

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 411 008**

(51) Int. Cl.:

B01D 61/48 (2006.01)
B01D 61/50 (2006.01)
B01J 47/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2004 E 04008464 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013 EP 1466656**

(54) Título: **Dispositivo de electrodesionización**

(30) Prioridad:

11.04.2003 US 462346 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.07.2013

(73) Titular/es:

**EMD MILLIPORE CORPORATION (100.0%)
290 CONCORD ROAD
BILLERICA MASSACHUSETTS 01821, US**

(72) Inventor/es:

**DE LOS REYES, GASTON;
YACTEEN, WISAM;
BEJTLICH III, CHESTER L. y
SARIOGLU, TURGUT**

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 411 008 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

Dispositivo de electrodesionización

- 5 Campo
En general, la presente invención está dirigida a un dispositivo de electrodesionización, y más en particular, a un dispositivo de electrodesionización robusto, escalable, adecuado para desionización "ultra pura".
- 10 Antecedentes
La purificación del agua tiene un interés considerable en muchas industrias. Por ejemplo, en la industria farmacéutica, la denominada agua "ultra pura" (es decir, agua que tiene una resistividad de 18,2 megohmios/cm) se utiliza en muchas de las reacciones ya sea bajo estudio para búsqueda de nuevos medicamentos o ya sea involucrada en la fabricación del medicamento. Una concentración excesivamente alta de iones y de otras impurezas en el agua puede afectar negativamente a tales reacciones, introduciendo fuentes de error que pueden dar como resultado diagnósticos erróneos o datos deficientes de otra manera.
- 15 La electrodesionización es un proceso para eliminar iones de los líquidos mediante absorción de estos iones en un material sólido capacitado para el intercambio de estos iones ya sea por iones de hidrógeno (por cationes) o ya sea por iones hidróxido (por aniones), y retirada simultánea o posterior de los iones sorbidos mediante la aplicación de un campo eléctrico.
- 20 El proceso de electrodesionización se realiza con frecuencia en un aparato que consiste en compartimentos de dilución y compartimentos de concentración alternativos, separados por membranas permeables a los aniones y a los cationes. Los compartimentos de dilución están llenos de un material poroso de intercambio de iones a través del cual fluye el agua que va a ser desionizada. Los materiales de intercambio de iones son habitualmente mezclas de resinas de intercambio de cationes y resinas de intercambio de aniones. Se han sugerido capas alternas de estas resinas. Se han descrito también materiales de intercambio de iones consistentes en fibras tejidas y no tejidas. Los compartimentos limítrofes con el compartimento de dilución en el que se mueven los iones en virtud del campo eléctrico aplicado, denominados compartimentos de concentración, pueden estar llenos de materiales de intercambio de iones o de materiales inertes permeables al líquido. Un conjunto de uno o más pares de componentes de dilución o de concentración, conocido con frecuencia como un "par de células", están unidos a cada uno de los lados mediante un ánodo y un cátodo, permitiendo con ello la aplicación de un campo eléctrico perpendicular a la dirección general del flujo de líquido.
- 25 30 35 40 45 50 55 60 65
- Aunque los dispositivos de electrodesionización del pasado son eficaces y proporcionan buenos resultados, permanece la necesidad de una mejora adicional de los mismos y, en particular, un incremento de la capacidad y del rendimiento de tales dispositivos, junto con incrementos escalados linealmente pronosticables, sin poner en riesgo una buena desionización "ultra pura".
- El documento EP-A-0379116 describe un dispositivo de electrodesionización con una pluralidad de compartimentos de concentración y reducción de iones que contienen respectivamente perlas de resina de intercambio. Los conjuntos de ánodo y de cátodo tienen respectivamente electrodos individuales. En este dispositivo existe un flujo simultáneo solamente a través de parte de los compartimentos de reducción/concentración de iones mientras que existe un flujo secuencial entre dos grupos de tales compartimentos.
- El documento EP-A-1068901 describe otro aparato de electrodesionización en el que los electrodos de ánodo/cátodo tienen forma de placa y están compuestos por una combinación de una pluralidad de pequeños electrodos de placa con el propósito de hacer que las densidades de corriente de las partes respectivas del compartimento, es decir de cada célula, sean diferentes entre sí.
- En vista de lo anterior, un objeto principal de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de electrodesionización que tenga una configuración que sea linealmente escalable, y que sea, con respecto a realizaciones linealmente escaladas del mismo, capaz de llevar a cabo una desionización ultra pura predeciblemente también.
- Según la presente invención, se proporciona un dispositivo de electrodesionización con las características de la reivindicación 1.
- En una realización principal, el dispositivo de electrodesionización, a través del cual fluye una primera y una segunda trayectorias de flujo, comprende una pluralidad de compartimentos de reducción y una pluralidad de compartimentos de concentración intercalados entre un conjunto de ánodo y un conjunto de cátodo. Los compartimentos de reducción y concentración están dispuestos según una secuencia alternativa. Con respecto al flujo paralelo, la primera y la segunda trayectorias de flujo están configuradas ambas para introducir fluido en, y extraer fluido desde, sus compartimentos respectivos de reducción y concentración de manera sustancialmente simultánea. Con respecto al flujo serie, cada compartimento está dotado de una pluralidad de canales, es decir, los sitios funcionales reales en

donde ocurre el intercambio iónico de compartimento de cruce motivado eléctricamente, configurados de tal modo que el fluido llevado a su interior fluye hacia cada canal de forma sustancialmente secuencial.

- 5 En el dispositivo de electrodesionización de la presente invención, el fluido fluye "en paralelo" entre sus compartimentos de reducción y concentración, pero en serie dentro de dichos compartimentos (es decir, a través de los canales previstos en cada compartimento).
- 10 En el dispositivo de electrodesionización de la presente invención, que tiene un conjunto de cátodo y un conjunto de ánodo que flanquean los compartimentos de reducción y concentración iónica del dispositivo, los conjuntos de cátodo y de ánodo comprenden electrodos segmentados.
- 15 En el dispositivo de desionización de la presente invención que emplea los electrodos segmentados antes mencionados, los electrodos están conectados a una única fuente de alimentación de salida múltiple.
- 20 25 Otro aspecto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de electrodesionización que comprende compartimentos de reducción y de concentración de iones, cada uno de los cuales tiene canales enlazados en serie, estando el dispositivo configurado de tal modo que exista coherencia en la presión transmembrana ejercida a su través y en la corriente eléctrica alimentada a cada canal del interior de uno particular de tales compartimentos.
- 30 Como respuesta al objeto anterior, se ha encontrado que se puede realizar una desionización comparativamente rápida en un dispositivo de desionización escalable en donde el flujo de corrientes de desechos y de producto a través de varios compartimentos de concentración y de reducción de iones, se produce de forma sustancialmente simultánea (es decir, trayectorias de flujo "en paralelo"), pero que en el interior de cada compartimento, el líquido fluye secuencialmente a través de una serie de canales (es decir, trayectorias de flujo "en serie"). Básicamente, entre los compartimentos, el flujo es en paralelo; pero dentro de los compartimentos, el flujo es en serie.
- 35 40 Aunque la invención no debe considerarse limitada a ninguna teoría en cuanto a la explicación de la misma, se considera que la trayectoria de flujo en paralelo del dispositivo mejora la tasa de flujo (por ejemplo, proporcionando procesamiento simultáneo entre varios compartimentos), mientras que la trayectoria de flujo en serie mantiene una buena calidad del agua del producto (por ejemplo, proporcionando una trayectoria tortuosa que sea suficientemente larga como para asegurar una buena cantidad de tiempo de estancia). La trayectoria de flujo en paralelo, debido a una dinámica de fluido similar operativa en cada compartimento, proporciona una base apropiada para la configuración linealmente escalable de componentes del dispositivo.
- 45 50 Como complementos a la configuración novedosa del dispositivo, la presente invención abarca ciertas tecnologías adicionales relacionadas. Uno importante de estos complementos consiste en el empleo de electrodos segmentados para el conjunto de ánodo y para el conjunto de cátodo del dispositivo. Otras realizaciones son posibles. En cada una, la ventaja se obtiene conectando los conjuntos (segmentados) de ánodo y cátodo a una única fuente de alimentación de múltiples salidas.
- 55 60 Otras características de la invención incluyen sus novedosos distribuidores de fluido, la circunscripción de sus medios de intercambio iónico, el uso de medios de membrana segmentada, y un elemento estructural contorneado que tiene puertos situados simétricamente. Estas y otras características, por sí solas o en conjunto, proporcionan las ventajas de escalabilidad de diseño, buen control de la presión transmembrana, durabilidad (en particular, con respecto a las fugas), funcionamiento sólido, y comportamiento eléctrico fiable.
- 65 Otro aspecto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de electrodesionización que comprende compartimentos de reducción y de concentración de iones que tienen, cada uno de ellos, canales conectados en serie, en donde los extremos anterior y posterior de cada uno de dichos canales está interrumpido por un distribuidor de flujo integral, sustancialmente no abatible.
- 70 75 Otro aspecto de la presente invención consiste en proporcionar cualquiera de los dispositivos de electrodesionización mencionados anteriormente, en donde cada uno de los canales de cualquier compartimento dado está separado interfacialmente de los canales de un compartimento adyacente por medio de una membrana individual (en oposición a membrana simple que separa "a modo de manto" todos los canales que se enfrentan entre sí entre compartimentos).
- 80 85 90 95 98 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que

sigue de realizaciones representativas de la invención, tomada junto con los dibujos que se acompañan:

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una secuencia alternativa de compartimentos 20_{D1} , 20_{C1} , 20_{D2} y 20_{C2} de reducción y concentración, teniendo cada compartimento canales 22_A , 22_B y 22_C dispuestos en serie y configurados como apilables para proporcionar trayectorias de flujo paralelas en cada compartimento;
- 10 La Figura 2 ilustra esquemáticamente una secuencia alternativa de compartimentos 20_{D1} , 20_{C1} , 20_{D2} y 20_{C2} de reducción y concentración de iones hacia, y a través de, los cuales fluyen "en paralelo" una corriente de desechos WS y una corriente de producto PS;
- 15 Las Figuras 3a y 3b ilustran esquemáticamente un dispositivo 10 de electrodesionización según la presente invención y un ejemplo de un dispositivo 5 de EDI de la técnica anterior;
- 20 La Figura 4a ilustra esquemáticamente terminales segmentados de ánodo (32a, 32b y 32c) y de cátodo (42a, 42b y 42c) que, en una realización del dispositivo de electrodesionización de la invención, están conectados a una única fuente de alimentación 50 de múltiples salidas;
- 25 La Figura 4b ilustra esquemáticamente un terminal 3 típico de ánodo singular y un terminal 4 típico de cátodo singular empleados en un dispositivo 5 de EDI de la técnica anterior;
- 30 La Figura 5 ilustra un lado de un elemento 20 estructural contorneado utilizado en la construcción de un dispositivo de electrodesionización según la presente invención;
- 35 La Figura 6 ilustra el otro lado del elemento 20 estructural contorneado ilustrado en la Figura 5;
- 40 La Figura 7 ilustra una sección transversal del elemento 20 estructural contorneado ilustrado en la Figura 5, a lo largo del eje A-A;
- 45 Las Figuras 8a y 8b ilustran con mayor detalle un distribuidor 60 de flujo integral, sustancialmente no abatible, utilizado en el elemento 20 estructural contorneado ilustrado en la Figura 5.
- 50 Descripción detallada
- La presente invención proporciona un dispositivo de electrodesionización que tiene trayectorias de flujo paralelas establecidas para ambas de sus corrientes de desechos y de producto. Aunque inicialmente en paralelo, cuando estas corrientes fluyen respectivamente en, y a través de, los compartimentos de reducción y concentración iónica del dispositivo, la trayectoria de flujo local establecida en el mismo se transforma en serie (con preferencia, sinusoidal o en "serpentín"). Las trayectorias de flujo en paralelo del dispositivo fomentan un buen rendimiento. Sus trayectorias de flujo en serie fomentan una buena desionización. El dispositivo es rápido, eficiente, robusto, y su configuración es comparativamente fácil de escalar en dirección ascendente para albergar de manera fiable y predecible volúmenes de procesamiento de agua más grandes.
- 55 La Figura 2 ilustra esquemáticamente las trayectorias de flujo coexistentes en paralelo de las corrientes de desechos y de producto, WS y PS, del dispositivo. Según se muestra en la misma, el fluido se introduce según una secuencia alternativa de compartimentos (20_{D1} y 20_{D2}) limítrofes de reducción de iones y de compartimentos (20_{C1} y 20_{C2}) de concentración de iones. Como resultado de esa construcción particular de los compartimentos, el fluido entrante en los compartimentos 20_{D1} y 20_{D2} de reducción de iones, es decir, la corriente PS de producto, diverge inmediatamente a lo largo de dos ramas. Una de ellas lleva más profundo, hacia las entrañas del compartimento (es decir, hacia y a través de los canales en los que ocurre la desionización), antes de salir por el extremo opuesto del mismo. La otra rama conduce inmediatamente a través, y hacia fuera, del compartimento (sin pasar a través de sus entrañas), estando el fluido presente en el mismo solamente durante el tránsito en ruta hacia el siguiente compartimento 20_{D2} de reducción de iones corriente abajo. Las dos trayectorias siguen corriente abajo, circulando a través de, o rebasando de cualquier otro modo, cualquier compartimento 20_{C1} y 20_{C2} de concentración interviniente. Un patrón de flujo similar se encuentra presente también para la corriente de desechos WS, es decir, el fluido entra y fluye a través de cada compartimento 20_{C1} y 20_{C2} de concentración de iones de forma sustancialmente simultánea, rebasando todos los compartimentos 20_{D1} y 20_{D2} intervinientes de reducción de iones.
- 60 En la realización particular mostrada en la Figura 2, el flujo a través de los compartimentos es "sustancialmente simultáneo", no "absolutamente simultáneo". El apilamiento de compartimentos de reducción y de concentración están estructurados de tal modo que las corrientes WS y PS del fluido contactarán literalmente con sus respectivos compartimentos aparentemente uno tras otro. Sin embargo, tal contacto ocurre solamente durante el tránsito para al menos la rama de la corriente que no entra más profunda en el compartimento. Por el lado de entrada del compartimento, las corrientes WS y PS del fluido se ramifican hacia cada uno de sus respectivos compartimentos sustancialmente de forma simultánea, permitiendo que se tome el tiempo esperado para que el fluido circule a través de los compartimentos (o de uno a otro) sin pasar realmente sus zonas de desionización. En tales casos, el fluido de entrada en los compartimentos de reducción y de concentración de iones puede ser rastreado corriente arriba de forma continua hasta una fuente de punto único común para ambas corrientes de desechos y de producto, respectivamente, sin pasar significativamente a través de cualesquiera zonas de desionización de cualquier compartimento anterior. Véase la Figura 2.
- 65 Aunque en las realizaciones específicas descritas en la presente memoria el flujo "inter-compartimento" es "sustancialmente simultáneo", los expertos en la materia, si lo desean, pueden diseñar trayectorias de flujo que sean literalmente más simultáneas, por ejemplo, empleando un sistema apropiado de conductos de fluido por fuera de los

compartimentos. Se pretende que tales realizaciones estén comprendidas dentro del alcance de la presente invención.

- 5 Los diagramas de las Figuras 3A y 3B comparan la trayectoria de flujo paralelo del presente dispositivo 10 de electrodesionización y una trayectoria de flujo serie de un dispositivo 5 de EDI de la técnica anterior. Según se muestra en la Figura 3A, la corriente PS de producto y las corrientes WS de desechos son llevadas al dispositivo 10 de electrodesionización de la invención y conducidas sustancialmente de forma simultánea hacia las zonas de desionización de sus respectivos compartimentos 20_D de reducción de iones y compartimentos 20_C de concentración de iones, estando los compartimentos apilados según una secuencia alternativa entre el conjunto 40 de ánodo y el conjunto 30 de cátodo, y reunidas de nuevo finalmente en corrientes únicas después de haber pasado a través de dichas zonas. Esto contrasta con la trayectoria de flujo serie del dispositivo 5 de EDI de la técnica anterior en el que, según se ha mostrado en la Figura 3B, las corrientes de producto y de desechos PS y WS entran y pasan a través de estos compartimentos 2_D y 2_C apilados alternativamente, de forma secuencial.
- 10 15 Cuando el fluido entra en las zonas de desionización de un compartimento 20, con independencia de si éste es de la corriente de desechos WS o de la corriente de producto PS, el flujo del mismo se transforma entonces en "serie". En particular, el fluido es conducido a través de una trayectoria sinuosa en la que encuentra, y se hace pasar por, una serie de canales que contienen medios de intercambio de iones y a través de los cuales se genera una corriente (durante el funcionamiento).
- 20 25 30 Los canales del dispositivo 10 de electrodesionización, al igual que algunos dispositivos de EDI de la técnica anterior, son de forma alargada, teniendo una anchura mucho más estrecha que su longitud. Se prefiere la forma alargada en la medida en que ésta fomenta una buena velocidad de fluido del fluido que circula a través de los mismos, siendo la velocidad del fluido uno de los diversos determinantes importantes de la buena desionización. Dentro de cada compartimento del dispositivo 10 de electrodesionización se proporcionan varios de esos canales (por ejemplo, tres), típicamente aunque no sea necesario, lado con lado. Cuando se conduce agua a través de cada uno de esos canales, uno tras otro (es decir, secuencialmente), la presente invención proporciona, entre otras cosas, un buen tiempo de estancia dentro de las zonas de cada compartimento que contienen los medios, asegurando con ello (o proporcionando de otro modo) una buena exposición a la influencia de la corriente de electrodesionización generada a su través.
- 35 40 45 El término "serie" abarca varias posibilidades, constituyendo cada una de ellas una práctica aceptable dentro de los límites de la presente invención. Primero y ante todo, es el diseño de una trayectoria de flujo en "serpentín" o "sinusoidal", tal y como se ha mostrado esquemáticamente en la Figura 1 con respecto a cada uno de los compartimentos 20_{D1}, 20_{C1}, 20_{D2} y 20_{C2}. Poniendo particular atención al compartimento 20_{D1} de reducción de iones, por ejemplo, se puede prever cuánto fluido "serpenteará" en torno a los canales 22a, 22b y 22c. El fluido entra a través del puerto 24 y es conducido en primer lugar a través del extremo delantero (es decir, "superior") del canal 22a, después de lo cual penetra hacia delante a través de los medios del mismo (que están bajo exposición constante a una corriente eléctrica) y sale por el extremo 22a trasero (es decir, "inferior") del canal. El fluido es conducido a continuación hacia el extremo más cercano (es decir, "inferior") del canal 22b, después de lo cual penetra hacia delante a través de los medios contenidos en el mismo (también bajo exposición constante a una corriente eléctrica) y sale por el extremo más alejado del canal 22b (es decir, por la parte superior). Finalmente, el fluido entra en el último canal 22c procedente del extremo delantero (es decir, "superior") del mismo, permeando hacia delante a través de su contenido de medios (también bajo exposición constante a una corriente eléctrica), y sale hacia el extremo trasero (es decir, "inferior") del canal 22c, donde es conducido a continuación para que salga del compartimento 20_{D1} a través del puerto 26.
- 50 55 Centrándonos solamente en los puntos de entrada y salida hacia, y hacia fuera de, los canales únicamente, el flujo a través de los canales 22a, 22b y 22c del compartimento 20_{D1} de reducción de iones es esencialmente "de la parte superior a la inferior", "de la parte inferior a la superior" y "de la parte superior a la inferior". En una disposición de serpentín alternativa es posible tener un patrón de puntos de entrada/salida en donde el flujo entra a todos los canales desde la "parte superior" de los mismos y sale de todos los canales por la "parte inferior" de los mismos. Esto puede realizarse, por ejemplo, simplemente proporcionando conductos que lleven desde la "parte inferior" de un canal a la "parte superior" del siguiente canal adyacente, si lo hay. Si éste debe ser considerado o no un "serpentín", no es importante: el flujo se mantiene "secuencial".
- 60 65 Aunque las trayectorias de flujo en serpentín son la configuración secuencial deseada, se contempla que otras configuraciones son, o podrían ser, posibles. No existe ningún requisito bajo la presente invención de que la trayectoria de flujo local (es decir, la trayectoria de flujo "intracompartimento") a través de los compartimentos deba ser un serpentín. Todo lo que se requiere es que cada uno de una pluralidad de canales se disponga secuencialmente, es decir, en serie. Y, como podrán apreciar los expertos en la materia, se puede disponer una pluralidad de canales en un compartimento según diversos patrones. Los conductos (es decir, la parte del compartimento que no contiene medios de intercambio de iones y que funciona solamente para dirigir el fluido hacia, y hacia fuera de, los canales), que conducen a cada uno de dichos canales, no necesitan siempre tener forma de serpentín.

5 También se contempla, por ejemplo, la posibilidad de disponer cuatro canales en una matriz de 2x2, donde el fluido se introduce (por medio de conductos) en cada canal secuencialmente ya sea en la dirección de las agujas del reloj o en contra de las agujas del reloj. De igual modo, también es posible la disposición de tres canales en una matriz de 1x3, en donde el fluido es dirigido al primer canal, después al tercero, y a continuación al canal del centro. En este y en otros casos, la trayectoria de flujo local puede no estar completamente caracterizada como "sinusoidal" y/o "en serpentín", sino que podría ser sin embargo secuencial.

10 A la vista del entendimiento anterior de las trayectorias de flujo en paralelo y en serie, la presente invención puede ser definida en sentido amplio como: un dispositivo de electrodesionización a través del cual se proporciona una primera y una segunda trayectorias de flujo, comprendiendo el dispositivo de electrodesionización una pluralidad de compartimentos de reducción y una pluralidad de compartimentos de concentración intercalados entre un conjunto de ánodo y un conjunto de cátodo; los compartimentos de reducción y de concentración están dispuestos según una secuencia alterna; estando la primera trayectoria de flujo configurada para introducir fluido en, y extraer fluido de, cada uno de dichos compartimentos de reducción sustancialmente de forma simultánea; estando dicha segunda trayectoria de flujo configurada para introducir fluido en, y extraer fluido de, cada uno de dichos compartimentos de concentración de manera sustancialmente simultánea; teniendo cada compartimento de reducción una pluralidad de canales de reducción de iones capacitados para permitir la liberación de iones desde un fluido que pasa a su través cuando se genera una corriente entre dichos conjuntos de ánodo y cátodo, estando cada compartimento de reducción configurado de tal modo que el fluido llevado hasta el mismo circula por cada uno de dichos canales de reducción de iones de forma sustancialmente secuencial; y teniendo cada compartimento de concentración una pluralidad de canales de concentración de iones capacitados para permitir la migración de los iones hacia un fluido que pasa a través de los mismos cuando se genera una corriente entre dichos conjuntos de ánodo y cátodo, estando configurado cada uno de los compartimentos de reducción de tal modo que el fluido llevado hasta los mismos circula por cada canal de concentración de iones de manera sustancialmente secuencial.

15 Los compartimentos de producto están, cada uno de ellos, unido por el lado del ánodo mediante una membrana permeable a los aniones, y por el lado del cátodo mediante una membrana permeable a los cationes. Los compartimentos de concentración adyacentes están, cada uno de ellos, unido correspondientemente por medio de una membrana permeable a los cationes por el lado del ánodo, y de una membrana permeable a los aniones por el lado del cátodo. El campo eléctrico aplicado provoca que los aniones se muevan desde el compartimento de producto a través de la membrana permeable a los aniones hacia el compartimento de concentración más cercano al ánodo y que los cationes se muevan desde el compartimento de producto a través de la membrana permeable a los cationes hacia el compartimento de concentración más cercano al cátodo. Los aniones y los cationes resultan "atrapados" en los compartimentos de concentración debido a que el movimiento de aniones hacia el ánodo resulta bloqueado por una membrana permeable a los cationes, y el movimiento de los cationes hacia el cátodo resulta bloqueado por una membrana permeable a los aniones. Se establece un flujo de agua para la extracción de iones desde los compartimentos de concentración. El resultado neto del proceso es la extracción de iones desde las corrientes de agua que circulan a través de los compartimentos de producto, y de su concentración en el agua que circula a través de los compartimentos de concentración.

20 En el presente diseño, la tasa de flujo en el compartimento de producto es de aproximadamente 5,0 litros/hora y el concentrado es de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 2,5 litros/hora.

25 45 El elemento 20 estructural contorneado comprende, en su realización actualmente preferida, un elemento monolítico moldeado por inyección de termoplástico, que tiene varias características multiplanares no ornamentales que son integrales con su estructura y son consecuencia tanto de la función como de la fabricación del dispositivo 10 de electrodesionización.

30 50 Con respecto en particular al elemento 20 estructural contorneado ilustrado en las Figuras 5 y 6, se contempla que se pudiera considerar cada uno de los subcanales que forman los canales 22a, 22b y 22c, es decir las áreas abiertas de esos canales que en dichas Figuras están intersectados estructuralmente por nervios 82, como "canales" por derecho propio. Ésa es una interpretación aceptable, y cae también dentro de la definición de la presente invención. Haciendo referencia en particular a la Figura 5, si se considera que los "canales" son los doce subcanales individuales, o alternativamente, las tres columnas 22a, 22b y 22c segmentadas por nervios, el flujo de líquido desde uno a otro a través de la serie completa de canales se mantiene "secuencial".

35 55 60 65 El elemento 20 estructural contorneado es simétrico con respecto a la posición de sus puertos (es decir, la entrada, la salida y dos derivaciones), de tal modo que cuando se gira 180°, el elemento 20 estructural puede ser usado para compartimento de reducción de iones o bien para compartimento de concentración de iones. Esto reduce los costes asociados al mismo. Además, como resultado de ambos diseños de "simetría de puerto" del elemento 20 y "todo en paralelo" del dispositivo 10, se puede escalar en dirección ascendente un dispositivo de electrodesionización para cualquier tasa de flujo dada de agua purificada añadiendo un número adicional apropiado de células electroquímicas. Por ejemplo, si existe una necesidad de un dispositivo que pueda producir 50 litros/hora de agua purificada, entonces se podrían usar diez células idénticas intercaladas entre los conjuntos de ánodo y cátodo,

teniendo cada célula una tasa de flujo de 5,0 litros/hora.

La disposición esquemática de puertos (24, 25, 26 y 27), conductos y canales (22) de una secuencia típica de elementos 20 estructurales, que en general corresponden directamente con la disposición de los mismos en la secuencia correspondiente de compartimentos realizados a partir de los mismos, ha sido proporcionada en la Figura 1. Se apreciará que cada uno de los elementos 20_{D1} , 20_{C1} , 20_{D2} y 20_{C2} es idéntico, diferenciándose solamente en que los elementos estructurales correspondientes a los compartimentos de concentración (es decir, los elementos 20_{C1} y 20_{C2} estructurales) están girados 180° con relación a la orientación de los elementos estructurales que corresponden a los compartimentos de reducción (es decir, los elementos 20_{D1} y 20_{D2} estructurales).

Aunque idénticos, la disposición de los elementos estructurales proporciona las trayectorias concurrentes deseadas de flujo de desechos y de producto. En particular, durante la diseñoación, la trayectoria de flujo de producto entra en el compartimento 20_{D1} de reducción de iones a través del puerto 24 de entrada. Algo de flujo va más profundo en el compartimento; el resto va, de forma paralela, hacia el siguiente compartimento 20_{D2} de reducción de iones. La porción que va hacia el compartimento es conducida por medio de un conducto (es decir, una trayectoria 29i de conexión de fluido); por el canal 22a delantero, después por el canal 22b (a través de la trayectoria 29m de conexión de fluido), y después por el canal 22c (a través de la trayectoria 29n de conexión de fluido). En el extremo de cola del canal 22c trasero, el flujo es conducido por medio de un conducto (es decir, la trayectoria 29o de conexión de fluido) hacia fuera del compartimento a través del puerto 26 de salida. Esa porción de la trayectoria de flujo de producto que desciende hacia el siguiente compartimento 20_{D2} de reducción de iones lo hace sobrepasando el compartimento 20_{C1} de concentración a través de su puerto 21 de derivación, entrando en el compartimento 20_{D2} de reducción a través de su puerto de entrada, circulando a través de su secuencia de canales y siendo extraído eventualmente del mismo. De igual modo, el flujo extraído del compartimento 20_{D1} de reducción a través del cuerpo 26 de salida se fusiona con el extraído del siguiente compartimento 20_{D2} de reducción, después de sobrepasar completamente el compartimento 20_{C1} de concentración intermedio a través de su puerto 23 de derivación. Esto continúa de forma similar corriente abajo.

Rastreando la trayectoria a través de los compartimentos según se muestra en la Figura 1, resultará evidente que se establece un patrón similar de flujo y derivación en la trayectoria de flujo de residuos que se produce simultáneamente, conducido entre los compartimentos 20_{C1} y 20_{C2} de concentración de iones, siendo la principal diferencia que el fluido fluye a través de los compartimentos 20_{C1} y 20_{C2} de concentración, sobrepasando cualquier compartimento 20_{D1} y 20_{D2} intermedio de reducción de iones a través de sus puertos 25 y 27 de derivación.

El elemento 20 estructural contorneado proporciona la estructura sobre la que se construye un apilamiento de EDI.

El proceso de fabricación puede ser llevado a cabo apilando y fusionando progresivamente compartimentos, de una forma escalonada en una prensa, empezando por un extremo y acabando por el otro.

En un modo de realización práctica, la operación de prensado empieza obteniendo un elemento 20 estructural contorneado y uniendo térmicamente al lado apropiado (véase la Figura 6) de cada canal 22a, 22b y 22c individual, una membrana permeable a los iones, siendo el tipo de la misma (anión o catión) dependiente de si el compartimento deberá funcionar como compartimento de reducción de iones o como compartimento de concentración de iones.

Según se muestra en las Figuras 6 a 8, el elemento 20 estructural contorneado puede estar dotado de guías de montaje para el posicionamiento apropiado de las membranas. En particular, según se muestra en la Figura 7 (y en alguna medida también en la Figura 6), las guías 86 definen la posición lateral de las membranas sobre el elemento estructural, mientras que el reborde 84 circunferencial proporciona áreas de fijación definidas para una membrana 87.

Una vez que las membranas se encuentran en su posición y están montadas, cada uno de los subcanales son llenados a continuación con un medio de intercambio de iones apropiado, dependiendo de nuevo la coherencia de los mismos, al menos parcialmente, de si el compartimento deberá funcionar para reducción o para concentración de iones.

El elemento estructural relleno con los medios, se coloca a continuación en una prensa, después de lo cual otro elemento estructural, en el que ya se han montado membranas apropiadas, se apila enfrente apropiadamente con el anterior, siendo su orientación girada en 180°. Se acciona la prensa. Bajo la influencia de la presión y el calor, los dos se unen termoplásticamente, hermetizando el medio de intercambio de iones en el interior de los subcanales, entre el par de membranas a horcajadas.

Los subcanales del elemento estructural superior se llenan a continuación con medio de intercambio de iones, a continuación se cubren con el siguiente elemento estructural portador de membrana en relación de enfrentamiento y con la orientación apropiada, y después de unen en la prensa. El proceso se repite hasta que se completa un apilamiento que tenga el número deseado de compartimentos.

- 5 Aparte de la vinculación termoplástica (por ejemplo, mediante prensado en caliente, mediante soldadura, mediante
prensado por vibración, etc.), otros medios para unir los elementos estructurales podrían incluir el uso de adhesivos,
juntas, y el uso de sujetaciones mecánicas, tal como abrazaderas, placas, pernos, enlaces y correas. Éstos pueden
ser usados solos o en combinación por los expertos en la materia, a la vista de la presente descripción, dentro del
alcance de la invención.
- 10 Según se muestra en las Figuras 5 a 7, los canales 22a, 22b y 22c están divididos, cada uno de ellos, en subcanales
por medio de una serie de nervios 82 transversales al canal. Los nervios 82 sirven para un número importante de
funciones. En primer lugar, dotan al elemento 20 estructural, y con ello al apilamiento de EDI completo, de una
rigidez lateral, una importante característica considerando el peso y la presión del agua que se espera que circule a
través del dispositivo 10 de electrodesionización. Otra función consiste en que los nervios 86 impiden
sustancialmente que la pérdida de medio de intercambio de iones (por ejemplo, perlas de resina) se asiente en el
fondo de los canales, lo que puede ocurrir, por ejemplo, en aquellas realizaciones en las que se haya previsto el
apilamiento para que opere de pie en posición vertical. Si las perlas de resina se asientan, las zonas de la parte
superior del canal pueden contener poco o ningún material de intercambio, contribuyendo de ese modo poco (si
acaso) a la desionización, y reduciendo finalmente la eficacia del dispositivo. Los nervios 86 aseguran que el medio
de intercambio de iones permanezca ampliamente distribuido sobre la longitud total del canal, asegurando que todas
las partes del mismo contribuyen a la desionización.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- Según se aprecia mejor en la Figura 7, los nervios 82 están dotados de una serie de ranuras para permitir el paso de
fluido desde un subcanal al siguiente. Como podrán apreciar los expertos en la materia, existen disponibles otros
medios de realización de la misma función, por ejemplo mediante el uso de túneles o ranuras (no representadas)
taladradas a través de los nervios 82. Puesto que se pueden formar ranuras en una simple operación común de
moldeo, se prefieren éstas frente a los medios que requieren un montaje adicional y/o una etapa de fabricación por
separado.
- De manera deseable, las ranuras de los nervios 82 pueden extenderse esencialmente por debajo de la superficie
mayor del lado trasero del elemento estructural contorneado, en oposición a extenderse por encima de dicha
superficie. Esto permite que un fabricante extienda una tira larga de membrana continua esencialmente plana sobre
el mismo, sin bultos, baches o protuberancias similares que puedan perturbar o interferir con la formación del
apilamiento.
- La construcción de los puertos de entrada, salida y derivación, se facilita relativamente. Los puertos 25 y 27 de
derivación son esencialmente orificios que pasan completamente a través del elemento 20 estructural contorneado.
Los puertos 24 y 26 de entrada y salida son también orificios que pasan a través del elemento completo, pero los
mismos tienen también una pared lateral que abre hacia los conductos que llevan a, y que vienen de, los canales
22a y 22c, respectivamente. Con respecto a su localización en el elemento estructural contorneado, en realizaciones
preferidas de la presente invención, los puertos 24 y 26 de salida y de entrada se alienarán con los puertos 25 y 27
de derivación, cuando el elemento estructural contorneado se gira 180°.
- Según se ha ilustrado en las Figuras 8a y 8b, el elemento 20 estructural contorneado está dotado de un distribuidor
70 integral de fluido. El distribuidor 70 integral de fluido es parte integral del elemento 20 estructural contorneado,
formado durante la fabricación y, en su forma acabada, opera esencialmente a modo de tamiz. Debido a su
estructura, el distribuidor 70 integral de fluido tiene una buena resistencia al plegamiento bajo la presión y el calor
empleados con frecuencia en la fabricación de los compartimentos apilados del presente dispositivo de
electrodesionización. El distribuidor 70 integral de fluido sirve también para impedir o restringir de otro modo la
migración de los materiales de resina, por ejemplo perlas, hacia fuera de los canales, y con ello su localización en
los extremos delantero y trasero de los mismos.
- Según se muestra en la Figura 8a, el distribuidor 70 integral de fluido aún sin montar, inmediatamente después de
haber sido sacado de un molde por ejemplo, comprende una pluralidad de aletas 74; una solapa 72 que tiene un
extremo libre y un extremo abisagrado, estando el extremo abisagrado conectado al borde 79 interno superior del
canal 22 por medio de una pluralidad de tiras 75 de bisagra; y medios de fijación de la solapa que comprenden una
pluralidad de espigas 76 y una pluralidad de orificios 78 correspondientes.
- Las aletas 74 son paredes alargadas verticales rectas libres que definen una disposición paralela de canalones o
callejones, que proporcionan pasos para el fluido, mientras que minimizan la turbulencia, el estancamiento y el
arremolinamiento que pueden ocurrir según fluye el fluido hacia, y hacia fuera de, un canal, si está causado por la
configuración o disposición del conducto que lleva hacia, o hacia fuera del canal, o por el cambio de la velocidad del
fluido resultante de la transición desde un conducto abierto hacia un canal lleno de medio, o por otra cosa.
Adicionalmente, las aletas 74 proporcionan en conjunto un soporte, a modo de pilares, para la solapa, evitando que
la solapa, cuando está abatida sobre las mismas, se pliegue hacia abajo, bloqueando o limitando de otro modo el
paso de fluido hacia, o hacia fuera de, los canales.

- Según se muestra en la Figura 8b, el montaje del distribuidor 70 de fluido incluye volver o abatir de otro modo la solapa 72 sobre y por encima de las aletas 74, de tal modo que las espigas 76 se acoplan de forma segura en el interior de los orificios 78, ayudando a fijar o asegurar de otro modo la solapa. La solapa y sus medios de fijación están diseñados con preferencia de tal modo que cuando se montan y se fijan, proporciona una superficie plana generalmente no obstructiva que se dobla hacia, y se adapta a, los perfiles del elemento estructural contorneado, de tal modo que cuando se posiciona una tira de membrana sobre el canal durante la fabricación, no se presentan bultos, baches o protuberancias similares indeseadas, que pudieran en su caso perturbar, o interferir con, la formación de apilamiento.
- Los compartimentos se forman de modo que el material de resina de intercambio de iones se aloje en el interior de cada uno de los subcanales. Los materiales sólidos de intercambio de iones se sitúan en el interior de los subcanales y están restringidos en cuanto a moverse entre los subcanales por medio de nervios 82, y entre compartimentos por medio de membranas permeables a los iones. Materiales representativos adecuados sólidos de intercambio de iones incluyen perlas, fibras y similares. Cuando se emplean perlas de intercambio de iones, el diámetro típico de la perla es de aproximadamente 1,016 mm (0,04 pulgadas) o menos, con preferencia entre aproximadamente 0,8382 mm y aproximadamente 0,3048 mm (entre aproximadamente 0,033 y aproximadamente 0,012 pulgadas) de diámetro (20 a 50 mallas).
- En un dispositivo de electrodesionización según la presente invención, resulta deseable asegurar que las presiones de fluido que están presentes durante la operación en los canales de reducción de iones del dispositivo (es decir, los canales de producto) sean mayores que en sus canales de concentración (es decir, los canales de desechos) adyacentes a los mismos. Aunque los dispositivos de EDI de la técnica anterior ofrecen diversos medios para crear tal "diferencial de presión positivo", en la configuración de la presente invención se ha encontrado que las relaciones de presión operativa deseables pueden verse afectadas por la utilización de perlas de un cierto tamaño medio en los canales de concentración, por una parte, y de perlas de un tamaño medio diferente en los canales de reducción, por otra parte. Con el uso de perlas sustancialmente más pequeñas en el compartimento de concentración, se produce una mayor compactación entre perlas. Las perlas empaquetadas más densamente en los compartimentos de concentración proporcionan una trayectoria de flujo más restringida que, manteniendo otras variables sustancialmente constantes, generará durante el funcionamiento menos presión de fluido en dichos compartimentos de concentración que en los compartimentos de reducción adyacentes. Con la creación de tal "diferencial de presión positivo", el flujo de iones motivado eléctricamente desde los compartimentos de reducción hasta los compartimentos de concentración es menos probable que se vea comprometido o impedido de otro modo por lo que se conoce como "flujo transversal" (es decir, flujo de retorno inducido por la presión).
- Aunque la selección de tamaño de perla diferenciado por compartimento es particularmente adecuada con respecto a la configuración de "todo en paralelo" de la invención, se contempla que se puedan obtener también ventajas en los dispositivos de EDI diseñados para el flujo serie del fluido hasta, y desde, sus compartimentos de producto y de desechos.
- Cualquier membrana permeable a los aniones o membrana permeable a los cationes que tenga resistencia para aguantar el diferencial de presión operativa, típicamente hasta aproximadamente 5 psi, puede ser utilizada en la presente invención.
- Las membranas representativas adecuadas permeables a los aniones incluyen un tejido de tipo homogéneo a base de estireno-divinilbenzeno soportado, con grupos funcionales de amonio cuaternario o ácido sulfónico vendido bajo las identificaciones CR61-CZL-386 y AR 103-QZL-386 por Ionics Inc.; un tejido de tipo heterogéneo de resinas a base de estireno-divinilbenzeno soportado en un ligante de fluoruro de polivinilideno vendido bajo las identificaciones MC-3470 (permeable a los cationes) y MA-3475 (permeable a los aniones) por Sybron/Ionac; láminas de membrana homogénea no soportada a base de polietileno que están sulfonadas o aminadas con grupos cuaternarios, vendidas bajo la marca Raipore por RAI Research Corporation; un tejido de tipo homogéneo a base de estireno divinilbenzeno soportado con ácido sulfónico o grupos funcionales de amonio cuaternario, vendido bajo la marca Neosepta por Tokuyama Soda Co., Ltd.; un tejido de tipo homogéneo a base de estireno-divinilbenzeno soportado, con ácido sulfónico o grupos funcionales de amonio cuaternario, vendido bajo la marca Aciplex por Asahi Chemical Industry Co., Ltd.
- Según se muestra en la Figura 4a, otra característica importante incorporada en ciertas realizaciones de la presente invención consiste en el uso de medios generadores de corriente segmentados. En particular, múltiples electrodos que forman ya sea un conjunto único de ánodo y/o ya sea un conjunto único de cátodo, están conectados a una fuente de alimentación 50 de múltiples salidas para establecer, cuando el fluido es conducido a través del dispositivo, circuitos separados de generación de corriente. Típicamente, la posición de cada uno de los múltiples electrodos (32a-c y 42a-c) corresponde a cada grupo de canales (A-C) de cada compartimento de reducción y de concentración de iones.
- Aunque el uso de electrodos segmentados es particularmente ventajoso con respecto a la configuración de "todo en paralelo" de la invención, se contempla que se puedan lograr también ventajas en dispositivos de EDI diseñados

para el flujo serie de fluido hasta, y desde, sus compartimentos de producto y de desechos.

- El número de ánodos segmentados y de cátodos segmentados está relacionado deseablemente con el número de grupos de canales de los compartimentos de reducción y de concentración de iones en una relación de 1:1:1 (ánodo:cátodo:grupo). Por ejemplo, según se muestra en la Figura 4a, cada compartimento (20_{D2} y 20_{C2}) de concentración está dotado de tres canales conectados a modo de trayectoria de flujo sinusoidal. Cada grupo de canales (un grupo de canales que comprende toda la pila de canales de compartimento de cruce solapante), está dotado de sus propios electrodos por pares, por ejemplo el cátodo 32a y el ánodo 42a para el grupo de canales A, el cátodo 32b y el ánodo 42b para el grupo B de canales, y el cátodo 32c y el ánodo 42c para el grupo de canales C.
- La corriente se suministra a través de cada grupo de canales A, B y C por separado. Según se ha representado en la Figura 4a, cada electrodo de los conjuntos de cátodo y de ánodo forma un circuito separado con la fuente de alimentación 50 de múltiples salidas.
- Como alternativa a la relación de 1:1:1 entre ánodos, cátodos y grupos de canales, es posible que solamente uno de entre cualquiera del conjunto 40 de ánodo o del conjunto 30 de cátodo, esté segmentado, lo cual no forma parte de la invención según se reivindica. El conjunto de electrodo sin segmentar puede ser en este caso una simple placa electroconductora unitaria configurada, por ejemplo, de modo que tenga una amplia zona rectangular, solapándose la extensión de la misma a modo de manto con el área ocupada por el grupo de canales, o bien, según se muestra en la Figura 4b en relación con ambos conjuntos 3 y 4 de electrodo, una configuración sinusoidal con "forma más ajustada".
- Como alternativa adicional, para algunas realizaciones, ambos conjuntos 30 y 40 de cátodo y ánodo están segmentados, pero no en una relación de 1:1:1 con los grupos de canales A, B y C. Por ejemplo, se puede diseñar un dispositivo de electrodesionización con 3 grupos de canales, 3 cátodos segmentados y 2 ánodos segmentados. También son posibles: 3 grupos de canales, 2 cátodos segmentados y 3 ánodos segmentados; o 3 grupos de canales, 2 cátodos segmentados y 2 ánodos segmentados, o 2 grupos de canales, 3 cátodos segmentados y 3 ánodos segmentados, etc. Esencialmente, la segmentación puede estar presente tanto en cualquiera como en ambos conjuntos de electrodo, en donde el número de "segmentos" es variable.
- Aunque segmentados, los electrodos individuales cubren en su conjunto todos los grupos de canales del dispositivo de electrodesionización, permitiendo de ese modo que se alimente la salida de corriente apropiada a áreas determinadas del módulo dependiendo del grado de desionización requerida o deseada de otro modo. Por consiguiente, un experto puede personalizar el funcionamiento del dispositivo según diferentes tipos de aguas para alimentación, dependiendo por ejemplo del contenido iónico y del contenido de dióxido de carbono disuelto.
- Utilizando electrodos sin segmentar, tal y como en el dispositivo de la técnica anterior mostrado en la Figura 4b, la aplicación de corriente constante a través de los electrodos 3 y 4 dará como resultado una tensión que se eleva hasta alcanzar la tensión máxima de la fuente de alimentación 6. Cuando esto ocurre, la desionización terminará debido a que no se puede suministrar más potencia. Con el empleo de electrodos segmentados, si uno de los electrodos llega al pico de máxima potencia, entonces solamente se ve afectado el electrodo en cuestión. El resto de los electrodos pueden operar aún y seguir produciendo todavía agua purificada.
- Varios tipos de fuentes de alimentación de salida múltiple se encuentran actualmente disponibles comercialmente procedentes de diferentes fabricantes. Las diferentes fuentes de alimentación variarán considerablemente en cuanto a funcionamiento, tensión, número de salidas disponibles y similares. La selección apropiada se basará en las necesidades particulares de esa aplicación. Aunque no existan limitaciones amplias que delimiten el uso de una fuente de alimentación de múltiple salida específica cualquiera, en determinadas realizaciones preferidas, la fuente de alimentación deberá estar capacitada para proporcionar corriente de DC a una determinada tensión para cargas eléctricas segmentadas; y, con preferencia, deberá estar capacitada para compartir corriente redundante de tal modo que varias cargas segmentadas puedan ser apagadas mientras que el resto de las cargas siguen funcionando.
- La fuente de alimentación de múltiples salidas puede ser una fuente de alimentación de corriente constante o de tensión constante, aunque se prefiere una fuente de alimentación de corriente constante, puesto que la calidad del agua de salida está en parte relacionada con la corriente que atraviesa el módulo. Con preferencia, la corriente de salida de la fuente de alimentación puede ser establecida antes de cada uso del sistema, dependiendo de la calidad del agua de entrada y del rango de salida deseado.
- Otros componentes de un dispositivo de electrodesionización "completo" pueden incluir, como resultará evidente para los expertos en la materia, un alojamiento o armario exterior; un visualizador electrónico para proporcionar información relativa al funcionamiento del dispositivo; un sistema de detectores y sensores para monitorizar y regular el flujo de fluido a través del dispositivo; un sistema de bombas, válvulas y conductos que lleguen hasta, y salgan de, los compartimentos de reducción y de concentración de iones; circuitos y cableado adicionales, incluyendo componentes lógicos de sistema; una interfaz electrónica de usuario para introducir instrucciones y/o datos relevantes para el conducto del dispositivo; y otros componentes similares. La selección y la configuración de tales

componentes están sujetas a variación y/o sustitución, dependiendo por ejemplo de las necesidades y de los objetivos particulares de una aplicación dada. Los detalles y los medios para la incorporación de esos otros componentes pueden ser encontrados, por ejemplo, en la literatura técnica disponible y/o está al alcance de los expertos en la materia.

5 Además, la presente invención no se limita a un dispositivo que comprenda solamente los componentes, los subcomponentes y las configuraciones que se han descrito en la presente memoria. La invención puede ser usada ya sea sola o ya sea en combinación con cualquier número de otros sistemas o métodos de purificación o separación de líquido, tales como los ya conocidos en el estado de la técnica. La invención puede ser usada, por ejemplo, con fuentes de irradiación de UV para destruir especies orgánicas tanto corriente arriba como corriente abajo del dispositivo de la invención.

10 Aunque en la presente memoria se han descrito diversas realizaciones, los expertos en la materia, que tienen los beneficios de las enseñanzas expuestas en la presente memoria, pueden efectuar numerosos cambios en la misma. Se prevé que estas modificaciones caigan dentro del alcance de la presente invención según se define en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un dispositivo (10) de electrodesionización, a través del cual se proporcionan una primera y una segunda trayectorias de flujo de fluido en paralelo, comprendiendo el dispositivo (10) de electrodesionización una pluralidad de compartimentos (20D) de reducción de iones y una pluralidad de compartimentos (20C) de concentración de iones intercalados entre un conjunto (40) de ánodo y un conjunto (30) de cátodo;
 5 estando dicha primera trayectoria de flujo de fluido configurada para introducir fluido en, y extraer fluido desde, cada uno de dichos compartimentos (20D) de reducción de iones sustancialmente de manera simultánea;
 estando dicha segunda trayectoria de flujo de fluido configurada para introducir fluido en, y extraer fluido desde, cada uno de dichos compartimentos (20C) de concentración de iones sustancialmente de forma simultánea;
 10 teniendo cada compartimento (20D) de reducción de iones una pluralidad de canales (22a-c) capacitados para permitir la extracción de iones desde un fluido que pasa a su través cuando se genera una corriente entre dichos conjuntos (40, 30) de ánodo y de cátodo, estando cada compartimento (20D) de reducción de iones configurado de tal modo que el fluido llevado hasta el mismo fluye secuencialmente a través de uno de los citados canales (22a-c)
 15 de reducción de iones, y
 teniendo cada compartimento (20C) de concentración de iones una pluralidad de canales de concentración de iones capacitados para permitir la migración de iones hacia un fluido que pasa a su través cuando se genera una corriente entre dichos conjuntos (40, 30) de ánodo y de cátodo, estando cada compartimento (20C) de concentración configurado de tal modo que el fluido llevado hasta el mismo fluye secuencialmente a través de cada canal de
 20 concentración de iones,
 en donde dichos conjuntos (40, 30) de ánodo y de cátodo comprenden una pluralidad de placas (42, 32) de electrodo respectivas, conectadas separadamente a una única fuente de alimentación (50) de múltiples salidas, y
 25 y en donde los compartimentos (20D, 20C) de reducción y de concentración de iones están dispuestos en un apilamiento según una secuencia alterna de tal modo que los canales (22a-c) de reducción y de concentración de iones que se superponen a través del apilamiento forman grupos (A-C) de canales, y cada grupo de canales está dotado de sus propias placas (42, 32) de electrodos de ánodo y de cátodo, por parejas.
- 2.- El dispositivo de electrodesionización de la reivindicación 1, en donde cada compartimento (20D, 20C) de reducción y de concentración de iones comprende una estructura (20) termoplástica sustancialmente monolítica, estando dicha estructura (20) termoplástica conformada para definir:
 30
- (a) dichos canales (22a-c) del compartimento respectivo,
 - (b) una entrada (24) de fluido y una salida (26) de fluido,
 - (c) una primera y una segunda derivaciones (25, 27) de fluido, capacitadas para permitir que el fluido pase a través de dicho compartimento (20D, 20C) respectivo sin pasar a través de los citados canales (22a-c) de dicho compartimento (20D, 20C) respectivo, y
 - (d) una serie de trayectorias (29) de fluido de conexión, que:
- 35
- (i) conectan la citada entrada (24) de fluido con el canal delantero de dicho compartimento (20D, 20C) respectivo, y
 - (ii) conectan el canal trasero de dicho compartimento respectivo con dicha salida (26) de fluido.
- 40
- 3.- El dispositivo de electrodesionización de la reivindicación 2, en donde la estructura (20) termoplástica de cada uno de dichos compartimentos (20C) de concentración de iones y la de cada uno de dichos compartimentos (20D) de reducción de iones, son sustancialmente idénticas.
 45
- 4.- El dispositivo de electrodesionización de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada compartimento (20D) de reducción de iones y cada compartimento (20C) de concentración de iones contienen perlas de resina de intercambio de iones, siendo el tamaño medio de las perlas de resina de los compartimentos (20C) de concentración de iones más pequeño que el tamaño medio de las perlas de resina de los compartimentos (20D) de reducción de iones.
 50
- 5.- El dispositivo de electrodesionización de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde:
 55
- el número de placas (42) de electrodo de ánodo, de placas (32) de electrodo de cátodo, de canales (22a-c) de reducción de iones de cada compartimento (20D) de reducción de iones, y de canales de concentración de iones de cada compartimento (20C) de concentración de iones, es el mismo.
- 60
- 6.- El dispositivo de electrodesionización de la reivindicación 5, donde dicho número es tres.

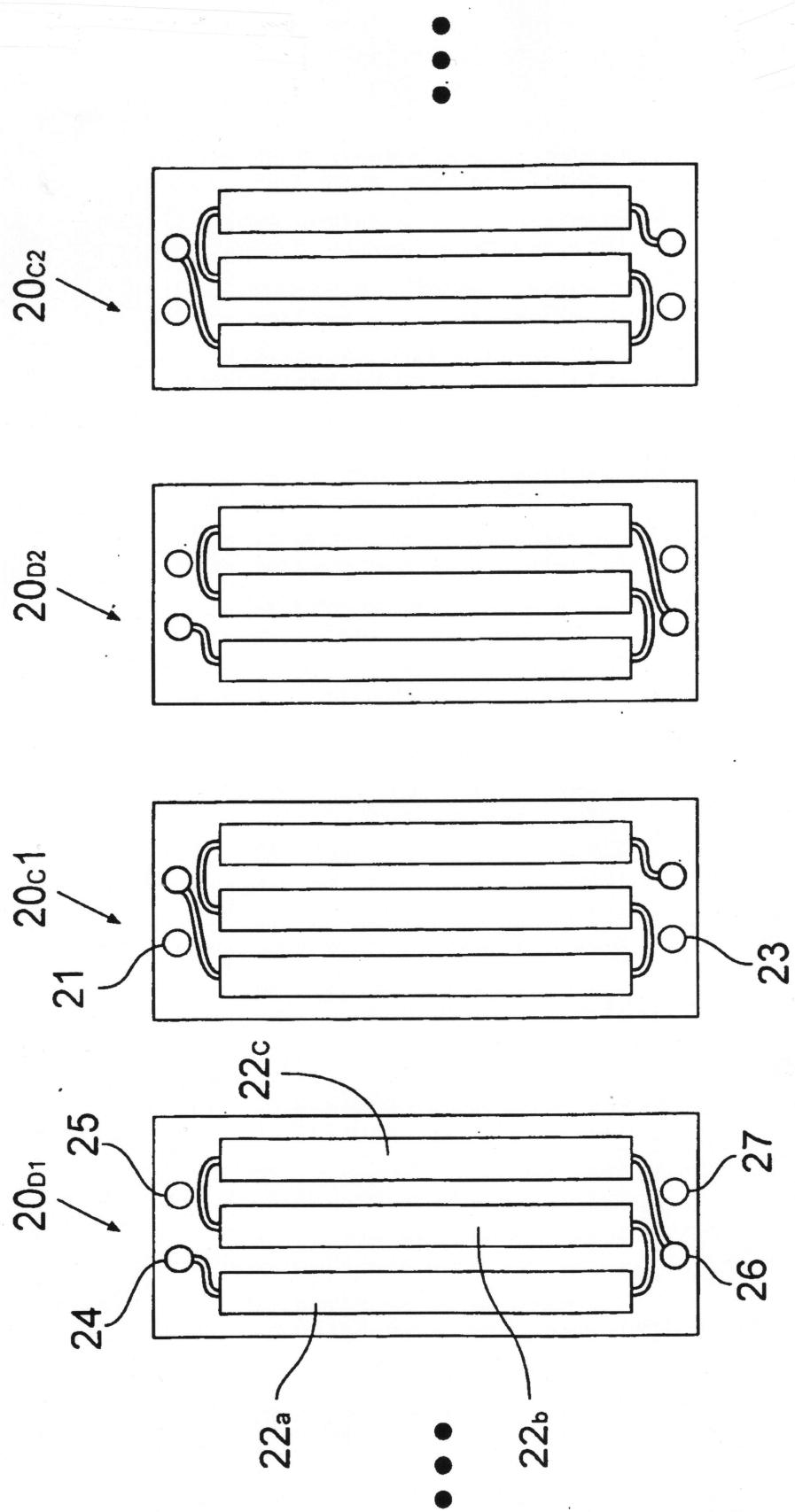


Figura 1

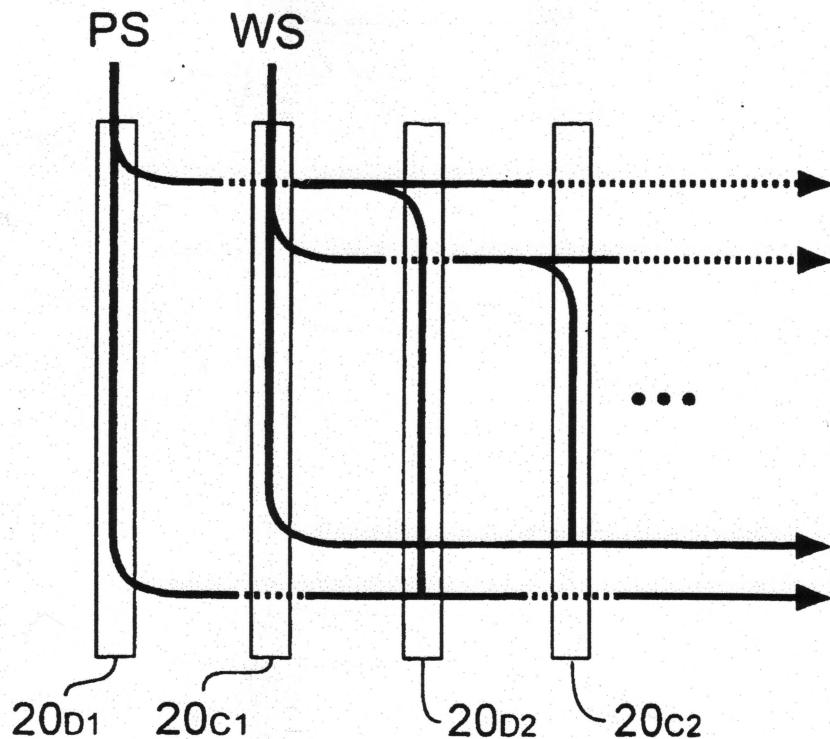


Figura 2

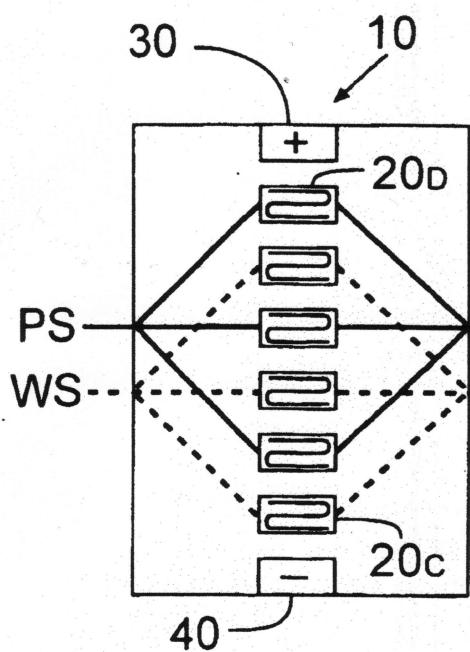


Figura 3a

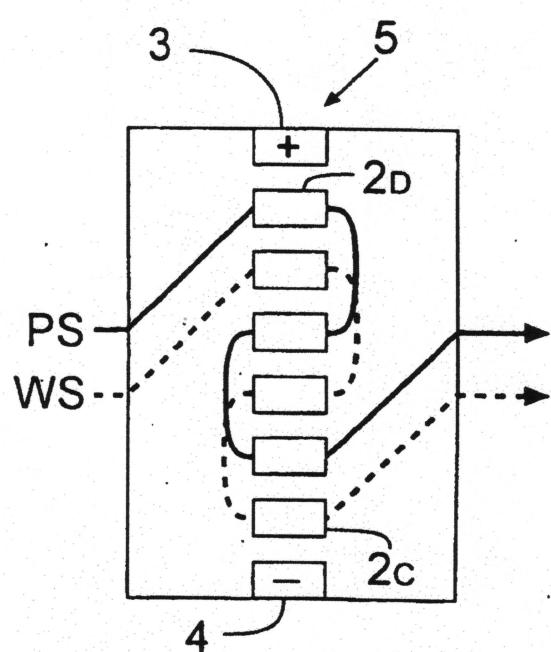


Figura 3b
(Técnica Anterior)

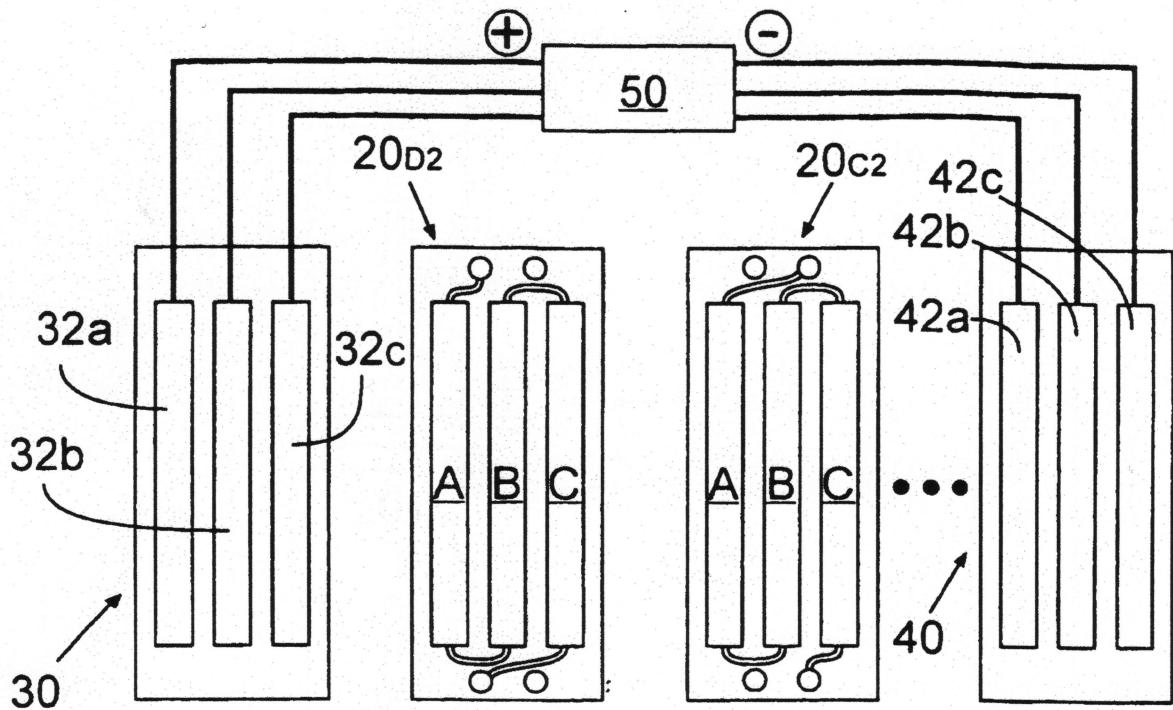
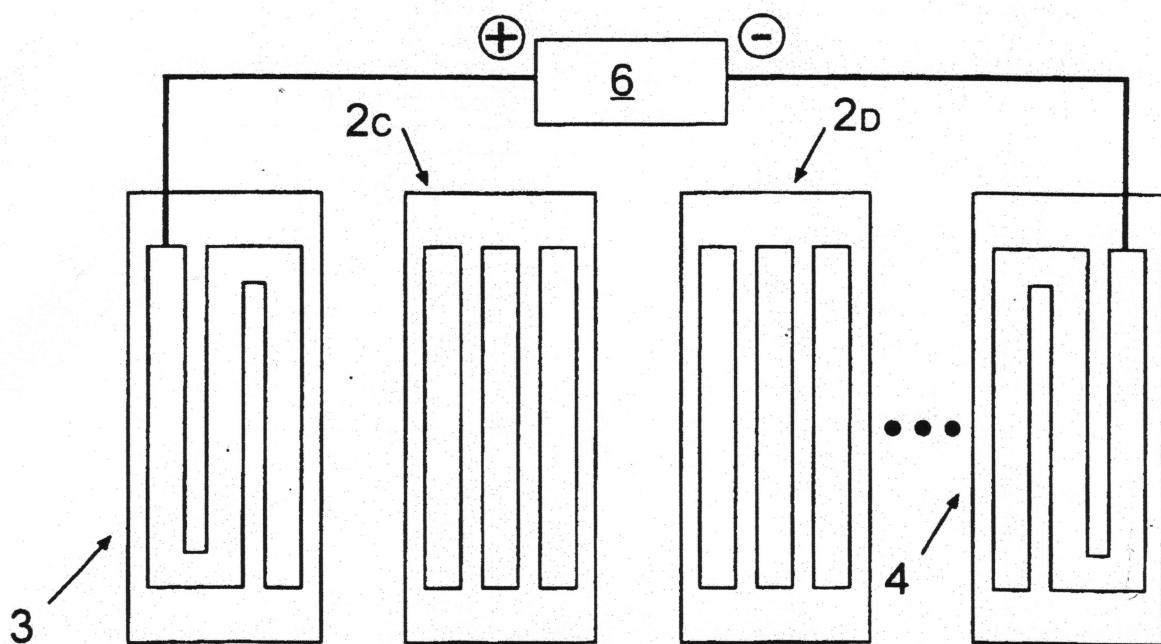


Figura 4a

Figura 4b
(Técnica Anterior)

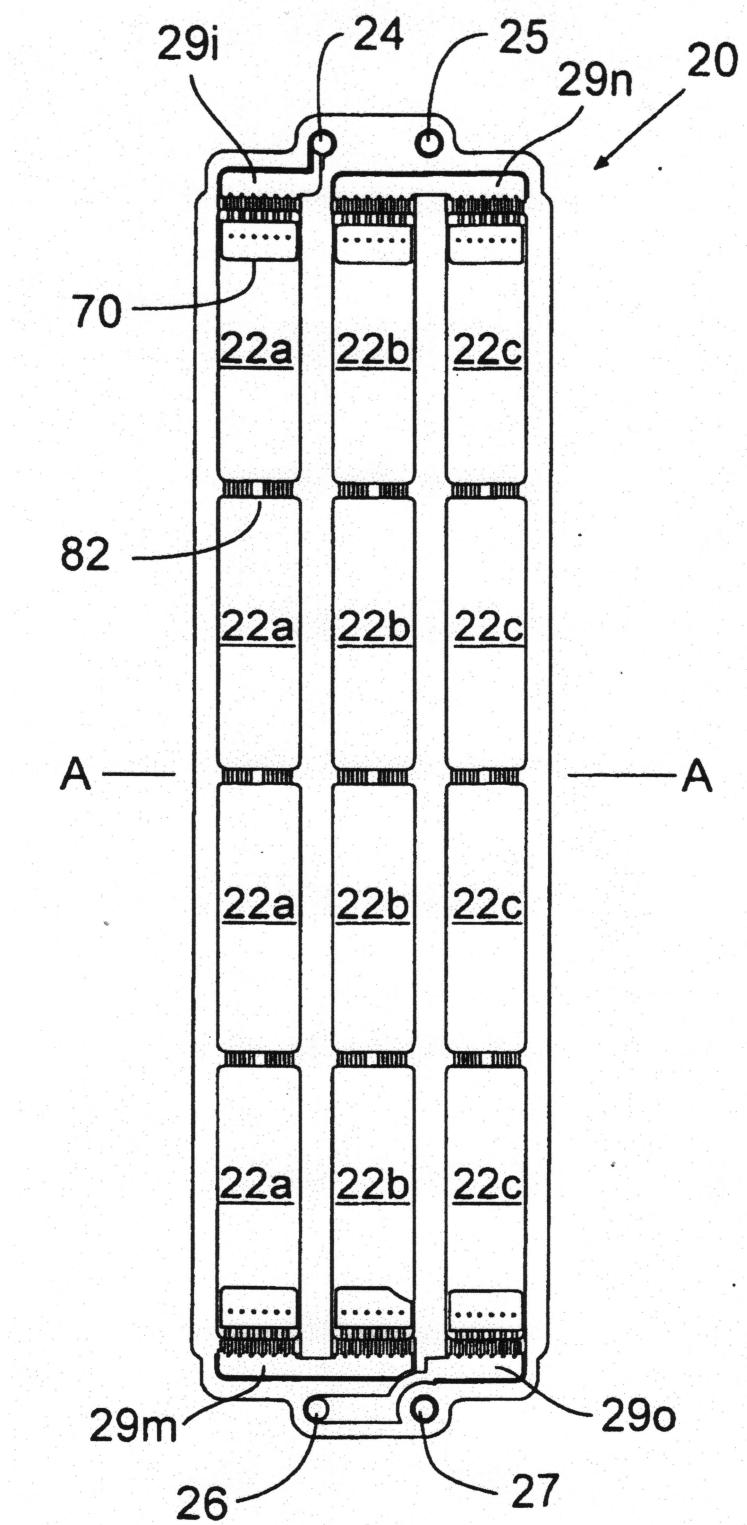


Figura 5

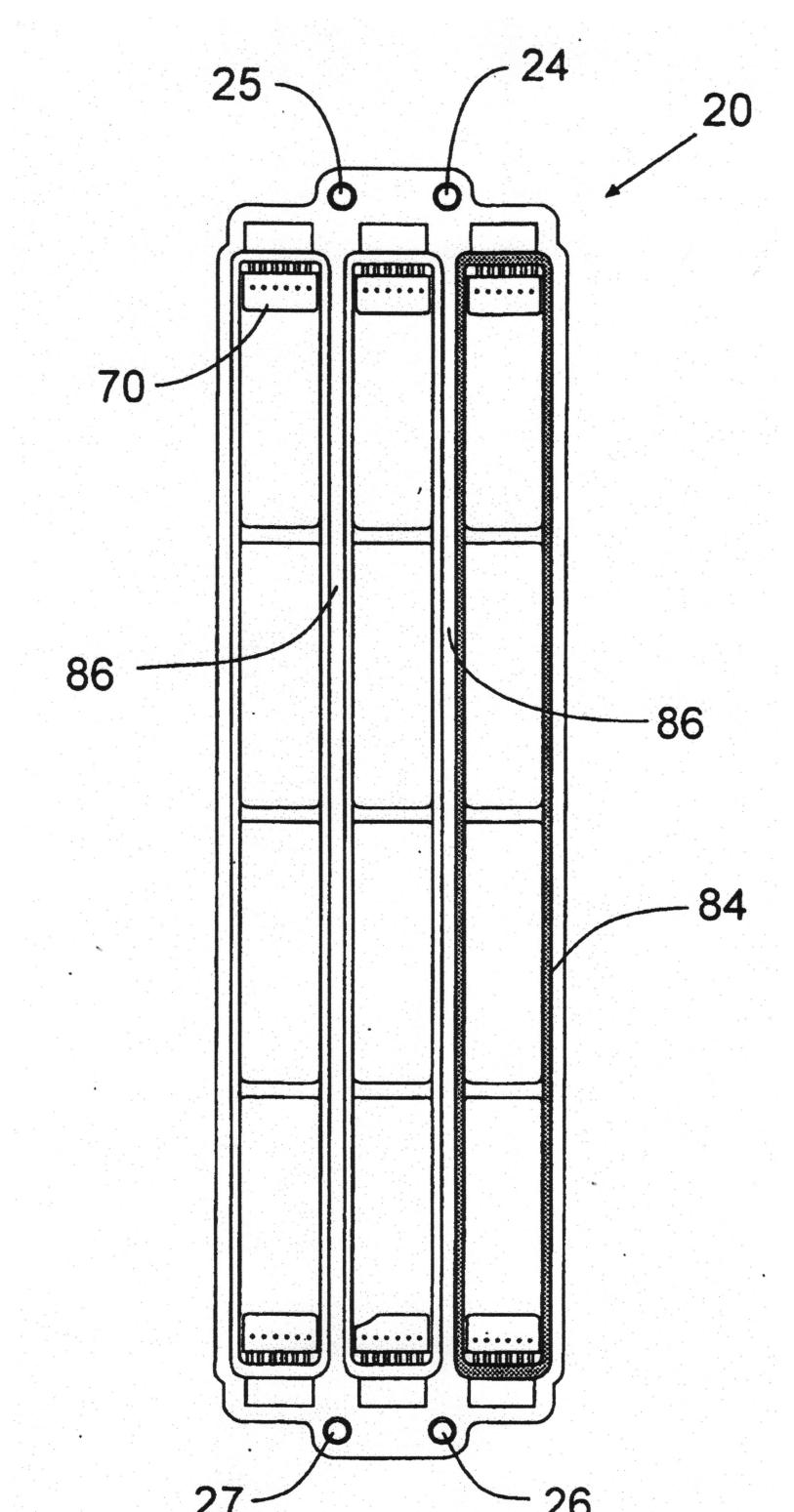


Figura 6

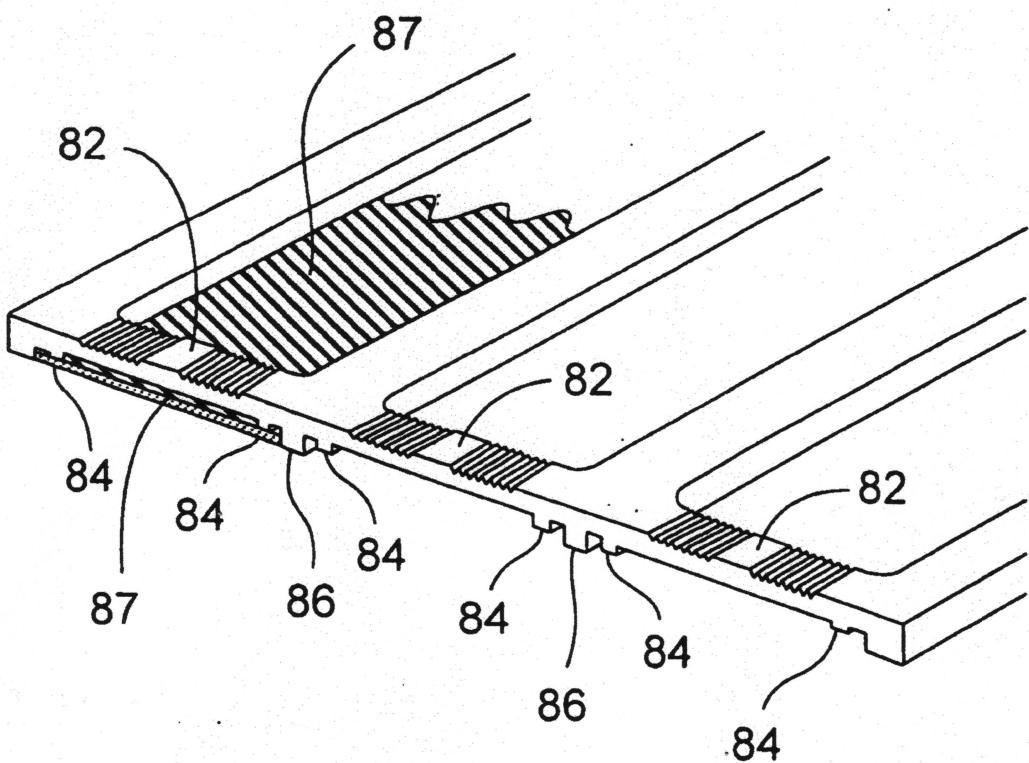


Figura 7

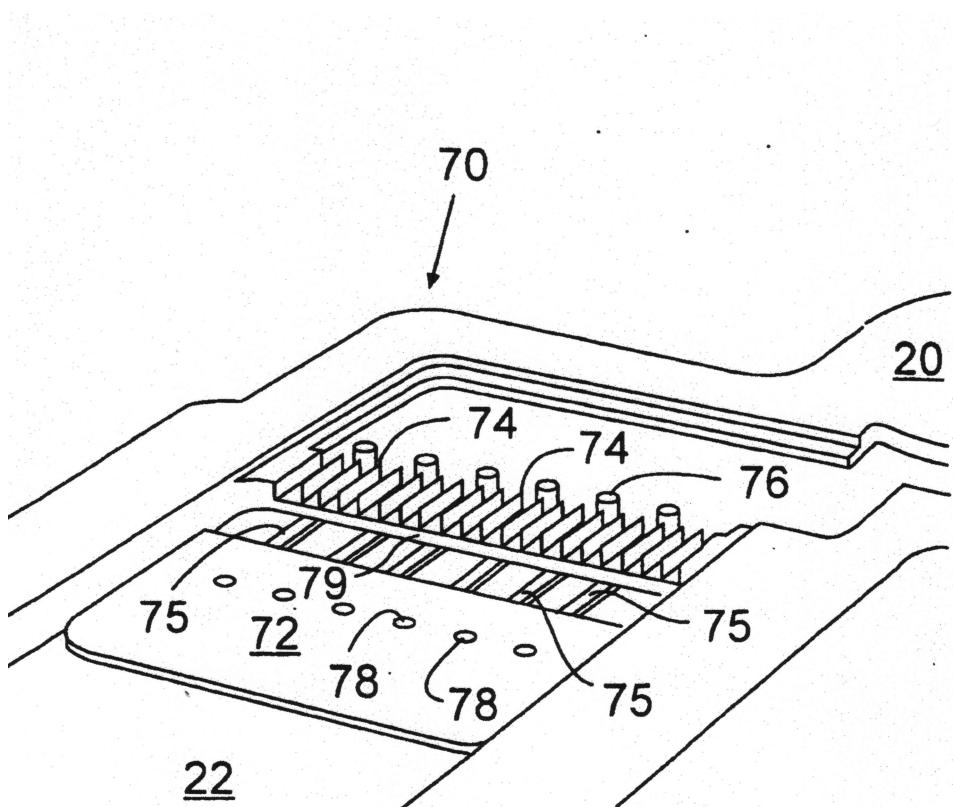


Figura 8a

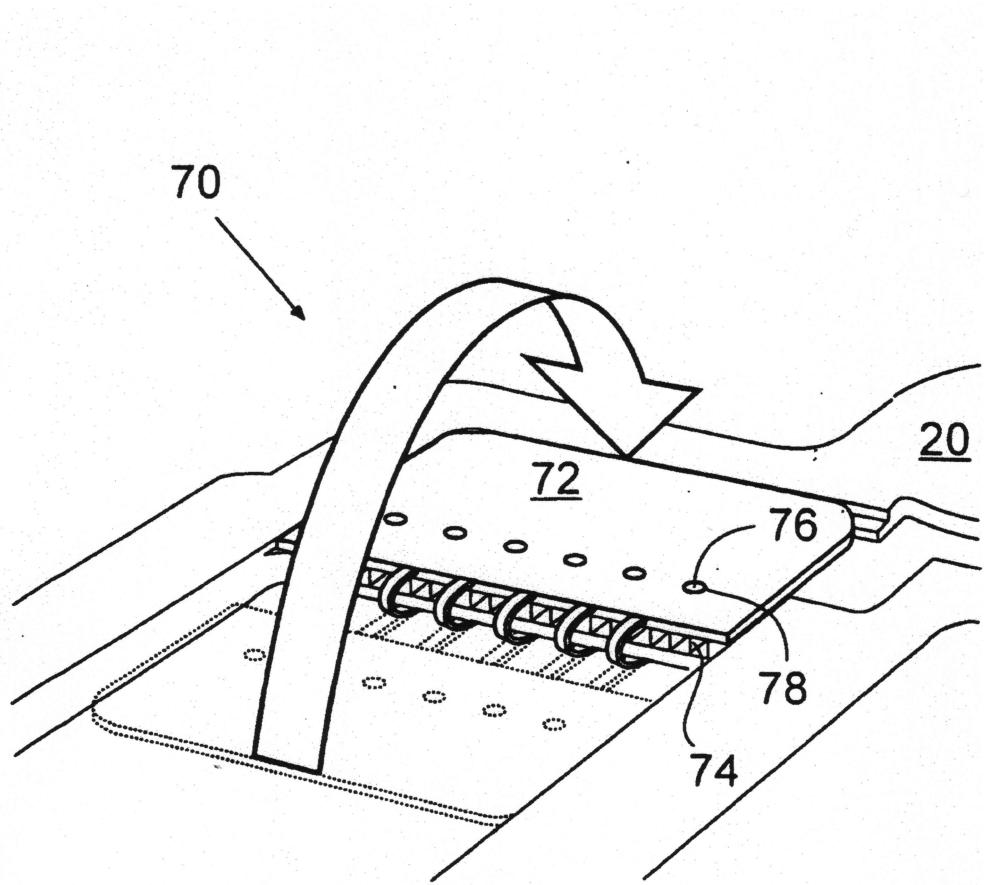


Figura 8b