



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 327 826**

51 Int. Cl.:

C02F 1/42 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03703978 .1**

96 Fecha de presentación : **22.01.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1483212**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2004**

54 Título: **Electrodesionización avanzada para el reciclado de fluidos.**

30 Prioridad: **22.01.2002 US 351046 P**
09.01.2003 US 339381

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.11.2009

73 Titular/es: **Exergy Technologies Corporation**
25 Mauchly, Suite 316
Irvine, California 92618, US

72 Inventor/es: **Reinhard, Fred, P.**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 327 826 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

Electrodesionización avanzada para el reciclado de fluidos.

5 La presente solicitud reivindica los derechos de prioridad sobre la solicitud de patente US nº 60/351.046, presentada el 22 de enero de 2002.

Campo

10 Las formas de realización de la invención se refieren al campo de sistemas de electrodesionización (EDI) y operaciones mejoradas asociadas con los mismos.

Antecedentes generales

15 Actualmente, los sistemas de electrodesionización (EDI) se materializan con una gran diversidad de membranas selectivas para aniones y cationes alternas, y resinas de intercambio iónico de lecho mixto tales como los sistemas de EDI descritos en la patente US número 2.815.320. Para este sistema, las células de EDI se utilizaron exclusivamente para la generación de agua de alta pureza. El desarrollo de membranas de intercambio iónico, descrito en la patente US nº Re. 24.865, condujo rápidamente al desarrollo de sistemas de EDI convencionales de alto rendimiento tal como se describe en las patentes US nº 4.632.745 y nº 4.465.573. Estos sistemas de EDI convencionales están adaptados simplemente para purificar el permeado por ósmosis inversa con el fin de generar agua de alta pureza para las industrias energética, de la electrónica y de los semiconductores.

25 Sin embargo, existen varias desventajas asociadas con la utilización actual de sistemas de EDI convencionales. Por ejemplo, los sistemas de EDI convencionales requieren concentraciones de bajo nivel de carga iónica en la corriente de alimentación. Concentraciones elevadas pueden producir el ensuciamiento de las células de EDI mediante la deposición de una capa indeseada sobre una superficie externa de una resina o membrana del sistema de EDI convencional y pueden requerir una regeneración y limpieza químicas muy frecuentes. Los documentos GB 882 601 y EP 0853972 dan a conocer unidades de EDI mejoradas que permiten una mejor separación del concentrado en relación con el fluido que va de purificarse. En segundo lugar, los sistemas de EDI convencionales se utilizan exclusivamente de una manera indirecta para la purificación del permeado por ósmosis inversa con niveles bajos de sólidos disueltos totales (TDS) tales como sales. Los sistemas de EDI ni se han concebido ni se han utilizado directamente para tratar productos químicos peligrosos.

35 Por tanto, se considera que la modificación de las operaciones del sistema de EDI puede permitir nuevas aplicaciones para la utilización de EDI distintas de la purificación del permeado por ósmosis inversa.

Breve descripción de los dibujos

40 Las características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente de las formas de realización de la invención en las que:

La figura 1 muestra una forma de realización a título de ejemplo de un sistema para la recuperación y el mantenimiento en aplicaciones de metal o electrónicas.

45 Las figuras 2A y 2B son una primera forma de realización a título de ejemplo de un sistema de electrodesionización (EDI).

50 Las figuras 3A y 3B son una segunda forma de realización a título de ejemplo del sistema de electrodesionización (EDI).

La figura 4 es una tercera forma de realización a título de ejemplo del sistema de electrodesionización (EDI).

55 La figura 5 es una forma de realización a título de ejemplo de una unidad de EDI de las figuras 2A a 4 que ilustra la disposición del lecho de resina, separadores de membranas y electrodos en una unidad de EDI.

La figura 6 es una forma de realización a título de ejemplo de una membrana de intercambio iónico de la figura 5.

60 La figura 7 es una forma de realización a título de ejemplo de un separador que es parte de la membrana de intercambio iónico de la figura 6.

Descripción detallada

65 En la presente memoria, las formas de realización de la invención se refieren a un sistema de electrodesionización (EDI) y a las operaciones mejoradas del mismo. Las formas de realización descritas en la presente memoria no son limitativas; más bien, proporcionan únicamente un entendimiento completo de la invención. Además, los elementos bien conocidos no se exponen en detalle con el fin de evitar la confusión innecesaria de la invención.

En la siguiente descripción, se utiliza determinada terminología para describir las características de la invención. Por ejemplo, un “artículo” es cualquier producto que requiere aplicaciones de limpieza y/o de superficie tales como operaciones de recubrimiento o revestimiento metálico o no metálico. Los tipos de productos varían enormemente, tales como hardware electrónico (por ejemplo, placas de circuito impreso, disquetes de pastilla de semiconductor, componentes de semiconductor empaquetados, etc.), partes de automóvil, partes aerospaciales, grifos y accesorios fabricados variados. Un “conducto” es una ruta para la transferencia de fluido desde una posición a otra. El conducto puede ser cualquier clase de tubería de plástico, tubos de metal o de plástico y similares.

Un “separador” se define generalmente como un dispositivo que proporciona una distancia generalmente definida entre dos láminas de membrana adyacentes para que el líquido fluya o se mueva entre las mismas. Una “lámina de membrana” se define generalmente como una sección delgada de material que permite que ciertos elementos químicos permeen desde un lado hasta otro, mientras que se impide que otros elementos químicos pasen a través de la lámina de membrana. Los ejemplos de “elementos químicos” incluyen cationes (iones cargados positivamente) y aniones (iones cargados negativamente). Por supuesto, los elementos químicos pueden clasificarse más específicamente como metales, no metales, ciertas agrupaciones de elementos periódicos (por ejemplo, metales alcalinos, metales alcalinotérreos, etc.) o similares.

Por ejemplo, una forma de realización del sistema de EDI de la invención puede implicar una capacidad para realizar aplicaciones de recuperación química independientes de la ósmosis inversa. Otra forma de realización a título de ejemplo de la invención puede mejorar la transferencia de productos químicos débilmente ionizados, la recuperación y el tratamiento de materiales peligrosos y la eficacia en la eliminación de iones débilmente disociados del fluido (por ejemplo, agua de enjuague de tratamiento). Además, otra forma de realización de la invención puede proporcionar aplicaciones de reciclado de elementos químicos, de menor mantenimiento y aplicaciones de reciclado de agua de enjuague más rentables. Además, utilizando la tecnología de EDI en la configuración propuesta, puede conseguirse una regeneración y un reciclado mejorados de lecho(s) de resina de intercambio iónico.

Las nuevas aplicaciones para utilizar sistemas de EDI para reciclar el agua de enjuague y productos químicos pueden incluir, pero no se limitan o restringen a las siguientes: (1) agua de enjuague de líneas de limpieza de placas de circuito impreso (PCB) para capas internas; (2) agua de enjuague de líneas multienlace de PCB; (3) agua de enjuague de tratamiento de operaciones de semiconductor; (4) agua de enjuague de revestimiento de níquel brillante (baño de Watt); (5) agua de enjuague de revestimiento de sulfamato de níquel; (6) agua de enjuague de níquel sin corriente eléctrica; (7) agua de enjuague de recubrimiento de conversión de cromo; (8) agua de enjuague de revestimiento de cromo; (9) baños de tratamiento de superficie de metal noble; (10) agua de enjuague de recubrimiento de superficie de anodizado (cromico, fosfatos, sulfúrico); (11) agua de enjuague de revestimiento de zinc; y (12) agua de enjuague de revestimiento de cadmio; (13) agua de enjuague E-Cote.

Haciendo referencia a la figura 1, se representa una forma de realización a título de ejemplo de un sistema para la recuperación y el mantenimiento en aplicaciones de metal o electrónicas. El sistema 100 incluye un baño 110 de tratamiento y por lo menos un tanque de enjuague 120. Se muestran dos tanques de enjuague 121 y 122 a título ilustrativo.

Para esta forma de realización de la invención, se dispone inicialmente un artículo 130 en el baño 110 de tratamiento para la aplicación de metal. Después, se retira el artículo 130 del baño 110 de tratamiento y se coloca en un primer tanque de enjuague 121. Esto retira elementos químicos y contaminantes excesivos tal como se define a continuación.

El primer tanque de enjuague 121 está acoplado a uno o más sistemas de separación de productos químicos/agua tales como un sistema de electrodesionización (EDI) 140, por ejemplo. El sistema de EDI 140 separa los elementos químicos recuperados dentro de un fluido (por ejemplo, una disolución acuosa tal como “diluto” de agua de enjuague que normalmente presenta menos de 400 partes por millón de sólidos disueltos totales) y devuelve este fluido a través de la línea de tratamiento 150. Esta “línea de tratamiento” 150 implica cualquier mecanismo que ayude en la transferencia de fluido, incluyendo o excluyendo los conductos.

Adicionalmente, los elementos químicos recuperados (denominados en la presente memoria “concentrado”) se devuelven al baño 110 de tratamiento por medio de una línea de tratamiento 160. El concentrado puede reutilizarse por el baño 110 de tratamiento para la aplicación de metal (por ejemplo, recubrimiento, revestimiento, etc.). Alternativamente, mostrado mediante la línea 180 discontinua, el concentrado puede recuperarse para fines de reciclado en lugar de devolverse directamente al baño 110 de tratamiento.

En el caso de que se utilice un segundo tanque de enjuague 122, puede limpiarse el fluido dentro del segundo tanque de enjuague 122 (por ejemplo, disolución acuosa tal como agua de tratamiento) mediante un sistema de tratamiento de reciclado de agua 170. Tal limpieza permite que se devuelva el agua de enjuague purificada con bajos TDS al segundo tanque de enjuague 122 mientras que se recuperan los productos químicos resultantes y se tratan para una eliminación de desechos segura.

En general, el sistema de EDI 140 está configurado para la eliminación de elementos químicos y contaminantes con el fin de devolver agua sustancialmente purificada, devolver concentrado o incluso ayudar en las operaciones de un sistema situado posteriormente. Por tanto, el sistema de EDI 140 mejora la eficacia global del sistema 100 eliminan-

ES 2 327 826 T3

do elementos químicos y contaminantes que pueden reducir tal eficacia. Estos elementos químicos y contaminantes pueden entrar en una de entre cinco categorías tal como se muestra en la tabla A a continuación:

TABLA A

CATEGORÍA	TIPO DE PRODUCTO QUÍMICO/CONTAMINANTE	EJEMPLOS
1	Sólidos suspendidos	Residuo, precipitados, grafito, etc.
2	Metales disueltos	Níquel (Ni); cobre (Cu); zinc (Zn); cromo (Cr); cadmio (Cd); plata (Ag); oro (Au), etc.
3	Dureza	Elementos alcalinotérreos tales como calcio (Ca); magnesio (Mg); estroncio (Sr); bario (Ba).
4	Orgánico	Ácido bencenodisulfónico, ácido bencenotrisulfónico, bencenosulfonamidas, sacarina, formaldehído, cumarina, etilencianohidrina, butinodiol, tiourea, dextrina, etoxilatos de alquilarilo, sulfosuccinato de diisooctilo, alquilsulfonimida
5	Grasa lubricante/aceite y disolventes	Grasas lubricantes y grasas a base de aceite mineral, aceites para máquinas, hidrocarburos clorados

Por ejemplo, los elementos alcalinotérreos se eliminan debido a que tienden a precipitar y, por tanto, a obstruir el sistema de EDI 140. Igualmente, los compuestos orgánicos se eliminan debido a que tienden o bien a precipitar o bien a ensuciar la resina o membrana del sistema de EDI 140 si no se eliminan del agua de enjuague del tratamiento.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 2A y 2B, se muestra una primera forma de realización a título de ejemplo del sistema de separación de productos químicos/agua 140 que funciona como un sistema de EDI. Para esta forma de realización, el sistema de EDI 140 comprende una bomba 210, un filtro 220, una unidad de EDI 230, conductos 290 para interconectar estos componentes y un rectificador 250. El rectificador 250 proporciona corriente a la unidad de EDI 230 mientras que los conductos 290 permiten que se transfiera fluido entre ciertos componentes del sistema 140. Los conductos 290 pueden ser tuberías de PVC de diámetro variable y que soportan tasas de flujo de diferente psi (presión/pulgada al cuadrado).

En la presente memoria, la bomba 210 está adaptada a un primer conducto 211 que dirige el fluido (por ejemplo, agua de tratamiento) al filtro 220. Tal direccionamiento puede producirse continuamente con la bomba 210 funcionando constantemente durante el funcionamiento. Alternativamente, la bomba 210 puede regularse (encenderse/apagarse periódicamente) a través de la utilización de una válvula 212 para regular el flujo de fluido a una tasa de flujo más lenta.

El filtro 220 está configurado para eliminar elementos químicos o contaminantes nocivos del fluido de entrada antes de recibirse por la unidad de EDI 230. En una forma de realización, el filtro 220 elimina sólidos suspendidos, metales disueltos o disolventes de grasa lubricante/aceite. En una forma de realización, el filtro 220 es un filtro de partículas y de carbón activado para eliminar aditivos orgánicos tales como abrillantadores, agentes humectantes, catalizadores y estabilizadores.

El fluido filtrado está ajustado con respeto al flujo y se bombea hacia la unidad de EDI 230 mediante una bomba de alimentación de EDI 260 correspondiente y un filtro 261 opcional. Tal como se muestra, la unidad de EDI 230 está configurada para proporcionar fluido purificado (por ejemplo, agua purificada o "diluato") por medio de la línea de tratamiento 150 de la figura 1 y quizás como enjuague de electrodo. Los elementos químicos reciclados se devuelven como concentrado a través de la línea 160.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 3A y 3B, se muestra una segunda forma de realización a título de ejemplo del sistema de separación de productos químicos/agua 140 que funciona como un sistema de EDI. Para esta forma de realización, el sistema de EDI 140 comprende un tanque de alimentación 200, una bomba 210, un filtro 220,

ES 2 327 826 T3

por lo menos dos unidades de EDI 230 y 240, un rectificador 250, una bomba de alimentación de EDI 260 y un tanque de diluato 270. Todos los componentes excepto el rectificador 250 están acoplados entre sí mediante conductos. La colocación general de estos componentes dentro de un marco del sistema de EDI 140 se ilustra en la figura 3A. Se contempla, sin embargo, que el tanque de alimentación 200 puede ser equivalente al primer tanque de enjuague 121 de la figura 1 sin depender de un tanque separado tal como se muestra. Sin embargo, como alternativa puede utilizarse un tanque separado.

La bomba 210 está adaptada a un conducto 211 que dirige fluido (por ejemplo, agua de tratamiento) desde el tanque de alimentación 200 (o baño 110 de tratamiento de la figura 1) hasta un filtro 220. Tal direccionamiento puede producirse continuamente con la bomba 210 funcionando constantemente durante el funcionamiento. Alternativamente, la bomba 210 puede regularse (encenderse/apagarse periódicamente) para regular el flujo de fluido a una tasa de flujo más lenta.

En una forma de realización, el filtro 220 es un filtro de partículas y de carbón activado para eliminar aditivos orgánicos tales como abrillantadores, catalizadores y estabilizadores. El fluido filtrado está ajustado con respeto al flujo y se bombea hacia una o dos unidades de EDI 230 y/o 240 mediante una bomba de alimentación de EDI 260 correspondiente.

Cuando se pone en práctica como más de una unidad, la(s) unidad(es) de EDI 230 y/o 240 pueden configurarse para funcionar o bien en paralelo o bien en serie. Por ejemplo, la primera unidad de EDI 230 puede configurarse para proporcionar fluido purificado (por ejemplo, agua purificada o “diluato”) al tanque 270 para devolverse posteriormente a un sistema de enjuague de línea de tratamiento (por ejemplo, el primer tanque de enjuague 121 por medio de la línea de tratamiento 150 de la figura 1). Posteriormente, la segunda unidad de EDI 240 puede purificar adicionalmente el producto. El agua reciclada y los elementos químicos del baño de tratamiento o revestimiento se devuelven a la línea de tratamiento principal, a través de la línea 160.

En general, el rectificador 250 controla las operaciones de las unidades de EDI 230 y 240. El rectificador 250 da corriente a las unidades de EDI a un amperaje (por ejemplo, 6-12 amperios por 3-5 galones por minuto “gpm”) y un voltaje (por ejemplo, 300-380 voltios) específicos. Tales amperajes y voltajes son más altos que los de los sistemas de EDI tradicionales utilizados para la purificación de permeado por ósmosis inversa.

En otra forma de realización tal como se muestra en la figura 4, puede ponerse en práctica un sistema de filtración auxiliar 290 con una bomba de tratamiento 280 para filtrar el agua de tratamiento recibida antes de suministrar el agua de tratamiento a la bomba de alimentación de EDI 210. En detalle, el sistema de filtración 290 puede configurarse como uno cualquiera o más de los siguientes: (1) un sistema de intercambio catiónico (elimina cationes como metales disueltos, dureza) (2) un sistema de intercambio aniónico (elimina compuestos orgánicos, aniones); (3) una combinación del sistema de intercambio catiónico y el sistema de intercambio aniónico; (4) un sistema de intercambio catiónico que contiene resina selectiva de iones (elimina metales bivalentes específicos tales como Ni, Cu, Zn, etc.); (5) un sistema de electrodiálisis (purifica agua de tratamiento eliminándose posteriormente niveles más altos de sólidos disueltos mediante el sistema de EDI 140); (6) un sistema de ósmosis inversa; (7) un filtro que contiene resinas de intercambio iónico de producto especial para eliminar iones problemáticos del agua; (8) un filtro de múltiples medios que comprende arena, carbono y alúmina; (9) un filtro que contiene materiales adsorbedores tales como alúmina, arcilla, tierra de diatomeas, óxido de hierro, esponja, arena húmeda, resina adsorbedora, zeolitas y compuestos químicos similares y (10) un ablandador de agua.

Tras recibir el agua de tratamiento filtrada desde el sistema de filtración 290, la bomba 210 proporciona el agua al filtro 220, que realiza una filtración adicional en el agua y dirige el agua de una manera tal como se describió anteriormente en las figuras 3A y 3B.

Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se muestra una forma de realización a título de ejemplo de una unidad de EDI de las figuras 2A, 2B, 3A, 3B y 4. Cada unidad de EDI (por ejemplo, la unidad de EDI 230) comprende una pila 300 de membranas que, para esta forma de realización, incluye lechos de intercambio iónico 310 y 320 intercalados entre membranas de intercambio iónico 330 y 340. Dos placas de extremo 350 y 360 están acopladas a la pila 300 de membranas. Cada una de estas placas de extremo 350 y 360 incluyen un electrodo 351 y 361, respectivamente. La pila 300 puede estabilizarse físicamente mediante estas dos placas de extremo 350 y 360 unidas entre sí mediante cualquier mecanismo de sujeción (por ejemplo, un perno/una tuerca, una abrazadera hidráulica, etc.).

Para esta forma de realización, los lechos de intercambio iónico 310 y 320 pueden ser lechos mixtos que eliminan tanto cationes y aniones del fluido de entrada que va a tratarse. Alternativamente, los lechos de intercambio iónico 310 y 320 pueden ser lechos de resina aniónica, lechos de resina catiónica específica o una combinación de los dos tipos de lechos. De manera similar, las membranas de intercambio iónico 330 y 340 pueden ser específicas de iones (por ejemplo, membranas catiónicas o membranas aniónicas) o quizás membranas catiónicas/aniónicas mixtas.

Tal como se muestra en la figura 6, la membrana de intercambio iónico 330 comprende por lo menos dos láminas de membrana 331 y 332 separadas por un separador 333. El separador 333 es un dispositivo que proporciona una distancia permanente definida entre las dos láminas de membrana 331 y 332 adyacentes, una contención de cantidad definida de resinas de intercambio iónico de lecho mixto y un espacio para que el líquido fluya o se mueva entre las láminas de membrana 331 y 332. Más específicamente, el separador 333 puede implementarse con un separador

ES 2 327 826 T3

convencional o quizás un separador que presenta cribas diagonalmente tejidas tal como se muestra en figura 7. Una junta 334 de estanqueidad opcional puede rodear el perímetro de la criba 335 del separador 333 tal como se describe a continuación.

El separador 333 optimiza la distribución de fluido entre las láminas de membrana 331 y 332, el tiempo de retención para las reacciones de intercambio iónico y la velocidad de fluido lineal para la transferencia de masa. La transferencia de masa se produce entre dos líquidos separados por las láminas de membrana 331 y 332 y la resina de intercambio iónico 310. El gradiente de potencial para la transferencia de iones es un potencial eléctrico entre los electrodos 351 y 361, establecido por el rectificador 250 de las figuras 2A, 2B, 3A, 3B y 4. Fundamentalmente, el separador 333 proporciona una dinámica de fluidos mejorada y en consecuencia un mayor rendimiento de transferencia de masa.

El fluido de entrada (por ejemplo, el agua de enjuague) 370 está configurado para fluir a través de un primer lecho mixto de resina de intercambio iónico 310 de la unidad de EDI 230. Los aniones (Cl^-) se atraen del fluido 370 por el electrodo anódico 361, que pasan a través de la membrana de intercambio aniónico 340 y finalmente se acumulan alrededor del electrodo 361. Simultáneamente, los cationes (por ejemplo, Ni^+) se atraen del fluido 370 y se acumulan alrededor del electrodo catódico 351 tras pasar a través de la membrana de intercambio catiónico 330. Un segundo paso del fluido 370 a través del lecho de resina mixta de intercambio iónico 320 produce un fluido sustancialmente purificado 371 para devolverse posiblemente al tanque de enjuague 121 de la figura 1, por ejemplo.

A continuación, se configura el fluido que presenta una concentración 380 de catión particular (por ejemplo, agua de enjuague con concentración de níquel como una forma de realización) para que fluya físicamente próximo al electrodo catódico 351 y entonces junto al electrodo anódico 361 para producir un fluido con concentración de metal 381 (por ejemplo, agua de enjuague con concentración de níquel). El fluido con concentración de metal resultante 381 se descarga para regenerar la composición química del baño 110 de tratamiento de la figura 1 o se envía para su reciclado.

Para esta forma de realización, con respecto a cada separador, contiene un canal de flujo de entrada y uno de flujo de salida y separa láminas de membrana alternas. Una combinación de membrana/separador sí y una no (denominada una “célula de EDI”) está diseñada de la misma manera, y los flujos de entrada y flujos de salida están conectados entre sí. El fluido o agua de tratamiento fluye hacia dentro y hacia fuera de cada separador hacia láminas de membrana alternas. Además, el fluido o agua de tratamiento fluye hacia el otro separador alterno y dando como resultado el rechazo de los alternos. Todos los flujos de entrada y flujos de salida presentan un canal de alimentación de flujo de entrada, y todos los flujos de salida se dirigen hacia un canal de flujo de salida común, de modo que todas las células conectadas alternas aportan líquido a un canal.

Tal como se muestra en la figura 7, se incorpora una junta 334 de estanqueidad de material polimérico especialmente formulado alrededor de la lámina de criba de separador 335 dando como resultado un producto de “una sola pieza”. El material de junta de estanqueidad también proporciona propiedades de estanqueidad mejoradas de toda la pila 300 de membranas, trata problemas de fugas comunes que se encuentran durante el funcionamiento de sistemas de EDI y proporciona buenas propiedades mecánicas y de estabilidad a la superficie de contacto entre la junta 334 de estanqueidad y el material de criba 335.

El resultado del diseño ilustrativo proporciona varias características a las células de de EDI, incluyendo una lista parcial de estas características expuestas a continuación:

- (1) Rendimiento optimizado y concebido como densidad de corriente (A/ft^2); concretamente, los separadores incluyen cribas tejidas diagonalmente para proporcionar características de flujo optimizadas y células de EDI concebidas delgadas permiten una conductancia optimizada y altas tasas de transferencia de masa.
- (2) Distribución de fluido y flujo optimizados para una alta eficacia de separación de iones; concretamente, el diseño de la criba en ángulo (dirección de 40-55 grados) proporciona un mayor rendimiento de transferencia de masa. Además, el grosor optimizado del todo el diseño de separador varía para aplicaciones industriales para conseguir un rendimiento del sistema específico así como estabilidad mecánica.
- (3) Los compartimentos de célula y condiciones de funcionamiento optimizados permiten altos rendimiento y transferencia de masa y corriente. Por ejemplo, manteniendo una pequeña distancia entre las membranas, esto permite una tasa de transporte de iones mejorada y una baja resistencia a la difusión. Además, una dinámica de fluidos optimizada y una alta velocidad de flujo proporcionan altas concentraciones iónicas en los compartimentos de célula. Las altas concentraciones iónicas permiten altas tasas de migración a través de las membranas y, por tanto, altos rendimiento y eficacia.

Aunque se han descrito y representado ciertas formas de realización a título de ejemplo en los dibujos adjuntos, dichas formas de realización se proporcionan únicamente a título ilustrativo y ponen más claramente de manifiesto la invención. Además, los circuitos bien conocidos no se exponen en detalle con el fin de evitar la confusión innecesaria de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para recuperar fluido de enjuague y elementos químicos en el mismo, **caracterizado** porque comprende:

un baño de tratamiento para tratar un artículo;

un tanque de enjuague para enjuagar el artículo tratado con un fluido de enjuague;

un filtro conectado al tanque de enjuague a través de un primer conducto para recibir fluido de enjuague desde el tanque de enjuague, estando adaptado dicho filtro para eliminar un elemento químico o contaminante seleccionado del fluido de enjuague;

por lo menos una unidad de electrodesionización (EDI) acoplada al filtro a través de un segundo conducto para recibir el fluido filtrado desde el filtro con el fin de recuperar un elemento químico del fluido filtrado estando además adaptada dicha unidad de EDI para separar el elemento químico recuperado del fluido filtrado y estando conectada además al baño de tratamiento y al tanque de enjuague a través de los tercer y cuarto conductos respectivamente de manera que el elemento químico recuperado se devuelve al baño de tratamiento a través del tercer conducto y el fluido purificado se devuelve al tanque de enjuague a través del cuarto conducto.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de EDI está adaptada para recuperar un metal.

3. Sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de EDI está adaptada para recuperar níquel.

4. Sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de EDI está adaptada para recuperar zinc.

5. Sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de EDI está adaptada para recuperar un metal disuelto que es uno de entre níquel, cobre, zinc, cromo, cadmio, plata y oro.

6. Sistema según la reivindicación 1, en el que la unidad de EDI comprende por lo menos dos membranas de intercambio iónico; y una pluralidad de lechos de intercambio iónico interpuestos entre dichas por lo menos dos membranas de intercambio iónico.

7. Sistema según la reivindicación 6, en el que por lo menos una de las membranas de intercambio iónico comprende (i) por lo menos dos láminas de membrana y (ii) un separador interpuesto entre dichas por lo menos dos láminas de membrana, comprendiendo el separador una junta de estanqueidad que bordea una criba tejida diagonalmente a un ángulo agudo seleccionado.

8. Sistema según la reivindicación 7, en el que el ángulo agudo está en un intervalo de entre cuarenta grados y cincuenta grados.

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque comprende además: una bomba acoplada al filtro por medio de un quinto conducto, de manera que la bomba envía el fluido de enjuague desde el tanque de enjuague hasta el filtro; y un rectificador acoplado a la unidad de EDI.

10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque comprende además: una bomba acoplada al filtro por medio de un quinto conducto, de manera que la bomba envía el fluido de enjuague desde el tanque de enjuague hasta el filtro; por lo menos una segunda unidad de electrodesionización (EDI) acoplada al filtro por medio de un sexto conducto, estando adaptadas las unidades de EDI para recuperar un elemento químico del fluido filtrado y para separar el elemento químico recuperado del fluido filtrado; y un rectificador acoplado a las unidades de EDI, estando adaptado el rectificador para controlar las operaciones de las unidades de EDI.

11. Sistema según la reivindicación 10, que comprende además un tanque de alimentación conectado entre el tanque de enjuague y el filtro para almacenar el fluido de enjuague del tanque de enjuague, de manera que la bomba puede regular el flujo de fluido de enjuague que ha de enviarse al filtro a una tasa de flujo seleccionada.

12. Sistema según la reivindicación 11, que comprende además un tanque de diluato conectado entre la unidad de EDI y el tanque de enjuague, con el fin de recibir el fluido purificado antes de devolverse al tanque de enjuague.

13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que las unidades de EDI están dispuestas de una manera en serie en la que una primera unidad de EDI resulta funcional cuando una segunda unidad de EDI no resulta funcional.

14. Sistema según la reivindicación 10, que comprende además una unidad de filtración auxiliar conectada entre el tanque de enjuague y el filtro, para filtrar un elemento químico o contaminante seleccionado del fluido de enjuague antes del filtro.

ES 2 327 826 T3

15. Sistema según la reivindicación 14, en el que la unidad de filtración auxiliar comprende un filtro y una bomba.

5 16. Procedimiento para tener lugar en un sistema según las reivindicaciones 1 a 15, para recuperar elementos químicos del fluido de enjuague utilizado para enjuagar un artículo en un tanque de enjuague después de haberse tratado el artículo en un baño de tratamiento, **caracterizado** porque comprende las etapas siguientes:

filtrar el fluido de enjuague recibido desde el tanque de enjuague con el fin de eliminar un elemento químico o contaminante seleccionado del fluido de enjuague;

10 tratar el fluido filtrado con una unidad de electrodesionización (EDI) con el fin de recuperar un elemento químico del fluido filtrado, y separar así el elemento químico recuperado del fluido filtrado,

regresando entonces el elemento químico al baño de tratamiento y regresando el fluido purificado al tanque de enjuague.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

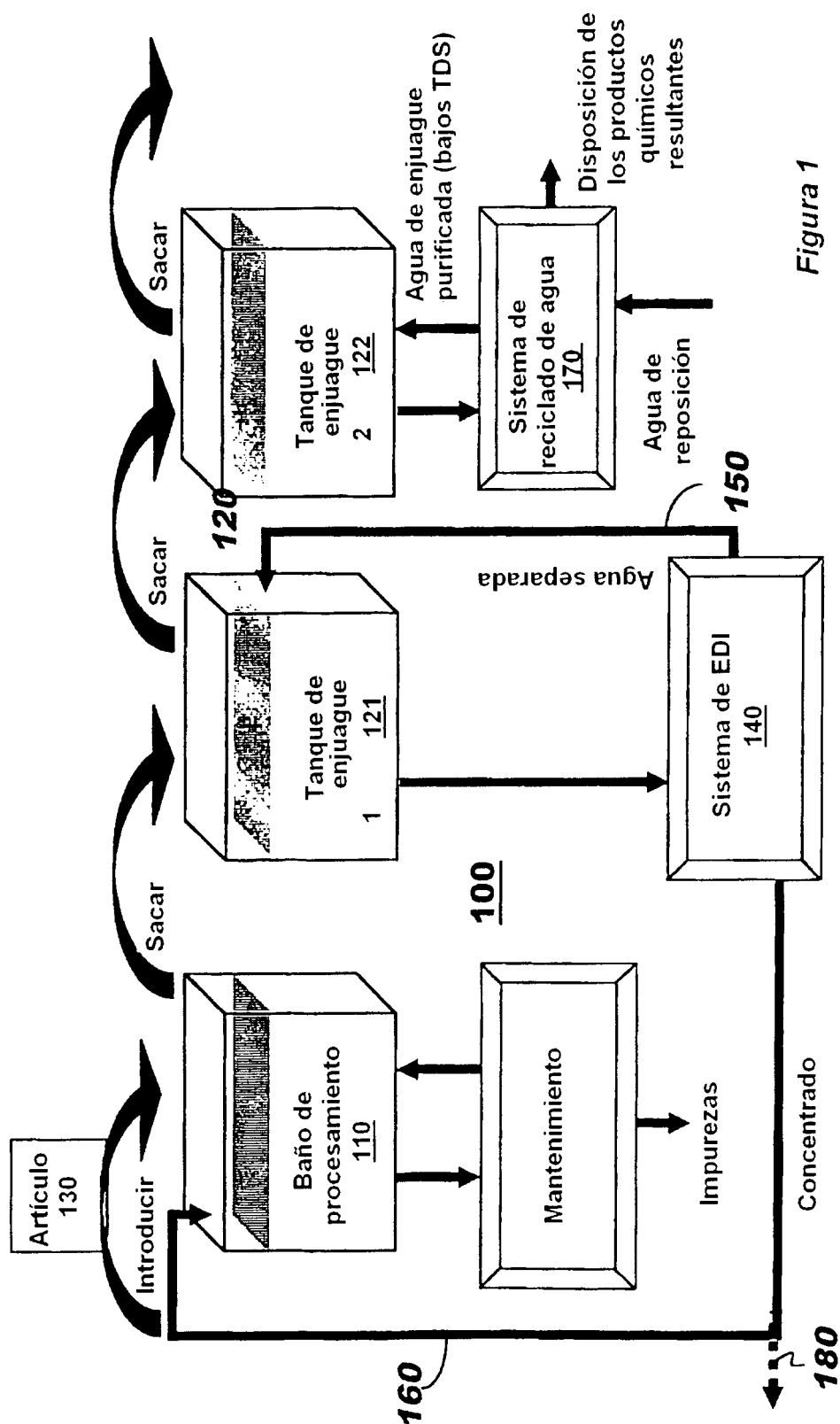


Figura 1

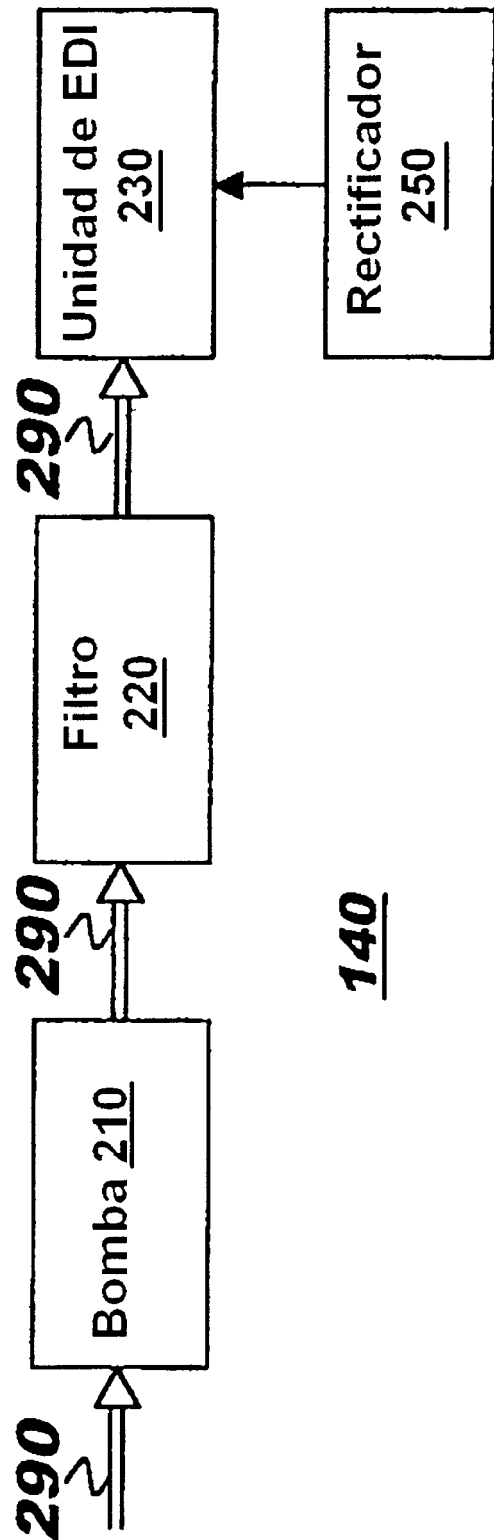


Figura 2A

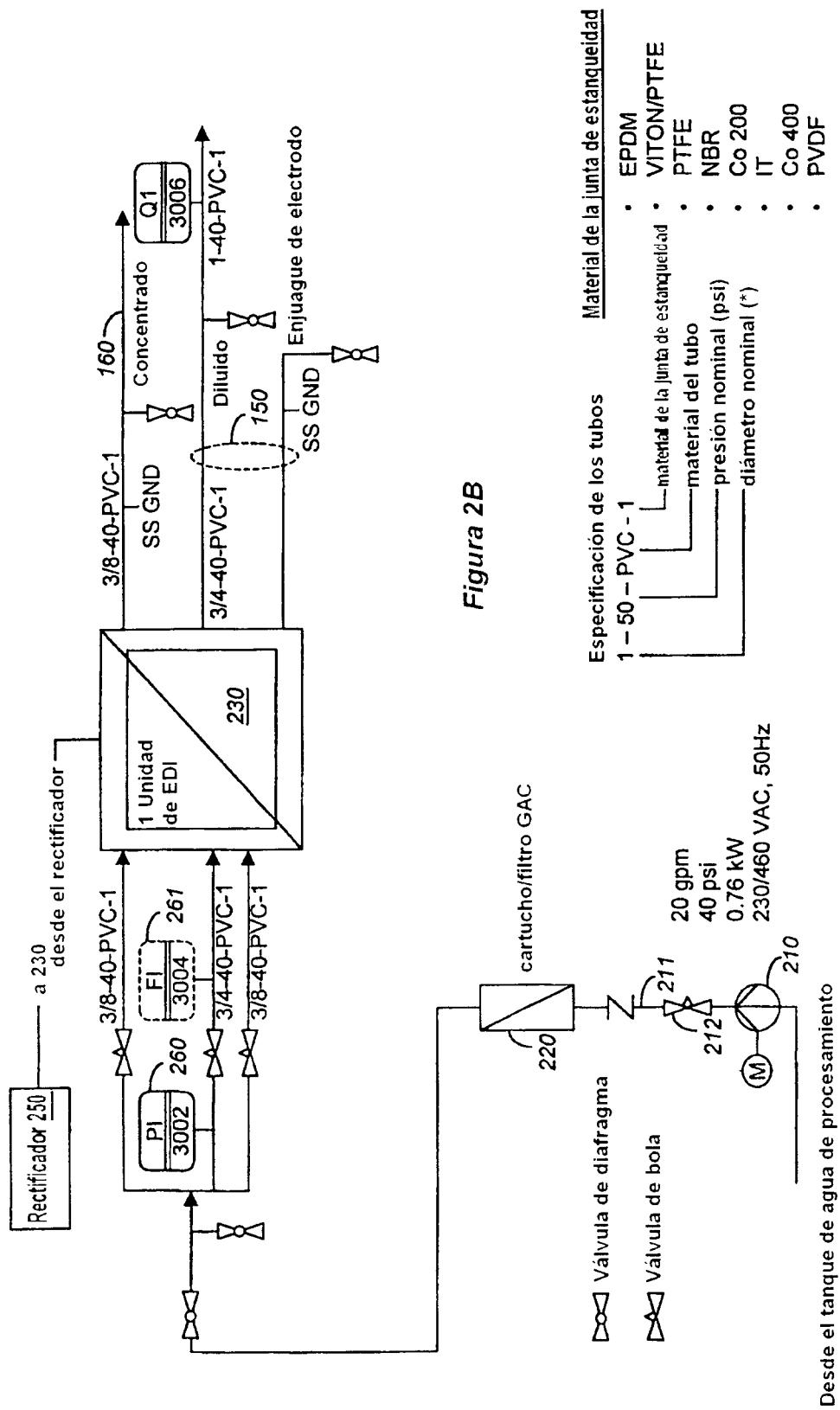
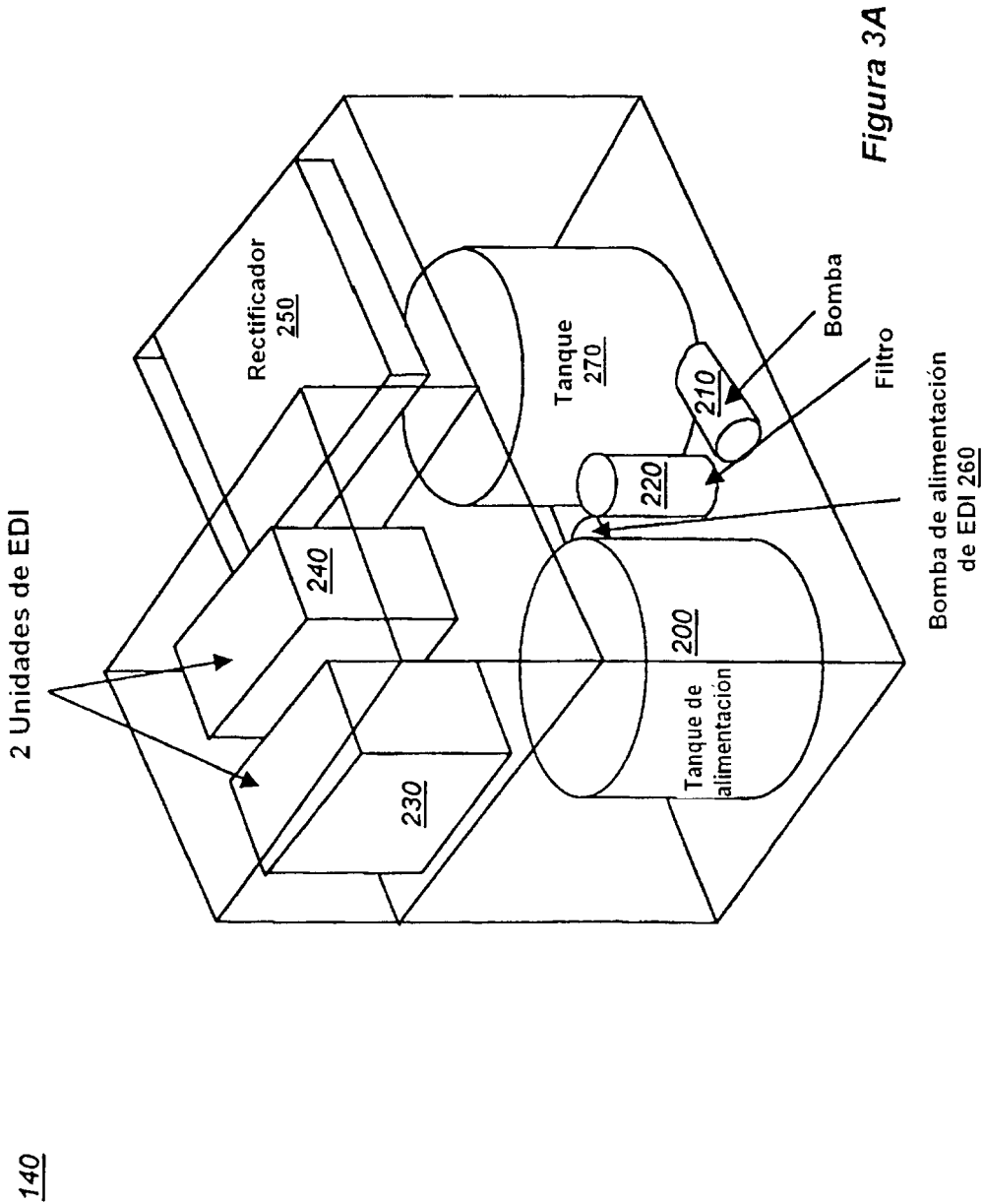


Figura 2B



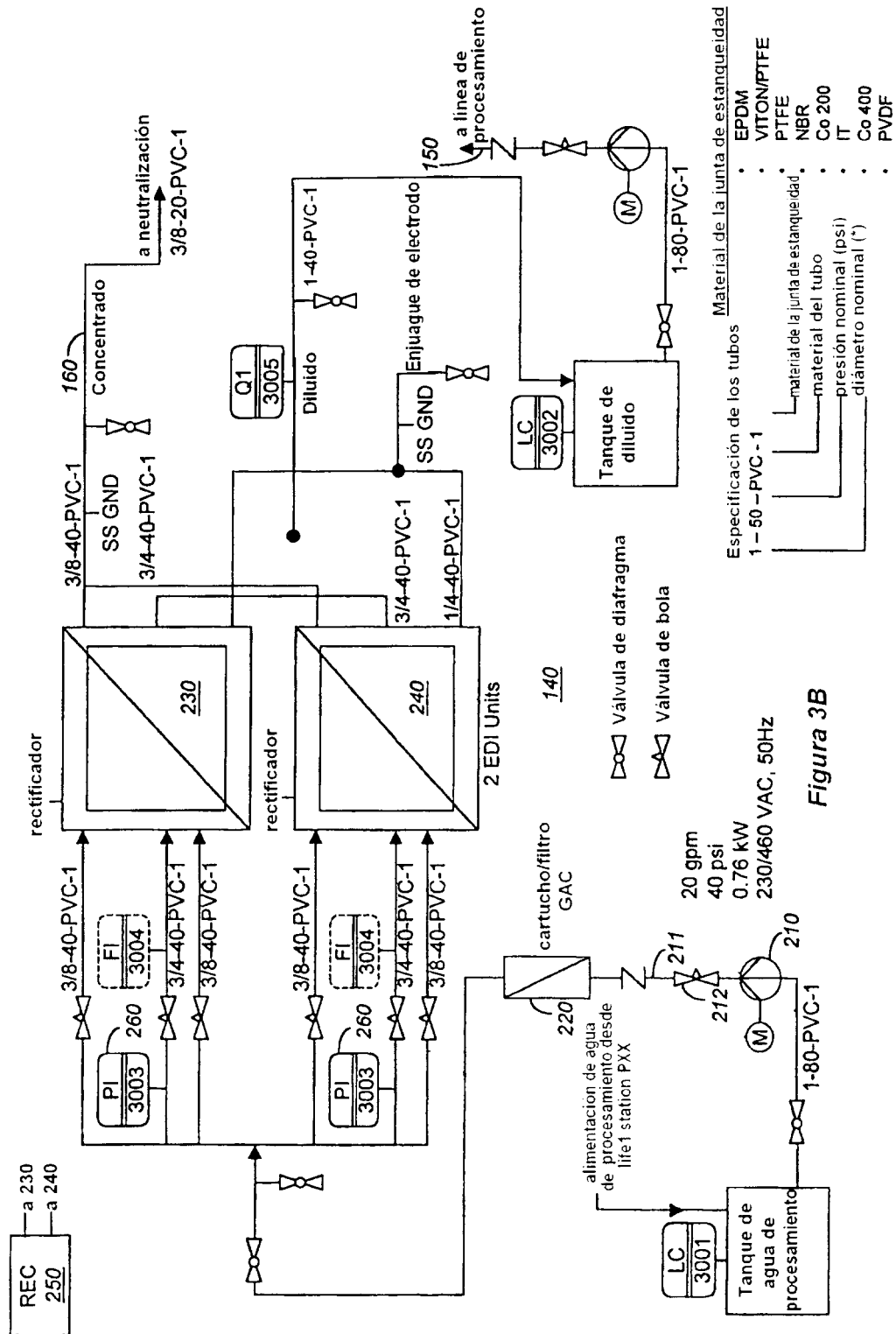
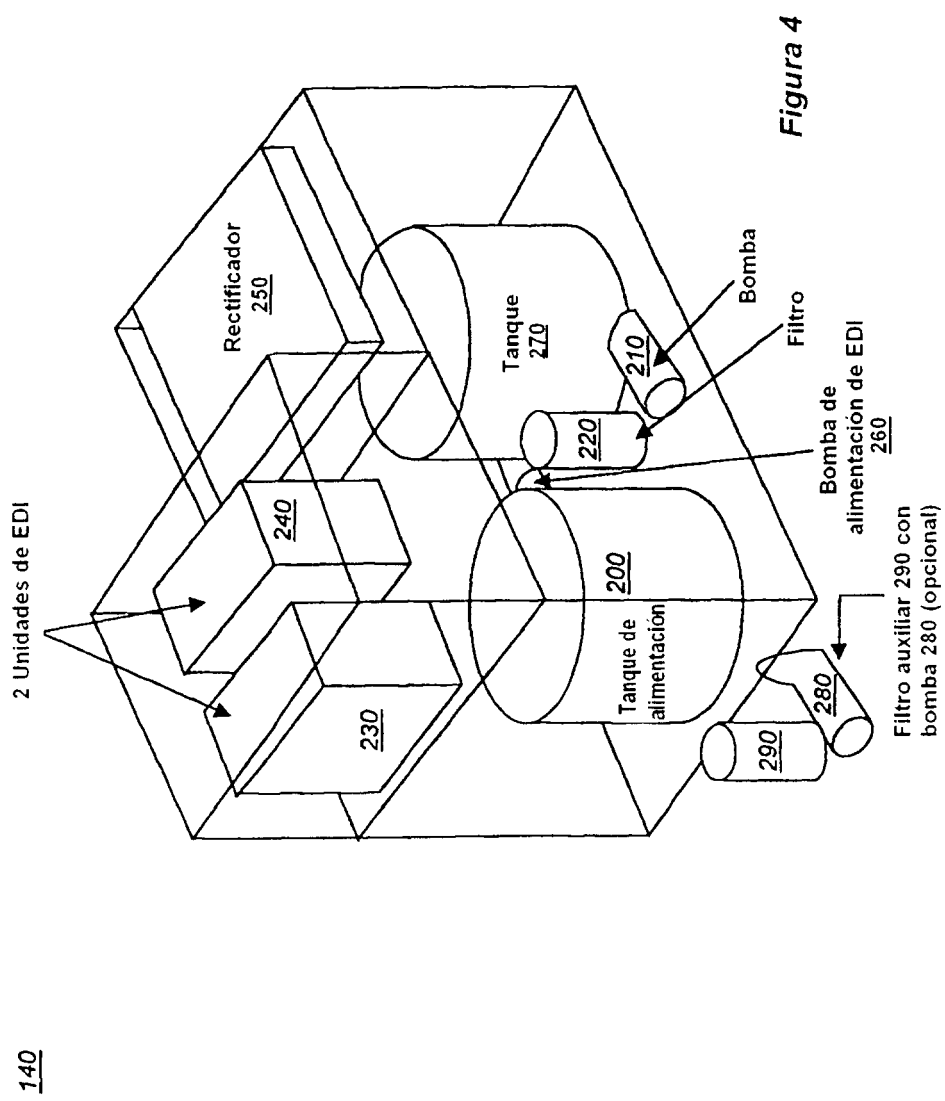


Figura 3B



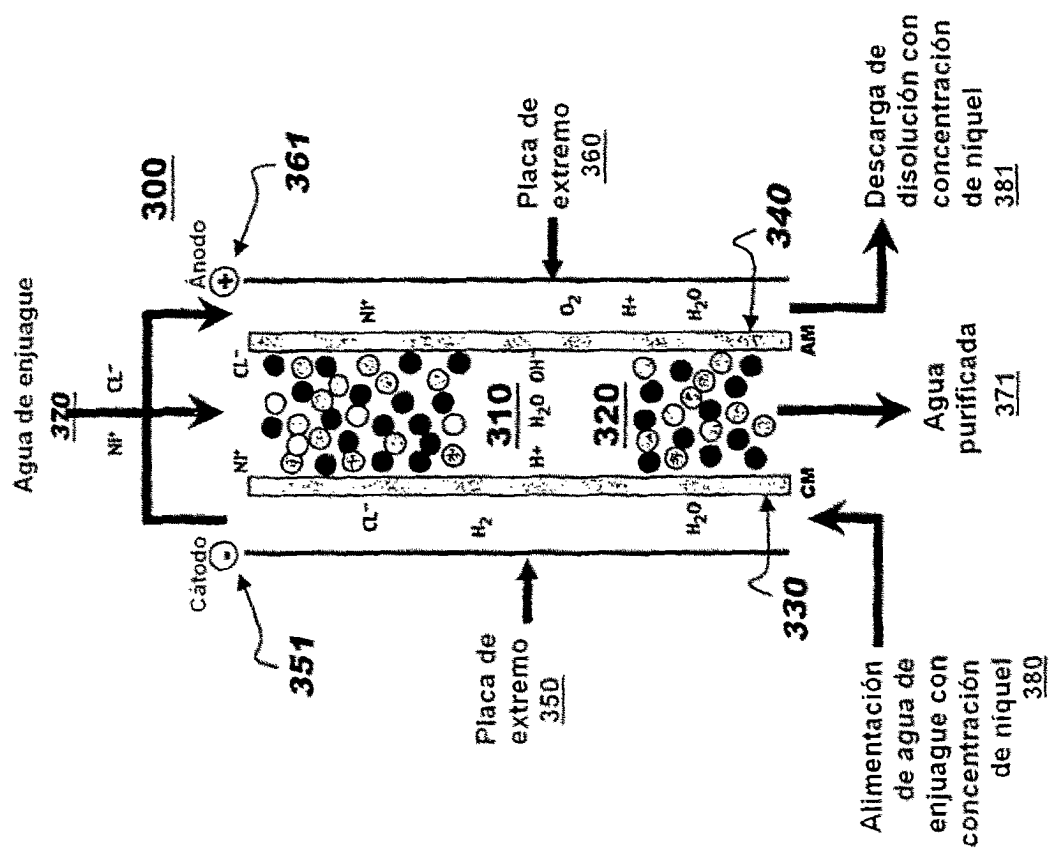


Figura 5

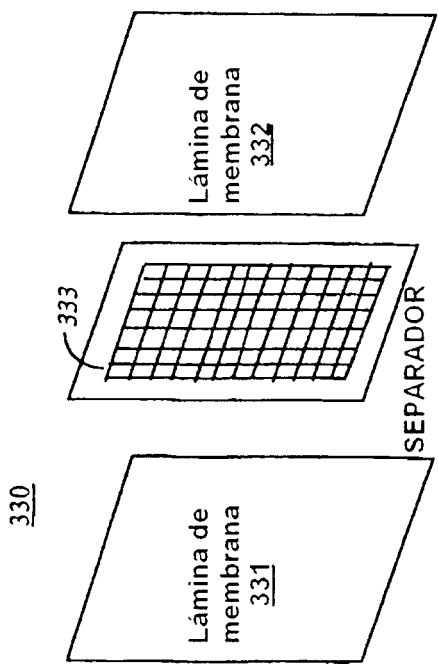


Figura 6

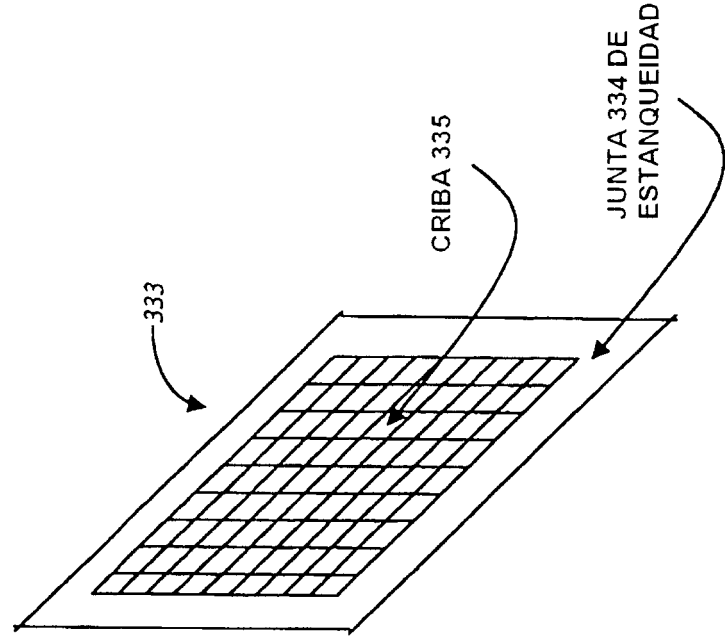


Figura 7