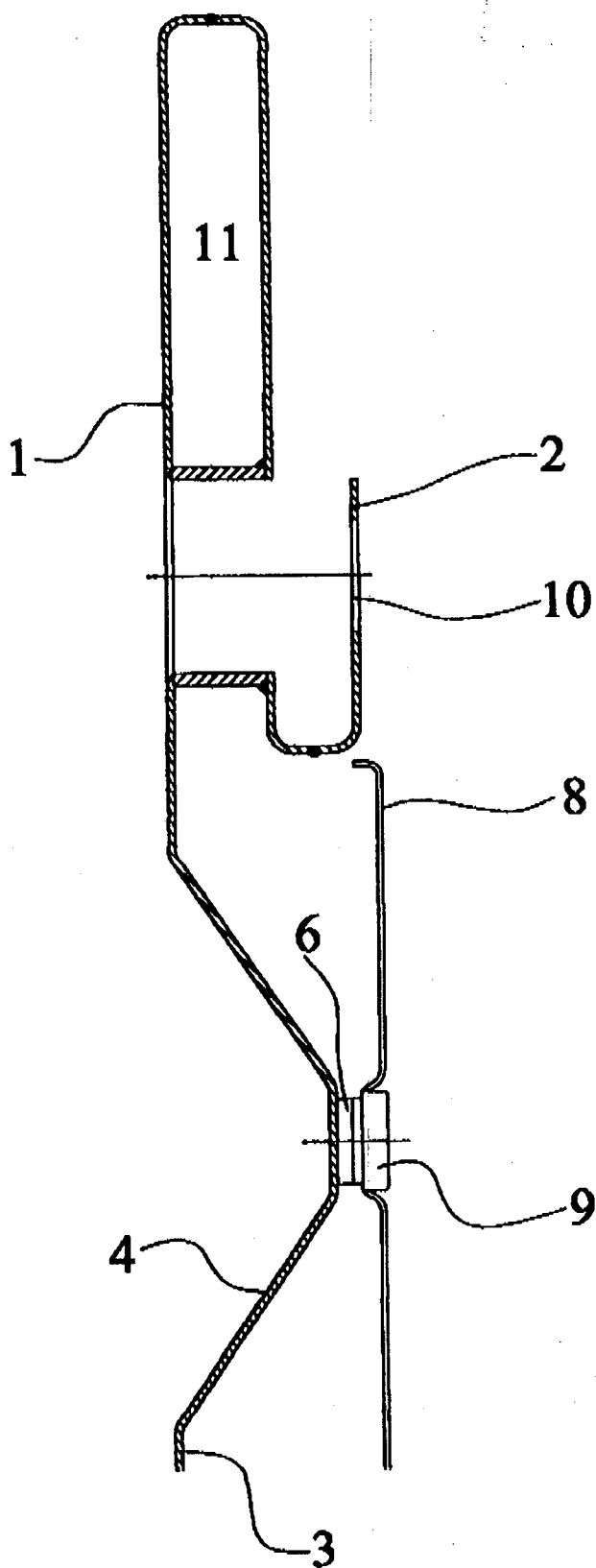
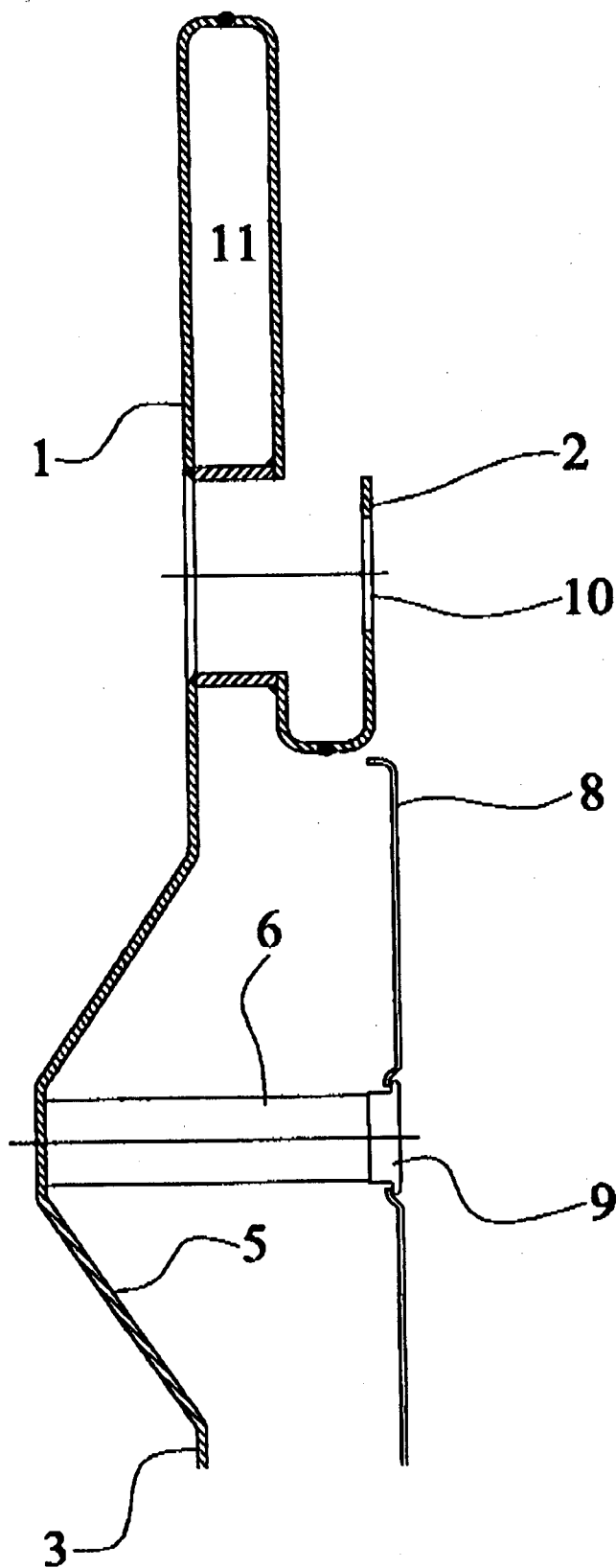


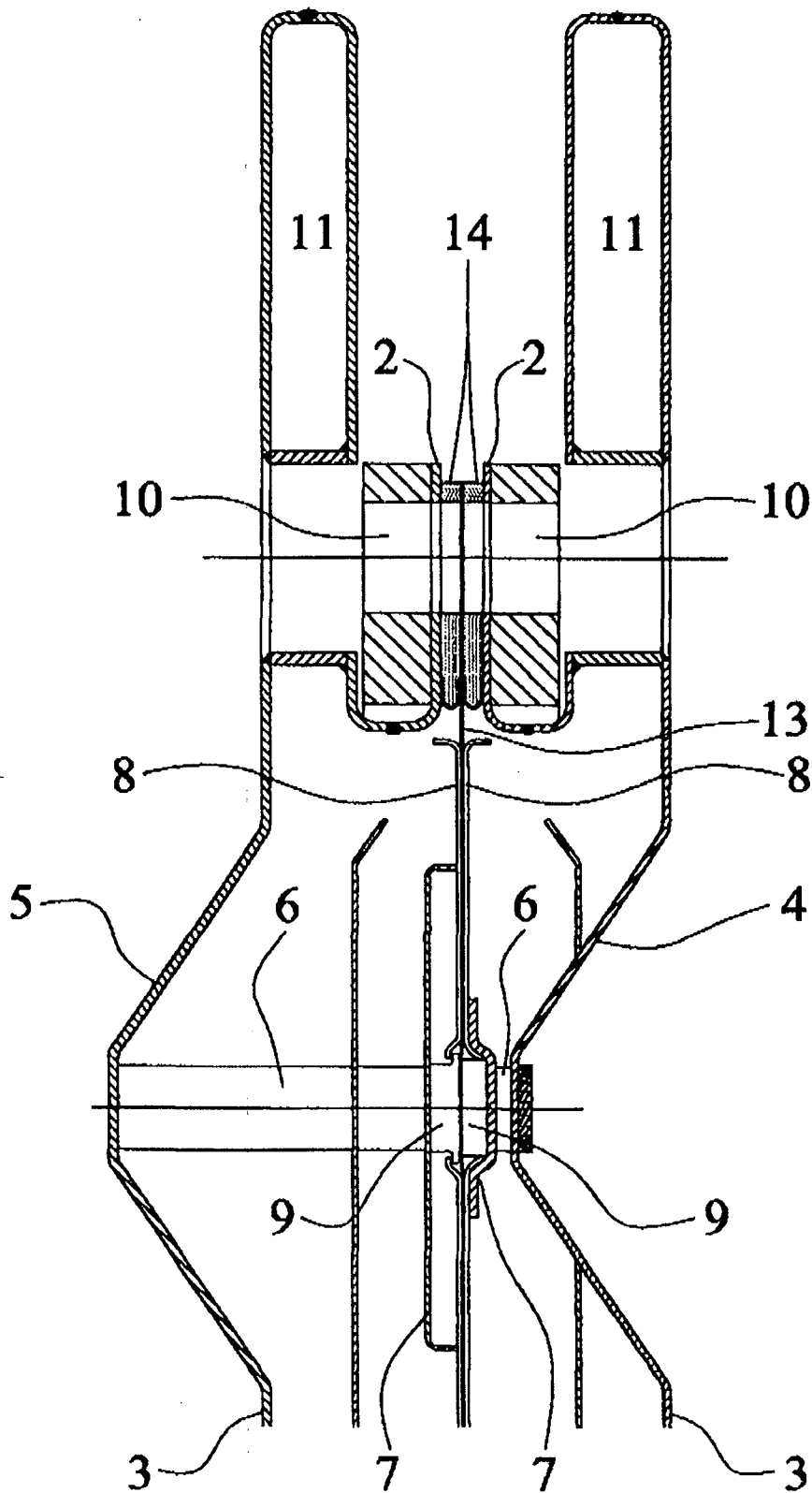
FIG. 2



3/6

173

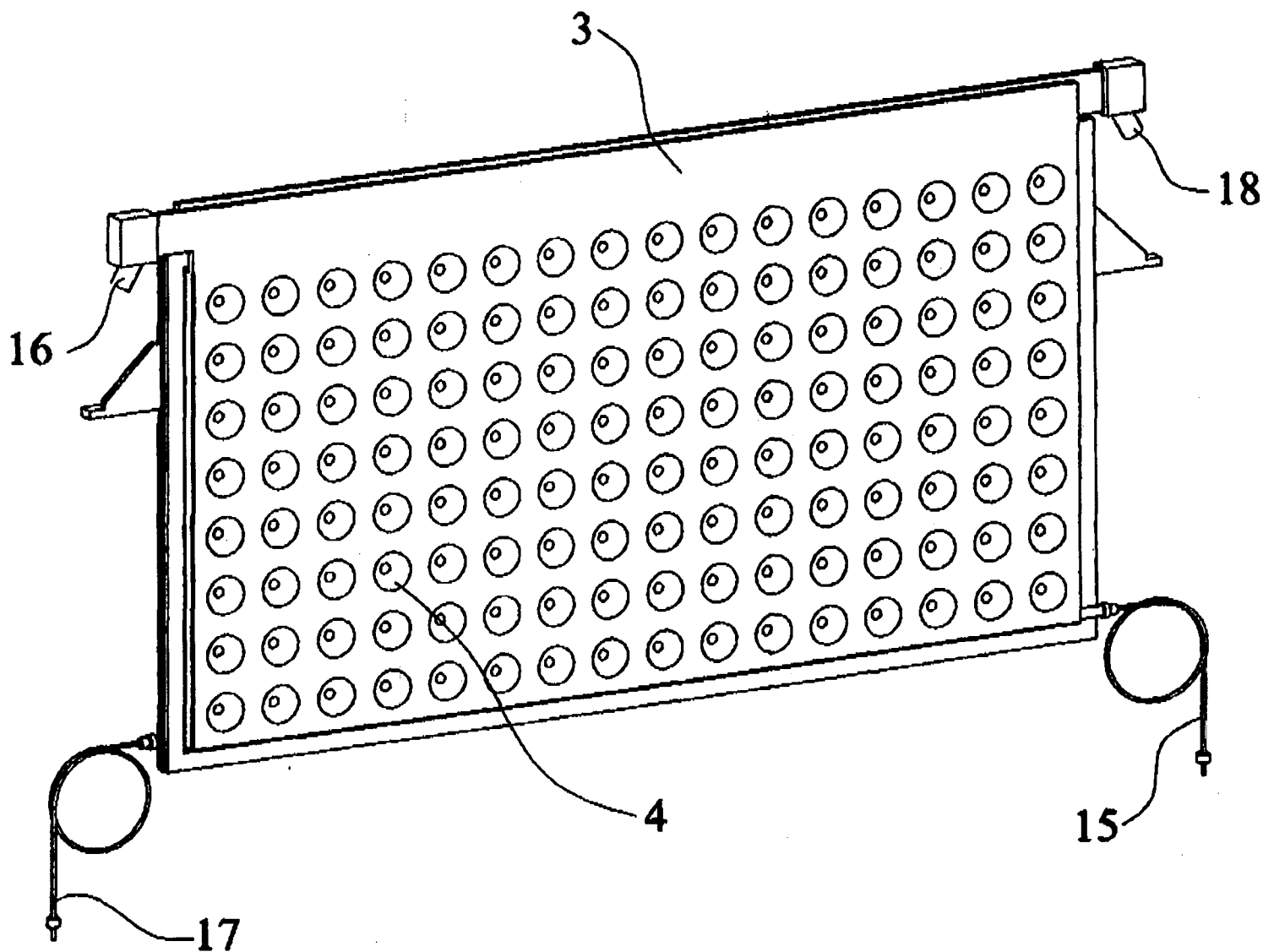
FIG. 4



4/6

177
174
[Signature]

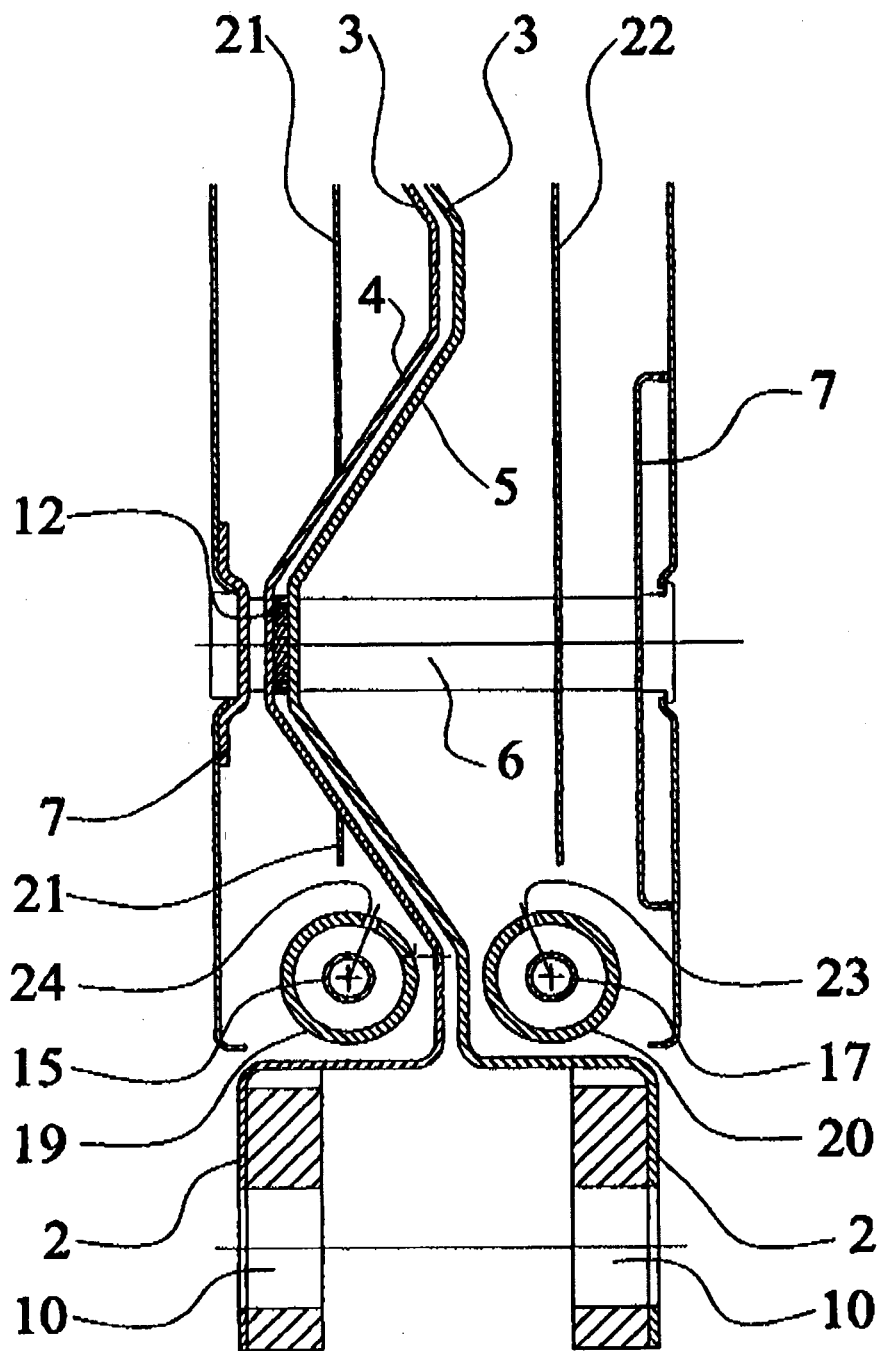
FIG. 5



5/6

178
175

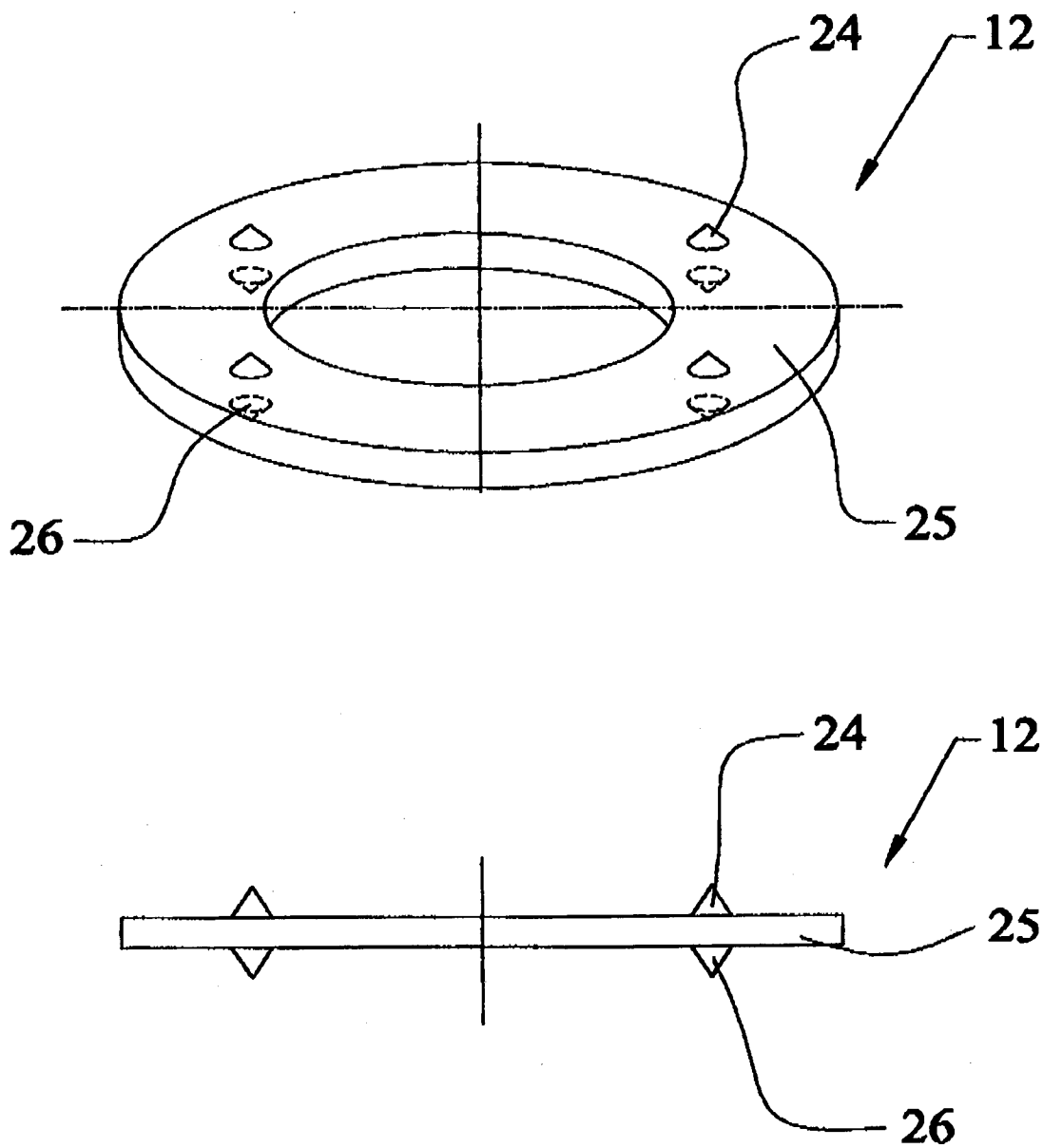
FIG. 6



6/6

179
176
✓

FIG. 7



180
177

TRADUCCIÓN DEL INGLÉS AL ESPAÑOL de la Solicitud de Patente
Británica No.9910714.6 relacionada con:

ELECTROLIZADOR BIPOLAR

ANEXOS: La solicitud de Patente Británica No. 9910714.6 arriba
mencionada, Certificación de la Oficina de Patentes de Londres,
Inglaterra.

LA
OFICINA DE
PATENTES

LA OFICINA DE PATENTES
Concept House
Cardiff Road
Newport
South Wales
NP9 1RH

Yo, el suscrito, como funcionario debidamente autorizado de
acuerdo con la Sección 74(1) y (4) de la Ley de Regulación y
Contratación de 1994, para firmar y expedir certificaciones a nombre del
Contralor General, por medio de la presente certifico que se encuentra
anexa una fiel copia de los documentos tal como fueron originalmente
presentados, en conexión con la solicitud de patente identificada en ella.

De acuerdo con las Normas de Patentes de 1982 (Re-registro de
Compañías), si una compañía nombrada en esta certificación y
cualesquiera documentos que la acompañan ha sido re-registrada bajo la
Ley de Compañías de 1980 con el mismo nombre a aquel con el que fue
registrada inmediatamente antes del re-registro, salvo por la sustitución, o
la inclusión en la última parte del nombre de las palabras "compañía
pública limitada" o sus equivalentes en Galés, las referencias al nombre de
la compañía en esta certificación y cualesquiera documentos que la
acompañan serán tratadas como referencias al nombre con el cual ésta así
se re-registra.

De acuerdo con las normas, las palabras "compañía pública
limitada" pueden reemplazarse por p.l.c., P:L:C: o PLC.

181
178
2

El re-registro bajo la Ley de Compañías no constituye una nueva entidad legal sino que meramente somete la compañía a algunas normas adicionales de la Ley de Compañías.

Firmado (ILEGIBLE)

Fechado 4-5-00

SELLO EN RELIEVE ADHERIDO CON CINTA

Agencia Ejecutiva del Departamento de Comercio e Industria

Forma 1/77

La
Oficina de
Patentes

Solicitud para la concesión de una patente

Ver notas en la parte posterior de esta forma. Usted puede también obtener un folleto explicativo de la Oficina de Patentes para ayudarle a llenar esta forma

SELLO DE RADICACIÓN DE LA OFICINA DE PATENTES
(11 Mayo 1999)

10MAYO99 E445074-1 D02986
P01/7700 0.00-9910714.0

Su Referencia CPR 50789/GB

2. Número de Solicitud de Patente
(La Oficina de Patentes llenará en esta parte)

3. Nombre completo, dirección
y código postal de los o de cada
solicitante *(subrayar todos los
apellidos)*

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC
IMPERIAL CHEMICAL HOUSE
MILLBANK
LONDON

782
3 ~~179~~

SW1P 3JF

Número ADP de Patentes 935003
(si lo conoce)

Si el solicitante es un nombre corporativo, proporcione el país/estado de incorporación REINO UNIDO

4. Título de la Invención: ELECTROLIZADOR BIPOLAR

5. Nombre del agente (si tiene uno)

McNeight + Lawrence

“Dirección para servicio” en el
Reino Unido a la cual se debe
enviar la correspondencia
(incluyendo el código postal)

Regent House
Heaton Lane
Stockport
CHESHIRE

Número ADP de Patentes
(si tiene uno) 07143266002

6. Si está usted reivindicando prioridad de una o más solicitudes previas de patente, proporcione el país y la fecha de presentación de las o de cada una de estas solicitudes previas (si los conoce) el o los números de solicitud

País	Número de la solicitud de prioridad (si lo conoce)	Fecha de presentación (día/mes/año)
------	---	--

7. Si esta solicitud se divide o se deriva de alguna otra forma de una solicitud previa del Reino Unido proporcione el número y la fecha de presentación de la

183
180

solicitud previa

Número de solicitud previa	Fecha de presentación (día/mes/año)
----------------------------	--

8. Se requiere de una declaración de
inventoría o de derecho a la concesión
de patente como soporte de esta solicitud? Si

(conteste "SI" si:

a) si cualquiera de los solicitantes nombrados
en la parte 3 no es inventor, o

b) hay un inventor que no ha sido nombrado
como solicitante, o

c) cualquier solicitante mencionado es un
cuerpo corporativo.

Ver nota (d))

9. Coloque el número de hojas para cada uno de los tipos siguientes de
documentos contenidos en esta forma. No cuente las copias del mismo
documento.

Hojas de continuación para esta forma	-
Descripción	21
Reivindicación(es)	0
Extracto	0
Dibujo(s)	2 x2

10. Si usted también está presentando algunos de los siguientes
documentos establezca cuantos de cada uno

Documentos de prioridad	-
Traducciones de los documentos de prioridad	-
Declaración de inventoría y Derecho de concesión (Forma 7/77 de Patentes)	-
Solicitud de examen y búsqueda preliminar (Forma 9/77 de Patentes)	-
Solicitud de examen sustantivo (Forma 10/77 de Patentes)	-
Cualquier otro documento	-
Por favor especifique	

184
181

11. Yo/Nosotros Solicito/Solicitamos la concesión de una Patente sobre la base de esta solicitud

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC
Firma ilegible

FIRMA Fecha 10 Mayo 99
FUNCIONARIO DEBIDAMENTE AUTORIZADO

12. Nombre y número de teléfono
durante el día de una persona para
contactar en el Reino Unido Kath Chester
01928 518093

Advertencia

Después de que se ha presentado una solicitud de Patente, el Contralor de la Oficina de Patentes considerará si deberá prohibirse o restringirse la publicación o comunicación bajo la Sección 22 del Acta de Patentes de 1977 e informará al solicitante si es necesaria dicha prohibición. Se advierte además a los solicitantes residentes en el Reino Unido que de acuerdo con la Sección 23 no se pueden presentar solicitudes en el extranjero sin previa autorización escrita a menos que una solicitud haya sido presentada no menos de 6 semanas previas en el Reino Unido, para una Patente para la misma invención y no se haya proferido directriz prohibiendo la publicación o comunicación, o cualquier directriz en tal sentido haya sido revocado.

Notas

- a) Si necesita ayuda para llenar esta forma o tiene algunas preguntas, por favor contacte a la Oficina de Patentes al 06545 500505
- b) Escriba sus respuestas en mayúsculas utilizando tinta negra o puede mecanografiarlas.
- c) Si no tiene suficiente espacio para todos los detalles relevantes en cualesquier parte de esta forma, por favor continúe sobre una hoja separada de papel y escriba "ver hoja de continuación" en la(s) parte(s) relevante(s). Cualquier hoja de continuación debe anexarse a esta forma.

6 185
182

- d) Si usted ha contestado "SI" debe llenar la Forma de Patentes 7/77
- e) Una vez haya llenado la forma debe recordar firmarla y fecharla.
- f) Para detalles de los impuestos y formas de pago por favor contacte a la Oficina de Patentes.

ELECTROLIZADOR BIPOLAR

La presente invención se refiere a electrolizadores bipolares, particularmente un electrolizador bipolar modular, y a una estructura de electrodos y un módulo para su utilización allí.

Los electrolizadores de membrana del tipo de filtro y prensa monopolar son bien conocidos, por ejemplo como se describe en nuestra GB 1,595,183. Dichos electrolizadores se elaboran fácilmente, no son costosos y se ensamblan fácilmente.

Los electrolizadores bipolares se conocen en el arte, por ejemplo como se describe en nuestra GB 1,581,348.

En electrolizadores bipolares de diseño convencional para utilización en la electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de metales alcalinos la unidad bipolar comprende un ánodo que está adecuadamente en forma de una placa de un metal formador de película, usualmente titanio, la placa que lleva un revestimiento electrocatalíticamente activo, por ejemplo un óxido de metal del grupo del platino, y un cátodo que está adecuadamente en forma de una placa de metal perforada, por ejemplo, con orificios, usualmente níquel o acero dulce, el ánodo y el cátodo que están unidos eléctricamente conductivamente el uno al otro para formar una unidad bipolar. Separadores están colocados entre sucesivas unidades bipolares arregladas en serie en el electrolizador en forma tal que el ánodo de una unidad bipolar enfrenta al cátodo de la adyacente unidad bipolar con un separador colocado allí entre ellos. El electrolizador también comprende unidades terminales de ánodo y cátodo.

Al operar una celda electrolítica del tipo bipolar, es ventajoso operar con una distancia tan pequeña como sea posible entre el ánodo y el cátodo (intersticio ánodo/cátodo) con el fin de mantener la pérdidas óhmicas, y consecuentemente el voltaje de la celda a un mínimo.

Los separadores están generalmente adyacentes o aún en contacto con el cátodo y con el fin de lograr un pequeño intersticio ánodo - cátodo sin al mismo tiempo dañar el separador es necesario tener considerable cuidado con el fin de fabricar electrodos que tienen un adecuado grado de llanura y es también necesario mantener esta durante el tratamiento de calor involucrado en el revestimiento del electrodo con un revestimiento electrocatalíticamente activo. Adicionalmente, debe tenerse gran cuidado en el ensamble de unidades en un electrolizador bipolar si se debe evitar el daño de los separadores.

La Patente US 4,557,816 divulga que la distribución uniforme de concentración de electrolito a través de los electrodos en el electrolizador bipolar descrito aquí puede mejorarse mediante la provisión de algunos conductos verticales en el lado del electrodo lejos del separador para flujo descendente de líquido.

La Patente US 4,643,818 divulga que la resistencia eléctrica del electrolizador bipolar descrita aquí puede bajarse y se obtiene uniforme densidad de corriente mediante la utilización de algunos medios conductivos eléctricos rígidos de múltiple contacto entre celdas individuales en un electrolizador bipolar.

La Patente US 4,734,180 divulga un electrolizador del tipo bipolar que comprende unidades bipolares que están colocadas espalda a espalda con una placa de titanio y hierro unida por explosión colocada allí entre ellos y donde costillas conductivas se sueldan al electrodo y al cuerpo en forma de bandeja

La Patente US 5,225,060 divulga que la formación de zonas de gas en las porciones superiores de las estructuras de ánodo y cátodo del electrolizador bipolar descrito aquí pueden prevenirse mediante la utilización de espacio donde no fluye corriente en la porción superior de las estructuras.

La Patente EP 0,704,556 divulga que la provisión de separadores de gas y líquido en la parte superior de las estructuras de ánodo y cátodo del electrolizador bipolar descrito aquí minimiza las fluctuaciones de presión, el deterioro de las membranas y la variación de voltajes.

La Patente WO 98/55670 divulga un elemento para un electrolizador bipolar cuyos dos lados se forman con bridas y proyecciones opuestas. Las proyecciones tienen preferiblemente forma de conos truncados y están preferiblemente colocadas en forma de hexágonos centrados para mejorar el mezclado lateral del electrolito. Sin embargo, el

187
8 184

mezclado lateral se logra mediante conductos de esquina hacia abajo que disminuyen el área activa del electrodo amplificando así la variación de densidad de corriente a través del electrodo el cual es un problema particular cuando se opera a alta densidad de corriente con una configuración ánodo/membrana/cátodo de intersticio cero o estrecho con membranas de intercambio de iones sensibles a impurezas.

La Patente EP 0 521 386 divulga un electrolizador bipolar que comprende unidades de celda electrolítica que comprenden particiones de electrodos con recesos y proyecciones emparejadas con mallas de electrodos unidas directamente, o a través de un resorte, a las proyecciones. Una pila de dichas unidades verticales de celda electrolítica se unen en serie con una membrana de intercambio de iones entre unidades adyacentes de celda electrolítica para formar un conjunto de celda electrolítica. Sin embargo, aunque los recesos y proyecciones aseguran buen mezclado lateral del electrolito, el mezclado lateral es pobre. De acuerdo con lo anterior, para mantener la variación de concentración y temperatura en las unidades de celdas dentro de límites aceptables, es necesaria la recirculación externa bombeada intensiva en energía con adicionales trabajos de tubería y tanques costosos.

En celdas electrolíticas donde el intersticio ánodo - cátodo es cero hay una tendencia a presión aplicada al separador a través del ánodo y el cátodo con los cuales está en contacto para llevar a desviaciones de la uniformidad, abrasión o aún ruptura, del separador. Este es el caso particularmente donde el separador es una membrana de intercambio de iones donde es deseable aplicar una presión continua a la membrana a través del ánodo y el cátodo.

Hemos ahora visualizado una estructura de electrodos para un electrolizador bipolar que permite la utilización de muy pequeños o aún cero intersticios de ánodo/cátodo en dichos electrolizadores sin dañar el separador, lo cual minimiza la resistencia eléctrica utilizando una corta longitud de trayectoria que lleva la corriente perpendicular entre electrodos y materiales de baja resistencia para casi la total longitud de la trayectoria perpendicular que lleva la corriente y que tiene excelente distribución de corriente a través de toda el área del electrodo. La estructura de electrodos permite tanto el flujo horizontal como vertical de los licores allí que ayudan a su circulación y mezclado y tiene mejorada rigidez y resistencia que permite lograr una más cercana tolerancia en la construcción de la celda. La estructura de electrodos es de construcción simple y fácil de fabricar.

De acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se proporciona una estructura de electrodos para utilización, por ejemplo, en un electrolizador bipolar que comprende

(i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está colocado entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y la superficie del cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador y está herméticamente sellada al separador;

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un puerto de entrada para el licor; y

(iv) un puerto de salida para los fluidos;

donde la placa está conectada eléctricamente a la bandeja mediante una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva con la provisión de que, cuando la placa es una placa de ánodo, está opcionalmente directamente conectada eléctricamente a la bandeja; y donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodo, el receso de plato está provisto con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y, cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en el receso de plato de la bandeja de una estructura de cátodo adyacente en un conjunto que comprende una pluralidad de estructuras de electrodos.

La placa eléctricamente conductiva es deseablemente a metal o aleación tal como se describirá posteriormente más completamente. Será en general del mismo material del de la bandeja. Consecuentemente, cuando la estructura de electrodos se utiliza como un ánodo en la electrólisis de un haluro de metal alcalino la placa eléctricamente conductiva puede elaborarse de un metal de válvula o una aleación de él que consiste principalmente de un metal de válvula. Cuando la estructura de electrodos a ser utilizada como un cátodo en la electrólisis de un haluro

de metal alcalino la placa eléctricamente conductiva puede ser, por ejemplo, acero inoxidable, acero dulce, níquel o cobre.

Se apreciará que cuando la placa eléctricamente conductiva es un ánodo para utilización en electrólisis de salmuera llevará un revestimiento electrocatalíticamente activo.

La placa eléctricamente conductiva puede tener cualquier estructura adecuada tal como se describe aquí posteriormente más completamente. La estructura precisa no es crítica.

Con el fin de que la presión aplicada al separador colocado entre las placas eléctricamente conductivas de estructuras de electrodos adyacentes en un módulo de acuerdo con la presente invención se aplica uniformemente la placa eléctricamente conductiva es preferiblemente flexible.

Preferiblemente cada proyección en el receso de plato está conectada electroconductivamente a un miembro eléctricamente conductivo tal que las proyecciones proporcionan varios puntos de alimentación de corriente mejorando consecuentemente la distribución de corriente a través de la bandeja llevando a menor voltaje, menor consumo de potencia y mayores vidas del separador y el revestimiento de electrodos.

Las proyecciones en el receso de plato están preferiblemente espaciadas las unas de las otras en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección. Más preferiblemente las proyecciones están espaciadas simétricamente. Por ejemplo, pueden estar espaciadas una distancia igual en una primera dirección, y espaciadas una distancia igual, que puede ser la misma, en una dirección transversal, por ejemplo sustancialmente a ángulos rectos, con respecto a la primera dirección. Preferiblemente el espaciado de las proyecciones es igual en ambas direcciones.

Las proyecciones en el receso de plato pueden tener una variedad de formas, por ejemplo de domo, tazón, cono o preferiblemente cono truncado. Como ejemplos de métodos de formar las proyecciones pueden mencionarse entre otros la formación por vacío, formación por explosión, prensado o preferiblemente mediante la aplicación de una herramienta de forma adecuada a la superficie opuesta del receso.

Hay típicamente alrededor de 20 a 200, preferiblemente 40 a 100 proyecciones/metro² en el receso de plato de la bandeja de la estructura de electrodos.

La altura de las proyecciones desde el plano del receso de plato puede estar por ejemplo en el rango de 0,5 cm a 8 cm, preferiblemente 1 cm a 4 cm, dependiendo de la profundidad de la bandeja. La distancia entre proyecciones en el disco con receso puede ser por ejemplo de 1 cm a 30 cm centro a centro, preferiblemente 5 cm a 20 cm. Las dimensiones de la estructura de electrodos en la dirección del flujo de corriente están preferiblemente en el rango de 1 cm a 6 cm tal como se mide desde la placa eléctricamente conductiva hasta la base de la bandeja con el fin de proporcionar cortas trayectorias de corriente que aseguran bajas caídas de voltaje en la estructura de electrodos sin la utilización de elaborados dispositivos que llevan corriente

Los miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente en la estructura de electrodos preferiblemente comprende postes.

Donde el miembro eléctricamente conductivo al cual está unida la placa eléctricamente conductiva está en forma de un poste y está eléctricamente conectada a una proyección que se proyecta hacia adentro en el receso de plato de la bandeja la longitud de la trayectoria de corriente entre la placa eléctricamente conductiva y la bandeja puede minimizarse.

Cuando el poste del ánodo se elabora de titanio o una aleación de él y el poste del cátodo se elabora de níquel o una aleación de él la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo es preferiblemente mayor que la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo. Preferiblemente la relación de la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo respecto a la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo es por lo menos de 2:1, preferiblemente por lo menos de 4:1 y más preferiblemente por lo menos de 7:1. Típicamente la relación es por lo menos de 10:1.

La longitud de los postes depende del diseño del electrolizador y de si el poste está asociado con una placa de ánodo o una placa de cátodo. Típicamente la longitud del poste puede estar en el rango de 0 cm a 10 cm, preferiblemente 0 cm a 4 cm. Cuando la longitud es cero, se entenderá que la invención visualiza un arreglo modificado donde la placa eléctricamente conductiva, cuando se pretende funcionar como una placa

de ánodo, puede estar directamente conectada eléctricamente a la bandeja asociada o alternativamente conectada allí a través de un portador de corriente tal como se define abajo.

Cuando los miembros eléctricamente conductivos a los cuales están unidas las placas eléctricamente conductivas en forma de postes, cada poste está provisto preferiblemente con un portador de corriente, por ejemplo un anillo, una malla o un alambre, adyacente a la placa eléctricamente conductiva para hacer contacto eléctrico de múltiples puntos con ella. Preferiblemente el portador de corriente es un portador de corriente de múltiples patas, al cual de aquí en adelante se hace referencia por conveniencia como "araña" (o cubo de garras). En algunas circunstancias, se visualiza que las conexiones eléctricas pueden hacerse sin utilizar un poste; por ejemplo, en el caso de una estructura de ánodo, el ápice de cada proyección dirigida hacia adentro puede estar conectada eléctricamente a la placa del ánodo mediante un portador de corriente tal como se mencionó anteriormente, por ejemplo, una araña.

La provisión de arañas incrementa el número y la distribución de puntos de alimentación de corriente a la placa eléctricamente conductiva, mejorando así la distribución de corriente que lleva a menor voltaje y consumo de potencia y mayor vida de los separadores y revestimientos de los electrodos.

La longitud de las patas y su número en la araña, cuando una araña está presente, puede variar dentro de amplios límites. Típicamente la araña tiene entre 2 y 100 patas, preferiblemente entre 2 y 8 patas. Típicamente cada pata es entre 1 mm y 200 mm de largo, preferiblemente entre 5 mm y 100 mm de largo. La persona experta en el arte mediante simple experimentación será capaz de determinar adecuadas longitudes y números de patas de araña para cualquier particular aplicación.

Una araña puede ser flexible o rígida. La forma y las propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de ánodo pueden ser iguales o diferentes a las formas y propiedades mecánicas de las arañas en la estructura de cátodo. Por ejemplo, arañas relativamente sin resortes con patas cortas se prefieren a menudo en la estructura de ánodo y arañas relativamente con resortes con patas largas se prefieren en la estructura de cátodo.

La utilización de arañas con resortes, por lo menos en la placa de cátodo, permite que las estructuras de electrodos tengan resortes para lograr una operación con intersticio cero con óptima presión para minimizar el riesgo de daño del separador/electrodo. Por "cero intersticio",

se expresa que no hay intersticio sustancialmente entre la placa electroconductiva de cada estructura de electrodos y el separador adyacente, es decir, en forma tal que las placas electroconductivas adyacentes están en uso únicamente separadas por el espesor del separador.

Cuando el separador es una membrana, las arañas con resorte proporcionan un soporte más uniforme para la membrana a través de una mayor área reduciendo así el movimiento que puede llevar al daño de la membrana mediante, por ejemplo, plegado, abrasión o establecimiento de arrugas.

Una araña se elabora preferiblemente del mismo metal de la placa eléctricamente conductiva con la cual está en contacto eléctrico.

Típicamente, una araña está soldada a la placa eléctricamente conductiva con la cual está en contacto eléctrico.

Una araña puede unirse al poste mediante métodos conocidos en el arte, por ejemplo mediante soldadura, fijación con tornillos o conectores de empuje y ajuste.

Las patas de cada araña pueden irradiarse desde una porción central para utilización en el agarre de la araña a un poste o, en algunas circunstancias, directamente a un ápice de la proyección asociada. Las patas de la araña pueden estar espaciadas equiangularmente.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona una araña para utilización en una estructura de electrodos cuya araña está unida electroconductivamente a un miembro conductivo eléctricamente y a una placa eléctricamente conductiva tal que la distribución de corriente a la placa eléctricamente conductiva se mejora.

De acuerdo con aún otro aspecto de la invención se proporciona un conjunto de ánodo o cátodo que comprende una placa eléctricamente conductiva que tiene unida en una de sus caras una pluralidad de arañas de distribución de corriente que comprende cada una porción para agarre, en uso, a una bandeja y un número de patas que se irradian desde la porción de agarre por lo cual el suministro de corriente eléctrica hacia la placa tiene lugar a través de dichas patas. Un arreglo tal permite que el conjunto de ánodo o cátodo se suelde fácilmente o se asegure de otra forma dentro de un compartimento o módulo de celdas y sea retirado por ejemplo para reparación de la placa eléctricamente conductiva o remplazo de cualquier revestimiento electrocatalítico sobre ella.

193
190
14

Cuando el poste está provisto de un portador de corriente, puede posteriormente proveerse de una tapa de aislamiento en su extremo adyacente al separador.

Cuando la estructura de electrodos es una estructura de ánodo su bandeja puede unirse espalda con espalda a la bandeja de una estructura de electrodos que es una estructura de cátodo tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en la bandeja de la estructura del cátodo para formar una unidad bipolar.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona una unidad bipolar donde la bandeja de una estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención que es una estructura de ánodo se une a la bandeja de una estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención que es una estructura de cátodo tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera en la bandeja de la estructura de cátodo para formar una unidad bipolar.

En la unidad bipolar de acuerdo con la presente invención las estructuras de electrodos son presionadas o unidas conjuntamente, preferiblemente mediante soldadura, más preferiblemente mediante unión por explosión, tal que un contacto eléctrico se crea entre los recesos de plato en sus bandejas.

Una pluralidad de dichas unidades bipolares separadas con apropiados separadores, empaques y medios de presión pueden ensamblarse para formar un electrolizador bipolar de filtro y prensa.

De acuerdo con aún un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un electrolizador bipolar de filtro y prensa que comprende

- a) un medio de distribución de corriente; y
- b) por lo menos una unidad bipolar montada sobre una estructura de montaje y ensamblada en serie tanto mecánica como eléctricamente,

caracterizado porque las unidades bipolares son unidades bipolares de acuerdo con el adicional aspecto de la presente invención.

"Medio de distribución de corriente" significa sistemas unidos normalmente al interior de las estructuras de extremo de la estructura de

192
191
montaje del electrolizador, diseñada para llevar corriente desde una fuente de potencia tal como cables o barras alimentadores de potencia de cámaras de celdas a las bandejas de los electrodos terminales de un electrolizador de filtro y prensa o las bandejas exteriores de los módulos de extremo del electrolizador modular, tal que la corriente alimentada es distribuida uniformemente en todos los puntos de contacto eléctrico en estas bandejas. Típicamente los medios distribuidores de corriente pueden ser placas únicas o sistemas de cables o alambres elaborados a partir de metales conductores. Opcionalmente, pueden ser ajustados con revestimientos de mejorada conductividad, agarres o dispositivos para mejorar la conexión eléctrica entre los medios de distribución de corriente y el electrodo final. Alternativamente, especialmente en un electrolizador de filtro y prensa, los electrodos terminales pueden permanentemente unirse a los medios de distribución de corriente por ejemplo mediante soldadura.

Una forma preferida de medios de distribución de corriente que es particularmente útil en el electrolizador de esta invención involucra una serie de placas de cobre que corren verticalmente desde el fondo hasta la parte superior de la estructura final del electrolizador, las placas de cobre que están unidas eléctricamente conectándolas todas al fondo de una única barra de bus horizontal de cobre. En un extremo de la estructura del electrolizador, cuando las placas de cobre pretenden conectarse a una bandeja que es parte de una estructura de ánodo, pueden ajustarse con proyecciones conductivas que se proyectan hacia afuera o postes conductivos que se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia adentro del ánodo. En otro extremo del electrolizador, donde las placas de cobre pretenden ser conectadas a una bandeja que es parte de una estructura de cátodo, pueden ser planas o pueden ajustarse con proyecciones que se proyectan hacia adentro que se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera del cátodo. Opcionalmente las placas de cobre de los medios de distribución de corriente pueden ajustarse con revestimientos que mejoran la conductividad o dispositivos para mejorar el contacto eléctrico con la bandeja de la estructura de electrodos.

Los electrodos terminales en electrolizador bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención preferiblemente comprenden estructuras de electrodos de acuerdo con la presente invención.

Cuando la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención proporciona los extremos de un electrolizador bipolar puede proporcionarse con un medio para alimentar potencia eléctrica allí. Por ejemplo, este medio puede comprender una proyección que está formada

adecuadamente para agarre o unión a una barra de bus cuando la estructura de electrodos se ensambla dentro de un electrolizador.

Típicamente, el electrolizador bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención comprende hasta 300 unidades bipolares.

Los expertos en el arte conocen medios para proporcionar una carga a electrolizadores bipolares de filtro y prensa herméticamente sellados de acuerdo con la presente invención.

Se conocen por ejemplo electrolizadores bipolares modulares, tal como se describe en las Patentes de los Estados Unidos 4,108,752 y 4,664,770.

Los electrolizadores bipolares modulares tienen las ventajas de que se aplica a ellos una carga compresiva que a los electrolizadores bipolares convencionales puesto que la carga se necesita para producir únicamente contacto eléctrico entre módulos adyacentes y no el sellado de cada celda en el electrolizador. El uso de una menos carga compresiva elimina la necesidad de masivas placas de extremo y asociados sistemas de compresión. Además, la utilización de módulos facilita tanto la fabricación /ensamble como el mantenimiento de un electrolizador bipolar.

La Patente de los Estados Unidos 4,108,752 describe un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad de módulos retirables. Cada módulo comprende un par de bandejas de emparejado, cada bandeja que tiene un receso de plato y una brida periférica que rodea el receso, la bandejas que están conectadas conjuntamente periféricamente a las bridas en forma tal que el receso de cada bandeja se enfrenta al de la bandeja conectada. Un separador generalmente plano está colocado entre las bandejas. El receso de una bandeja y el lado plano correspondiente del separador definen una primera estructura y el receso de la otra bandeja y el lado opuesto del separador definen una segunda estructura. Un electrodo plano está colocado dentro de cada estructura paralelo al plano del separador y eléctrica y estructuralmente conectado a la bandeja correspondiente, por ejemplo mediante postes. El electrolizador bipolar de filtro y prensa se ensambla alineando una pluralidad de los módulos en forma tal que las superficies exteriores planas de la bandejas son paralelas. Por lo menos una banda conductiva de contacto múltiple está interpuesta entre superficies enfrentadas de las bandejas de módulos adyacentes en forma tal que las superficies exteriores planas de las bandejas son paralelas y cuando los módulos están comprimidos conjuntamente las bandas conductivas están interpuestas allí entre ellos

para establecer un contacto eléctrico positivo entre celdas adjuntas en una pluralidad de puntos.

La Patente US 4,664,770 describe un módulo para un electrolizador bipolar modular que comprende una carcasa formada de dos estructuras que tienen cada una un lado inferior que se extiende en un plano paralelo a planos que incluyen un ánodo y un cátodo. El ánodo y el cátodo están separados por una membrana y tanto el ánodo como el cátodo tienen una pluralidad de secciones perforadas y no perforadas dispuestas en paralelo. Un refuerzo de patrón de estructura metálica está colocado entre el ánodo y una superficie interna adyacente del lado inferior de una estructura y entre el cátodo y una superficie interna adyacente del lado inferior de la otra estructura. Una banda de contacto está unida a una superficie exterior de cada uno de los lados inferiores, las bandas de contacto de celdas adyacentes que están conectadas eléctricamente. También se proveen medios para conectar cada una de las bandas de contacto al refuerzo metálico y las secciones no perforadas en el electrodo en la estructura unida. Una membrana de partición se extiende entre el ánodo y el cátodo en cada uno de los módulos y un medio de empaque sella las estructuras a la membrana. Cuando un electrolizador se ensambla forrando una pluralidad de dichos módulos con la ayuda de dispositivos de tensión conocidos se asegura el contacto eléctrico entre módulos adyacentes mediante las bandas de contacto eléctricamente conductoras.

Hemos encontrado ahora que cuando los miembros eléctricamente conductivos sobre los cuales están montados las placas eléctricamente conductoras en las estructuras de electrodos de acuerdo con la presente invención están en forma de postes que llevan la carga, un módulo para un electrolizador bipolar modular puede prepararse a partir de dichas estructuras de electrodos. Un módulo tal es fácil de ensamblar y es particularmente fácil de montar y colocar con otros módulos en una estructura de electrolizador. Una buena conexión eléctrica entre un módulo y el siguiente se logra particularmente fácilmente. El porcentaje del área de la membrana que sufre electrólisis se mejora también significativamente en comparación con diseños modulares conocidos.

De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención se proporciona un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

a) una estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de ánodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente activa, (iii) medios, opcionalmente que comprende una pluralidad de

miembros que llevan carga, eléctricamente conductivos al cual el ánodo está unido electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) un puerto de salida para fluidos;

b) una estructura de cátodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente activa, (iii) una pluralidad de miembros que llevan carga eléctricamente conductivos a la cual el cátodo está unido electroconductivamente y que proporcionan trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) puerto de salida para fluidos;

c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela y se enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador que divide así el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

e) un medio para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador allí caracterizado porque

i) el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se provee con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y el receso de plato de la bandeja de la estructura del cátodo se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro de la estructura de ánodo de un módulo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera de la estructura del cátodo de un módulo adyacente en un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad de módulos; y

ii) opcionalmente una o más unidades bipolares de acuerdo con la presente invención, preferiblemente con postes que llevan carga eléctricamente conductivos, y separadores asociados interpuestos entre las estructuras de ánodo y cátodo.

El medio para aplicar presión a los empaques para sellar herméticamente el separador allí en el módulo preferiblemente se provee mediante pernos a través de orificios en las bridas. Sin embargo, no

excluimos la posibilidad de que se puedan utilizar medios alternativos para aplicar presión.

Donde los postes eléctricamente conductivos que llevan la carga en el módulo están provistos con portadores de corriente, cada poste está preferiblemente provisto con una tapa de aislamiento y más preferiblemente un orificio de emparejado se forma en la placa eléctricamente conductiva, particularmente cuando la placa eléctricamente conductiva tiene forma de malla. Cuando el orificio de emparejamiento se forma en la placa eléctricamente conductiva la tapa de aislamiento tiene preferiblemente forma de cojín.

De acuerdo con un adicional aspecto preferido de la presente invención se proporciona un electrolizador bipolar modular que comprende uno o más módulos ensamblados en una estructura de montaje en serie tanto mecánica como eléctricamente; y placas de distribución de corriente en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos de acuerdo con el aspecto preferido de la presente invención.

Cojines de transferencia de carga, eléctricamente aislantes, se colocan preferiblemente en los extremos de los postes que llevan la carga eléctricamente conductivos adyacentes la placa eléctricamente conductiva en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención y, cuando los postes llevan la carga, en los extremos de los postes adyacentes a la placa eléctricamente conductiva en el electrolizador bipolar de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención. Dichos cojines de aislamiento previenen el daño mecánico a la membrana y, puesto que la electrólisis no ocurre en estos puntos, la membrana no sufre de ningún daño de electrólisis.

Dichos cojines de aislamiento pueden elaborarse a partir de un material no conductivo que es resistente al ambiente químico dentro de la celda, por ejemplo fluoropolímeros tales como PTFE, FEP, PFA, polipropileno, CPVC y cauchos fluoroelastoméricos.

En el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención que comprende una pluralidad de módulos, el disco en receso de la bandeja del ánodo de un módulo y el disco en receso de la bandeja del cátodo de un módulo adyacente módulo están unidos eléctricamente, preferiblemente en los ápices de las proyecciones.

La conductividad eléctrica entre módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular puede lograrse mediante el uso de

interconectores o preferiblemente mediante por lo menos un contacto cercano entre módulos adyacentes.

La conductividad eléctrica entre módulos adyacentes puede mejorarse mediante la provisión de material que mejora las conductividades o dispositivo que mejora la conductividades en la superficie exterior de la bandejas. Como ejemplos del material que mejora las conductividades pueden mencionarse entre otros las espumas de carbono conductivo, grasas conductivas y revestimientos de un metal de alta conductividad, por ejemplo plata u oro.

Preferiblemente el dispositivo eléctrico que mejora las conductividades se utilizan para mejorar la conductividad eléctrica entre módulos adyacentes. Como ejemplos de dispositivos eléctricos que mejoran las conductividades pueden mencionarse entre otros placas bimetálicas eléctricamente conductivas soldadas al ánodo, placas bimetálicas unidas por explosión eléctricamente conductivas, dispositivos de metal electroconductivos, por ejemplo lavadores, o preferiblemente dispositivos de metal electroconductivos adaptados para (a) someter a abrasión o perforar la superficie de las bandejas cortando o golpeando a través de cualquier revestimiento eléctricamente aislante, por ejemplo una capa de óxido, y (b) por lo menos de inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la bandeja

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un dispositivo de metal electroconductivo adaptado para (a) someter a abrasión o perforar la superficie de las bandejas cortando o golpeando a través de cualquier revestimiento eléctricamente aislante, por ejemplo una capa de óxido, y (b) por lo menos inhibir la formación de una capa aislante entre el dispositivo y la superficie de la bandeja (al cual se hace referencia posteriormente por conveniencia como "dispositivo de abrasión").

El dispositivo de abrasión se proporciona con una o más proyecciones. Como un ejemplo de un dispositivo de abrasión se puede mencionar un lavador en estrella, por ejemplo, provisto con 18 proyecciones. Preferiblemente, sin embargo, el dispositivo de abrasión se provee con no más de seis proyecciones. Se prefiere a menudo, para estabilidad mecánica durante el ensamble de un electrolizador, que el dispositivo de abrasión se proporcione con por lo menos de tres proyecciones. Preferiblemente dichas proyecciones se proporcionan en ambos lados del dispositivo de abrasión.

Un dispositivo de abrasión está preferiblemente colocado en una proyección que se proyecta hacia adentro en el receso de plato en la bandeja de una estructura de ánodo para proporcionar contacto eléctrico entre la bandeja y la proyección emparejada que se proyecta hacia afuera en el receso de plato en la bandeja de una estructura de cátodo. Preferiblemente se proporcionan dispositivos de abrasión en cada proyección que se proyecta hacia adentro en el ánodo.

El dispositivo de abrasión puede elaborarse de un material eléctricamente conductivo que es suficientemente duro para cortar entre por lo menos una de la bandejas de la estructura de electrodos, particularmente un ánodo de titanio, para perforar cualquier revestimiento de óxido en él. Como ejemplos de adecuados metales a partir de los cuales dichos dispositivos de abrasión pueden prepararse pueden mencionarse entre otros acero al carbón, níquel, aleación de aleación o preferiblemente una aleación de berilio/cobre.

El dispositivo de abrasión puede unirse al ánodo, por ejemplo atornillando, soldando, o mediante pasadores utilizando una proyección metálica, por ejemplo Ti. Preferiblemente un dispositivo tal se agarra en forma tal que es libre de rotar por lo menos una extensión limitada.

El dispositivo de abrasión es preferiblemente reutilizable, es decir, puede utilizarse para hacer repetidas conexiones sin remplazo.

La presente invención se describirá posteriormente más en detalle mediante la referencia al uso de sus varios aspectos en aplicaciones de cloro/alcalino, por ejemplo electrólisis de salmuera.

El número de módulos y unidades bipolares en electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención se escogerá por una persona experta en el arte a la luz de entre otros el volumen de producción requerido, la potencia y el voltaje disponibles y algunas restricciones conocidas por el experto.

Típicamente, un electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención comprende 1 a 300 módulos.

Los electrolizadores bipolares de filtro y prensa y modulares de acuerdo con la presente invención pueden operar a presiones entre 50 y 600 kPa (0,5 y 6 bar), preferiblemente entre 50 y 150 kPa (500 y 1 500 mbar).

Un tubo de entrada se proporciona en el fondo de la estructura de electrodos, preferiblemente extendiéndose desde uno de sus lados hacia el otro, para permitir que el licor sea cargado. Por ejemplo, donde el electrolizador bipolar modular se va a utilizar para electrólisis de salmuera los tubos de entrada permiten que el cáustico sea cargado a la estructura de cátodo y la salmuera sea cargada a la estructura de ánodo. Preferiblemente el licor es alimentado al tubo de entrada desde un extremo únicamente.

Los puertos están espaciados a lo largo del tubo de entrada, preferiblemente equidistantemente para mejorar la distribución de alimentación de licor a través de la estructura de electrodos. Preferiblemente los puertos se forman en forma tal que cuando un deflector, como se describe posteriormente más completamente, se proporciona en la estructura de electrodos el licor descargado desde los puertos es dirigido dentro de la corriente de recirculación generada por el deflector. Las dimensiones de los puertos son tales que la caída de presión bajo el tubo de entrada se minimiza.

El número de puertos en el tubo de entrada para cualquier particular aplicación puede calcularse fácilmente por el experto. Típicamente, hay alrededor de 2 a 10, preferiblemente alrededor de 6, puertos por metro del tubo de entrada. Típicamente cada puerto es de alrededor de 1 a 3 mm de diámetro, preferiblemente alrededor de 2 mm de diámetro.

El tubo de suministro a través del cual se suministra el licor al tubo de entrada se elabora de un material no conductor y puede insertarse dentro de un tubo de entrada a cualquier profundidad, por ejemplo hasta que casi alcance el extremo muerto del tubo de entrada. En electrolizadores bipolares la longitud incrementada del tubo de suministro no conductor incrementa la longitud de la trayectoria del licor entre celdas en el electrolizador reduciendo consecuentemente la posibilidad de daño al electrolizador por corrosión de escape de corriente.

Los tubos de entrada se elaboran convenientemente del mismo material de las estructuras de electrodos que alimentan. Por ejemplo, cuando el ánodo se elabora de titanio o una aleación de él, el tubo de entrada al ánodo se elabora preferiblemente de titanio o una aleación de él y cuando el cátodo se elabora de níquel o una aleación de él, el tubo de entrada al cátodo se elabora preferiblemente de níquel o una aleación de él.

202
199

Como ejemplos de adecuados materiales no conductivos a partir de los cuales puede prepararse el tubo de suministro pueden mencionarse fluoropolímeros tales como PTFE, FEP y PFA.

La presencia de la(s) placa(s) eléctricamente conductiva(s) espaciada(s) las unas de las otras por el separador forma un área de electrólisis en electrodos bipolares modulares y de filtro y prensa.

El licor gastado y el gas producto se descargan desde la estructura de electrodos a través de un sistema de salida de gas/líquido que comprende una ranura de salida, un cabezal de salida donde ocurre la separación de gas/líquido y un puerto de salida. El daño al separador causado por la formación de un espacio de gas adyacente al separador en la región superior del área de electrólisis es por lo menos reducida, y a menudo eliminada, por la provisión del cabezal de salida en el área de no electrólisis encima del área de electrólisis en la estructura de electrodos.

En el sistema de salida, la mezcla de gas/líquido fluye hacia arriba desde el área de electrólisis a través de una ranura de salida encima de los compartimentos del electrolizador dentro del cabezal de salida. La profundidad de la ranura de salida, que corre a lo largo de todo el ancho sustancialmente de la estructura de electrodos, se escogerá en la luz, entre otros, de la densidad de corriente, el área de los electrodos y la temperatura tal que la fase de gas es dispersada como burbujas en una fase continua de líquido. La profundidad de la ranura de salida es típicamente de alrededor de 5 a 50%, preferiblemente alrededor de 10 a 30%, la profundidad de la estructura de electrodos, es decir la distancia entre el receso de plato y la placa de electrodos.

La mezcla de gas/líquido se separa rápidamente en el cabezal de salida, que corre a lo largo de sustancialmente todo el ancho de la estructura de electrodos. El área en sección transversal del cabezal de salida se escogerá en la luz, entre otros, de la densidad de corriente, el área del electrodo y la temperatura tal que el flujo estratificado horizontal gas/líquido a lo largo del cabezal, preferiblemente con una interfaz lisa se mantiene.

Las corrientes de gas y líquido dejan el cabezal de salida a través de uno o más puertos de salida, preferiblemente un puerto de salida, más preferiblemente dispuesto en uno de sus extremos. El área en sección transversal del puerto de salida se escogerá en la luz de, entre otros, la densidad de corriente, el área del electrodo y la temperatura tal que la película anular gas/líquido fluye hacia abajo a través del puerto de salida

con una película de líquido en la pared y un núcleo central de gas se obtiene preferiblemente.

El sistema de salida de gas/líquido descrito arriba tiene la ventaja de que la caída baja de presión evita la depresión de la interfaz de gas/licor en el área de electrólisis del sistema de electrodos eliminando consecuentemente el daño al separador causado por la formación de un espacio de gas adyacente al separador en la región superior del área de electrólisis. Una adicional ventaja del sistema de salida de gas/líquido es la minimización de las fluctuaciones de presión que causan daño físico al separador por abrasión a partir del contacto con la placa de electrodos. La película de líquido en la pared del tubo de salida proporciona una aún adicional ventaja incrementando la resistencia de la trayectoria del licor entre celdas en el electrolizador reduciendo así la posibilidad de daño al electrolizador por corrosión de escape de corriente.

En una modalidad preferida de la presente invención, el cabezal de salida de gas/líquido tiene forma de una estructura rectangular provista a lo largo de sustancialmente todo el ancho de la estructura de electrodos. La placa posterior del cabezal de salida es una extensión hacia arriba de la espalda de la bandeja en la dirección vertical de la estructura de electrodos. La placa posterior se comba a través de 90 grados perpendicular a la espalda de la bandeja en la dirección del electrodo para formar la placa superior del cabezal de salida y a través de adicionales 90 grados hacia abajo para formar la placa frontal del cabezal tal que el frente del cabezal es sustancialmente paralelo a la espalda del cabezal. La placa puede opcionalmente combarse hacia atrás a través de 90 grados hacia la placa posterior para formar el fondo del cabezal y hacia abajo a través de 90 grados para formar la placa frontal de la ranura de salida. Alternativamente, la placa frontal de la ranura de salida puede ser una continuación de la placa frontal del cabezal de salida.

En el fondo de la ranura de salida la placa frontal se comba a través de adicionales 90 grados perpendicular a y lejos de la placa posterior para formar la placa superior de la bandeja. Esta placa superior se comba entonces a través de adicionales 90 grados hacia arriba para formar la brida de la bandeja.

La altura de la brida define efectivamente la trayectoria de flujo vertical de gas/líquido a través de la ranura de salida y la caja rectangular arriba de la brida forma el cabezal de salida. Típicamente, la altura de la brida es de alrededor de 20 a 80% de la altura del cabezal de salida.

Los empaques para el sellado del separador entre la bridas en las bandejas en electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención, que pueden ser diferentes en las estructuras del ánodo y el cátodo, se elaboran de un material adecuado con apropiada resistencia química y propiedades físicas, por ejemplo una resina plastificada EPDM. Cuando un material no tiene una adecuada combinación de resistencia química y propiedades físicas un empaque elaborado a partir de un material que tiene adecuadas propiedades físicas puede proporcionarse con un forro químicamente resistente, por ejemplo elaborado de PTFE, en su borde interno.

El empaque puede estar en forma de una estructura, preferiblemente continua, tal que cuando dos empaques se colocan en cualquier lado de un separador y se aplica una carga vía las bandejas, se efectúa el hermético sellado del módulo.

Un empaque está colocado entre el ánodo y el separador y entre el cátodo y el separador.

Los electrolizadores de acuerdo con la presente invención pueden operarse a alta densidad de corriente, por ejemplo $> 4,5 \text{ kA/m}^2$.

El separador es preferiblemente una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable a electrolito. Sin embargo, no excluimos la posibilidad de que pueda ser un diafragma poroso permeable a electrolito.

Cuando el separador es una membrana de intercambio de iones puede formarse a partir de cualquier material adecuado de membrana de intercambio de iones.

Las membranas selectivas permeables a iones para la producción de cloro/alcalino son bien conocidas en el arte. La membrana es preferiblemente un material polimérico que contiene flúor que contiene grupos aniónicos. Preferiblemente es un polímero que contiene un grupo anión que contiene todos los enlaces C-F y no C-H. Como ejemplos de adecuados grupos anión pueden mencionarse $-\text{PO}_3^{2-}$, $-\text{PO}_2^{2-}$ o preferiblemente $-\text{SO}_3^-$ o $-\text{COO}^-$.

La membrana puede estar presente como una película de mono- o múltiples capas. Puede estar reforzada mediante laminación con o revestida en tela tejida u hoja microporosa. Adicionalmente, puede recubrirse en uno o ambos lados con un revestimiento particulado

200
202
JP

químicamente resistente para mejorar el humedecimiento y la liberación de gas.

Cuando una membrana que lleva un revestimiento de superficie se emplea en aplicaciones de cloro/alcalino el revestimiento de superficie se forma típicamente a partir de un óxido de metal inerte al ambiente químico, por ejemplo circonio.

Adecuadas membranas para aplicaciones de cloro/alcalino se venden, por ejemplo, bajo las marcas "Nafion" de E I Du Pont de Nemeurs y Co. Inc., "Flemion" de Asahi Glass Co. Ltd. y "Aciplex" de Asahi Chemical Co. Ltd.

El separador se coloca entre placas adyacentes de ánodo y cátodo y separa así la estructura del ánodo de la estructura del cátodo.

El intersticio ánodo/cátodo está adecuadamente en el rango de 3 mm a cero, preferiblemente de 1 mm a cero. Consecuentemente cuando el intersticio ánodo/cátodo es cero los ánodos y cátodos del módulo están en contacto con el separador.

En electrolizadores bipolares equipados con una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable, la solución acuosa de cloruro de metales alcalinos se carga a las estructuras de ánodos del electrolizador bipolar y cloro y solución acuosa agotada de cloruro de metales alcalinos se descarga desde las estructuras de ánodos del electrolizador bipolar e hidrógeno e hidróxido de metales alcalinos son descargados de las estructuras de cátodos del electrolizador bipolar.

La placa del ánodo en la estructura de electrodos puede ser metálica y la naturaleza del metal dependerá de la naturaleza del electrolito a ser electrolizado en el electrolizador. Un metal preferido es un metal que forma películas, particularmente cuando una solución acuosa de cloruros de metales alcalinos se va a electrolizar en el electrolizador. El metal que forma películas puede ser uno de los metales titanio, circonio, niobio, tantalio, o tungsteno o una aleación que consiste principalmente de uno o más de estos metales y que tienen propiedades de polarización anódica comparables a las del titanio. Se prefiere utilizar titanio solo o una aleación a base de titanio y que tiene propiedades de polarización anódica comparables a las del titanio.

La placa del ánodo tiene un revestimiento de material electroconductor electrocatalíticamente activo. Particularmente en el caso donde una solución acuosa de un cloruro de metales alcalinos se va a

electrolizar este revestimiento puede por ejemplo comprender uno o más metales del grupo del platino, es decir platino, rodio, iridio, rutenio, osmio y paladio.

Los materiales electroconductivos electrocatalíticamente activos para utilización como revestimientos del ánodo en un electrolizador son bien conocidos en el arte, por ejemplo como se describió en nuestras Patentes Europeas EP 0,052,986, EP 0, 1 07,934 y EP 0, 1 29,3 74.

Cualquier metal adecuado que es diferente del metal que forma películas del ánodo puede utilizarse para la placa del cátodo en la estructura de electrodos teniendo en cuenta, por supuesto, que el metal utilizado para la placa del cátodo sea conductivo y resistente al electrolito utilizado en la celda electrolítica. Preferiblemente la placa del cátodo se elabora de níquel o una aleación de níquel o de otro material que tiene una cara exterior de níquel o aleación de níquel. Por ejemplo, la placa del cátodo puede comprender un núcleo de otro metal, por ejemplo acero o cobre, y una cara exterior de níquel o aleación de níquel. Se prefiere el níquel o aleación de níquel teniendo en cuenta la resistencia a la corrosión de dichos materiales en una celda electrolítica donde una solución acuosa de cloruro alcalino se electroliza y teniendo en cuenta el sobre voltaje bajo del hidrógeno de largo término del níquel o la aleación de níquel.

La placa del cátodo puede tratarse para incrementar su área superficial, por ejemplo mediante soplado de grilla.

La placa del cátodo puede proveerse con un revestimiento electroconductivo electrocatalíticamente activo. Los materiales electroconductivos electrocatalíticamente activos para utilización como revestimientos de cátodos en un electrolizador son bien conocidos en el arte, por ejemplo tal como se describe en nuestras Patentes EP 0,479,423, WO 95/05499, WO 95/05498, EP 0,546,714, WO 96/24705, EP 0,052,986 y EP 0, 1 07,934.

La divulgación de las anteriormente mencionadas especificaciones de patentes se incorporan aquí a modo de referencia.

La placa de electrodos puede tener cualquier estructura deseada. Por ejemplo puede comprender una pluralidad de capas. Preferiblemente, sin embargo, cada placa de electrodos es una placa con orificios, es decir, puede ser perforada, o puede estar en la forma de un metal expandido, o puede ser una cuchilla tejida o no tejida, o labrada o en linterna. Más preferiblemente las placas del ánodo y el cátodo están en forma de mallas.

207
204

Tal como se mencionó aquí anteriormente, la bandeja en una estructura de electrodos será en general del mismo material de la placa eléctricamente conductiva. El material de la bandeja es típicamente de un espesor tal que la bandeja es flexible y preferiblemente resiliente.

Uno o más deflectores se proporcionan preferiblemente en las estructuras del ánodo y el cátodo para formar un primer canal entre un primer lado del deflector y la placa de electrodos y un segundo canal entre el segundo lado del deflector y el disco en receso de la bandeja, los primer y segundo canales que están en comunicación el uno con el otro, preferiblemente por lo menos de o adyacente a la parte superior y al fondo de la estructura de electrodos. El primer canal proporciona un elevador para que la salmuera llena de gas ascienda al cabezal de salida en la parte superior de la estructura de electrodos. El segundo canal proporciona un codo abajo para que la salmuera desgasificada caiga el fondo de la estructura de electrodos. Los deflectores están preferiblemente colocados verticalmente. Los deflectores utilizan el efecto de levantamiento de gas del gas generado para mejorar la circulación y el mezclado del licor lo cual produce algunas ventajas.

El mezclado mejorado en las estructuras del ánodo y el cátodo minimiza los gradientes de concentración y temperatura dentro de las estructuras incrementando así el tiempo de vida del revestimiento del ánodo y la membrana. En particular, en el estructura de ánodo el mezclado mejorado permite el uso de salmuera altamente acídica para obtener bajos niveles de oxígeno en el cloro sin el riesgo de daño a la membrana vía la protonación. La mejora en el mezclado de la estructura del cátodo permite la directa adición de agua desionizada para mantener constante la concentración del nivel cáustico después de que se retira el cáustico concentrado.

La provisión de una placa defleтора inclinada en la región superior de la estructura de electrodos incrementa adicionalmente la separación de gas/líquido acelerando el flujo ascendente de la mezcla de gas/líquido desde el área de la electrólisis mejorando así la coalescencia de las burbujas de gas.

Los deflectores se elaboran de material que es resistente al ambiente químico en la celda. Los deflectores en la estructura del ánodo pueden elaborarse de fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo titanio o una aleación de él. Los deflectores en la estructura del cátodo pueden elaborarse de un fluoropolímero o un metal adecuado, por ejemplo níquel.

208
205


En la estructura de ánodo los deflectores, cuando están presentes, están preferiblemente agarrados a las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja del ánodo. En la estructura del cátodo los deflectores, cuando están presentes, están preferiblemente agarrados a los postes.

Un deflector puede ser una estructura de una pieza que se extiende completamente a través de la estructura de electrodos en la horizontal dirección o preferiblemente comprende una pluralidad de piezas, por ejemplo dos, cada una de las cuales se extiende a través de la estructura de electrodos con un intersticio horizontal entre ellos. Cuando se utiliza un deflector de dos piezas la pieza menor promueve la recirculación del licor y la pieza superior ayuda a mantener una región en la parte superior de la estructura para colapsar la espuma cuando se opera a altas densidades de corriente.

En operación una pluralidad de electrolizadores bipolares de acuerdo con la presente invención pueden disponerse tal que son alimentados eléctricamente desde el mismo rectificador.

El licor es alimentado preferiblemente en paralelo a todos los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención desde los mismos cabezales de salmuera y cáustico.

Los licores de salmuera de salida y cáustico de salida salen preferiblemente en paralelo desde todos los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención hacia cabezales comunes de salmuera y cáustico.

Los módulos en el electrolizador bipolar modular de acuerdo con la presente invención están montados en un estructura que lleva la corriente y mantenidos conjuntamente mediante cualquier medio conveniente, por ejemplo medios de tornillo, mordaza, hidráulico y neumático.

Los electrolizadores modulares y bipolares de filtro y prensa de acuerdo con la presente invención son especialmente útiles en la fabricación de cloro mediante la electrólisis de las soluciones acuosas de cloruro de metales alcalinos, especialmente cloruro de sodio.

La estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención puede utilizarse como un dispositivo de distribución de corriente en una celda electrolítica equipada con una membrana de intercambio de iones la cual se denomina electrolito de polímero sólido.

209
206
X

La presente invención ha sido descrita con referencia a una estructura de electrodos adecuada para utilización en un electrolizador para la electrólisis de solución acuosa de haluro de metales alcalinos. Deberá entenderse, sin embargo, que la estructura de electrodos puede utilizarse en electrolizadores donde otras soluciones pueden electrolizarse, o en otros tipos de celdas electrolíticas, por ejemplo en celdas de combustible.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona una estructura de electrodos que comprende

(i) una bandeja con a receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes,

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva;

caracterizado porque

(a) los miembros eléctricamente conductivos, cuando están presentes, están en forma de postes; y

(b) cuando la estructura de electrodos es una estructura de ánodos el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia afuera.

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante la referencia a, pero no está limitada en ninguna forma por, los siguientes dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es una sección transversal de la parte superior de la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención en forma de una estructura de ánodos;

la Figura 2 es una sección transversal de la parte superior de la estructura de electrodos de acuerdo con la presente invención en forma de una estructura de cátodos;

la Figura 3 es una sección transversal de la parte superior de la unidad bipolar de acuerdo con la presente invención;

la Figura 4 es una sección transversal de la parte superior del módulo de acuerdo con la presente invención;

la Figura 5 es una vista isométrica que mira a la estructura de ánodos del módulo de acuerdo con la presente invención;

la Figura 6 es una sección transversal de la parte inferior del módulo de acuerdo con la presente invención; y

la Figura 7 es una vista isométrica y una vista de extremo de un dispositivo de abrasión;

En las Figuras 1 y 2, una bandeja (1) se forma con una brida (2) y un receso de plato (3) donde se forman proyecciones en cono truncado que se proyectan hacia adentro (4) (en la Figura 1) o proyecciones en cono truncado que se proyectan hacia afuera (5) (en la Figura 2). Un poste eléctricamente conductivo (6) sobre el cual se monta una araña (no mostrado) está eléctricamente conectado a cada proyección (4) o (5). Se observará que los postes asociados con la estructura de cátodos son considerablemente más largos que aquellos asociados con la estructura de ánodos. En el caso de la estructura de ánodos, los postes pueden omitirse en cuyo caso la placa del ánodo puede ya sea estar directamente conectada a la bandeja asociada o puede conectarse directamente a través de las arañas. Una placa de electrodos (8), típicamente en forma de una malla, está conectada a las arañas. Un cojín eléctricamente aislante (9) se proporciona entre el extremo del poste (6) y la placa de electrodos (8). En la localización de cada poste, las placas (8) tienen aberturas y los cojines (9) son recibidos dentro de dichos orificios. Las bridas (2) se proporcionan con bridas posteriores (2B, ver Figura 4) y orificios (10, 10B) diseñados para aceptar pernos (no mostrados) para unir con pernos una estructura de ánodos y una estructura de cátodos con dos empaques y una membrana para formar un módulo de acuerdo con la presente invención, (11) es un cabezal de salida.

La Figura 3 ilustra una unidad en la cual dos estructuras de electrodos están acopladas para formar un conjunto bipolar de electrodos para utilización en un electrolizador de filtro y prensa o una celda de

2H
208

combustible, las estructuras de electrodos en este caso están ensambladas con las proyecciones del ánodo y el cátodo anidadas (4, 5).

La Figura 4 ilustra una unidad en la cual las estructuras de electrodos están acopladas conjuntamente con un separador allí entre ellas para utilización en un electrolizador modular o en una celda de combustible. En ambos casos, se entenderá que una vez que el número de unidades ha sido ensamblado, el efecto neto será que adyacentes ánodos y cátodos, ya sean parte de la misma unidad o de unidades separadas, tendrán sus proyecciones (4) anidadas las unas con las otras.

En la Figura 5, la estructura de ánodos, con sus proyecciones (4) de cono truncado que se proyectan hacia adentro en la bandeja (3), se proporcionan con un tubo de suministro (15) que lleva al tubo de entrada de salmuera y un tubo de salida (16) de cloro y mezcla agotada de salmuera. La estructura de cátodos se proporciona con un tubo de suministro (17) que lleva al tubo de entrada (no mostrado) para cáustico y un tubo de salida para mezcla de hidrógeno y cáustico (18).

En la Figura 6, la estructura de ánodos se proporciona con (a) un tubo de suministro de ánodo (15) concéntrico con el tubo de entrada (19) formado con puertos (24) y (b) deflectores (21) montados sobre proyecciones que se proyectan hacia adentro (4). La estructura de cátodos se proporciona con (a) un tubo de suministro de cátodo (17) concéntrico con el tubo de entrada (20) formado con puertos (23) y (b) deflectores (22) montados sobre los postes (6). Los puertos 24, 23 en tubo de entradas (19) y (20) se forman tal que licor descargado desde ellos se dirige hacia la parte posterior de las bandejas detrás de los deflectores (21) y (22) para ayudar en el mezclado.

En la Figura 7, un dispositivo de abrasión (12) se proporciona con cuatro proyecciones agudas (34) en una cara del lavador (35) y cuatro proyecciones agudas (36) en la otra cara del lavador (35).

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de electrodos que comprende una
 - (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está colocado entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y el cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y

272
209
X

enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador y está herméticamente sellada al separador;

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un puerto de entrada para licor; y

(iv) un puerto de salida para fluidos;

caracterizada porque donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y, cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodos emparejada con las proyecciones que se proyectan hacia fuera en el receso de plato de la bandeja de una estructura adyacente de cátodos en un conjunto que comprende una pluralidad de las estructuras de electrodos.

2. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde la placa eléctricamente conductiva es flexible.

3. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde cada proyección está electroconductivamente conectada a un miembro electroconductivo.

4. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde las proyecciones están espaciadas unas de las otras en una primera dirección y en una dirección transversal a la primera dirección.

5. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 4 donde las proyecciones están espaciadas la misma distancia igual en la primera dirección y en la dirección transversal.

6. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde las proyecciones son en cono truncado.

7. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicación 1 donde los miembros eléctricamente conductivos tienen forma de postes.

8. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 7 donde los miembros eléctricamente conductivos comprenden cada uno un portador de corriente, preferiblemente un portador de corriente de múltiples patas, adyacente a la placa

273
210

eléctricamente conductiva para hacer contacto eléctrico de múltiples puntos con ella.

9. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 8 donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos provista con arañas relativamente no resortadas con patas cortas.

10. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 8 donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos provista con arañas relativamente no resortadas con patas largas.

11. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 10 donde un tubo de entrada se proporciona en el fondo de la estructura de electrodos, preferiblemente extendiéndose desde uno de sus lados hacia el otro.

12. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 11 donde los puertos están espaciados equidistantemente a lo largo del tubo de entrada.

13. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 12 donde las dimensiones de los puertos son tales que el gradiente de presión a lo largo del tubo de entrada se minimiza.

14. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 11 donde el licor es alimentado al tubo de entrada únicamente en un extremo.

15. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 11 donde el tubo de suministro al tubo de entrada se extiende a lo largo del tubo de entrada hasta que casi alcanza su extremo muerto.

16. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 11 donde el tubo de suministro al tubo de entrada se elabora de un material no conductivo y preferiblemente se extiende a lo largo del tubo de entrada.

17. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 1 donde uno o más deflectores se proporcionan allí para formar un primer canal entre un primer lado del deflector y la placa eléctricamente conductiva y un segundo canal entre el segundo lado del deflector y el receso de plato, donde el primer canal proporciona un elevador para ascender el electrolito lleno de gas al cabezal de salida en la

212
211

parte superior de la estructura y el segundo canal proporciona una esquina hacia abajo para que el electrolito desgasificado caiga en el fondo de la estructura.

18. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 17 donde los deflectores están colocados verticalmente.

19. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 17 donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos elaborada de titanio o una aleación de él, los deflectores se elaboran de titanio o una aleación de él y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos elaborada de níquel o una aleación de él, los deflectores se elaboran de níquel o una aleación de él

20. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 17 donde la estructura de electrodos es una estructura de ánodos, los deflectores están montados sobre proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja del ánodo y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, los deflectores montados en los postes.

21. Una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 17 donde el deflector comprende una pluralidad de piezas, cada una de las cuales se extiende a través de la estructura con un intersticio horizontal entre ellas.

22. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 7 donde los postes llevan carga.

23. Una estructura de electrodos como se reivindicó en la Reivindicación 22 donde los extremos de los postes que llevan carga están alineados con orificios en la placa eléctricamente conductiva.

24. Una unidad bipolar donde la bandeja de una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 1 que es una estructura de ánodos está unida a la bandeja de una estructura de electrodos tal como se reivindicó en la Reivindicación 1 que es una estructura de cátodos tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro de la estructura de ánodos se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera con la bandeja de la estructura de cátodos para formar una unidad bipolar.

25. Un aparato electrolizador bipolar de filtro y prensa que comprende

25
2/2
27

- a) un medio de distribución de corriente; y
- b) por lo menos una unidad bipolar montada en una estructura de montaje y ensamblada en serie tanto mecánica como eléctricamente,

caracterizada porque las unidades bipolares son unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24.

26. Un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

- a) una estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de ánodo, (iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos que llevan carga a los cuales el ánodo está unido electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo, (iv) puerto de entrada para licor y (v) puerto de salida para fluidos;

- b) una estructura de cátodos que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos que llevan carga a los cuales el cátodo está unido electroconductivamente y que proporcionan trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo, (iv) un puerto de entrada para licor y (v) un puerto de salida para fluidos;

- c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador el cual consecuentemente divide el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

- d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

- e) un medio para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador allí; donde

- i) el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodos se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y el receso de plato de la bandeja de la estructura de cátodos se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones formadas hacia adentro de la estructura de ánodos de un módulo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia fuera de la estructura de cátodos de un módulo adyacente en un electrolizador bipolar modular que comprende una pluralidad de módulos; y

- ii) opcionalmente una o más unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24, preferiblemente con postes

que llevan la carga eléctricamente conductivos, y separadores asociados interpuestos entre las estructuras de ánodos y cátodos.

27. Un aparato electrolizador bipolar modular que comprende uno o más módulos ensamblados en una estructura de montaje en series tanto mecánica como eléctricamente; y placas de distribución de corriente en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos como se reivindicó en la Reivindicación 26.

28. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 27 o un electrolizador bipolar de filtro prensa tal como se reivindicó en la reivindicación 25 donde la conductividad eléctrica entre los módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular o entre las estructuras de electrodos en la unidad bipolar se logra mediante el contacto directo entre módulos adyacentes o estructuras de electrodos adyacentes.

29. Aparato como se reivindicó en la Reivindicación 27 o un electrolizador bipolar de filtro prensa tal como se reivindicó en la reivindicación 25 donde la conductividad eléctrica entre los módulos adyacentes en el electrolizador bipolar modular o entre las estructuras de electrodos en la unidad bipolar se mejora mediante el uso de un material o dispositivo que mejora la conductividad entre módulos adyacentes o estructuras de electrodos adyacentes.

30. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 29 donde el dispositivo que mejora la conductividad es un lavador de metal eléctricamente conductivo adaptado para corte dentro de la bandeja.

31. El aparato como se reivindicó en la Reivindicación 30 donde un dispositivo que mejora la conductividad está colocado en cada una de las proyecciones que se proyectan hacia adentro en la bandeja de una estructura de ánodos para proporcionar contacto eléctrico entre las proyecciones que se proyectan hacia adentro y las proyecciones emparejadas que se proyectan hacia fuera en la bandeja de la estructura de cátodos de un módulo adyacente.

32. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde los miembros que llevan la carga eléctricamente conductivos a los cuales están unidas las placas de electrodos comprenden postes.

33. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 32 donde la relación de la

longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de cátodo con respecto a la trayectoria eléctricamente conductiva a través del poste de ánodo es de por lo menos 2:1, preferiblemente por lo menos de 4:1 y más preferiblemente por lo menos de 10:1.

34. Una araña para utilización en una estructura de electrodos la cual está unida electroconductivamente a un miembro electroconductivo al cual la placa eléctricamente conductiva está unida en forma tal que se mejora la distribución de corriente hacia la placa eléctricamente conductiva.

35. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 24 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde el medio para aplicar presión a los empaques para sellar herméticamente el separador a ellos se proporciona mediante pernos a través de orificios en las bridas.

36. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 donde cojines aislantes eléctricamente, que transfieren carga están colocados en los extremos de los postes adyacentes al electrodo.

37. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 donde el separador es una membrana de intercambio de iones sustancialmente impermeable a electrolito.

38. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 1 provisto con un cabezal de salida donde tiene lugar la separación gas/líquido, en uso, en el área de no electrólisis en cada estructura encima del área de electrólisis donde no hay membrana expuesta al licor.

39. Un módulo como se reivindicó en la Reivindicación 26 o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 donde el medio de empaque se elabora a partir de una resina plastificada EPDM.

40. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 39 donde el medio de empaque se proporciona con una nariz resistente a químicos en su borde interior.

41. Un módulo o un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 40 donde la nariz resistente a químicos se elabora a partir de PTFE.

42. Una estructura de electrodos que comprende

218
215

(i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para sentar o soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes,

(ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja;

(iii) un medio, que opcionalmente comprende una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa eléctricamente conductiva está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva;

donde (a) los miembros eléctricamente conductivos están en forma de postes por lo menos en el caso donde la estructura de electrodos comprende una estructura de cátodos y (b) donde la estructura de electrodos es un ánodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y donde la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia afuera.

43. Un dispositivo de abrasión tal como se define aquí.

44. Un proceso para la electrólisis de un haluro de metal alcalino caracterizado porque se lleva a cabo en un electrolizador bipolar como se reivindicó en la Reivindicación 25 o 27.

45. Un método de producir un electrolizador bipolar de filtro y prensa como se reivindicó en la Reivindicación 25 que comprende montar medios de distribución de corriente y por lo menos una unidad bipolar en una estructura de montaje y ensamblarlos en series tanto mecánica como eléctricamente, caracterizado porque las unidades bipolares son unidades bipolares como se reivindicó en la Reivindicación 24.

46. Un método para producir un electrolizador bipolar modular como se reivindicó en la Reivindicación 27 que comprende ensamblar uno o más módulos en una estructura de montaje en series tanto mecánica como eléctricamente y proporcionar placas de distribución de corriente en cada extremo del electrolizador, caracterizado porque los módulos son módulos como se reivindicó en la Reivindicación 26.

47. Un módulo para utilización en un electrolizador bipolar modular que comprende

a) un estructura de ánodo que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) un placa

212
216
12

de ánodo que opcionalmente tiene una superficie electrocatalíticamente activa, (iii) un medio, opcionalmente en forma de una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales la placa del ánodo está unida electroconductivamente, proporcionando trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del ánodo;

b) un estructura de cátodos que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia, (ii) una placa de cátodo que tiene opcionalmente una superficie activa electrocatalíticamente, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales el cátodo está unido electroconductivamente y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa del cátodo;

c) un separador colocado entre la placa del ánodo y la placa del cátodo tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo por el separador que consecuentemente divide el módulo en compartimentos separados de ánodo y cátodo;

d) un medio de empaque que sella el separador entre las bridas en la periferia de las bandejas; y

e) un medio para aplicar presión al medio de empaque para sellar herméticamente el separador a él;

donde la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva entre la bandeja del ánodo y la placa del ánodo es más corta que la longitud de la trayectoria eléctricamente conductiva entre el cátodo bandeja y la placa del cátodo.

48. Un empaque adaptado para sellar el separador entre las bridas sobre la periferia de las bandejas en un módulo tal como se reivindicó en la reivindicación 26.

EXTRACTO

Una estructura de electrodos para utilización, por ejemplo, en a electrolizador bipolar que comprende (i) una bandeja con un receso de plato y una brida alrededor de su periferia para soportar un medio de empaque para sellar un separador entre las bridas en estructuras de electrodos adyacentes, cuyo separador está dispuesto entre la superficie del ánodo de una primera estructura de electrodos y el cátodo de una segunda estructura de electrodos tal que la superficie del ánodo es sustancialmente paralela a y enfrenta pero está aislada y espaciada de la superficie del cátodo mediante el separador y está herméticamente sellada al separador, (ii) una placa eléctricamente conductiva espaciada de la bandeja, (iii) una pluralidad de miembros eléctricamente conductivos a los cuales está unida electroconductivamente una placa eléctricamente

200
217


conductiva y que proporciona trayectorias eléctricamente conductivas entre la bandeja y la placa eléctricamente conductiva, (iv) un puerto de entrada para electrolito y (v) puertos de salida para líquidos y gases cuando la estructura de electrodos es un estructura de ánodo, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia adentro y cuando la estructura de electrodos es una estructura de cátodos, el receso de plato se proporciona con una pluralidad de proyecciones que se proyectan hacia fuera tal que las proyecciones que se proyectan hacia adentro en el receso de plato de la bandeja de la estructura de ánodo se emparejan con las proyecciones que se proyectan hacia afuera en el receso de plato de la bandeja de una estructura adyacente de cátodos en un electrolizador bipolar que comprende una pluralidad de estructuras de electrodos.

ES TRADUCCIÓN FIEL Y COMPLETA DEL DOCUMENTO
ANEXO TERMINADA ESTE 2 DE SEPTIEMBRE, 2000.