

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



**PATENTE DE INVENCION**

19 ES

11

21

22

NUMERO

461.357

10 A 1

FECHA DE PRESENTACION

4-8-77

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
32489/76	4 de Agosto de 1.976	Inglaterra.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C25B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Perfeccionamientos en unidades bipolares para celdas electroliticas.		
71 SOLICITANTE (S)		
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, entidad británica.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
residente en Imperial Chemical House, Millbank, Londres SW1P 3JF, Inglaterra.		
72 INVENTOR (ES)		
THOMAS WESLEY BOULTON.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se relaciona con una unidad bipolar y con una celda electrolítica que incorpora la unidad bipolar, particularmente una celda electrolítica para la electrolisis de soluciones acuosas de cloruros de metal alcalino.

5. En la operación de una celda de diafragma o de membrana del tipo bipolar, resulta ventajoso operar con una distancia lo más pequeña posible entre el ánodo y el cátodo (espacio ánodo/cátodo) a fin de mantener al mínimo las pérdidas óhmicas, y por lo tanto la tensión de la celda. En celdas bipolares de diseño reciente, la unidad bipolar comprende un
10. ánodo que tiene convenientemente la forma de una placa de un metal filmógeno, por lo general titanio, llevando la placa un recubrimiento electrocatalíticamente activo, por ejemplo un óxido de metal del grupo del platino, y un cátodo que tiene convenientemente la forma de una placa de metal perforada, por
15. ejemplo foraminada, comúnmente de acero dulce, estando el ánodo y el cátodo eléctricamente unificados entre sí conductivamente. Los diafragmas o membranas están dispuestos entre sucesivas unidades bipolares dispuestas en serie en la celda, de
20. modo que el ánodo de una unidad bipolar enfrenta al cátodo de la unidad bipolar adyacente. La celda comprende también unidades de ánodo y cátodo terminales. Los diafragmas o membranas se encuentran por lo general en contacto con el cátodo foraminado y, a fin de lograr un espacio ánodo-cátodo pequeño sin
25. al mismo tiempo dañar el diafragma o membrana, es necesario tener considerable cuidado de fabricar ánodos que tienen un grado apropiado de lisura y también es necesario mantener esta lisura durante el tratamiento con calor involucrado al recubrir el ánodo con un recubrimiento electrocatalíticamente activo.
30. Además, se debe tener considerable cuidado durante el arma

do de la unidad en una celda electrolítica, para evitar daños a los diafragmas o membranas.

5. Se ha ideado ahora una unidad bipolar para el uso en celdas electrolíticas bipolares que permite el uso de espacios ánodo/cátodo muy pequeños o aún cero en ésta clase de celdas, sin daños para los diafragmas o membranas, y que se pueden fabricar sin recurrir a la considerable exactitud que es necesaria en unidades bipolares que comprenden ánodos de placa.

10. La presente invención provee una unidad bipolar para una celda electrolítica, que comprende:

15. a) un ánodo que comprende un grupo de miembros alargados de un metal filmógeno que llevan sobre por lo menos una parte de sus superficies un recubrimiento electrocatalíticamente activo, estando los miembros eléctricamente montados conductivamente sobre una hoja de metal filmógeno y proyectándose desde la misma, de modo que una parte de los miembros queda situada en un plano lateralmente espaciado de la hoja y

20. b) un cátodo que comprende un grupo de miembros metálicos alargados eléctricamente montados conductivamente sobre una hoja metálica y proyectándose desde la misma de modo que una parte de los miembros queda situada en un plano lateralmente espaciado con respecto a la hoja, siendo flexibles los miembros alargados de por lo menos uno de los grupos y estando eléctricamente unificadas conductivamente entre sí las hojas de metal filmógeno del ánodo y del cátodo.

25. Para el cátodo puede utilizarse cualquier metal apropiado que sea diferente del metal filmógeno del ánodo, aunque naturalmente bajo la condición de que el metal utilizado para el cátodo sea conductivo y sea resistente al electrólito utilizado en la celda electrolítica. El metal del cátodo es con-

30.

venientemente hierro o acero, y en lo que sigue, se describirá la invención con referencia al hierro o acero como metal del cátodo, aunque se puede emplear otros metales, por ejemplo níquel.

5. Puesto que los miembros alargados de por lo menos uno de los grupos son flexibles, es posible armar las unidades bipolares en una celda electrolítica con poco o ningún daño resultante para el diafragma o membrana que está dispuesto entre las unidades en el caso de que los grupos de miembros alargados entraran en contacto con el diafragma o membrana. El cátodo que se produjera el contacto, se podrá reducir o evitar el daño al diafragma o membrana, puesto que los miembros alargados son capaces de flexionarse hacia la hoja de metal filmógeno y/o hacia la hoja de hierro o acero, según sea el caso.

10. En la unidad bipolar se prefiere que una parte substancial de cada uno de los miembros alargados del ánodo esté lateralmente espaciada con respecto a la hoja de metal filmógeno y substancialmente paralela a la misma, y de manera similar se prefiere que una parte substancial de cada uno de los miembros alargados del cátodo esté lateralmente espaciada con respecto a la hoja de hierro o acero y sea substancialmente paralela a esta última.

15. Las partes de los miembros alargados de metal filmógeno que están situadas en un plano, son de preferencia substancialmente paralelas entre sí y similarmente las partes de los miembros alargados de hierro o acero que están situadas en un plano son de preferencia substancialmente paralelas entre sí.

20. Los miembros alargados, tanto del ánodo como del cátodo, afectan de preferencia la forma de alambres o varillas. Se puede hacer los miembros alargados ya sea rígidos o flexibles,

30.

controlando su forma y dimensiones, tal como su espesor. Por ejemplo, alambres o varillas substancialmente rectos están doblados en un extremo o cerca del punto de fijación a la hoja de metal filmógeno (ánodo) u hoja de hierro o acero (cátodo)

5. pueden ser esencialmente rígidos, mientras que se puede obtener flexibilidad doblando los alambres o varillas en dos o más lugares, por ejemplo para formar lazos. También, cuanto mayor es el espesor del alambre o varilla, tanto mayor será la rigidez del mismo.

10. Un espesor apropiado para los alambres o varillas está comprendido en la gama de 1 a 6 mm, de preferencia 2 a 4 mm, por ejemplo 3 mm.

15. En vista del mayor costo del metal filmógeno con relación a hierro o acero y la conductividad en general menor de éstos metales, se prefiere emplear miembros alargados de metal filmógeno que sean lo más cortos posible. En vista de la mayor longitud del miembro alargado que se requiere por lo general para lograr flexibilidad, se prefiere que los miembros alargados flexibles sean los que se encuentran sobre el cátodo más bien que sobre el ánodo. Sin embargo, si así fuera conveniente, podrán ser flexibles los miembros alargados tanto del ánodo como del cátodo.

20. En una unidad bipolar especialmente preferida, los miembros alargados del ánodo son substancialmente rígidos y los miembros alargados del cátodo son flexibles. Por ejemplo, los miembros alargados del ánodo pueden comprender cada uno un solo doblez mientras que los del cátodo pueden comprender dos o más dobleces en forma de un lazo.

25. Se puede fijar los miembros alargados, tanto del ánodo como del cátodo, a sus correspondientes hojas de metal me  
30.

diante soldaduras, por ejemplo con el uso de soldadura por descarga de capacitor. En el ánodo preferido, que comprende miembros alargados que afectan la forma de alambres o varillas, se puede doblar cada miembro cerca de uno de los extremos y fijarlo a la placa de metal filmógeno mediante soldadura por descarga de capacitor. En el cátodo preferido, cada lazo puede tener un extremo libre que se puede fijar a la hoja de hierro o acero mediante soldadura por descarga de capacitor.

10. Bajo la expresión "un metal filmógeno" debe entenderse aquí uno de los metales titanio, circonio, niobio, tantalio o tungsteno, o una aleación que consiste principalmente en uno de éstos metales y que tiene propiedades de polarización que son comparables a las del correspondiente metal. Se prefiere utilizar titanio solamente o una aleación a base de titanio y que tiene propiedades de polarización comparables con las del titanio. Ejemplos de estas aleaciones de titanio-circonio que contienen hasta 14% de circonio, aleaciones de titanio con hasta 5% de un metal del grupo del platino, por ejemplo platino, rodio, o iridio, y aleaciones de titanio con niobio o tantalio que contienen hasta 10% del constituyente de aleación.

25. El recubrimiento electrocatalíticamente activo es un recubrimiento conductor que es resistente al ataque electroquímico pero que es activo en transferir electrones entre electrólito y ánodo. Por lo menos aquellas partes de los miembros alargados del ánodo que están lateralmente espaciadas de la hoja de metal filmógeno, llevan convenientemente un recubrimiento electrocatalíticamente activo. Si así fuera conveniente, la totalidad de los miembros alargados y opcionalmen

30.

te la hoja de metal filmógeno pueden llevar un recubrimiento electrocatalíticamente activo.

5. El material electrocatalíticamente activo puede consistir convenientemente en uno o más metales del grupo del platino, es decir platino, rodio, iridio, rutenio, osmio y paladio, y/o aleaciones de dichos metales, y/o sus óxidos, u otros metales o un compuesto que actue como un ánodo que sea resistente a la disolución electroquímica en la celda, por ejemplo renio, trióxido de renio, magnetita, nitruro de titanio y
10. los boruros, fosfuros y siliciuros de los metales del grupo del platino. El recubrimiento puede consistir en uno o más de dichos metales del grupo del platino y/o sus óxidos, en mezcla con uno o más óxidos de metal no noble. También puede consistir en uno o más óxidos de metal no noble solamente, a
15. una mezcla de uno o más óxidos de metal no noble y un catalizador de descarga de cloruro de metal no noble. Óxidos de metal no noble apropiados son por ejemplo óxidos de los metales filmógeno (titanio, circonio, niobio, tantalio o tungsteno), bióxido de estaño, bióxido de germanio y óxidos de antimonio,
20. catalizadores de descarga de cloro que son apropiados incluyen los bifluoruros de manganeso, hierro, cobalto, níquel y mezclas de los mismos. Recubrimientos electrocatalíticamente activos especialmente apropiados, de acuerdo con la presente invención, incluyen el platino mismo y los basados en bióxido de rutenio/bióxido de estaño/bióxido de titanio.
- 25.

30. Otros recubrimientos apropiados incluyen los descritos en la patente británica numero 1.402.414 y la solicitud de patente británica 49.898/73 (patente belga 821.470), ambas de la misma solicitante, en que un material refractario fibroso o en partículas no conductor está embutido en una ma-

- triz de un material electrocatalíticamente activo (del tipo descrito más arriba). Materiales fibrosos o en partículas no conductores apropiados incluyen óxidos, fluoruro, nitruros y sulfuros. Oxidos apropiados, que incluyen óxidos complejos, incluyen circonio, alúmina, sílice, óxido de torio, bióxido de titanio, óxido cerico, óxido de hafnio, pentóxido de ditantalio, aluminato de magnesio, por ejemplo espinela  $MgO \cdot Al_2O_3$ , aluminosilicatos como ser mullita  $(Al_2O_3)_3 (SiO_2)_2$ , silicato de circonio, vidrio, silicato de calcio, tal como bellita  $(CaO)_2SiO_2$ .
5. aluminato de calcio, titanato de calcio tal como perovskita  $CaTiO_3$ , attapulguita, caolinita, asbesto, mica, codierita y bentonita; sulfuros apropiados incluyen trisulfuro de dicerio; nitruros apropiados incluyen nitruro de boro y nitruro de silicio; y fluoruro apropiados incluyen fluoruro de calcio. Un material refractario no conductor preferido es una mezcla de silicato de circonio y óxido de circonio, por ejemplo partículas de silicato de circonio y fibras de óxido de circonio.
- 10.
- 15.

- Se puede recubrir las partes de los ánodos de la unidades bipolares de la presente invención, que deben ser recubiertas con un recubrimiento electrocatalíticamente activo, utilizando una técnica de pintura y horneado en que se forma un recubrimiento de metal y/u óxido de metal sobre la superficie del ánodo, por ejemplo sobre la superficie de los miembros anódicos alargados, aplicando a la superficie de los miembros anódicos una capa de una composición de pintura que comprende un vehículo líquido y compuestos térmicamente disponibles de cada uno de los metales que deben estar presentes en el recubrimiento terminado, secando la capa de pintura por evaporación del vehículo líquido, y horneado entonces la capa de pintura por calentamiento del ánodo recubierto,
- 20.
- 25.
- 30.

- convenientemente a una temperatura comprendida en la gama de 250°C a 800°C, para descomponer los compuestos de metal de la pintura y formar un recubrimiento que tiene la composición de seada. Cuando se debe embutir partículas o fibras refractarias en el metal y/u óxido de metal del recubrimiento, se puede mezclar las partículas o fibras refractarias con la mencionada composición de pintura antes de aplicarla al ánodo. También es posible aplicar las partículas o fibras refractarias a una capa de la mencionada composición de pintura mientras todavía se encuentra en estado fluido sobre la superficie del ánodo, secándose entonces la capa de pintura por evaporación del vehículo líquido y horneando en la manera usual.
- 5.
- 10.

- Se acumula de preferencia el recubrimiento electrocatalíticamente activo del ánodo de la unidad bipolar, aplicando una pluralidad de capas de pintura sobre el ánodo, secándose y horneándose cada capa antes de aplicar la capa siguiente.
- 15.

- La unificación de la hoja de metal filmógeno con la hoja de hierro o acero puede llevarse a cabo por ejemplo mediante soldadura común o soldadura de bronce de las hojas entre sí. Un método particularmente apropiado de soldadura es el descrito en la patente británica número 1.236.997 de la misma solicitante. En éste método, se recubre la hoja de metal filmógeno con un metal o aleación "estañador", calentando la hoja mientras la superficie que debe ser recubierta está cubierta con un metal o aleación estañador en estado fundido mientras se mueve una sonda ultrasónicamente excitada substancialmente sobre la totalidad de la superficie que se desea recubrir, estando la sonda en contacto con la superficie y con el metal o aleación fundidos. A la hoja recubierta así obtenida se la suelda entonces a la hoja de hierro o acero que ha sido pre-esta
- 20.
- 25.
- 30.

ñada mediante medios convencionales.

5. El metal o aleación "estañador" es un metal o aleación que formará un recubrimiento sobre una hoja de metal filmógeno o aleación del mismo y que permitirá usar la hoja recubierta, así obtenida, en un proceso convencional de soldadura. Metales estañadores apropiados incluyen estaño, cinc y cadmio. Aleaciones estañaduras apropiadas incluyen aleaciones binarias de estaño con cinc, plomo, antimonio o bismuto y aleación ternarias que contienen estaño, por ejemplo una aleación estaño/cinc/plomo. Se prefiere utilizar una aleación de cinc y estaño.

10. En el método, el metal o aleación estañador fundido se encuentra convenientemente a una temperatura comprendida en la gama de 350 a 450°C y la sonda tiene convenientemente una frecuencia de resonancia de aproximadamente 20 Hz. Para otros detalles del procedimiento de estañado ultrasónico, se podrá consultar la mencionada patente británica número 1.236.997.

15. El pre-estañado de la hoja de hierro o acero puede llevarse convenientemente a cabo en la manera convencional calentando la superficie, que se debe unificar con por ejemplo una aleación de plomo/estaño o una aleación de plomo/bismuto. Si así fuera conveniente, el metal o aleación estañador puede ser el mismo para el estañado tanto de la hoja de metal filmogéno como de la hoja de hierro o acero.

20. Para soldar entre sí las hojas se puede emplear una amplia gama de aleaciones. Aleaciones de soldadura apropiadas incluyen por ejemplo aleaciones de plomo/estaño o aleaciones de plomo/bismuto.

25. También es posible unificar la hoja ultrasónicamente pre-estañada de metal filmógeno con la hoja de hierro o acero,

- 30.

- utilizando un cemento eléctricamente conductor como el descrito en la solicitud de patente británica copendiente número 51.227/73 (patente belga 821.727) de la misma solicitante. Se puede emplear cualquier cemento apropiado, incluyendo resinas epoxílicas cargadas con un polvo de metal conductor, por ejemplo plata o cinc. En general, las resinas epoxílicas comprenden el producto de condensación de bis-fenol A con epíclorhidrina y se puede endurecer las resinas con un agente formador de ligaduras cruzadas apropiado, por ejemplo una amina. Los cementos contienen de preferencia entre 50 y 90% en peso de metal. Cuando se utiliza estos cementos es deseable aplicar el cemento a las hojas, que deben ser unificadas, y sostener entonces las hojas entre sí bajo una presión aplicada de por ejemplo 1,4 a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> mientras se cura el cemento, por ejemplo a una temperatura de 100 a 180°C.

- En una forma preferida de llevar a la práctica la presente invención, se puede unificar las hojas de metal filmógeno y las hojas de hierro o acero mediante una pluralidad de pernos de cobre, por ejemplo pernos de cobre-pre-estañados, siendo entonces soldados dichos pernos por descarga de capacitor a la hoja de hierro o acero, y luego se los sueldan a la hoja del metal filmógeno.

- De acuerdo con otra forma de poner en práctica la presente invención se provee una celda bipolar que comprende:

- a) un ánodo terminal de un metal filmógeno que tiene sobre una de sus superficies un recubrimiento electrocatalíticamente activo,
- b) un cátodo de metal terminal substancialmente paralelo a dicho ánodo, y
- c) interpuesta entre dicho cátodo y ánodo, por lo

5. menos una unidad bipolar de la presente invención, estando dis-  
puestos el cátodo, la unidad bipolar o unidades bipolares y el  
ánodo en serie de modo que cada superficie de cátodo sea subs-  
tancialmente paralela a una superficie de ánodo adyacente y la  
enfrente, pero aislada y espaciada de la misma, mediante un sepa-  
rador de modo de formar así compartimentos anódicos y catódicos,  
estando provisto el compartimento anódico de una entrada de  
electrolito y salidas de líquidos y gases, y estando provisto  
dicho compartimento catódico de salidas para líquidos y gases.

10. El ánodo terminal y el cátodo terminal son de prefe-  
rencia del mismo diseño que las partes anódicas y catódicas, res-  
pectivamente, de la unidad bipolar de acuerdo con la presente in-  
vención.

El separador puede ser un diafragma poroso o una membra-  
na permutadora de cationes.

15. Se puede emplear cualquier material apropiado para dia-  
fragma, aunque se prefiere utilizar diafragmas de fluoro políme-  
ro poroso, por ejemplo politetrafluoretileno. Se puede preparar  
diafragmas apropiados a partir de dispersiones acuosadas de po-  
litetrafluoretileno y un material de carga separable, mediante  
20. los métodos descritos en las patentes británicas 1.081.046 y  
1.424.804, de la misma solicitante. Se puede separar el material  
de carga antes de introducir el diafragma en la celda, por ejem-  
plo por tratamiento con ácido para disolver el material de car-  
ga. También se puede separar el material de carga del diafragma  
25. in situ en la celda, por ejemplo en la manera descrita en la pa-  
tente británica 1.468.355 de la misma solicitante, en que ya  
sea se utiliza ácido que contiene un inhibidor de corrosión pa-  
ra disolver el material de carga o se separa el material de  
30. carga electrolíticamente.

- También se puede formar el diafragma a partir de hojas de material polímero poroso que contiene unidades derivadas de tetrafluoretileno, teniendo dicho material una microestructura que se caracteriza por nodos interconectados por fibrillas. Se describe el mencionado material polímero y su preparación en la patente británica 1.355.373, y se describe su uso como diafragma en celdas electrolíticas en las solicitudes de patente británica 23.275/74 y 23.316/74 (patente belga 829.388) de la misma solicitante.
- 5.
10. Se puede formar también el diafragma mediante un procedimiento de hilado electrostático. Se describe un procedimiento en la solicitud de patente británica 41.273/74 (patente belga 833.912) de la misma solicitante, e involucra introducir un líquido de hilado que comprende un material polímero fibrogéneo orgánico, por ejemplo un polímero fluorado tal como politetrafluoretileno, en un campo eléctrico de modo que las fibras serán retiradas, del líquido hacia un electrodo, y recogiendo las fibras, así producidas sobre el electrodo en la forma de un producto poroso o masa porosa.
- 15.
20. Como membrana se puede utilizar cualquier material de membrana permutadora de cationes apropiado. En general, estos materiales están hechos con material polímero orgánico sintético sobre el cual han sido injertado grupos permutadores de cationes, por ejemplo grupos sulfonado, carboxilato o sulfonamida. En particular, son útiles los fluoropolímeros sintéticos capaces de soportar las condiciones en la celda durante prolongados periodos de tiempo, por ejemplo las membranas de ácido perfluorsulfónico fabricadas y vendidas por E I du Pont de Nemours and Company bajo la denominación comercial "NAFION" y que se basan en copolímeros de tetrafluoretileno y éteres
- 25.
- 30.

vinílicos fluorados. Se describe estas membranas por ejemplo en las patentes norteamericanas 2.636.851, 3,017.338, 3.496.077 3.560.568, 2.967.807 y 3.282.875 y en la patente británica 1.184.321.

5. Cuando la celda comprende una membrana permutadora de cationes, el compartimento catódico estara provisto de una entrada para líquido.

10. El espacio ánodo/cátodo está convenientemente comprendido en la gama de 3 a 0 mm y de preferencia 1 a 0 mm. Por lo tanto, cuando el espacio ánodo/cátodo es cero los miembros alargados tanto del ánodo como del cátodo, es decir de los ánodos y cátodos en las unidades bipolares o del ánodo y cátodo terminales, según sea el caso, estarán en contacto con el separador.

15. Es una ventaja de la presente invención que, al utilizar membranas por ejemplo de "NAFION" que la membrana puede estar soportada entre miembros alargados del ánodo y del cátodo de la unidad bipolar o del ánodo y cátodo terminales, impidiendo así una excesiva deformación de la membrana cuando tiene lugar el hinchamiento durante el uso en una celda electrolítica.

20. Se puede sostener entre sí las unidades bipolares, y el ánodo y cátodo terminales que componen la celda, mediante cualquier medio conveniente como por ejemplo mediante buzones, gomas, y gatos hidraulicos o neumáticos.

25. La celda bipolar es especialmente útil en la fabricación de cloro por electrolisis de soluciones acuosas de cloruro de metal alcalino, especialmente soluciones de cloruro de sodio.

30. Se ilustra la presente invención en los dibujos que

se acompaña, en los cuales:

La figura 1 es una vista en elevación de una sección transversal de una unidad bipolar de acuerdo con la presente invención;

5.

La figura 2, es una vista esquemática del lado catódico de la unidad bipolar de la figura 1; y

La figura 3 es una vista en elevación de un corte transversal de solamente una parte de una celda electrolítica que contiene una unidad bipolar, un cátodo terminal, un ánodo terminal, y separadores entre ánodos y cátodos.

10.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, la unidad bipolar comprende un ánodo que consiste en una hoja de titanio

1 que lleva una pluralidad de alambres de titanio 2 sustancialmente rígidos de un espesor de 3 mm, cada uno de los cuales

15.

tiene un solo doblez 3 y que están soldados con pernos por descarga de capacitor en 4 a la hoja 1. Cada uno de los alambres 2 tiene una parte recta 5 que es paralela a la hoja 1 y lateralmente desplazada con respecto a la misma, y los alambres 2 están alineados en hileras uno encima del otro, de

20.

modo que las partes rectas 5 en cada hilera son sustancialmente paralelas entre sí y situadas en un plano. Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, la parte de cátodo de la unidad bipolar consiste en una hoja de acero dúctil 6 que lleva una

25.

pluralidad de alambres de acero dúctil 7 de un espesor de 3 mm que están soldados con pernos por descarga de capacitor en 8 a la hoja 6. Los alambres 7 tienen partes rectas 9 y tienen dobleces 10 y 11 formando un lazo para dar flexibilidad a los alambres. Los alambres 7 están dispuestos en hileras unos encima de los otros, de modo que las partes rectas 9 en cada hilera

30.

son sustancialmente paralelas entre sí y situadas en un pla

no.

Los alambres de ánodo de titanio 2 están provistos de un recubrimiento electrocatalíticamente activo, por ejemplo óxido de rutenio y bióxido de titanio, por lo menos sobre la parte recta 5.

5. El dorso de la hoja de titanio 1 está eléctricamente unificada conductivamente a la hoja de acero dúctil 6 de modo de formar una unidad bipolar de acuerdo con la invención. Se forma de preferencia las unidades bipolares mencionadas más arriba, soldando hojas de titanio ultrasónicamente pre-esta-
10. ñadas, por ejemplo usando una aleación de cinc/estaño, a una hoja pre-estañada de acero dúctil.

- Haciendo referencia a la figura 3, la celda electrolíticamente contiene una unidad bipolar del tipo descrito con referencia a las figuras 1 y 2 y comprende un ánodo de hoja de
15. titanio 1 que lleva una pluralidad de alambres de titanio 2 substancialmente rígidos que tienen un recubrimiento electrocatalíticamente activo, eléctricamente unificados conductivamente con un cátodo de hoja de acero dúctil 6 que lleva una pluralidad de alambres de acero dúctil flexibles en lazos 7.

20. La celda comprende también un ánodo de hoja de titanio terminal 12 que lleva una pluralidad de alambres de titanio 13 substancialmente rígidos con recubrimiento electrocatalíticamente activo y un cátodo de hoja de acero dúctil terminal 14 que lleva una pluralidad de alambres de acero dúctil flexi-
25. bles con lazos 15.

- Un separador 16 está dispuesto entre los alambres del ánodo terminal 12 y los alambres del cátodo 6 de la unidad bipolar y puede encontrarse en contacto con los mismos, y un separador 17 está dispuesto entre los alambres del ánodo terminal
- 30.

14 y los alambres del ánodo 1 de la unidad bipolar y puede encontrarse en contacto con los mismos, formando así compartimentos anódicos y catódicos. Los separadores puede ser por ejemplo diafragmas porosos o membranas permutadores de cationes.

5. La celda electrolítica ilustrada en la figura 3 comprende solamente una unidad bipolar de la presente invención. En general, la celda comprende una pluralidad de estas unidades bipolares.

10. Se ilustra mejor la presente invención mediante el siguiente ejemplo.

15. Un ánodo de titanio de la misma construcción que el ánodo de la unidad bipolar ilustrada en la figura 1 comprende 6 hileras de alambres de titanio 2, conteniendo cada hilera 32 alambres y teniendo cada alambre una parte recta 5 de una longitud de 154 mm y un diámetro de 3 mm. Se sueldan con perno por descarga de capacitor los alambres 2 a la hoja de titanio 1, que tiene dimensiones de 300 X 970,5 mm. Los alambres de titanio 2 están recubiertos con una mezcla de óxido de rutenio y bióxido de titanio.

20. El cátodo, de la misma construcción que el cátodo ilustrado en las figuras 1 y 2, comprende 5 hileras de alambres de acero dúctil 7 con lazos, conteniendo cada hilera 32 alambres que están soldados con pernos por descarga de capacitor a la hoja de acero dúctil 6.

25. Se arma el ánodo y el cátodo en una celda de membrana de laboratorio vertical según se muestra en la figura 4 para reproducir, bajo condiciones monopolares, el comportamiento de la unidad bipolar de acuerdo con la presente invención. Las distancias entre la hoja de titanio 1 y la membrana 18, es decir  
30. la anchura del compartimento de ánodo, y las distancias en-

tre la hoja de acero dúctil 6 y la membrana 18, es decir la anchura del compartimento de católito, son cada una 28 mm.

5. La membrana 18 es una membrana de ácido perfluorsulfónico a base de copolímeros de tetrafluoretileno y éteres vinílicos fluorados "NAFION" ("NAFION" es una denominación comercial de du Pont). La membrana es adyacente tanto al cátodo como el ánodo, o sea que el espacio ánodo/cátodo es cero.

10. Se alimenta salmuera de cloruro de sodio (concentración 300 g/lit de NaCl) el compartimento ánolito a razón de 6 lt/hr. Se agrega agua deionizada al compartimento de católito. Se mantiene la temperatura de la celda a 85°C.

15. Se hace pasar a través de la celda una corriente de 300 A (equivalente a una densidad de corriente de 1,8 KA/m<sup>2</sup>). La tensión de trabajo de la celda es 2,9 V. El cloro producido contiene 94% en peso de Cl<sub>2</sub> y menos de 0,1% en peso de H<sub>2</sub>. El hidróxido de sodio producido contiene 10% en peso de soda caustica. La celda trabaja con un rendimiento de corriente de hidroxido de sodio de 86%.

20. La membrana no es dañada por los alambres del ánodo y del cátodo.

En resumen, la patente de invención que se solicita, recaerá sobre las siguientes:

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Perfeccionamientos en unidades bipolares para celdas electrolíticas, caracterizados porque se constituye cada unidad por: un ánodo que comprende un grupo de miembros alargados de un metal filmógeno que llevan, sobre por lo menos partes de sus superficies, un recubrimiento electrocatalíticamente activo, estando los miembros eléctricamente montados conductivamente sobre una hoja de un metal filmógeno y proyectándose desde la misma de modo que una parte de los miembros queda situada en un plano lateralmente espaciado con respecto a la hoja; y un cátodo que comprende un grupo de miembros alargados de metal eléctricamente montados conductivamente sobre una hoja de metal y proyectándose desde la misma, de modo que una parte de los miembros queda situada en un plano lateralmente espaciado con respecto a la hoja; siendo flexibles los miembros alargados de por lo menos uno de los grupos y estando las hojas de metal anódico filmógeno y de metal catódico eléctricamente unificadas conductivamente entre sí.
- 10.
- 15.
20. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el metal del cátodo es hierro o acero.
25. 3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 ó 2 caracterizados porque una parte substancial de cada uno de los miembros alargados del ánodo está lateralmente espaciada con respecto a la hoja de metal filmógeno y substancialmente paralela con respecto a la misma.
30. 4.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque una parte substancial de cada uno de los miembros alargados del cátodo está lateralmente espaciada con respecto a la hoja de hierro o ace

ro y es substancialmente paralela con respecto a la misma.

5. 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque las partes de los miembros alargados de metal filmógeno, situadas en un plano, son substancialmente paralelas entre sí y en que las partes de los miembros de hierro o acero situadas en un plano son substancialmente paralelas entre sí.

10. 6.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque los miembros alargados del ánodo y del cátodo afectan la forma de alambres o varillas.


15. 7.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la flexibilidad de los miembros alargados es provista por lazos en los miembros.

8.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque los miembros alargados del cátodo son flexibles.

20. 9.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque los miembros alargados del ánodo son rígidos y los miembros alargados del cátodo son flexibles.

25. 10.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizados porque los miembros alargados del ánodo están fijados a la hoja de metal filmógeno mediante soldadura con pernos por descarga de capacitor.

30. 11.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque los miembros alargados del cátodo están fijados a la hoja de cátodo mediante soldadura con pernos por descarga de capacitor.



5. 12.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque por lo menos algunas partes de los miembros alargados que están lateralmente espaciadas con respecto la hoja de metal filmógeno llevan un recubrimiento electrocatalíticamente activo.

13.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el metal filmógeno es titanio.

10. 14.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el recubrimiento electrocatalíticamente activo comprende una mezcla de un óxido de metal del grupo del platino y un óxido de metal filmógeno.

15. 15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque el recubrimiento comprende una mezcla de óxido de rutenio y bióxido de titanio.

20. 16.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la hoja de metal filmógeno y la hoja de hierro o acero están eléctricamente unificadas conductivamente entre sí mediante soldadura de una hoja ultrasónicamente pre-estañada del metal filmógeno con una hoja pre-estañada de hierro o acero.

25. 17.- Perfeccionamientos según con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizados porque la hoja de metal filmógeno y la hoja de hierro o acero están unificadas entre sí mediante una pluralidad de pernos de cobre.

30. 18.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque cuando la unidad bipolar se interpone entre el cátodo y ánodo de una celda bipolar que comprende, un ánodo terminal de un metal filmógeno

- con un recubrimiento electrocatalíticamente activo sobre una de sus superficies y un cátodo de metal terminal substancialmente paralela, se disponen el cátodo, la unidad bipolar o unidades bipolares y el ánodo en serie, de manera que cada superficie catódica es substancialmente paralela a una superficie anódica adyacente que la enfrenta pero está aislada y espaciada de la misma mediante un separador, formando así compartimento anódicos y catódicos, estando provisto dicho compartimento anódico de una entrada de electrolito y salidas de líquidos y gases, y estando provisto dicho compartimento catódico de salidas para líquidos y gases.

19.- Perfeccionamientos según la reivindicación 18, caracterizados porque el metal del cátodo terminal es hierro o acero.

20.- Perfeccionamientos según la reivindicación 18 ó 19, caracterizados porque el ánodo terminal y el cátodo terminal son substancialmente del mismo diseño que las partes anódicas y catódica, respectivamente, de la unidad bipolar.

21.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizados porque el separador es un diafragma poroso.

22.- Perfeccionamientos según la reivindicación 21, caracterizados porque el diafragma poroso es de un fluoropolímero .

23.- Perfeccionamientos según la reivindicación 22, caracterizados porque el fluoropolímero es politetrafluoretileno.

24.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizados porque el separador es una membrana permutadora de cationes.

30.

25.- Perfeccionamientos según la reivindicación 24, caracterizados porque la membrana permutadora de cationes es de ácido perfluorsulfónico basado en un copolímero de tetrafluoretileno y un éter vinílico fluorado.

5.

26.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 25, caracterizados porque el espacio ánodo/cátodo está comprendido en la gama de 3 a 0 mm.

10. 27.- Perfeccionamientos en unidades bipolares para celdas electrolíticas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de veintidos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

30 NOV. 1977

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.

J. M. B. ...  
p. p. Firmado J. ...

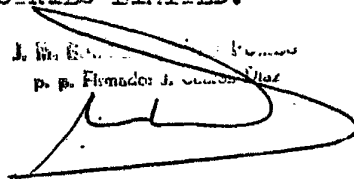


Fig. 1.

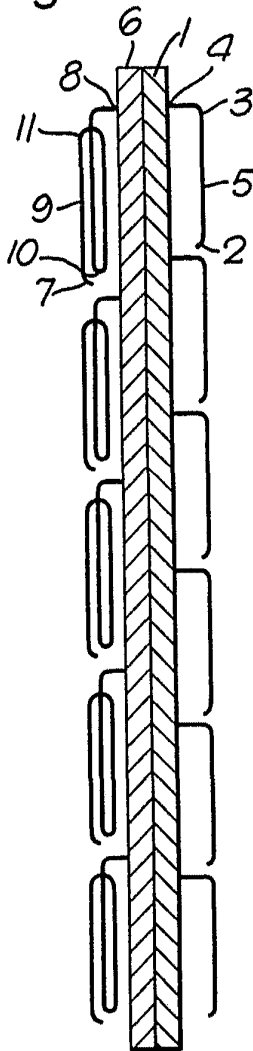
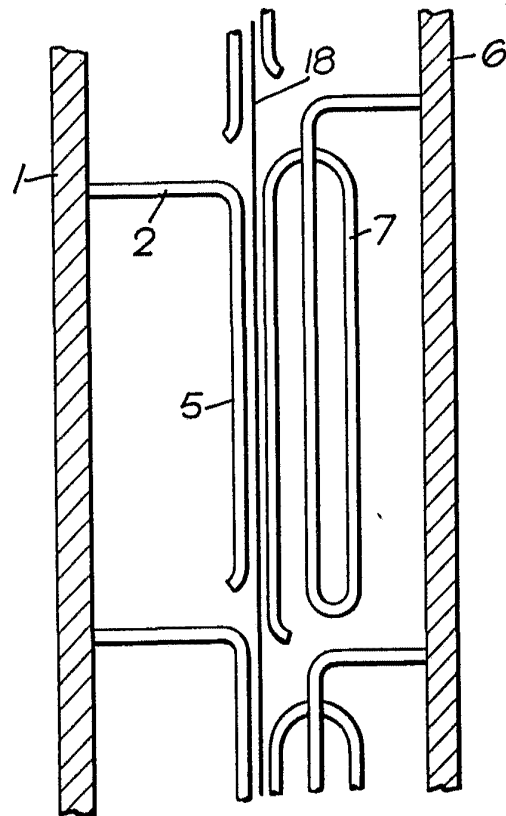


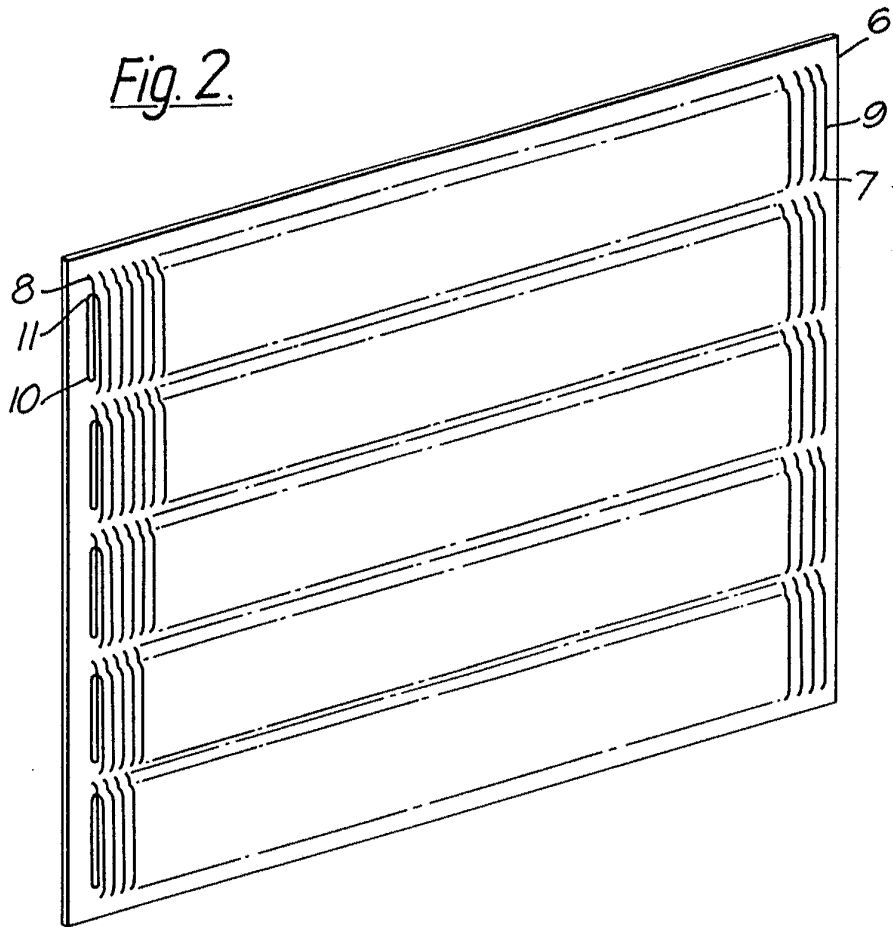
Fig. 4.



RECIBIDA  
30 NOV. 1977

J. M. GOMEZ AGUILO Y PARRA  
p. p. Firmado: J. Suarez Niz

Fig. 2.



NOV. 1977  
J. M. GONZALEZ ACEBO Y POMBO  
p. p. Firmado: J. Sumez Diaz

