

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 302**

51 Int. Cl.:
G01N 27/28 (2006.01)
G21C 19/46 (2006.01)
C25B 9/06 (2006.01)
C25B 15/02 (2006.01)
C02F 1/461 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07869821.4**
96 Fecha de presentación: **21.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2115445**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.11.2009**

54 Título: **Control del flujo interno en celdas electrolíticas**

30 Prioridad:
23.12.2006 US 871786 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.09.2012

73 Titular/es:
MIOX CORPORATION
5500 MIDWAY PARK PLACE, N.E.
ALBUQUERQUE, NEW MEXICO 87109, US

72 Inventor/es:
SANCHEZ, Justin y
HERRINGTON, Rodney E.

74 Agente/Representante:
Izquierdo Faces, José

ES 2 387 302 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control del flujo interno en celdas electrolíticas.

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION****CAMPO DE LA INVENCION (CAMPO TÉCNICO):**

10 **[0001]** La presente invención se refiere al control del flujo bifásico en las celdas electrolíticas para la producción de oxidantes.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA:

15 **[0002]** Obsérvese que la siguiente discusión se refiere a un número de publicaciones y referencias. La discusión de tales publicaciones en el presente documento se da para unos antecedentes más completos de los principios científicos y no debe interpretarse como una admisión de que tales publicaciones son la técnica anterior a efectos de determinación de la patente.

20 **[0003]** La tecnología electrolítica que utiliza ánodos estables dimensionales (DSA) se ha usado durante años para la producción de cloro y otras soluciones de oxidantes mixtos. Se describen ánodos estables dimensionales en la patente de Estados Unidos N° 3.234.110 de Beer, titulada "Electrode and Method of Making Same", mediante la cual se aplica una capa de metal noble sobre un sustrato de titanio.

25 **[0004]** Se describe un ejemplo de una celda electrolítica con membranas en la patente de Estados Unidos RE 32.077 de deNora y col., titulada "Electrode Cell with Membrane and Method for Making Same", mediante la cual un ánodo estable dimensional circular se utiliza con una membrana envuelta alrededor del ánodo, y un cátodo localizado concéntricamente alrededor del conjunto de ánodo/membrana.

30 **[0005]** Se describe una celda electrolítica con ánodos dimensionalmente estables sin membranas en la patente de Estados Unidos N° 4.761.208 de Gram, y col., titulada "Electrolytic Method and Cell for Sterilizing Water."

35 **[0006]** Las celdas electrolíticas comerciales se han usado rutinariamente para la producción de oxidante que utiliza una configuración de flujo a través que puede o no puede estar bajo la presión que es adecuada para crear el flujo a través del dispositivo electrolítico. Se describen ejemplos de celdas de esta configuración en

[0007] la patente de Estados Unidos N° 6.309.523 de Prasnikar y col., titulada "Electrode and Electrolytic Cell Containing Same ", y en la patente de Estados Unidos N° 5.385.711 de Baker y col., titulada "Electrolytic Cell for Generating Sterilization Solutions Having Increased Ozone Content".

40 **[0008]** La investigación realizada por T. Sasaki, y col., titulada "Particle Image Velocimetry Measurement of Bubbly Flow Induced by Alkaline Water Electrolysis" (en los procedimientos de PSFVIP-4, 3-5 de junio de 2003, Chamonix, Francia), describe la generación de gas en celdas electrolíticas. Esta investigación discute el efecto de la formación de gas de hidrógeno entre un electrodo ánodo y un electrodo cátodo y el impacto de la formación de burbujas de gas en la conductividad y la eficacia de la generación de oxidante desde la solución de alimentación del electrolito.

45 El documento US-A-4.488.948 desvela un canal de flujo de conjunto de cátodo y electrolizador. El documento DE 199 54 247 A se refiere a una celda de electrólisis que comprende al menos un electrodo de difusión del gas.

SUMARIO DE LA INVENCION (DIVULGACION DE LA INVENCION)

50 **[0009]** La presente invención es una celda electrolítica que comprende un ánodo; un cátodo; una entrada y una salida que definen una dirección del flujo general de la solución en el celda electrolítica; y un primer separador dispuesto entre el ánodo y el cátodo, el primer separador orientado sustancialmente de forma transversal a la dirección del flujo general y que comprende una anchura menor que la anchura del ánodo y el cátodo; en la que el primer separador mejora la separación de la solución líquida y del gas producido por la electrólisis de la solución.

55 Preferentemente, la celda electrolítica comprende además una cámara de recogida del gas que se extiende aproximadamente desde el primer separador hasta la parte superior de la celda electrolítica. Preferentemente, la celda electrolítica de la reivindicación 2 comprende además un segundo separador localizado corriente abajo y paralelo al primer separador, el segundo separador que comprende una pared vertical adyacente a la cámara de recogida del gas. Preferentemente la celda electrolítica comprende además una segunda cámara de recogida del gas que se extiende desde el segundo separador hasta la parte superior de la celda electrolítica. Preferentemente, el primer separador comprende un bloque de separación del gas que se extiende parcialmente dentro de la cámara de recogida del gas. Preferentemente, la celda electrolítica comprende además una cámara de salida y uno o más bloques de prevención de cortocircuitos que se extienden parcialmente dentro de la cámara de salida. Preferentemente, el nivel de la solución en la cámara de salida es menor que una altura de uno o más bloques de prevención de cortocircuitos. Opcionalmente, la celda electrolítica comprende además un colector de entrada para proporcionar un flujo uniforme de la solución en celda electrolítica a través de aproximadamente una anchura total

60

65

de la celda electrolítica. Preferentemente, el primer separador comprende uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en un material no corrosivo, teflón[®], vitón[®], neopreno[®] y caucho. Preferentemente, el primer separador comprende tanto un material flexible como un material rígido. Opcionalmente, el primer separador define parcialmente las cámaras de electrólisis separadas dentro de la celda electrolítica, cada cámara comprende un puerto de entrada y un puerto de salida que definen una dirección de flujo dentro de la cámara que está en un ángulo o transversal a la dirección del flujo general.

[0010] La presente invención es también un método para mejorar la eficacia de la electrólisis, comprendiendo el método las etapas de hacer fluir la solución en una celda electrolítica en una dirección del flujo general; interrumpir un flujo de la solución con un separador orientado sustancialmente de forma perpendicular a la dirección del flujo general y que comprende una anchura menor que una anchura de la celda electrolítica; hacer que la solución fluya en un ángulo o transversal a la dirección del flujo general; electrolizar la solución, formando de este modo uno o más oxidantes y un gas; separar el gas de la solución, disminuyendo de este modo la concentración de gas en la solución; y recoger el gas cerca de un puerto de salida de la celda electrolítica mientras que la solución continúa fluyendo en la celda electrolítica. Preferentemente, el método comprende además incrementar una concentración de los oxidantes en la solución. Preferentemente, el método comprende además limitar una zona en la que el gas y el flujo de la solución en la dirección del flujo general a sólo una parte de la anchura de la celda electrolítica. Preferentemente, la etapa de separación comprende acumular el gas debajo del separador. Preferentemente, la etapa de separación comprende incrementar la conductividad eléctrica de la solución. Opcionalmente, el método comprende además la etapa de proporcionar un flujo uniforme de la solución que entra en la celda electrolítica a través de, aproximadamente, toda la anchura de la celda electrolítica. Preferentemente, el método comprende además la etapa de proporcionar uno o más bloques que se extienden por encima de los electrodos en la celda electrolítica para prevenir que la solución electrolizada retroceda entre los electrodos. Preferentemente, el método comprende además la etapa de ajustar la altura del puerto de salida sobre un nivel de la solución de modo que el nivel de la solución sea menor que una altura de los bloques. Preferentemente, la etapa de recogida comprende el fluir del gas separado sobre los bloques del puerto de salida. Opcionalmente, el método comprende además la etapa de proporcionar cámaras de electrólisis separadas. Opcionalmente, el método comprende además la etapa de los separadores para prevenir que alguno de los gases separados generados en una primera cámara de electrólisis fluya dentro de una segunda cámara de electrólisis.

[0011] Un objetivo de la presente invención es controlar el flujo del líquido y la distribución de las burbujas de gas, preferentemente, mediante la localización estratégica de las tiras de control de flujo, entre los electrodos del ánodo y del cátodo en una celda electrolítica.

[0012] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un esquema de control del flujo para separar el gas de la solución líquida a granel.

[0013] Las ventajas de la presente invención incluyen la mejora de la conductividad de la solución electrolítica, el incremento de la producción y la concentración de oxidantes en la celda electrolítica, la mejora de la eficacia operativa, y la reducción del coste operativo del sistema. La mayor concentración de los oxidantes en la solución líquida a granel significa que, preferentemente, los tanques de almacenamiento de oxidante se pueden fabricar más pequeños para la energía de oxidación equivalente, y el tamaño de las bombas requeridas para la inyección o para la transferencia de los oxidantes al líquido para que se traten también pueden, preferentemente, ser más pequeñas, reduciendo de esta manera el coste de capital global de la instalación.

[0014] Otros objetivos, ventajas y características novedosas, y el alcance adicional de aplicabilidad de la presente invención se expondrán en parte en la descripción detallada que sigue, tomada junto con los dibujos adjuntos, y en parte serán evidentes para los expertos en la materia después del examen del texto siguiente, o puede aprenderse mediante la práctica de la invención. Los objetivos y las ventajas de la invención pueden realizarse y alcanzarse por medio de los instrumentos y las combinaciones señalados, particularmente, en las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0015] Los dibujos adjuntos, que se incorporan y forman una parte de la especificación, ilustran varias realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. Los dibujos son sólo para el propósito de ilustrar una forma de realización preferida de la invención y no deben interpretarse como una limitación de la invención. En los dibujos: la figura 1 es una vista de un conjunto de electrodos en una celda electrolítica.

La figura 2 es una vista en alzado de un electrodo en una celda electrolítica como se ve entre las placas de electrodo en la solución electrolítica que comprende dos flujos de fase con el líquido y el gas.

La figura 3 es una vista del espacio entre los electrodos en una celda electrolítica con un separador de flujo horizontal.

La figura 4 es una vista del espacio entre los electrodos en una celda electrolítica con múltiples separadores de flujo horizontales.

La figura 5 es una vista del espacio entre los electrodos en una celda electrolítica con un separador de flujo

horizontal espaciados de manera uniforme en el compartimiento del electrodo.

La figura 6 es una vista del espacio entre los electrodos en una celda electrolítica con múltiples separadores de flujo horizontales en el compartimiento del electrodo.

La figura 7 es una sección transversal de una tira de separación del flujo dentro de una celda electrolítica.

La figura 8 es una vista del espacio entre los electrodos en una celda electrolítica con múltiples separadores de flujo horizontales en el compartimiento del electrodo.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

(MEJORES MODOS PARA REALIZAR LA INVENCION)

[0016] La presente invención comprende una celda electrolítica con dispositivos de separación de líquido y gas para mejorar la eficacia operativa de las celdas electrolíticas, incluye pero no se limita a las celdas horizontales o de flujo ascendente. El método y el aparato se aplican a las celdas que comprenden o configuraciones de electrodos bipolares (electrodos intermedios) o mono polares.

[0017] Ciertas celdas electrolíticas aplican la energía eléctrica a una solución salina de haluro acuosa entre una placa de ánodo y una placa de cátodo para convertir la solución salina de haluro acuosa en los oxidantes que pueden usarse para la desinfección. Un producto natural de la electrólisis en un medio acuoso es el hidrógeno que se produce en la superficie del cátodo. La solución electrolítica puede fluir en una celda electrolítica ya sea horizontal, vertical o diagonalmente. En una configuración de flujo ascendente, el burbujas de hidrógeno, típicamente, fluyen hacia arriba en la misma dirección que el flujo del líquido, formando un flujo de dos fases. Cuando la solución de dos fases de flujo se mueve desde la parte inferior del espacio de la celda electrolítica hacia la parte superior del espacio de la celda electrolítica, la concentración de las burbujas de gas se incrementa, de esta manera la electrólisis afecta de forma diferente en la parte inferior de la celda que en la parte superior de la celda. Otros factores que afectan a la electrólisis en las celdas de flujo ascendente que dependen de la posición vertical en la celda, incluyen un incremento del perfil de temperatura del líquido a medida que el líquido se mueve desde la parte inferior hasta la parte superior y una concentración variable de la sal de haluro a medida que los iones de haluro se convierten electrolíticamente a oxidantes. En una celda electrolítica que utiliza un esquema de control para mantener una corriente constante, la densidad de corriente en diversos puntos en las superficies de los electrodos varía para mantener el flujo de corriente global dentro de la celda electrolítica. Todos estos efectos proporcionan un sistema complejo que impacta además en la densidad de corriente en cualquier punto de la superficie del electrodo, de esta manera influye en la eficacia operativa general del sistema.

[0018] La densidad de las burbujas del gas entre los electrodos del ánodo y del cátodo tiene un impacto importante en la conductividad de la solución de dos fases. Mediante el aislamiento, la separación o el control del gas en la solución de dos fases, puede mejorarse, preferentemente, la eficacia de la conversión electrolítica global. La evidencia de esta mejora de la eficacia operativa incluye, típicamente, un aumento en la concentración de oxidantes en la corriente del líquido que sale de la celda electrolítica. Ya que la producción global de oxidantes de una celda electrolítica se determina por la concentración de oxidante y la tasa de flujo de la solución líquida a granel, se puede determinar fácilmente la eficacia operativa del sistema. Los resultados experimentales en las celdas de flujo ascendente han demostrado un incremento en la concentración de oxidante, preferentemente, mayor que el 20%, más preferentemente, mayor que el 30%, incluso más preferentemente, más que el 40%, y lo más preferentemente, mayor que 50% en la misma tasa de flujo del líquido cuando las celdas electrolíticas de flujo ascendente se configuran con dispositivos de separación de flujo de la presente invención entre los electrodos del ánodo y del cátodo dentro de la celda.

[0019] La figura 1 es una vista básica de una celda electrolítica con electrodos orientados verticalmente y el flujo del líquido hacia arriba entre los electrodos. En funcionamiento normal, el ánodo **20** se opone directamente al cátodo **22**. En una realización de la presente invención, la solución **24** salada de cloruro sódico entra en la celda electrolítica por la parte inferior, y los oxidantes **26** salen por la parte superior de la celda. La energía eléctrica se aplica al ánodo **20** y al cátodo **22** para electrolizar la solución **24** salada de cloruro sódico, produciendo de este modo los oxidantes **26**. Preferentemente, el separador **28** de flujo se dispone entre el ánodo **20** y el cátodo **22** y hace que el gas y el líquido se desvíen al extremo derecho del espacio del electrodo entre el ánodo **20** y el cátodo **22**. En la figura 1, no se muestra la carcasa de la celda electrolítica que limita la solución líquida y aloja al ánodo **20** y al cátodo **22**. Será fácilmente evidente para los expertos en la materia que la solución salina puede consistir en cualquier sal de haluro, tal como el cloruro de sodio o el cloruro de potasio, y además, que estos beneficios pueden acumularse a otros procesos electrolíticos, tales como los usados para producir dióxido de cloro u otros oxidantes tales como los oxidantes mixtos. La figura 2 es una vista de la solución líquida entre el ánodo y el cátodo en la celda electrolítica tal como se define por los límites **30** del electrodo del cátodo. El líquido **36**, que fluye hacia arriba en la celda, comprende unas pocas burbujas de gas como se demuestra mediante la región **32** oscura del electrolito. Cuando el líquido **36** fluye hacia arriba, la densidad de las burbujas de gas se incrementa y se produce el oxidante **34**. La región que comprende el oxidante **34** está definida por la región clara en la parte superior de la celda. La región en la parte superior de la celda tiene una mucha mayor concentración de gas en la solución líquida que la región en la parte inferior de la celda.

[0020] En la realización de la presente invención mostrada en la figura 3, preferentemente, la celda **40** electrolítica comprende el puerto **42** de entrada y el puerto **44** de salida. Preferentemente, el espacio de canal del líquido entre los electrodos del ánodo y del cátodo dentro la celda **40** electrolítica incorpora el separador **46** líquido. Preferentemente, el electrolito **48** entra en la celda a través del puerto **42** de entrada y fluye, de manera aproximada, horizontalmente hacia la derecha a través del espacio entre el ánodo y el cátodo, durante el tiempo en que la electrólisis está ocurriendo, convirtiendo el electrolito **48** en la solución **50** oxidante. Sin embargo, preferentemente el electrolito **48** y las burbujas **58** de gas están bloqueados del flujo vertical por el separador **46** de líquido. Cuando las burbujas **58** de gas aumentan en el electrolito **48** dentro de la celda, las burbujas **58** de gas se acumulan bajo el separador **46** de líquido. Se producen dos fases del flujo de electrolito **48** y del gas **62** hacia arriba en el extremo derecho del separador **46** de líquido a través del canal **52** abierto. Debido a la flotabilidad del gas, preferentemente, las burbujas **60** de gas se separan de la solución líquida a granel y se acumulan en la parte superior de la celda **40** electrolítica. Preferentemente, el electrolito **48**, durante la conversión a la solución **50** oxidante, fluye hacia la izquierda a través de la parte superior del separador **46** de líquido. Cuando el electrolito **48** continúa fluyendo entre el ánodo y el cátodo, las burbujas **60** de gas continúan produciéndose en el proceso y continúan acumulándose en la parte superior de la celda **40** electrolítica. Las regiones líquidas en la celda están definidas por las zonas **54** oscuras, y las regiones ricas en gas están definidas por las zonas **56** claras. Las dos fases de la solución **50** oxidante abandonan finalmente la celda **40** electrolítica a través del puerto **44** de descarga. Como las burbujas **62** de gas están separadas del electrolito **48** dentro de la celda **40** electrolítica, la conductividad eléctrica del electrolito **48**, aumenta, preferentemente, en virtud de las regiones de líquidos más grandes y más densas definidas por las zonas **54** oscuras.

[0021] En la realización de la presente invención mostrada en la figura 4, preferentemente, la celda **41** electrolítica comprende el puerto **43** de entrada y el puerto **45** de salida. El espacio de canal del líquido entre los electrodos del ánodo y del cátodo dentro de la celda **41** electrolítica incorpora, preferentemente, los separadores de líquido. Preferentemente el electrolito **49** entra por el puerto **43** de entrada y fluye horizontalmente hacia la derecha a través del espacio entre el ánodo y el cátodo, durante el tiempo en que la electrólisis está ocurriendo, convirtiendo el electrolito **49** a la solución **51** oxidante. Preferentemente, el electrolito **49** y las burbujas **59** de gas se bloquean del flujo vertical mediante los separadores **47** de líquido. Cuando las burbujas **59** de gas se elevan en el electrolito **49** dentro de la celda, las burbujas **59** de gas se acumulan debajo del separador **47** de líquido. Las dos fases del flujo del electrolito **49** y del gas **63** fluyen hacia arriba en el extremo derecho del separador **47** de líquido inferior a través de canal **53** abierto. Debido a la flotabilidad de gas, preferentemente, las burbujas **63** de gas se separan de la solución líquida a granel y se acumulan en la parte superior de la celda **41** electrolítica. Preferentemente, el separador de líquido superior comprende la pared **65** vertical para facilitar la separación del gas **63** del electrolito **49** en la cámara superior.

[0022] Preferentemente, el electrolito **49** continúa fluyendo hacia la izquierda a través de la parte superior del separador **47** de líquido inferior en el compartimiento del medio de la celda **41** electrolítica. Cuando el electrolito **49** continúa fluyendo hacia la izquierda entre el ánodo y el cátodo, las burbujas **59** de gas que se continúan produciendo en el proceso y se acumulan en la parte inferior del separador **47** de líquido superior. El electrolito **49** continúa fluyendo hacia la izquierda y arriba alrededor del extremo izquierdo del separador **47** de líquido superior y en la cámara superior de la celda **41** electrolítica. Las regiones de líquido en la celda están definidas por las zonas **55** oscuras, y las regiones ricas en gas están definidas por las zonas **57** claras. Las dos fases de la solución **51** oxidante abandonan finalmente la celda **41** electrolítica a través del puerto **45** de descarga. Como las burbujas **63** de gas se separan del electrolito **49** dentro de la celda **41** electrolítica, la conductividad eléctrica del electrolito **49** se incrementa en virtud de las regiones de líquidos más grandes y más densas definidas por las zonas **55** oscuras.

[0023] En las celdas electrolíticas que tienen una configuración bipolar, hay múltiples electrodos dentro de la celda electrolítica. Con las celdas bipolares, las cámaras **61** de recogida del gas pueden acumular el gas de varios pares de electrodos y, preferentemente, los electrodos no se extienden dentro de las cámaras **61** de recogida del gas. Al evitar la presencia de electrodos en las cámaras **61** de recogida del gas, no ocurrirán cortocircuitos eléctricos entre los diferentes pares de electrodos o entre el ánodo primario y el cátodo en la celda bipolar.

[0024] En la realización de la presente invención mostrada en una vista en alzado en la figura 5, preferentemente, el separador **76** de líquido está centrado por igual de izquierda a derecha dentro de la celda **70** electrolítica. Preferentemente, la celda **70** electrolítica comprende el colector **72** de entrada y el colector **74** de salida. Preferentemente, el colector **72** de entrada comprende además los puertos **78**, **80** de entrada. Preferentemente, el colector **74** de salida comprende además los puertos **82**, **84** de salida. Preferentemente, el colector **72** de entrada comprende uno o más pasajes **94** de entrada que proporcionan una distribución uniforme y el flujo de electrolito **100** líquido a través de, aproximadamente, todo el ancho de la celda **70** electrolítica. En funcionamiento, los electrolitos **86**, **88** entran, preferentemente, en la celda **70** electrolítica a través de los puertos **78**, **80** de entrada en el colector **72** de entrada y a través de los pasajes **94** de entrada antes de entrar en el espacio entre el ánodo y el cátodo de la celda **70** electrolítica. Cuando el electrolito **100** líquido se electroliza entre los electrodos del ánodo y del cátodo de la celda **70** electrolítica, se genera gas en el cátodo. Con el gas mezclado con el electrolito **100** líquido, existen dos condiciones de flujo de fase. Cuando el electrolito **100** líquido continúa fluyendo hacia arriba en la celda, la concentración de gas en el electrolito **100** líquido se incrementa cuando el electrolito **100** líquido se convierte en oxidante. El electrolito **100** líquido con una concentración de gas baja se caracteriza por las regiones **96** de gas

bajas. Cuando el electrolito **100** líquido se convierte en oxidante, la concentración de gas alta se caracteriza por las regiones **98** de gas altas. Cuando el electrolito **100** líquido fluye hacia arriba dentro de la celda **70** electrolítica, las dos fases de la solución líquida y del gas inciden en la parte inferior del separador **76** de líquido. El gas se dirige a ambos extremos del separador **76** de líquido, y el gas fluye hacia arriba en los pasajes **104** y **106** laterales. Preferentemente, las condiciones hidráulicas y de flotabilidad del gas dentro de la celda **70** electrolítica hacen que el oxidante **102** se acumule en el lado superior del separador **76** de líquido. El oxidante **102** continúa electrolizándose y las burbujas de gas continúan formándose cuando el oxidante **102** fluye hacia arriba en la celda **70** electrolítica, y finalmente en el colector **74** de salida. Preferentemente, los oxidantes **90**, **92** se descargan del colector **74** de salida a través de los puertos **82**, **84** del colector de salida.

[0025] En otra realización de la presente invención, mostrada en una vista en alzado en la figura 6, múltiples separadores **126** de líquido están dispuestos de izquierda a derecha dentro de la celda **120** electrolítica. Preferentemente, la celda **120** electrolítica comprende el colector **122** de entrada y el colector **124** de salida. Preferentemente, el colector **122** de entrada comprende los puertos **128**, **130** de entrada. Preferentemente, el colector **124** de salida comprende los puertos **132**, **134** de salida. Preferentemente, el colector **122** de entrada comprende uno o más pasajes **140** de entrada que proporcionan una distribución uniforme y el flujo del electrolito **142** líquido a través de, aproximadamente, toda la anchura de la celda **120** electrolítica. En funcionamiento, los electrolitos **136**, **138** entran en la celda **120** electrolítica a través de los puertos **128**, **130** de entrada en el colector **122** de entrada y a través de la pasajes **140** de entrada antes de entrar en el espacio entre el ánodo y el cátodo de la celda **120** electrolítica. Cuando el electrolito **142** líquido se electroliza entre los electrodos del ánodo y del cátodo de la celda **120** electrolítica, se genera el gas en el electrodo del cátodo. Con el gas mezclado con el electrolito **142** líquido, existen dos condiciones de flujo de fase. Cuando el electrolito **142** líquido continúa fluyendo hacia arriba en la celda, la concentración de gas en el electrolito **142** líquido se incrementa cuando el electrolito **142** líquido se convierte en oxidante. El electrolito **142** líquido con la concentración de gas baja se caracteriza por regiones **150** de gas bajas.

[0026] Cuando el electrolito **142** líquido se convierte en oxidante, la alta concentración de gas se caracteriza por las regiones **152** de gas altas. Cuando el electrolito **142** líquido fluye hacia arriba dentro la celda **120** electrolítica, las dos fases de la solución líquida y de gas inciden en la parte inferior de los separadores **126** de líquido. El gas se dirige a los extremos de los separadores **126** de líquido, y preferentemente, el gas **146** fluye hacia arriba a través múltiples pasajes **148**. Preferentemente, las condiciones hidráulicas y de flotabilidad del gas dentro de la celda **120** electrolítica hacen que el oxidante **144** se acumule en el lado superior de los separadores **126** de líquido. El oxidante **144** continúa electrolizándose y las burbujas de gas continúan formándose cuando el oxidante **144** fluye hacia arriba en la celda **120** electrolítica, y finalmente en el colector **124** de salida. Preferentemente, los oxidantes **154**, **156** se descargan del colector **124** de salida a través de los puertos **132**, **134** del colector de salida.

[0027] La figura 7 muestra una sección transversal de una realización del separador **162** de líquido. Preferentemente, el separador **162** de líquido se une a ambos lados del electrodo **160** y preferentemente, se mantiene en su lugar con el botón **164** de conexión, preferentemente, a través de agujeros perforados a través del electrodo **160**. Preferentemente, el separador **162** de líquido comprende un material no corrosivo, tal como el teflón[®] o el vitón[®]. Preferentemente, el separador **162** de líquido comprende secciones **161** flexibles, que preferentemente se doblan y/o se comprimen para proporcionar una junta de líquido cuando se comprime entre los electrodos. Preferentemente también, el separador **162** de líquido comprende la sección **163** rígida para asegurar que los electrodos están espaciados de forma correcta. Una realización diferente de un separador de líquido comprende un material no corrosivo compresible tal como el neopreno[®] o el caucho que se mantiene en su lugar ya sea con un adhesivo resistente a la corrosión y/o botones **164** de conexión como se describió anteriormente.

[0028] La figura 8 muestra una sección transversal de otra realización de la presente invención. Preferentemente, el electrolito, indicado por la dirección **170** del flujo, entra en la celda **179** electrolítica a través del puerto **166** de entrada. A continuación, pasa a través de la primera cámara **178** de electrólisis que están separadas por los separadores **172** de líquido. Preferentemente, el separador de líquido obliga tanto al electrolito como al gas de manera aproximadamente horizontal y a través del primer puerto **173** de salida de la cámara de electrólisis. Debido a la flotabilidad, el gas se eleva como se indica mediante las flechas **177**. A continuación, tanto el gas como el electrolito entran en la cámara **181** de separación del gas, preferentemente en la que no está ocurriendo la electrólisis, y el gas, debido a su flotabilidad inherente en el líquido, se separa del electrolito antes de que el electrolito entre en la segunda cámara **178'** de electrólisis, preferentemente, a través del puerto **175** de entrada de la cámara de electrólisis. Preferentemente, esta separación se ayuda del bloque **176** de separación del gas, que trabaja para maximizar la distancia desde donde, finalmente, el gas puede moverse verticalmente en la cámara **181** de separación del gas y el puerto **175** de entrada de la cámara de electrólisis. Esto evita, preferentemente, que el gas se desplace en retroceso dentro de la cámara **178** de electrólisis, minimizando de esta manera la interferencia del gas con el resto del proceso de electrólisis. El electrolito se desplaza en retroceso a través de la segunda cámara **178'** de electrólisis, que está limitada, preferentemente, en la parte superior e inferior por los separadores **172** de líquido. Se genera más gas dentro de la cámara **178'** cuando el proceso de electrólisis continúa, pero este gas se separa como se ha descrito antes en la cámara **181'** de separación del gas, ayudado por el puerto **173'** de salida de la cámara de electrólisis, el puerto **175'** de entrada de la cámara de electrólisis y el bloque **176'** de separación del gas.

- 5 [0029] El nivel **168** de electrolito en la celda **179** electrolítica se determina, preferentemente, por la altura del puerto **167** de salida de la combinación de gas-electrolito en la cámara **183** de salida. El aumento de esta altura aumenta el nivel **168** de electrolito en la celda, y es preferible que el nivel **168** de electrolito sea suficientemente alto para proporcionar una buena cobertura de electrolito de los electrodos en la cámara **178"** de electrólisis final, pero no tan alta que el electrolito esté por encima de los electrodos y de este modo, no sujeto a la electrólisis. Por encima del nivel **168** de electrolito, el gas de ambas cámaras **181, 181'** de separación del gas se combina, preferentemente, con el gas de la tercera cámara **178"** de electrólisis y sale de la celda por el primer paso sobre los bloques **169** de prevención de cortocircuitos y a través del puerto **167** de salida de la combinación de gas-electrolito. El electrolito **170** se ve obligado a correr por todas las tres cámaras **178** de electrólisis para mantener el nivel **168** de líquido por debajo de la parte superior de los bloques **169** de prevención de cortocircuitos. Este largo camino, junto con la acción de separación del gas a lo largo de la celda electrolítica, mejora la eficacia y el rendimiento de la concentración de la celda electrolítica.
- 15 [0030] El electrolito puede cortocircuitarse desde la primera o segunda cámaras de separación del gas al combinarse el puerto **167** de salida de la combinación de gas-electrolito sobre la parte superior de los bloques **169** de prevención de cortocircuitos en el caso de que una o más de las siguientes condiciones sea verdad: a) la tasa de flujo de electrolito es demasiado alta, b) la combinación del puerto de salida gas-electrolito es demasiado alta, lo que permite al nivel **168** de electrolito ser demasiado alto, c) las cámaras **181, 181'** de separación del gas son demasiado pequeñas, haciendo que la velocidad del líquido en ellas sea demasiado alta para permitir la adecuada separación del gas. Así, el nivel **168** de electrolito se optimiza, preferentemente, para proporcionar una cobertura de electrodo adecuada con el electrolito mientras que al mismo tiempo se mantiene el nivel **168** de electrolito por debajo de la parte superior del bloque **169** de prevención de cortocircuitos. La optimización de la altura del puerto **167** de salida de la combinación de gas-electrolito permite que el gas salga de las cámaras **181, 181'** de separación del gas y fluya sobre la parte superior de los bloques **176, 176'** de separación del gas y entre en el puerto **167** de salida de la combinación de gas-electrolito, mientras que el electrolito **170** fluye a través de todas las cámaras de electrólisis. Preferentemente, los separadores **172** de líquido y los bloques **176, 176'** de separación del gas se mantienen en su lugar mediante un intercalado mecánico en línea recta a los soportes **171** de la placa del electrodo. También, los soportes **171** de la placa del electrodo pueden usarse para el espacio exacto y/o proporcionar el aislamiento eléctrico entre el primer y/o los electrodos intermedios. Además los separadores **172** de líquido comprenden, preferentemente, una forma que requiere que el gas desprendido en una cámara de electrólisis al elevarse por encima del puerto de entrada de la siguiente cámara de electrólisis, incremente de esta manera la eficacia de la separación de gases.
- 20
- 25
- 30
- 35 [0031] Aunque la realización mostrada en la figura 8 comprende tres cámaras de electrolisis (es decir, el electrolito pasa a través de los electrodos tres veces), se puede emplear cualquier número de cámaras de electrólisis desde 1 a 20, o incluso más. Sin embargo, los resultados más rentables se han obtenido con menos de 4 pasadas o cámaras.

REIVINDICACIONES

1. Una celda electrolítica bipolar de flujo ascendente que comprende:

- 5 - una pluralidad de electrodos;
- una entrada y una salida que define una dirección del flujo general de la solución en dicha celda electrolítica;
- un primer separador dispuesto entre cada electrodo adyacente, estando orientado dicho primer separador sustancialmente de forma transversal a dicha dirección del flujo general,
- 10 - dicho primer separador que mejora la separación de la solución líquida y el gas producido por la electrólisis de la solución, y
- una cámara de recogida del gas orientada verticalmente que se extiende aproximadamente desde dicho primer separador hasta la parte superior de dicha celda electrolítica fuera de una extensión lateral de los electrodos intermedios;
- 15 - opcionalmente, en la que dicho primer separador comprende un bloque de separación del gas que se extiende parcialmente dentro de dicha cámara de recogida del gas;
- opcionalmente, que comprende además un segundo separador localizado corriente abajo de y paralelo a dicho primer separador, comprendiendo dicho segundo separador una pared vertical adyacente a dicha cámara de recogida del gas;
- 20 - opcionalmente, que comprende además una segunda cámara de recogida del gas que se extiende desde dicho segundo separador hasta dicha parte superior de dicha celda electrolítica.

2. La celda electrolítica de la reivindicación 1 que comprende además una cámara de salida;

- opcionalmente que comprende además uno o más bloques de prevención de cortocircuitos que se extienden, parcialmente, dentro de dicha cámara de salida;
- 25 - opcionalmente, en la que un nivel de solución en dicha cámara de salida es menor que una altura de dichos uno o más bloques de prevención de cortocircuitos.

3. La celda electrolítica de la reivindicación 1 que comprende además un colector de entrada para proporcionar un flujo uniforme de la solución dentro de dicha celda electrolítica a través de aproximadamente toda una anchura de dicha celda electrolítica.

4. La celda electrolítica de la reivindicación 1 en la que dicho primer separador comprende uno o más materiales seleccionados del grupo que consiste en un material no corrosivo, teflón[®], vitón[®], neopreno[®] y caucho.

5. La celda electrolítica de la reivindicación 1 en la que dicho primer separador comprende tanto un material flexible como un material rígido.

6. La celda electrolítica de la reivindicación 1 en la que dicho primer separador define parcialmente las cámaras de electrólisis separadas dentro de dicha celda electrolítica, comprendiendo cada cámara un puerto de entrada y un puerto de salida que definen una dirección del flujo dentro de dicha cámara que está en un ángulo o transversal a dicha dirección del flujo general.

7. Un método para mejorar la eficacia de la electrólisis, comprendiendo el método las etapas de:

- 45 - hacer fluir la solución en una celda electrolítica bipolar de flujo ascendente en una dirección del flujo general;
- interrumpir un flujo de la solución con un separador dispuesto entre cada electrodo adyacente y orientado sustancialmente de forma perpendicular a la dirección del flujo general;
- hacer que la solución fluya en un ángulo o transversal a la dirección del flujo general;
- 50 - electrolizar la solución, formando de este modo uno o más oxidantes y un gas;
- separar el gas de la solución, disminuyendo de este modo la concentración de gas en la solución;
- recoger el gas en una cámara de recogida del gas orientada verticalmente que se extiende aproximadamente desde el separador hasta una parte superior de la celda electrolítica fuera de una extensión lateral de los electrodos intermedios; y
- 55 - recoger el gas cerca de un puerto de salida de la celda electrolítica mientras que la solución continúa fluyendo en la celda electrolítica.

8. El método de la reivindicación 7 que comprende además la etapa de proporcionar cámaras de electrólisis separadas;

60 opcionalmente en el que uno o más separadores previenen que algunos de los gases separados generados en una primera cámara de electrólisis fluyan en una segunda cámara de electrólisis.

9. El método de la reivindicación 7 que comprende además incrementar una concentración de los oxidantes en la solución.

10. El método de la reivindicación 7 que comprende además limitar un zona en la que el gas y el flujo de la solución en la dirección del flujo general a sólo una parte de la anchura de la celda electrolítica.
- 5 11. El método de la reivindicación 7 en el que la etapa de separación comprende acumular gas debajo del separador.
12. El método de la reivindicación 7 en el que la etapa de separación comprende incrementar la conductividad eléctrica de la solución.
- 10 13. El método de la reivindicación 7 que comprende además la etapa de proporcionar un flujo uniforme de solución que entra en la celda electrolítica a través de, aproximadamente, toda la anchura de la celda electrolítica.
- 15 14. El método de la reivindicación 7 que comprende además la etapa de proporcionar uno o más bloques que se extienden por encima de los electrodos en la celda electrolítica para prevenir el retroceso de la solución electrolizada entre los electrodos;
opcionalmente comprende además la etapa de ajustar la altura del puerto de salida por encima de un nivel de solución de manera que el nivel de la solución es menor que la altura de los bloques;
opcionalmente en el que la etapa de recogida comprende que el gas separado fluya sobre los bloques al puerto de salida.

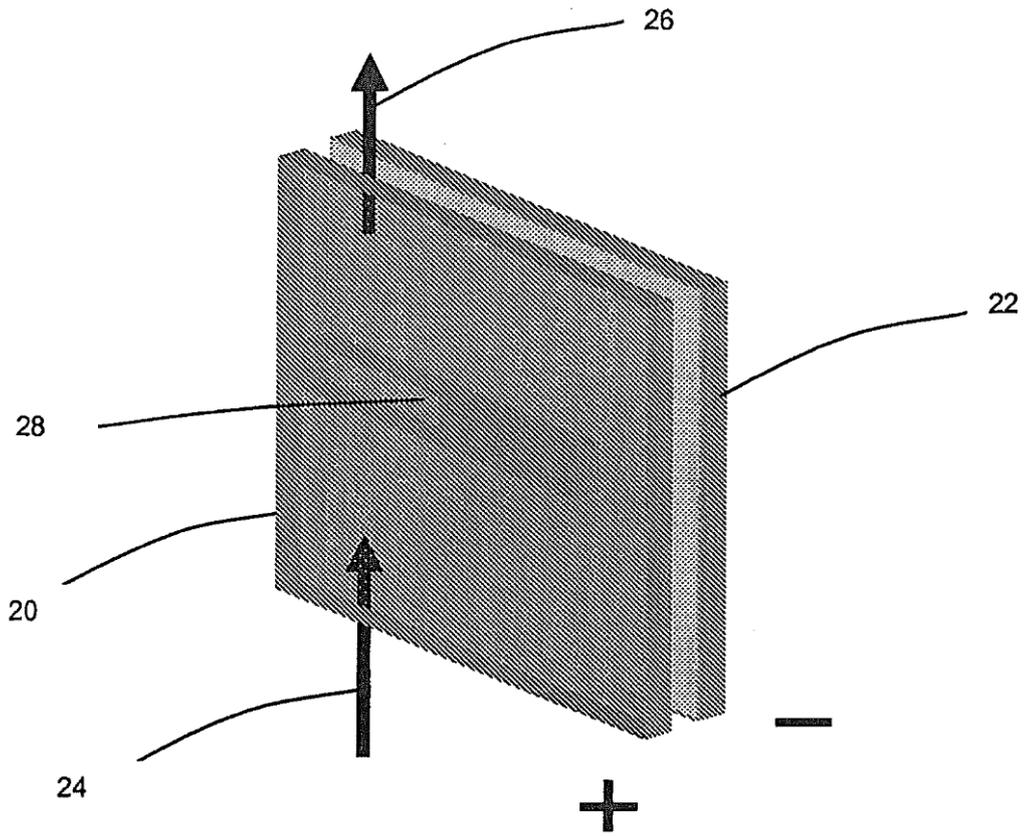


Fig. 1

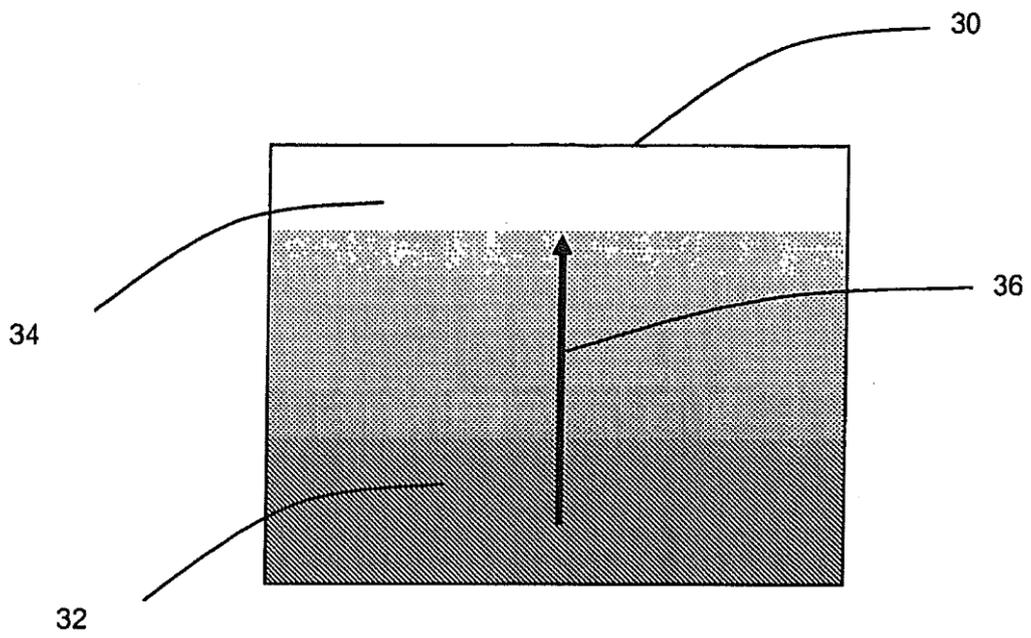


Fig. 2

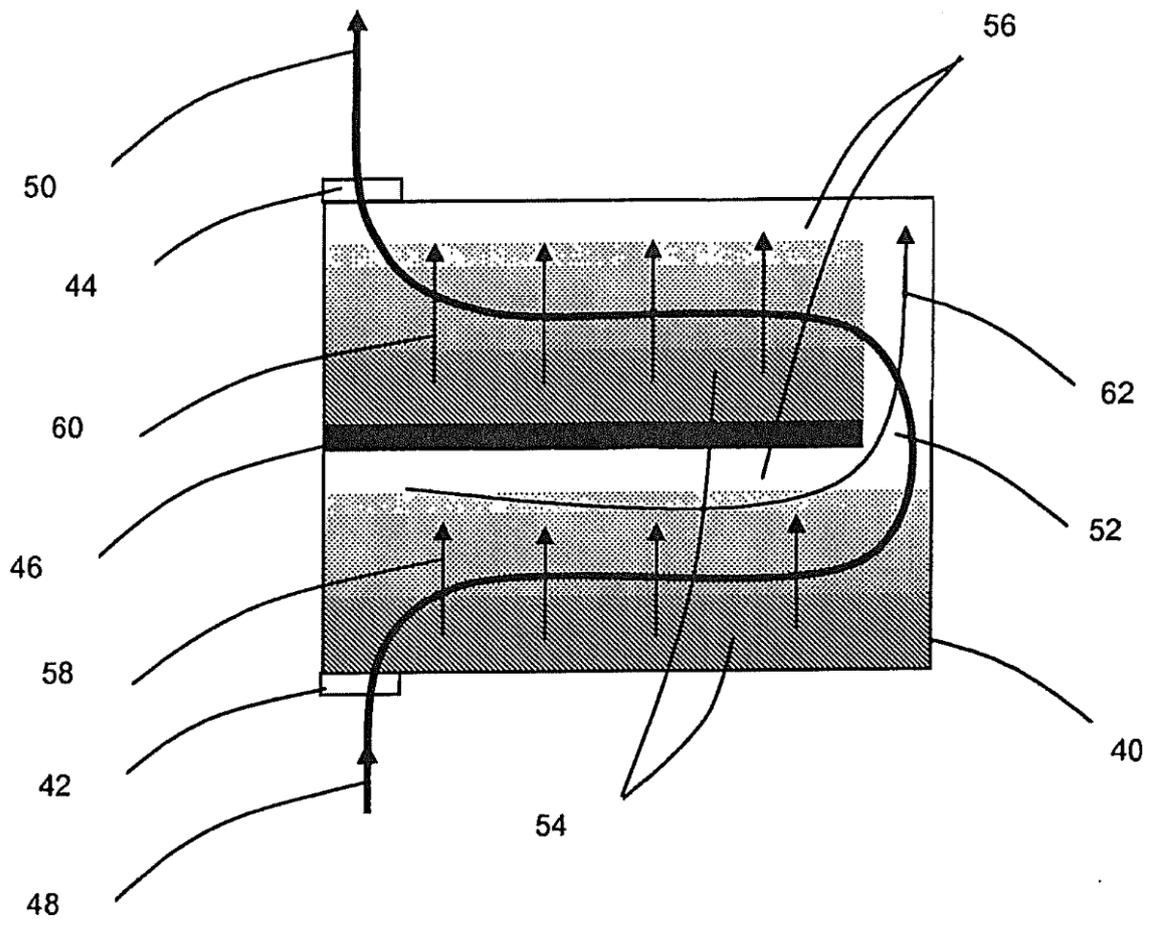


Fig. 3

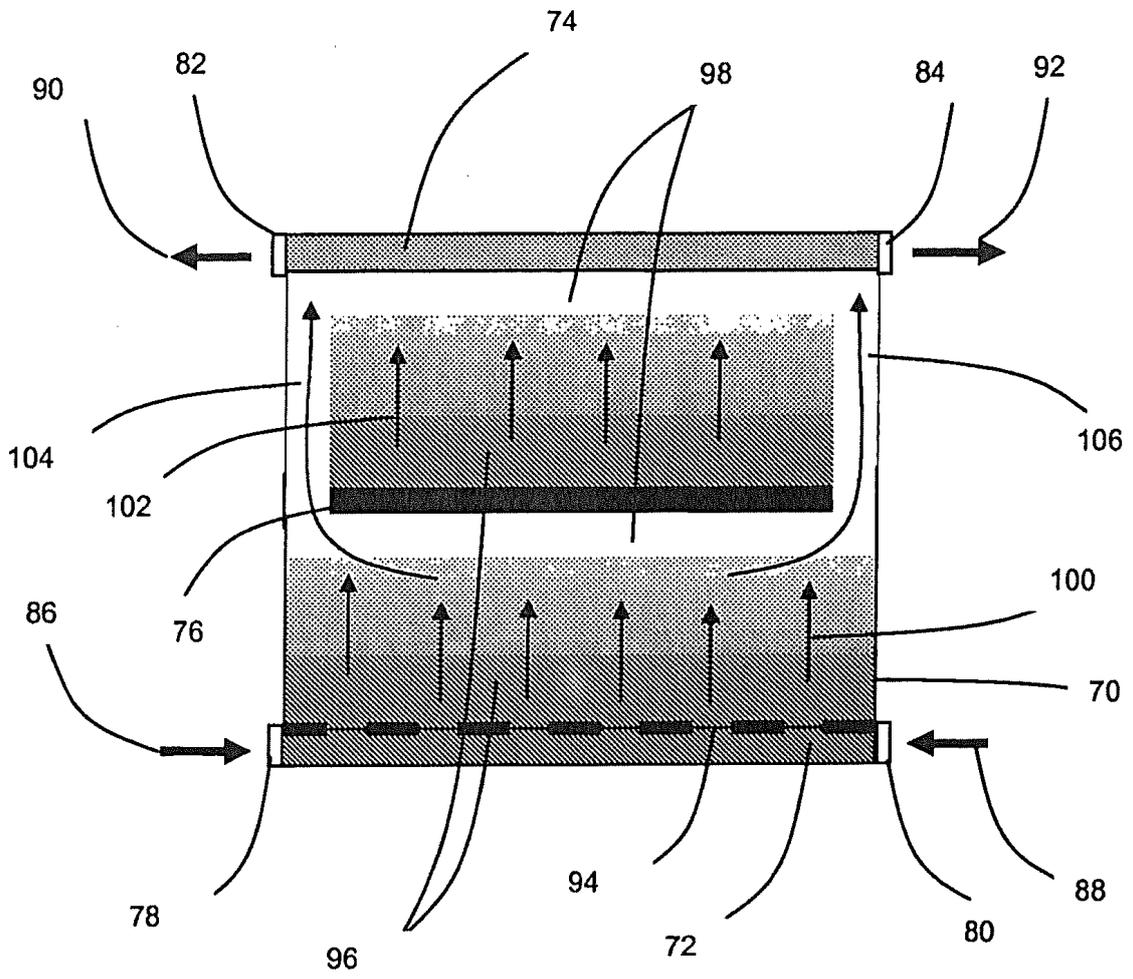


Fig. 5

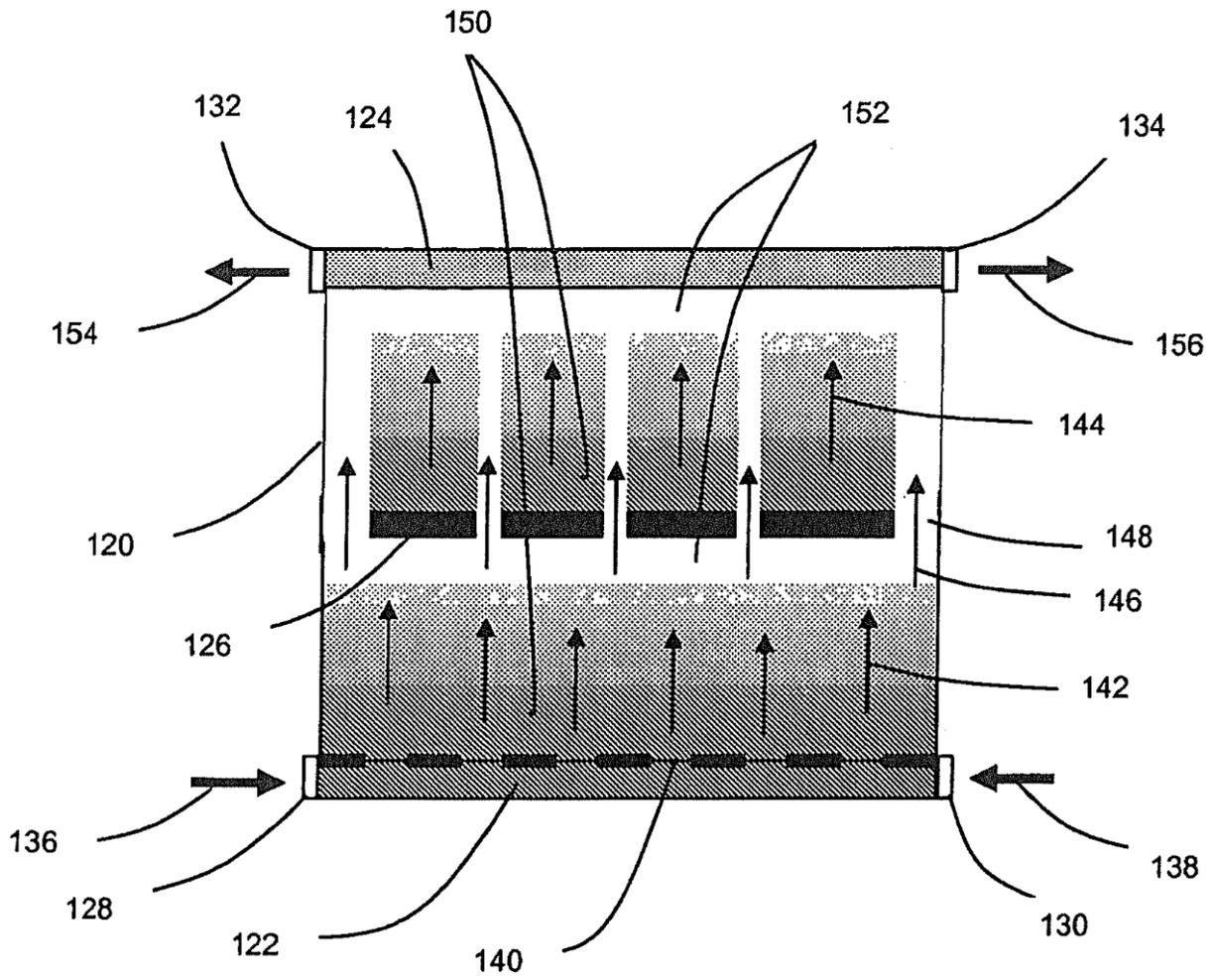


Fig. 6

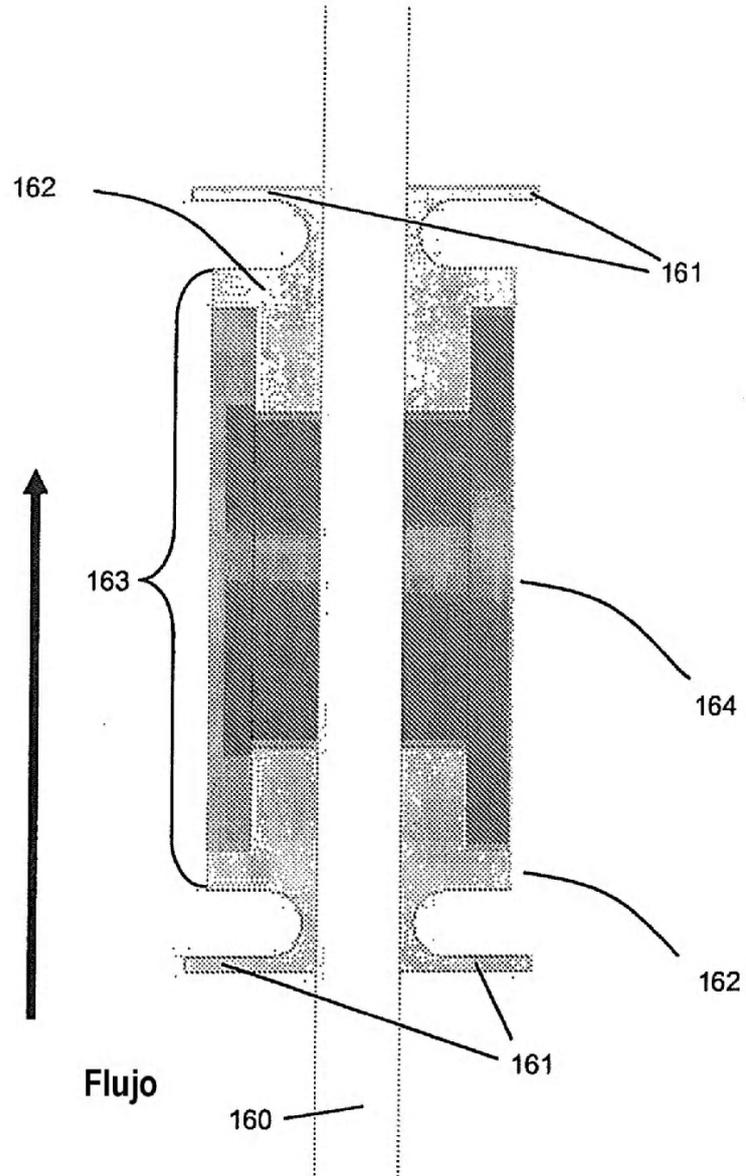


Fig. 7

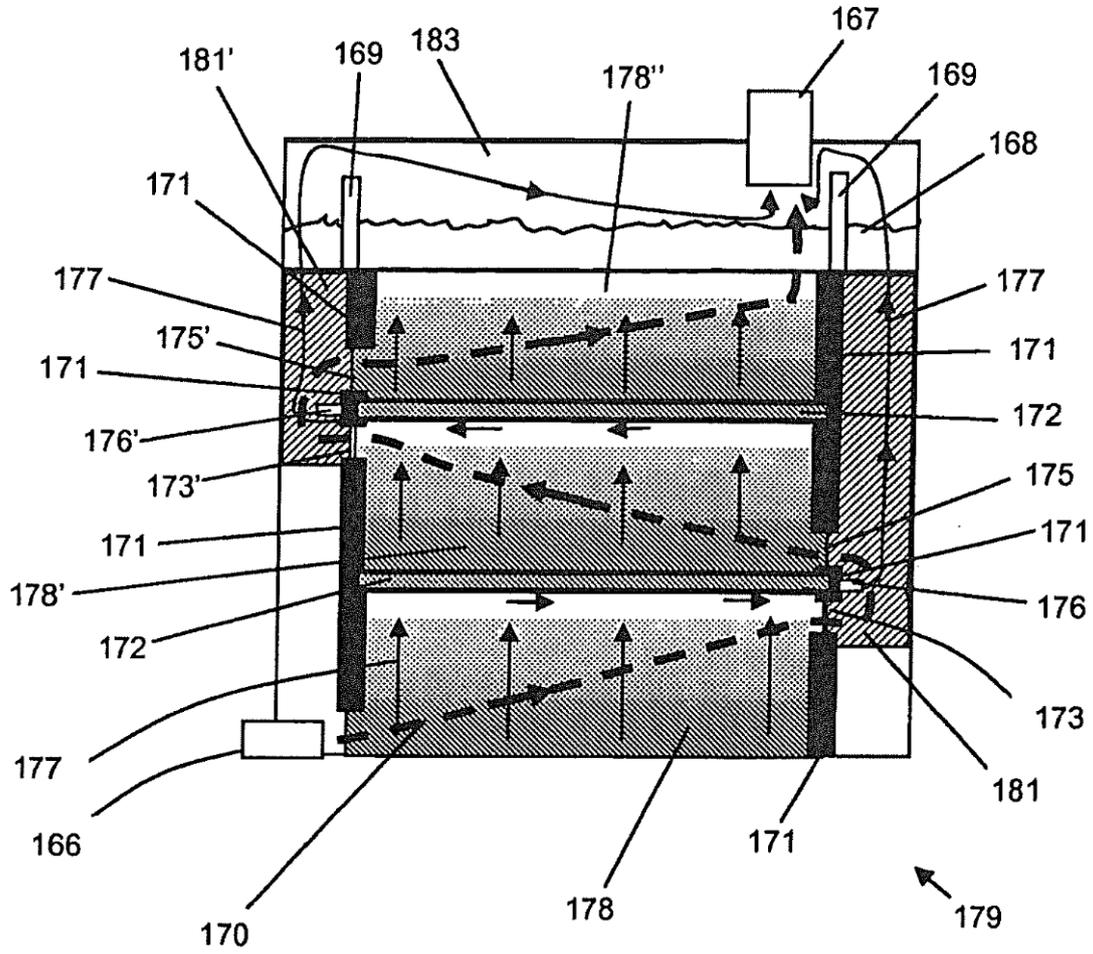


Fig.8