

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 599**

51 Int. Cl.:

C25B 9/00 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

H01G 9/02 (2006.01)

H01G 9/155 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99948136 .9**

96 Fecha de presentación: **07.09.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1115909**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2001**

54 Título: **CONDENSADOR DE PASO DE FLUJO Y PROCEDIMIENTO PARA TRATAR LÍQUIDOS CON EL MISMO.**

30 Prioridad:
08.09.1998 JP 25370698

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.01.2012

73 Titular/es:
**BIOSOURCE, INC.
1200 MILLBURY STREET SUITE 7F
WORCESTER, MA 01607, US**

72 Inventor/es:
**OTOWA, Toshiro y
TANAKA, Naoto**

74 Agente: **Sugrañes Moline, Pedro**

ES 2 371 599 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

Condensador de paso de flujo y procedimiento para tratar líquidos con el mismo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un condensador apilado de paso de flujo y, más en particular, a un condensador apilado, de paso de flujo, eléctrico y de doble capa. La invención se refiere además a un procedimiento para tratar líquidos que contienen sustancias iónicas con dicho condensador apilado de paso de flujo.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Los condensadores de paso de flujo (condensadores de paso de flujo eléctricos de doble capa) utilizan electrodos de trabajo de materiales de gran área de superficie para absorber de manera electrostática, hacer reaccionar de manera electroquímica o descomponer de manera catalítica sustancias que necesitan eliminarse o alterarse en fluidos, tales como gases y líquidos (disoluciones acuosas y no acuosas). Haciendo referencia a la tecnología mediante la cual las sustancias iónicas se eliminan de manera electrostática de fases acuosas que las contienen mediante tales condensadores de paso de flujo, la siguiente bibliografía publicada está disponible.

20 (1) La patente estadounidense número 5.192.432 y la patente estadounidense número 5.196.115 desvelan cada una un condensador de paso de flujo para columnas de cromatografía culostáticas (de carga constante) que se utiliza en la purificación de líquidos, que comprende una pluralidad de capas adyacentes, tales como una primera capa de revestimiento conductora, una primera capa conductora de gran área de superficie, un primer espaciador poroso no conductor, una segunda capa de revestimiento conductora, una segunda capa conductora de gran área de superficie, un segundo espaciador poroso no conductor, etc., enrolladas entre sí en una configuración en espiral. En las memorias descriptivas de estas patentes también se menciona que el condensador anterior puede utilizarse en la purificación de agua que contiene sustancias iónicas, tales como cloruro sódico.

30 (2) La solicitud de patente japonesa de Kokai Tokkyo Koho H5-258992 (correspondiente a la patente estadounidense número 5.415.768, a la patente estadounidense número 5.620.597 y a la patente estadounidense número 5.748.437) no solamente desvela un condensador enrollado de paso de flujo, sino además un condensador apilado limpiador de paso de flujo.

35 (3) La solicitud de patente japonesa H6-325983 de Kokai Tokkyo Koho (correspondiente a la patente estadounidense número 5.538.611) desvela un condensador de placa plana, de paso de flujo, eléctrico y de doble capa que comprende capas de carbón activo fabricadas principalmente con carbón activo de gran área de superficie específica con un separador de láminas eléctricamente aislante, poroso y de paso de flujo interpuesto entre las mismas, un colector dispuesto de manera externa a cada capa de carbón activo, y una lámina de retención dispuesta externamente a las mismas. Generalmente, una junta de marco está interpuesta entre el colector y la lámina de retención. Para tratar un líquido con este condensador de paso de flujo, la aplicación de una tensión constante de CC a los colectores y de una puesta en cortocircuito o conexión inversa entre los colectores se lleva a cabo de una manera alternante mientras que un líquido que contiene sustancias iónicas pasa a través del condensador.

45 El condensador enrollado en espiral de paso de flujo (1) mencionado anteriormente es difícil de ensamblar. Por ejemplo, es difícil impedir la canalización durante la introducción de un líquido y llevar a cabo con precisión el apriete requerido durante el enrollamiento. La canalización se produce a lo largo del soporte central, del borde periférico y/o en las juntas delanteras y traseras (dependiendo de si la dirección de flujo del líquido es perpendicular o paralela al eje del condensador). Este problema debe solucionarse con un pegamento de silicona u otro adhesivo; la bibliografía menciona una resina epoxi como un sellador de extremos. Por lo tanto, con una estructura tal como una pluralidad de capas adyacentes enrolladas en espiral, el condensador enrollado de paso de flujo presenta un problema de canalización, y cuando el condensador se aplica a la purificación de líquidos que contienen sustancias iónicas, la tasa de eliminación de las sustancias iónicas fluctúa de manera no uniforme durante el proceso de purificación y, además, la tasa de eliminación tiende a ser baja por término medio. Además, en tal estructura enrollada es difícil colocar correctamente los conductores de los colectores. Por lo tanto, deben resolverse muchas dificultades cuando un condensador enrollado de paso de flujo de este tipo se aplica a la purificación de líquidos en una escala comercial.

60 El condensador apilado limpiador con electrodos y de paso de flujo mencionado en el apartado (2) comprende una pila de electrodos en forma de disco y, como tal, no es ventajoso en lo que respecta a los costes y es prácticamente ineficaz, ya que el material constituyente con un área de superficie determinada tiene un área eficaz pequeña, el

número de partes requeridas es elevado y la utilización de un soporte central es esencial.

5 Haciendo referencia al condensador de placas planas y de paso de flujo (3), se utilizan normalmente juntas de marco, pero puesto que el contacto entre capas no es uniforme, la canalización tiende a producirse durante la introducción de un líquido. Además, el volumen del líquido que puede tratarse con un condensador de paso de flujo es limitado, por lo que debe mejorarse para su aplicación comercial.

10 Dadas las circunstancias, la presente invención tiene como objeto proporcionar un condensador de paso de flujo que incluye una alta tasa de utilización eficaz de las partes constituyentes, que es fácil de ensamblar, que no requiere esencialmente sellarse en torno a electrodos, que no presenta el problema de la canalización y que es conductor con respecto a un incremento determinado en la carga tratable por unidad de tiempo, mientras que al mismo tiempo mantiene la tasa de eliminación de sustancias iónicas, siendo por lo tanto muy adecuado para su aplicación comercial. Un objeto adicional de la invención es proporcionar un procedimiento de tratamiento de líquidos que utiliza dicho condensador de paso de flujo.

15 El documento US 5.547.581 desvela un condensador según la sección precharacterizadora de la reivindicación 1.

RESUMEN DE LA INVENCION

20 La presente invención proporciona un condensador de paso de flujo que comprende esencialmente un separador, un electrodo dispuesto en ambos lados del mismo, y un colector dispuesto externamente a dicho electrodo, caracterizado porque:

25 a. cada uno del separador, electrodo y colector es una lámina plana independiente o plegada que presenta una configuración poligonal,

b. dichos separador, electrodo y colector están dispuestos en una disposición en serie de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$, donde n no es inferior a 20,

30 c. cada uno de dichos separador, electrodo y colector comprende una lámina poligonal dotada de un orificio de paso o de una pluralidad de orificios de paso para que pase un líquido, de manera que cuando estas láminas se ensamblan en una pila, los orificios de paso correspondientes se alinean para formar una o más vías de flujo internas, y

35 d. la pila de láminas para dichos separador, electrodo y colector está retenida en un estado comprimido desde ambos lados a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$;

40 y en el que cada lámina de separador es algo más grande que la lámina de electrodo y cada lámina de colector es más grande que dicha lámina de electrodo, donde su extensión sobre el electrodo está disponible para agruparse, en el que una pluralidad de tales extensiones está agrupada.

45 La presente invención proporciona además un procedimiento para tratar un líquido utilizando un condensador de paso de flujo que comprende esencialmente un separador, un electrodo dispuesto en ambos lados del mismo, y un colector dispuesto externamente a dicho electrodo, y que satisface cada uno de los siguientes requisitos:

e. hacer que cada uno del separador, electrodo y colector sea una lámina plana independiente o plegada que presente una configuración poligonal;

50 f. hacer que dichos separador, electrodo y colector estén dispuestos en una disposición en serie de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$, donde n no es inferior a 20;

55 g. hacer que cada uno de dichos separador, electrodo y colector comprenda una lámina poligonal dotada de un orificio de paso o de una pluralidad de orificios de paso para que pase un líquido, de manera que cuando estas láminas se ensamblan en una pila, los orificios de paso correspondientes se alinean para formar una o más vías de flujo internas; y

60 h. proporcionar una presión de apilado de manera que la pila de láminas para dichos separador, electrodo y electrodo de colector esté retenida en un estado comprimido desde ambos lados a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$;

i. hacer pasar un líquido que contiene sustancias iónicas a través de dicho condensador de paso de flujo y someter el líquido a una combinación de [A] una aplicación de una tensión constante de CC o una corriente

constante de CC a los colectores y [B] o bien una puesta en cortocircuito entre los colectores o bien una descarga de corriente constante o una combinación adecuada de [A] dicha aplicación de dicha tensión o corriente, [B] dicha puesta en cortocircuito o descarga constante, y [C] una conexión inversa en el que la lámina del colector está diseñada para sobresalir un poco más con respecto a la lámina del electrodo y donde una pluralidad de tales extensiones está agrupada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es un diagrama que muestra configuraciones típicas de láminas poligonales.

La Fig. 2 es un dibujo esquemático que muestra el principio de tratamiento de un líquido que contiene sustancias iónicas con un condensador de paso de flujo de la invención.

La Fig. 3 es una vista desensamblada que muestra un ejemplo de la parte principal del condensador de paso de flujo de la invención.

La Fig. 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo del condensador de paso de flujo.

La Fig. 5 es un diagrama que muestra la relación entre el volumen integral del líquido introducido y la concentración de salida de cloruro sódico en el caso en que se hace pasar una disolución acuosa de cloruro sódico a través del condensador.

La Fig. 6 es un diagrama que muestra la relación entre el volumen integral de líquido introducido y la concentración de salida de cloruro sódico en el caso en que se hace pasar una disolución acuosa de cloruro sódico a través del condensador de paso de flujo y se repiten de manera alternante una aplicación de tensión constante y una puesta en cortocircuito.

La Fig. 7 es un diagrama que muestra los resultados obtenidos en el caso en que la aplicación de tensión constante y la puesta en cortocircuito van seguidas de una conexión inversa.

La Fig. 8 es un diagrama que muestra, la relación entre la presión de apilado y la tasa de desionización utilizando el condensador de paso de flujo de la invención.

La Fig. 9 es una vista que muestra la fabricación del separador, del electrodo y del colector a partir de láminas plegadas.

La Fig. 10 es una vista que muestra un diseño de canal a modo de ejemplo que puede aplicarse al caso en que el electrodo está dotado de una pluralidad de orificios de paso.

La Fig. 11 es una vista que muestra otro diseño de canal a modo de ejemplo que puede aplicarse al caso en que el electrodo 2 está dotado de una pluralidad de orificios de paso.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

A continuación se describirá en detalle la presente invención.

Construcción básica

El condensador de paso de flujo de la presente invención tiene una construcción básica de manera que comprende un separador 1 y, dispuestos en ambos lados del mismo, un electrodo 2 y un colector 3 en ese orden, tal y como puede observarse en el siguiente esquema:

$$3/2/1/2/3.$$

El separador 1 es una lámina orgánica o inorgánica por la que un líquido puede fluir fácilmente y que está eléctricamente aislada, pudiendo ser una lámina de papel de filtro, una membrana de polímero poroso, una tela tejida o una tela no tejida, por ejemplo. El grosor preferido del separador 1 es de 0,01 a 0,5 mm aproximadamente por capa, en particular de 0,02 a 0,3 mm aproximadamente por capa.

El electrodo 2 es una capa de carbón activo, en particular una capa compuesta principalmente por un carbón activo que tiene una gran área de superficie específica. Por carbón activo que presenta una gran área de superficie específica se entiende un carbón activo con un área de superficie específica BET no inferior a 1000 m²/g,

preferentemente no inferior a 1500 m²/g y más preferentemente de 2000 a 2500 m²/g. Si el área de superficie específica BET es demasiado pequeña, la tasa de eliminación de sustancias iónicas durante el paso de un líquido a través del condensador disminuye. Por otro lado, si el área de superficie específica BET es demasiado grande, la tasa de eliminación de sustancias iónicas disminuye en gran medida. Por lo tanto, el área de superficie específica BET no necesita incrementarse demasiado.

La forma de las partículas del carbón activo puede seleccionarse libremente y puede estar, por ejemplo, en polvo o ser granular o fibroso. En caso de carbón en polvo o granular, puede utilizarse moldeado en forma de lámina. Cuando se utiliza carbón fibroso se procesa de antemano para formar una lámina de tela o de fieltro. La utilización de carbón activo en polvo o granular moldeado como una lámina es mucho más ventajoso en lo que respecta a los costes que la utilización de una lámina de carbón de tela o de fieltro.

El moldeo de carbón activo en forma de lámina puede llevarse a cabo, por ejemplo, mezclando carbón activo en polvo o granular con un componente aglutinador (politetrafluoroetileno, resina fenólica, negro de carbón, etc.) y/o un dispersante (por ejemplo, un disolvente), moldeando la mezcla en una forma tabular y sometiendo la lámina resultante a un tratamiento térmico adecuado. Cuando una lámina de carbón se utiliza para capas de carbón activo (2), puede perforarse de antemano cuando sea necesario. Con respecto a la tecnología de utilización de una lámina de carbón activo puede hacerse referencia a las descripciones pertinentes de las solicitudes de patente japonesas de Kokai Tokkyo Koho (KTK) S63-107011, KTK H3-122008, KTK H3-228814, KTK S63-110622, KTK S63-226019 y KTK S64-1219, entre otros documentos.

El grosor del electrodo 2 es generalmente de 0,1 a 3 mm aproximadamente, en particular de 0,5 a 2 mm aproximadamente, pero el intervalo no es crítico.

El colector 3 es un electrodo fabricado con un buen material conductor eléctrico, tal como una lámina de cobre, una lámina de aluminio, una lámina de carbón, una chapa de grafito o similares, y puede establecer un contacto estrecho con el electrodo 2. El grosor del colector 3 no es crítico, pero puede ser de 0,1 a 0,5 mm aproximadamente en muchos casos. Para facilitar la aplicación de una corriente eléctrica, el colector 3 puede estar dotado de una extensión.

Configuración de lámina poligonal

En el condensador de paso de flujo de la invención, cada una de las capas de separador 1, de electrodo 2 y de colector 3 consiste en una lámina plana independiente o plegada, y es necesario que en el caso de láminas planas plegadas, cada lámina tenga una configuración poligonal, por ejemplo, triangular, cuadrangular o hexagonal, o una combinación de tales configuraciones. Los símbolos de referencia a, b, c, d y e de la Fig. 1 representan configuraciones típicas de láminas poligonales. El orificio central es un orificio de paso h a través del cual fluye un líquido. En el caso de (b) o (c) de la Fig. 1, la lámina de colector 3 se extiende más allá de las otras láminas y está dotada de un orificio de paso h' en la extensión indicada mediante líneas de puntos.

La provisión de cada lámina en una configuración poligonal, tal como una configuración triangular, cuadrangular (cuadrado, rectángulo, trapecio, paralelogramo, etc.) o hexagonal, o una combinación de tales configuraciones, es ventajosa en lo que respecta al coste y a la conservación de los materiales, ya que pueden obtenerse láminas individuales recortando una lámina grande y desperdiándose muy poco material. Entre las configuraciones mencionadas anteriormente, las configuraciones cuadrangulares son las más ventajosas para fines prácticos.

De las láminas mencionadas anteriormente, la lámina individual para el separador 1 es ligeramente más grande que la del electrodo 2. La lámina para el colector 3 está diseñada para sobresalir algo más con respecto a la lámina del electrodo 2 de manera que una pluralidad de tales extensiones pueda agruparse. De esta manera, pueden omitirse hilos conductores para los colectores 3.

Construcción apilada

En el condensador de paso de flujo de la invención, dichas láminas del separador 1, del electrodo 2 y del colector 3 están apiladas en el siguiente orden

$$[3/2/1/2]_n/3$$

donde n no es inferior a 20. Si el valor de n es inferior a 20, el volumen de carga tratable por unidad de tiempo no será suficiente. Cuanto mayor sea el valor de n, mayor será el volumen que puede tratarse por unidad de tiempo. Por lo tanto, el valor de n será preferentemente el mayor posible, por ejemplo ≥ 30 o ≥ 40 . En principio, el valor de n no tiene límite pero, por lo general, el valor máximo de n será de 500 aproximadamente y, en particular, de 100

aproximadamente. Valores bloques de $[3/2/1/2]_n$ pueden prepararse en primer lugar seleccionando un número adecuado para n, pudiendo apilarse posteriormente esos bloques en la fase de ensamblaje final para proporcionar la pila objetivo de $[3/2/1/2]_n/3$.

5 Orificios de paso (h), vía interna

En el condensador de paso de flujo de la invención, las láminas poligonales del separador 1, del electrodo 2 y del electrodo de colector 3 están dotadas respectivamente de uno o varios orificios de paso h, y es necesario asegurarse de que en la pila final de las láminas, los orificios de paso h correspondientes estén alineados para formar una o varias vías internas. La formación de tales orificios de paso h puede llevarse a cabo de manera independiente para cada lámina individual o de manera colectiva para una pila de varias láminas para cada uno de 1, 2 y 3. Como una alternativa adicional, la formación de los orificios de paso h puede llevarse a cabo para dicho bloque de láminas o para la estructura apilada final $[3/2/1/2]_n/3$. El último procedimiento es ventajoso porque en comparación con el caso en que las láminas para 1, 2 y 3 están apiladas en un orden predeterminado donde cada lámina está colocada de manera precisa, puede ahorrarse mucho trabajo y puede simplificarse el procedimiento de apilado global.

El número de orificios de paso h por lámina es de 1, 2 ó 3 en muchos casos. Sin embargo, este número puede aumentarse con el fin de reducir las pérdidas de presión. Las láminas del colector 3 pueden estar dotadas además de orificios de paso h' en sus extensiones más allá de las láminas del separador 1 y del electrodo 2, de manera que los orificios de paso h' pueden ayudar en la colocación durante el apilado y pueden utilizarse como un cátodo o como un ánodo después de la agrupación.

La configuración del orificio de paso h puede ser, por ejemplo, circular, elíptica, triangular, cuadrangular, hexagonal u octogonal, o puede tener forma de hendidura.

Presión de apilado

En el condensador de paso de flujo de la invención, la pila de múltiples capas del separador 1, del electrodo 2 y del colector 3 debe fijarse en el estado comprimido desde ambos lados a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$.

Si la presión de compresión es inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, el contacto entre láminas puede que no sea total ni suficiente, por lo que podría producirse una canalización durante el paso de un líquido. De manera deseable, esta presión será lo más alta posible pero si se aplica una presión excesiva, las características de flujo del condensador pueden deteriorarse o los colectores 3 pueden destruirse. Por lo tanto, debe haber un límite razonable. La presión es generalmente de $0,2$ a $10 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, preferentemente de $0,3$ a $5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ y más preferentemente de $0,5$ a $3 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$.

Ensamblaje del condensador

Durante el ensamblaje de la pila descrita anteriormente de $[3/2/1/2]_n/3$ para crear un condensador de paso de flujo, una placa de retención 4 se aplica contra la pila y, aplicándose una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, la pila se coloca en un alojamiento o estructura adecuados. El elemento de retención 4 es una placa plana apenas deformable fabricada con un material dieléctrico, tal como una placa de plástico. Esta placa de retención 4 y el alojamiento pueden estar dotados cada uno de una entrada de líquidos, de una salida de líquidos y de orificios para pernos de fijación.

No es necesario sellar la región entre los extremos (extremos superior o inferior) de la pila (el electrodo 2 o el colector 3) y la lámina de retención 4, o pegar la periferia del electrodo 2, pero tal sellado o pegado, si se lleva a cabo, no afectará al rendimiento del condensador.

Puesto que, según la presente invención, se crea una vía de flujo en una dirección perpendicular a la dirección de apilado de las láminas, el ensamblaje puede llevarse a cabo sin utilizar un soporte central, pero la precisión de la colocación puede aumentarse instalando un soporte a través de los orificios de paso h de las respectivas láminas.

Tratamiento de un líquido

Utilizando un condensador de paso de flujo que satisface todos los requisitos anteriores se lleva cabo el tratamiento de un líquido, en particular el tratamiento de un líquido que contiene sustancias iónicas. El tratamiento de un líquido incluye no solamente tratamientos de purificación tales como la purificación del agua, la desalación de agua del mar y la desnitrificación de aguas residuales sino también el tratamiento para la recuperación de metales nobles, la purificación de sales inorgánicas y el tratamiento para la captura y la recuperación de sustancias iónicas, tales como

el ensayo de solutos iónicos. El líquido incluye los basados en agua o en otros disolventes inorgánicos, disolventes orgánicos o mezclas de tales disolventes y puede ser, por ejemplo, sangre. La sustancia iónica incluye electrólitos disociables en una disolución, tales como sales metálicas, sales de amina y sales de amonio, así como ácidos inorgánicos, ácidos orgánicos e incluso sustancias que pueden cargarse. Con un líquido de este tipo que contiene sustancias iónicas que pasa a través del condensador, el tratamiento se lleva a cabo en una combinación adecuada de [A] una aplicación de una tensión constante de CC o una corriente constante de CC a los colectores 3 y [B] una puesta en cortocircuito entre los colectores 3 o una descarga de corriente constante o en una combinación adecuada de [A] una aplicación de dicha tensión o corriente, [B] una puesta en cortocircuito o descarga y [C] una conexión inversa. Por ejemplo, pueden utilizarse las combinaciones ABABAB..., ABCBABCBCB..., y ABABABCBCBCBABAB.

El tratamiento de un líquido que contiene sustancias iónicas se lleva a cabo normalmente según el siguiente protocolo.

1. Ensamblar el condensador de paso de flujo y, utilizando una bomba de suministro o similar, introducir el líquido que contiene sustancias iónicas desde la entrada de líquidos.
2. A partir de una fuente de tensión constante de CC, aplicar una tensión de 0,5 a 5 voltios aproximadamente (en el caso de una disolución acuosa, limitar el valor de tensión a 2 voltios aproximadamente para evitar la electrólisis del agua) a los terminales de los colectores 3. Como alternativa, aplicar una corriente constante de CC de 3 a 10 amperios, estando fijado el límite superior de la tensión a 2 voltios aproximadamente.

En caso de una disolución acuosa, el líquido en la salida de líquidos se supervisa con un medidor de conductividad o similar, repitiéndose según una planificación de tiempo adecuada la puesta en cortocircuito o descarga de corriente constante, la aplicación de una tensión o corriente y/o una conexión inversa. Es posible un control de tiempo mediante un temporizador. En una puesta en cortocircuito o descarga de corriente constante, la sustancia iónica adsorbida eléctricamente en los electrodos 2 se libera y se descarga como una disolución concentrada desde la salida de líquidos.

La conexión inversa, es decir, el cambio de la polaridad de conexión, tiene la siguiente ventaja. Si transcurre una determinada cantidad de tiempo después de la finalización del ciclo de descarga, puede conservarse un cierto potencial debido a la resistencia interna del electrodo, entre otros factores, de modo que la tasa de eliminación de iones puede descender en el ciclo inmediatamente posterior, pero cuando la polaridad de la conexión se invierte cada cierto número de ciclos, los iones adsorbidos por el potencial residual se libera rápidamente por la fuerza repulsiva eléctrica en la conexión inversa.

En el tratamiento de un líquido, es ventajoso invertir la dirección del flujo del líquido según un programa predeterminado para que las sustancias que puedan taponar el equipo puedan expulsarse.

Cuando el condensador no se utiliza o durante la preparación antes de su utilización, es preferible mantener el condensador en un estado de tal manera que una tensión sólo se aplique sin la introducción de un líquido. En este estado se forma un líquido muy limpio dentro del electrodo para volver a disolver las diversas sales precipitadas en la superficie del electrodo de manera que pueda evitarse o retardarse que el dispositivo que taponado por dichas sustancias sólidas.

El condensador de paso de flujo de la invención puede utilizarse en una conexión en paralelo o en una conexión en serie. Además, la corriente de descarga de un condensador previamente cargado puede utilizarse como una corriente de carga para otro condensador y esto es particularmente útil para suministrar una gran corriente inicial. El condensador de paso de flujo de la invención puede aplicarse a una célula de combustible.

Funcionamiento

A continuación se explica el principio de tratamiento de un líquido que contiene sustancias iónicas con el condensador de paso de flujo de la invención tomando como ejemplo el caso en que dicho líquido que contiene sustancias iónicas es una disolución acuosa de cloruro sódico.

Tal y como se ilustra en la Fig. 2 (a), los iones de sodio del agua introducida se adsorben eléctricamente en el electrodo 2 adyacente al colector 3 en el lado del ánodo durante la aplicación de una tensión, mientras que los iones de cloruro se adsorben eléctricamente en el electrodo 2 adyacente al colector 3 en el lado del cátodo, con el resultado de que la concentración de cloruro sódico del líquido en la salida disminuye considerablemente. A medida que continúa el paso del agua, la adsorción de los dos tipos de iones en los electrodos 2, 2 alcanza un punto de saturación de manera que la concentración de cloruro sódico del agua de salida es muy similar a la del agua

introducida. Cuando se lleva a cabo una puesta en cortocircuito entre los lados de cátodo y de ánodo o se realiza una descarga de corriente constante en el momento adecuado, los iones de sodio y los iones de cloruro adsorbidos en los electrodos correspondientes 2 se liberan, de manera que una disolución acuosa de cloruro sódico bastante más concentrada en comparación con el líquido introducido se descarga desde la salida, tal y como se muestra en la Fig. 2(b). En este proceso, la concentración de cloruro sódico del líquido en la salida puede aumentarse adicionalmente, por ejemplo, reduciéndose el caudal de entrada.

En la presente invención, el separador 1, el electrodo 2 y el colector 3 comprende cada uno una lámina plana poligonal, estando estas láminas apiladas en una disposición de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$. Además, los respectivos elementos están formados con orificios de paso h en las posiciones correspondientes para formar una vía interna y toda la pila se mantiene en un estado comprimido desde ambos extremos a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$. Por lo tanto, la presente invención proporciona muchos resultados satisfactorios que incluyen las ventajas de que puede obtenerse un gran número de láminas individuales recortando una gran lámina de reserva, de que la pila puede comprimirse de manera uniforme, de que la canalización durante la introducción de un líquido puede evitarse eficazmente, de que la carga tratable por unidad de área puede aumentarse notablemente, de que la tasa de eliminación de sustancias iónicas puede hacerse estable y de que la tasa de eliminación puede maximizarse.

Los siguientes ejemplos ilustran la presente invención en mayor detalle.

Ejemplo 1

Construcción de un condensador de paso de flujo

La Fig. 3 es una vista desensamblada que muestra un ejemplo de la parte principal de un condensador de paso de flujo que representa el principio de la invención. Debe entenderse que con el fin de simplificar el dibujo se muestra el caso en que $n=3$, pero n es igual a 40 en el ejemplo 1 que aparece a continuación. La Fig. 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo del condensador de paso de flujo de la invención.

El número de referencia 1 indica un separador que es una lámina de papel cuadrada que mide $130 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$ con un grosor de $0,2 \text{ mm}$ aproximadamente. El separador 1 está dotado de un orificio de paso h, de 25 mm de diámetro, cerca de su centro.

El número de referencia 2 indica una capa de carbón activo, como un ejemplo de electrodo, que tiene una configuración cuadrada de $120 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$ y una gravedad específica de 0,4. Este electrodo se fabrica activando coque de petróleo con hidróxido de potasio para preparar carbón activo granular de gran área de superficie específica con un área de superficie específica BET de $2200 \text{ m}^2/\text{g}$, mezclando el carbón con politetrafluoroetileno, negro de carbón y un medio de dispersión adecuado, y moldeando por compresión la mezcla en una lámina que tiene un grosor de $1,0 \text{ mm}$. La proporción de carbón activo en el moldeo es del 80% en peso y la cantidad total de carbón activo en una única capa de carbón activo es de 5 gramos. El electrodo 2 está dotado en su parte central de un orificio de paso h que tiene un diámetro de 25 mm .

El número de referencia 3 indica un colector que comprende una chapa de grafito cuadrada que mide $120 \text{ mm} \times 170 \text{ mm}$ con un grosor de $125 \text{ }\mu\text{m}$. Este colector 3 tiene un área mayor que la del separador 1 y el electrodo 2 y su extensión más allá de este último después del ensamblaje se utiliza como un terminal. El colector 3 está dotado en su parte central de un orificio de paso h con un diámetro de 25 mm y su extensión está dotada de un orificio de paso h' para la agrupación para proporcionar un ánodo o un cátodo.

El separador 1, el electrodo 2 y el colector 3 anteriores están apilados en una disposición en serie de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$ y el valor de n es de 40 en este ejemplo 1.

En la pila ensamblada, dichos orificios de paso h se alinean para formar una vía de flujo interna.

La pila anterior está dispuesta en un alojamiento, tal y como se ilustra en la Fig. 4, de manera que puede mantenerse en el estado comprimido a una presión de $0,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ apretando el elemento de retención 4 que actúa como un recubrimiento con el doble de extensión. En la Fig. 4, el número de referencia 5 indica una entrada y una salida para que pase un líquido y los números de referencia 6 y 7 indican un perno y un tuerca de fijación, respectivamente. El alojamiento se indica como 8. Las flechas indican la dirección de paso del líquido.

Ejemplo de tratamiento 1 (tratamiento de un líquido que contiene sustancias iónicas)

Utilizando el condensador de paso de flujo mostrado en la Fig. 4, los terminales de los respectivos electrodos de

colector 3 se conectaron a una fuente de corriente directa de 2V y una disolución acuosa de cloruro sódico con una concentración de 0,01 M/L se introdujo desde la entrada de líquidos permitiendo que saliera por la salida de líquidos.

5 La Fig. 5 muestra la relación entre la cantidad integral del líquido introducido y la concentración de cloruro sódico del agua de salida cuando el caudal introducido de la disolución acuosa de cloruro sódico se fija a 100 ml/min. A partir de la Fig. 5 resulta evidente que la aplicación de una tensión constante de 2V provocó una reducción drástica en la concentración de salida de cloruro sódico y que en el caudal de entrada de 100 ml/min se eliminó una cantidad del 93% de cloruro sódico.

10 La Fig. 6 es un gráfico que muestra la relación entre la cantidad integral de líquido introducido y la concentración de salida de cloruro sódico en el caso en que una disolución acuosa de cloruro sódico pasó a través del condensador de paso de flujo de la Fig. 4 y en que se repitieron de manera alternante la aplicación de una tensión constante y un cortocircuito.

15 Por lo tanto, utilizando el condensador de paso de flujo anterior, los terminales de los colectores 3 se conectaron a una fuente de CC de 2V y una disolución acuosa de cloruro sódico de 0,01 M/L se introdujo desde la entrada de líquidos a un caudal de 100 ml/min permitiendo que saliera por la salida de líquidos. La aplicación de una tensión constante de 2V y una puesta en cortocircuito se repitió según una planificación de tiempo mostrada en la Fig. 6, determinándose la concentración de cloruro de sodio en la disolución que sale por la salida de líquidos. Los resultados se muestran en la Fig. 6.

20 A partir de la Fig. 6 resulta evidente que la aplicación de una tensión constante de 2V provocó una reducción drástica en la concentración de salida de cloruro sódico y se eliminó una cantidad del 93% de cloruro sódico, que cuando se llevó a cabo una puesta en cortocircuito se descargó una disolución con una concentración de cloruro sódico 4 veces mayor a lo sumo aproximadamente, que cuando se reanudó la aplicación de la tensión cuando la concentración de salida de cloruro sódico se había acercado a la de la disolución de entrada, la concentración de cloruro sódico de salida se redujo drásticamente de nuevo y se eliminó una cantidad del 93% de cloruro sódico, que cuando se llevó a cabo una puesta en cortocircuito se descargó una disolución con una concentración de cloruro sódico 4 veces mayor a lo sumo aproximadamente, que incluso cuando el mismo patrón de operaciones se repitió un total de al menos 10 veces se obtuvieron resultados similares y que el volumen introducido era grande. Es decir, resulta evidente que la cantidad de líquido introducido es grande, que la tasa de desionización es estable y alta y que, por tanto, puede tratarse una gran carga de líquido.

Ejemplo de tratamiento 2

35 Mientras que en ejemplo de tratamiento 1 se repitió la aplicación de una tensión constante de 2V y una puesta en cortocircuito, la aplicación de la tensión constante de 2V y la puesta en cortocircuito fueron seguidas de una conexión inversa en este ejemplo. Los resultados se muestran en la Fig. 7

Ejemplo de tratamiento 3

40 En el ejemplo de tratamiento 2 anterior, el condensador se mantuvo cargado con una tensión sin el paso de un líquido a través del mismo mientras estuvo sin utilizarse y en la fase de preparación anterior al uso. Cuando se siguió este procedimiento se formó un líquido muy limpio dentro de los electrodos y las diversas sales precipitadas sobre la superficie de los electrodos volvieron a disolverse, con el resultado de que puedo evitarse o retardarse la oclusión del dispositivo por precipitados sólidos.

Ejemplo de tratamiento 4

50 Utilizando el mismo condensador de paso de flujo que el utilizado en el ejemplo 1, la relación entre la presión de apilado y la tasa de desionización se determinaron bajo las siguientes condiciones para generar los datos: 0,1 kg/cm² G, 20%; 0,2 kg/cm² G, 50%; 0,5 kg/cm² G, 93%; y 1,5 kg/cm² G, 93%. Los datos se muestran en la Fig. 8. A partir de estos resultados, la tasa máxima de eliminación de iones fue del 93%.

- 55
- Electrodo (2): una lámina de carbón activo fibroso que medía 100 mm x 100 mm, 30 láminas apiladas (60 g)
 - Condiciones de paso de líquido: 0,01 mol/L NaCl, 180 ml/min.

Ejemplo de tratamiento 5

60 La tabla 1 muestra el recuento de bacterias en el líquido de salida determinado utilizando el condensador de paso de flujo del ejemplo 1 y pasando un cultivo de Bacillus subtilis. Resulta evidente que el dispositivo de la invención tiene una acción bactericida. Las condiciones fueron las siguientes.

- Electrodo (2): una lámina de carbón activo fibroso que medía 100 mm x 100 mm, 30 láminas apiladas (60 g)
- Presión de apilado: 0,5 kg/cm² G
- Condiciones de paso de líquido: 0,01 mol/L NaCl, 60 ml/min.

5

Tabla 1

Tensión aplicada (V)	Recuento de bacterias (células/ml)	
	Entrada	Salida
0	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁶
1,0	1 x 10 ⁶	7 x 10 ⁵
1,5	1 x 10 ⁶	4 x 10 ⁵
2,0	1 x 10 ⁶	8 x 10 ⁴

Ejemplo 2

10

La Fig. 9 es una vista que muestra la fabricación del separador 1, del electrodo 2 y del colector 3 a partir de láminas plegadas.

Ejemplos 3 y 4

15

Las Fig. 10 y 11 muestran ejemplos del diseño del canal de flujo interno en el caso en que el electrodo 2 está dotado de una pluralidad de orificios de paso h. El líquido fluye en la dirección indicada por la flecha. El separador 1 y el colector 3 también están dotados de orificios de paso h en las posiciones correspondientes. Cuando se proporciona esta pluralidad de orificios de paso h se obtienen vías de flujo que garantizan un flujo continuo y, como ventaja adicional, el tamaño del electrodo 2 puede aumentarse.

20

EFFECTOS ADICIONALES DE LA INVENCION

Tal y como se ha mencionado en la sección llamada "Funcionamiento", el separador 1, el electrodo 2 y el electrodo de colector 3 están fabricados invariablemente con láminas planas poligonales y están apilados en una disposición en serie de múltiples capas de [3/2/1/2]_n/3. Además, tales elementos están dotados de orificios de paso h en la posición correspondiente para formar una vía interna y toda la pila se mantiene comprimida desde ambos lados a una presión no inferior a 0,2 kg/cm² G. La consiguiente ventaja es que pueden obtenerse láminas individuales recortando una gran lámina de reserva sin desperdiciarse nada o muy poco material, que la pila puede comprimirse de manera uniforme, que la canalización durante la introducción de un líquido puede evitarse eficazmente, que la carga tratable por unidad de área puede aumentarse notablemente, que la tasa de eliminación de iones es estable y que la tasa de eliminación puede maximizarse.

25

30

El condensador de paso de flujo de la presente invención es ventajoso adicionalmente porque puede escalarse fácilmente, ya que la estructura de sellado de este condensador se ha simplificado en comparación con la técnica anterior, el número de láminas que forman una pila puede aumentarse fácilmente y, puesto que la pila está comprimida, puede garantizarse una vía de flujo sin el problema de canalización incluso si aumenta el tamaño del electrodo 2.

35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un condensador de paso de flujo que comprende esencialmente un separador (1), un electrodo (2) dispuesto en ambos lados del mismo y un colector (3) dispuesto externamente a dicho electrodo, **caracterizado porque:**
- 10 a. cada uno del separador (1), electrodo (2) y colector (3) es una lámina plana independiente o plegada que presenta una configuración poligonal,
- 15 b. dichos separador (1), electrodo (2) y colector (3) están dispuestos en una disposición en serie de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$, donde n no es inferior a 20,
- 20 c. cada uno de dichos separador (1), electrodo (2) y colector (3) comprende una lámina poligonal dotada de un orificio de paso o de una pluralidad de orificios de paso para que pase un líquido, de manera que cuando estas láminas se ensamblan en una pila, los orificios de paso correspondientes se alinean para formar una o más vías de flujo internas, y
- 25 d. la pila de láminas para dichos separador (1), electrodo (2) y colector (3) está retenida en un estado comprimido desde ambos lados a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$; y
- 30 en el que cada lámina de separador es algo más grande que la lámina de electrodo y cada lámina de colector es más grande que dicha lámina de electrodo, donde su extensión sobre el electrodo está disponible para agruparse, en el que una pluralidad de tales extensiones está agrupada.
- 35 2. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, en el que el separador es una lámina eléctricamente aislante que presenta un grosor de 0,01 a 0,5 mm aproximadamente por capa.
- 40 3. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, en el que el electrodo comprende una capa de carbón activo con un área de superficie no inferior a $1000 \text{ m}^2/\text{g}$.
- 45 4. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, en el que el electrodo comprende una lámina perforada moldeada de carbón con un aglutinante.
- 50 5. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un orificio de paso central desde el cual fluye el líquido.
- 55 6. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, en el que el colector se extiende más allá de las otras láminas y está dotado de un orificio de paso h en la extensión.
- 60 7. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, en el que n tiene un valor máximo aproximado de 500.
8. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un alojamiento para el condensador, una placa de retención y un medio para comprimir la placa de retención.
9. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un medio para aplicar una corriente o tensión de CC constante a los colectores y un medio para una puesta en cortocircuito entre los colectores.
10. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un medio para cambiar la polaridad de las conexiones.
11. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un medio para invertir el sentido del flujo de líquido.
12. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, que incluye un medio para mantener la tensión del condensador sin la introducción de un líquido.
13. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 1, donde dicho condensador de paso de flujo está en una conexión en serie o en paralelo con un segundo condensador de paso de flujo.
14. El condensador de paso de flujo según la reivindicación 13, en el que la corriente de descarga de un condensador previamente cargado es corriente de carga para otro condensador.
15. Un procedimiento para tratar un líquido utilizando un condensador de paso de flujo que comprende

esencialmente un separador, un electrodo dispuesto en ambos lados del mismo, y un colector dispuesto externamente a dicho electrodo, y que satisface cada uno de los siguientes requisitos:

- 5 a. hacer que cada uno del separador, electrodo y colector sea una lámina plana independiente o plegada que presente una configuración poligonal;
- b. hacer que dichos separador, electrodo y colector estén dispuestos en una disposición en serie de múltiples capas de $[3/2/1/2]_n/3$, donde n no es inferior a 20;
- 10 c. hacer que cada uno de dichos separador, electrodo y colector comprenda una lámina poligonal dotada de un orificio de paso o de una pluralidad de orificios de paso para que pase un líquido, de manera que cuando estas láminas se ensamblen en una pila, los orificios de paso correspondientes se alineen para formar una o más vías de flujo internas; y
- 15 d. proporcionar una presión de apilado de manera que la pila de láminas para dichos separador, electrodo y colector esté retenida en un estado comprimido desde ambos lados a una presión no inferior a $0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$; y
- 20 e. hacer pasar un líquido que contiene sustancias iónicas a través de dicho condensador de paso de flujo y someter el líquido a una combinación de [A] una aplicación de una tensión constante de CC o una corriente constante de CC a los colectores y [B] o bien una puesta en cortocircuito entre los colectores o bien una descarga de corriente constante o una combinación adecuada de [A] dicha aplicación de dicha tensión o corriente, [B] dicha puesta en cortocircuito o descarga constante y [C] una conexión inversa,
- 25 en el que la lámina del colector (3) está diseñada para sobresalir un poco más con respecto a la lámina del electrodo (2) y donde una pluralidad de tales extensiones está agrupada.
16. El procedimiento para tratar un líquido según la reivindicación 15, en el que el sentido de paso del líquido se invierte según un programa predeterminado.
- 30 17. El procedimiento para tratar un líquido según la reivindicación 15, en el que, cuando no se utiliza o está en fase de preparación, el condensador de paso de flujo no está cargado con el líquido sino que permanece cargado con una tensión.
- 35 18. El procedimiento según la reivindicación 15, que incluye comprimir las láminas apiladas utilizando una placa de retención móvil con el condensador dispuesto dentro de un alojamiento.

Fig.1

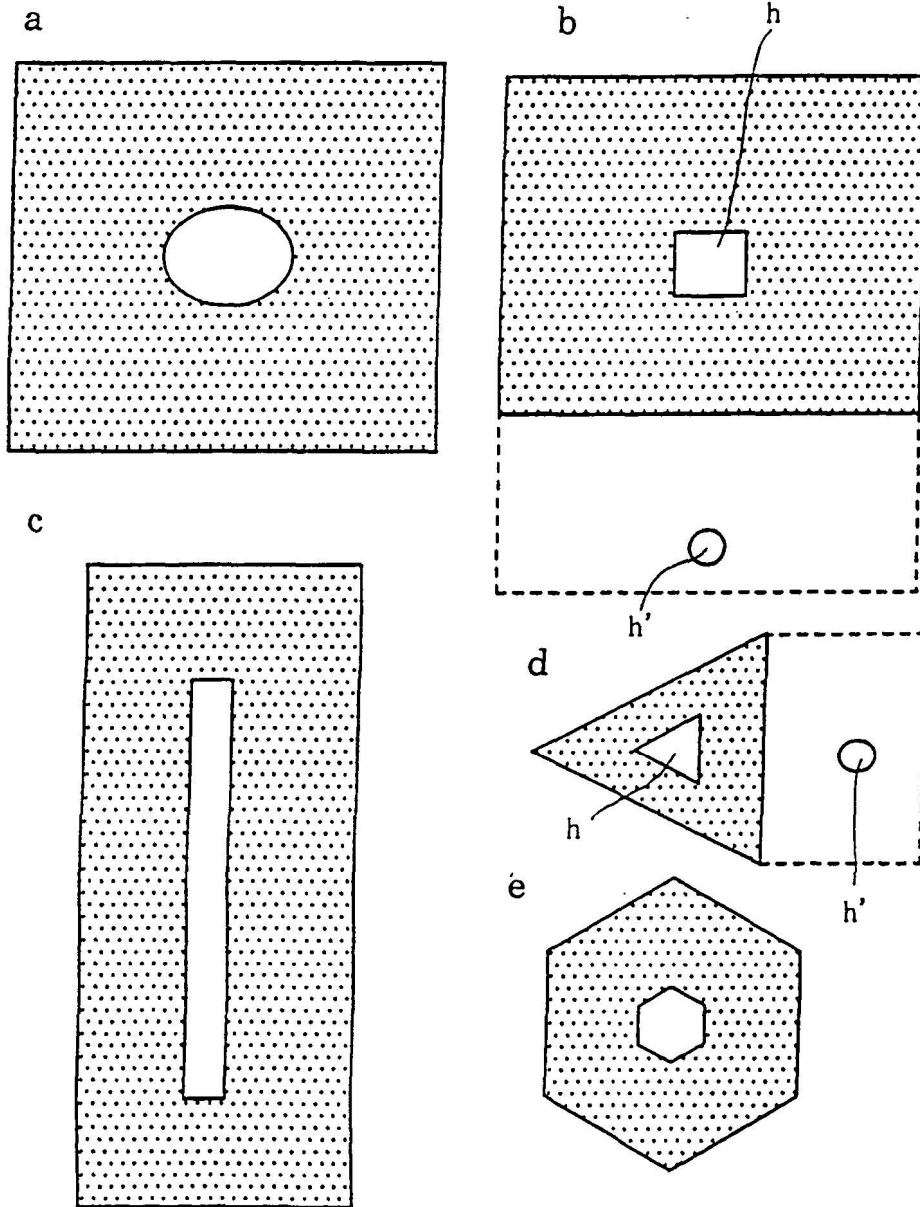
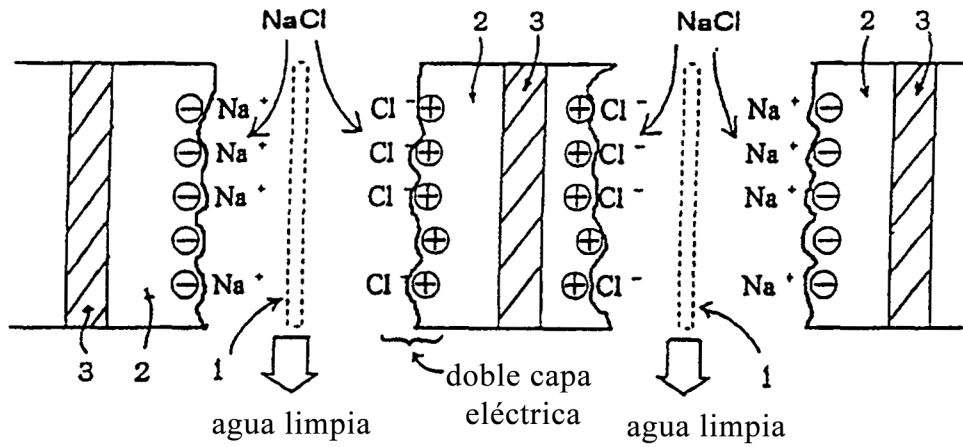


Fig.2

(a)

< aplicación de modo de tensión: purificación >



(b)

< modo de puesta en cortocircuito o de descarga de corriente constante: recuperación >

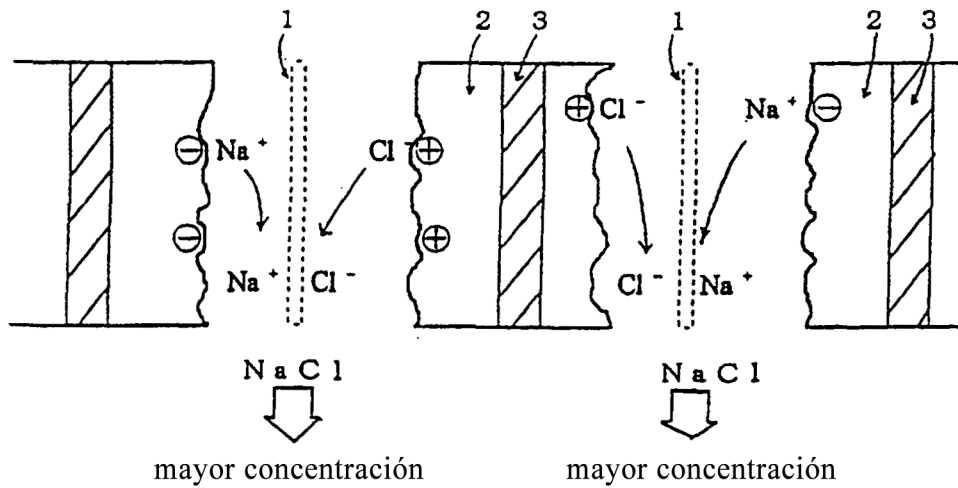


Fig.3

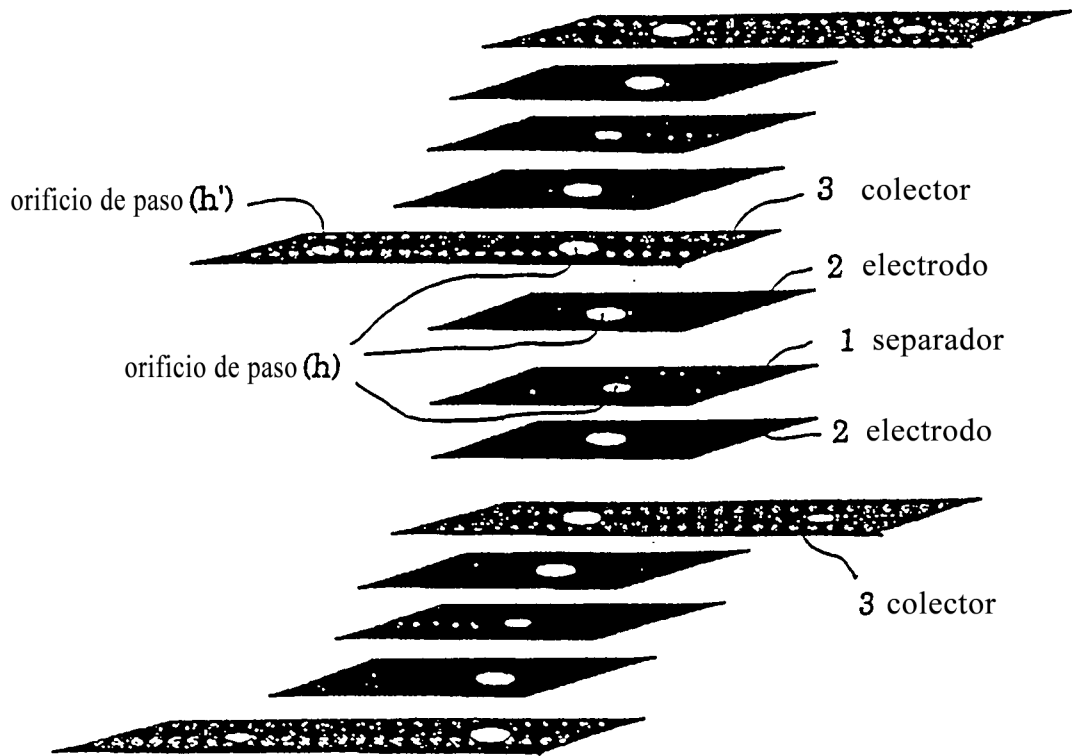


Fig.4

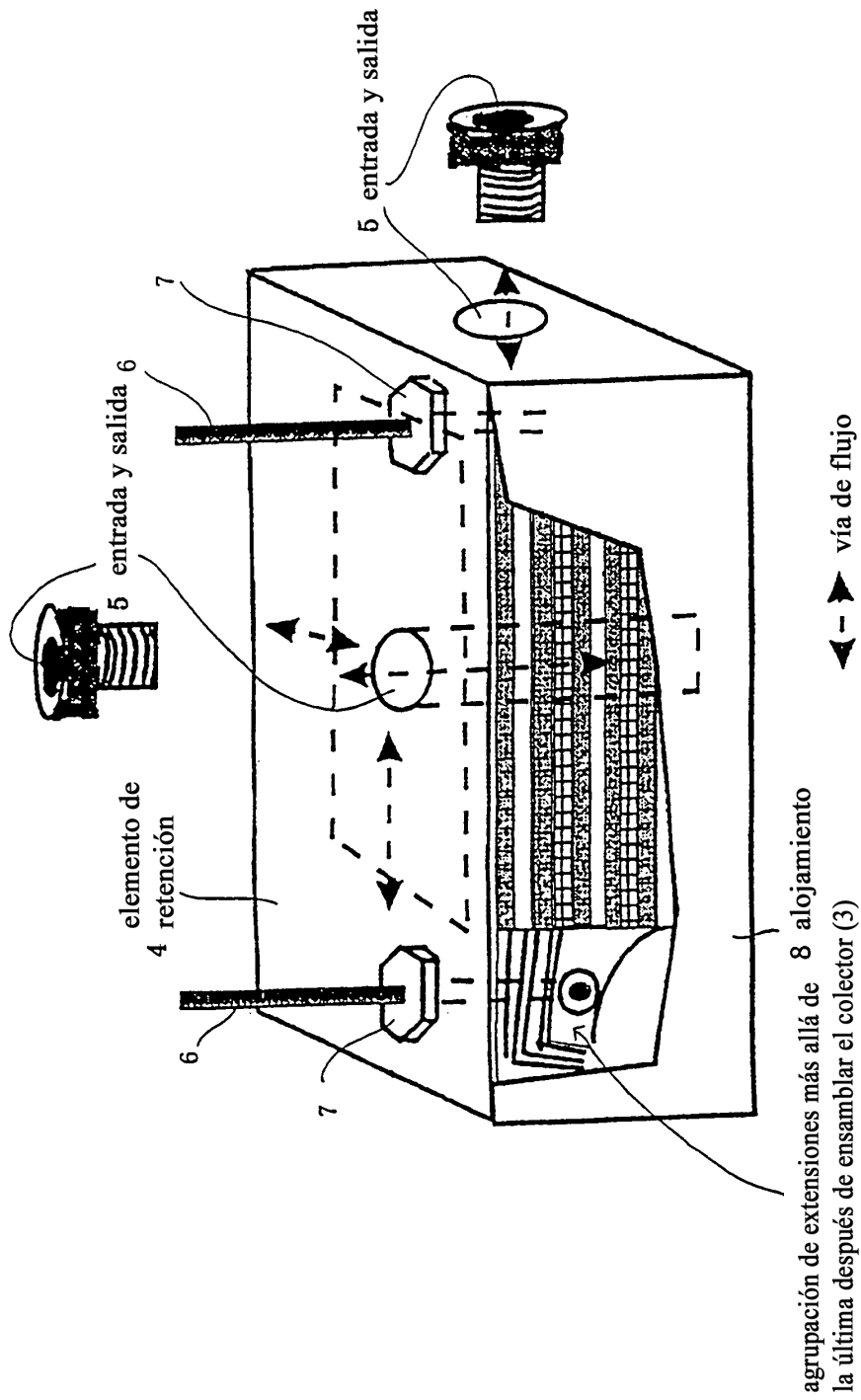


Fig.5

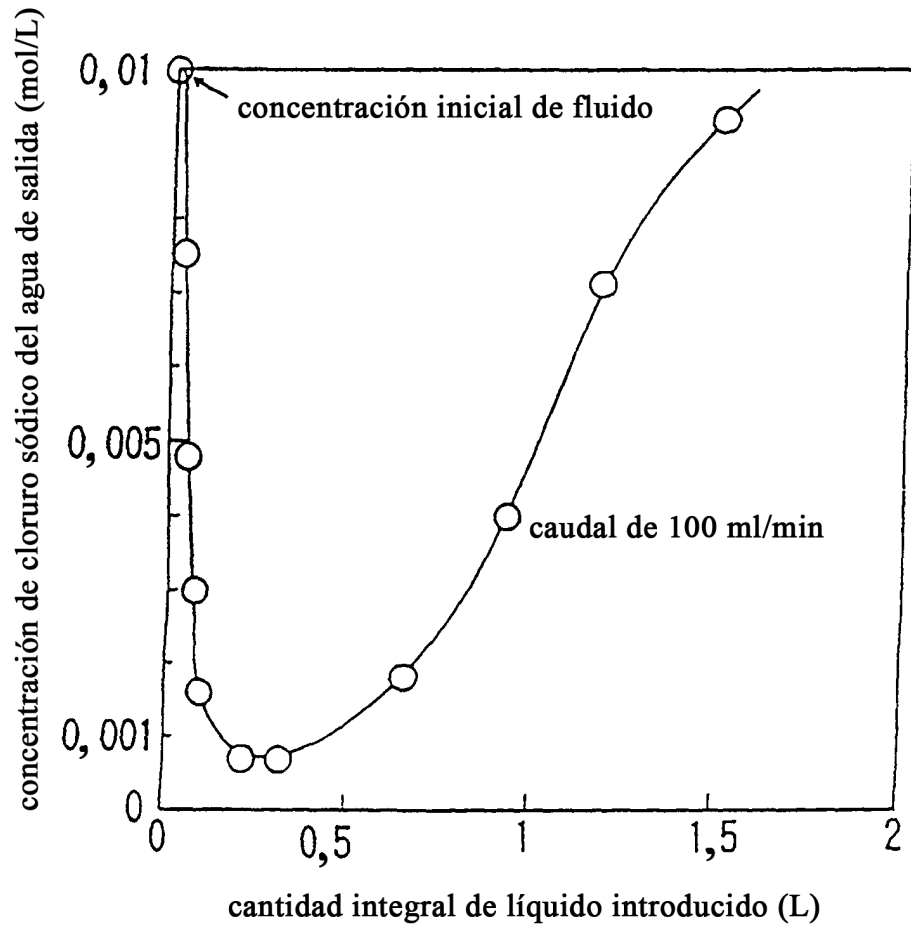


Fig.6

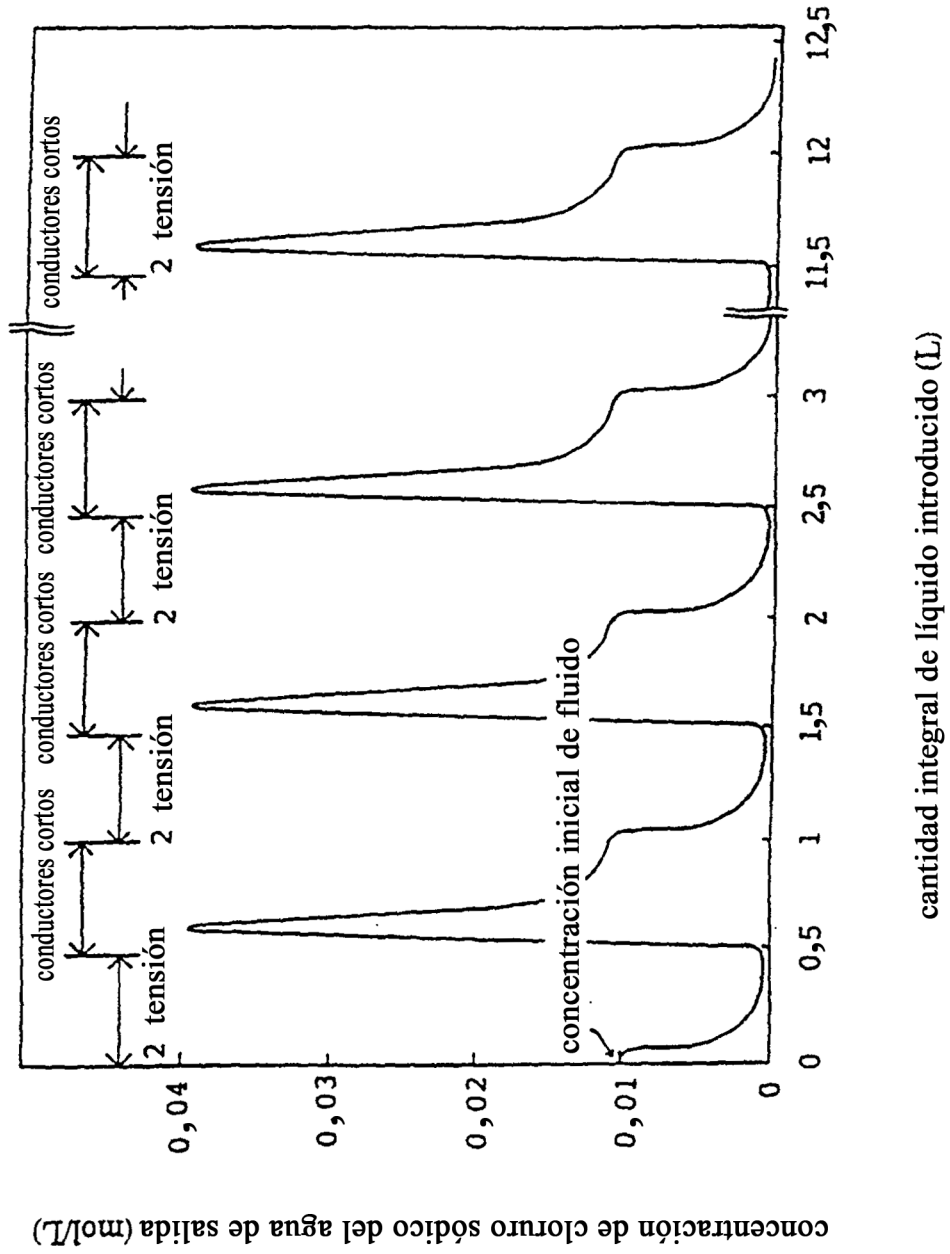


Fig.7

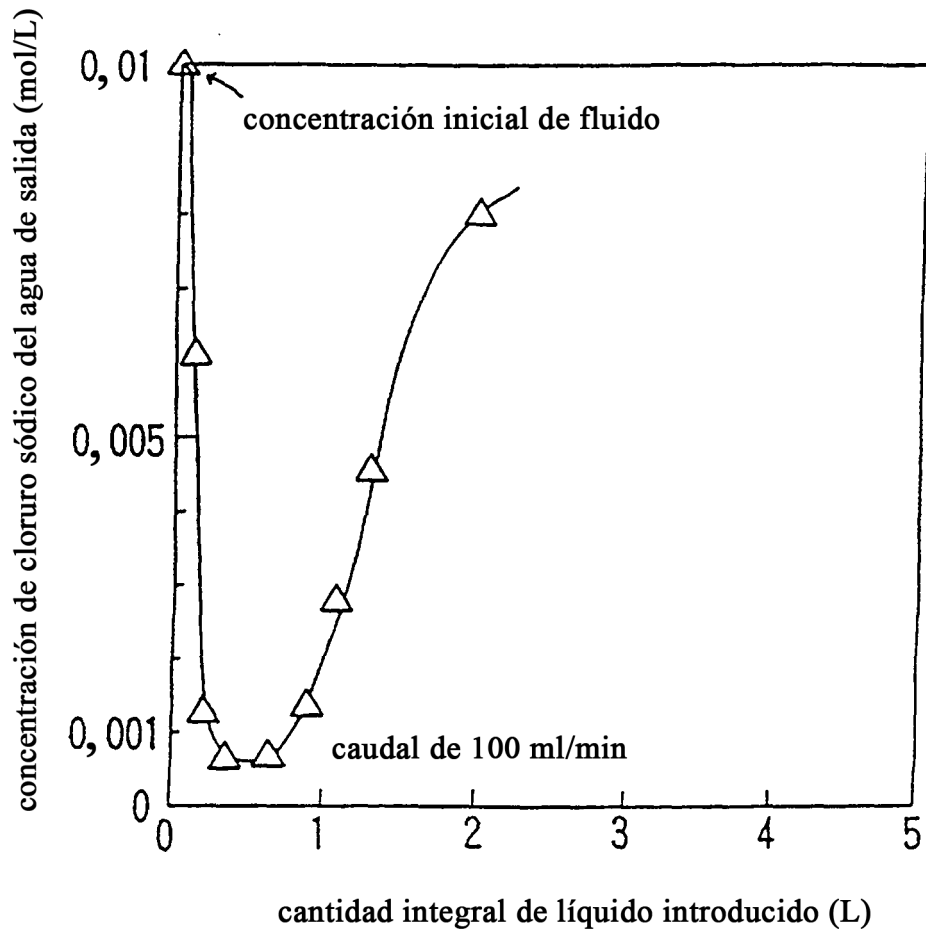


Fig.8

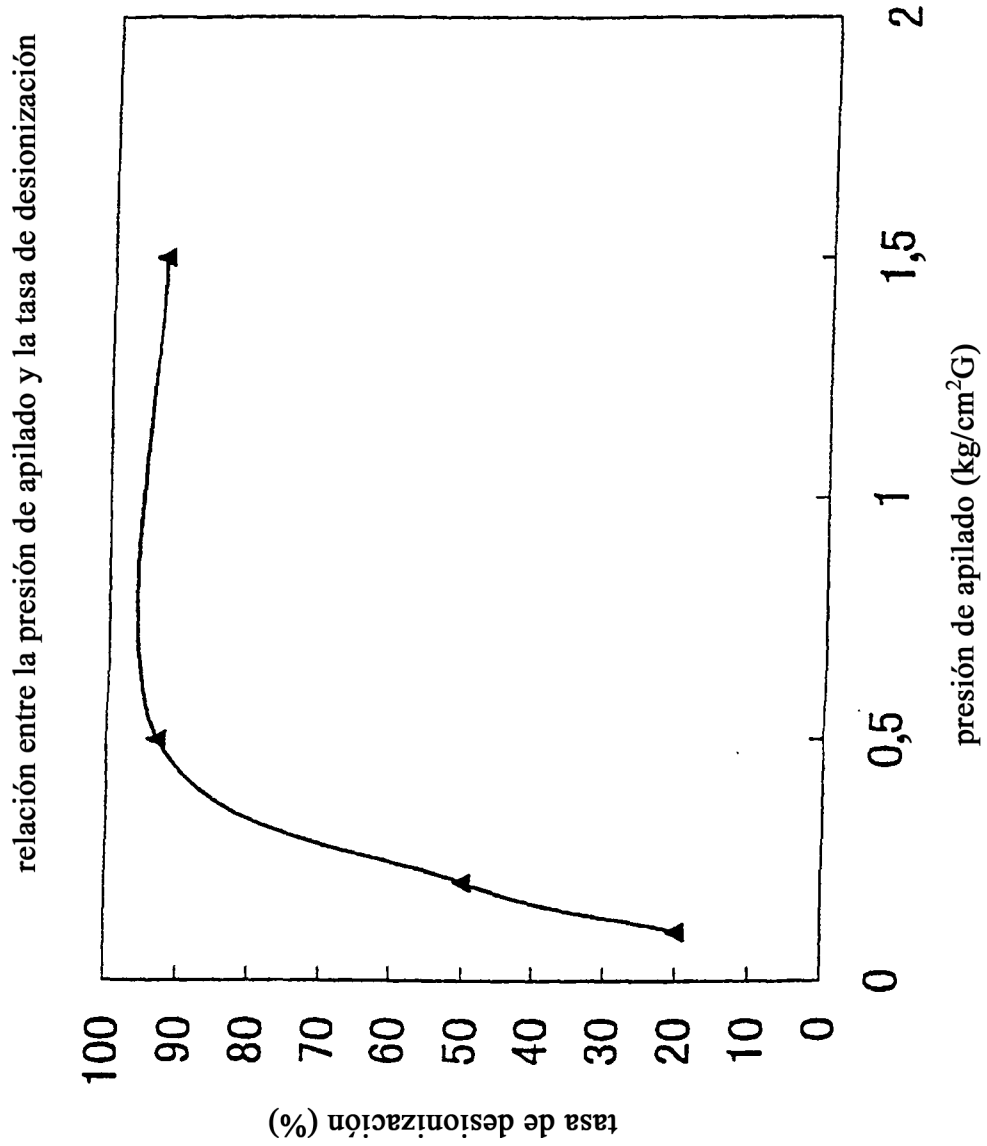
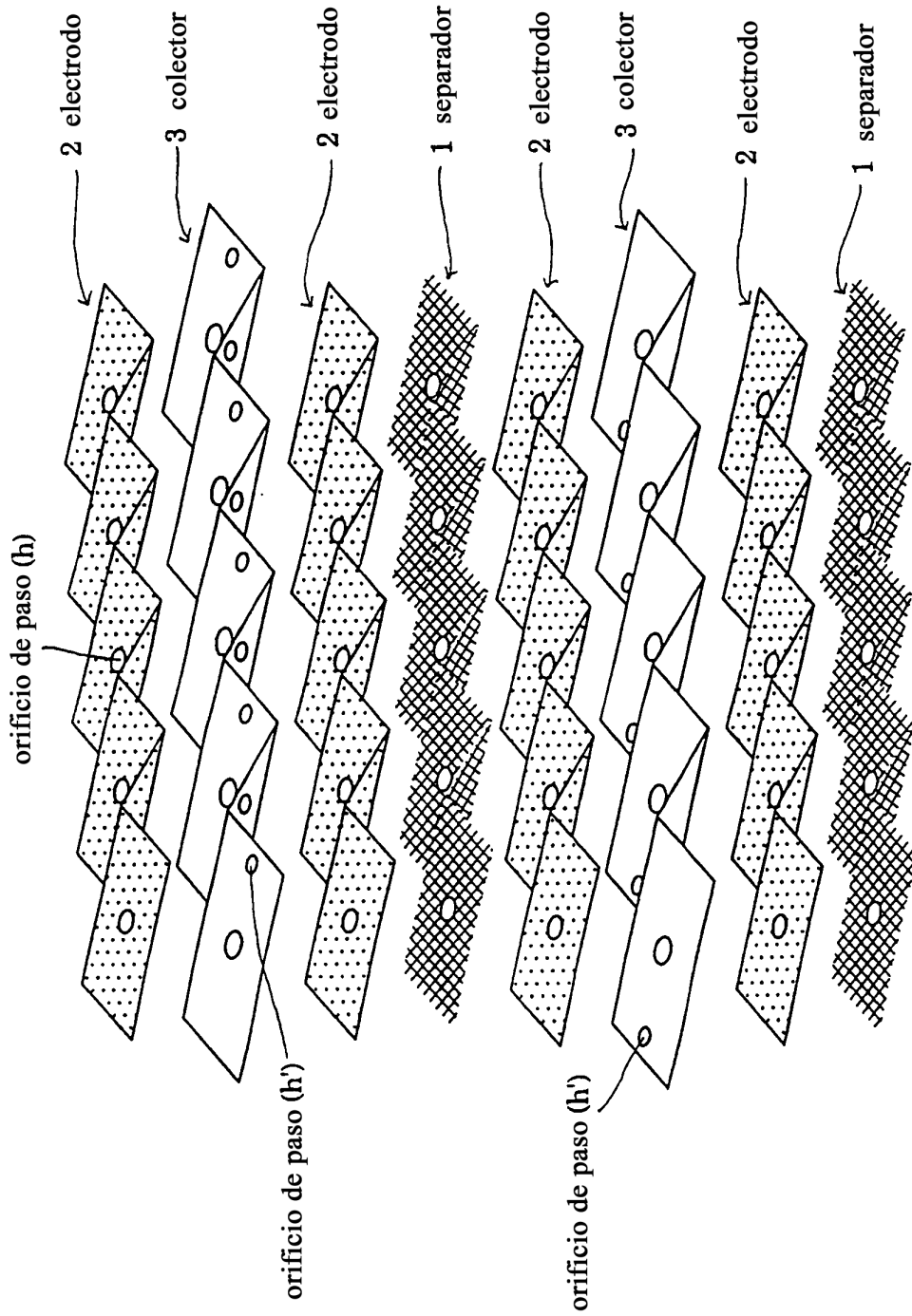


Fig.9



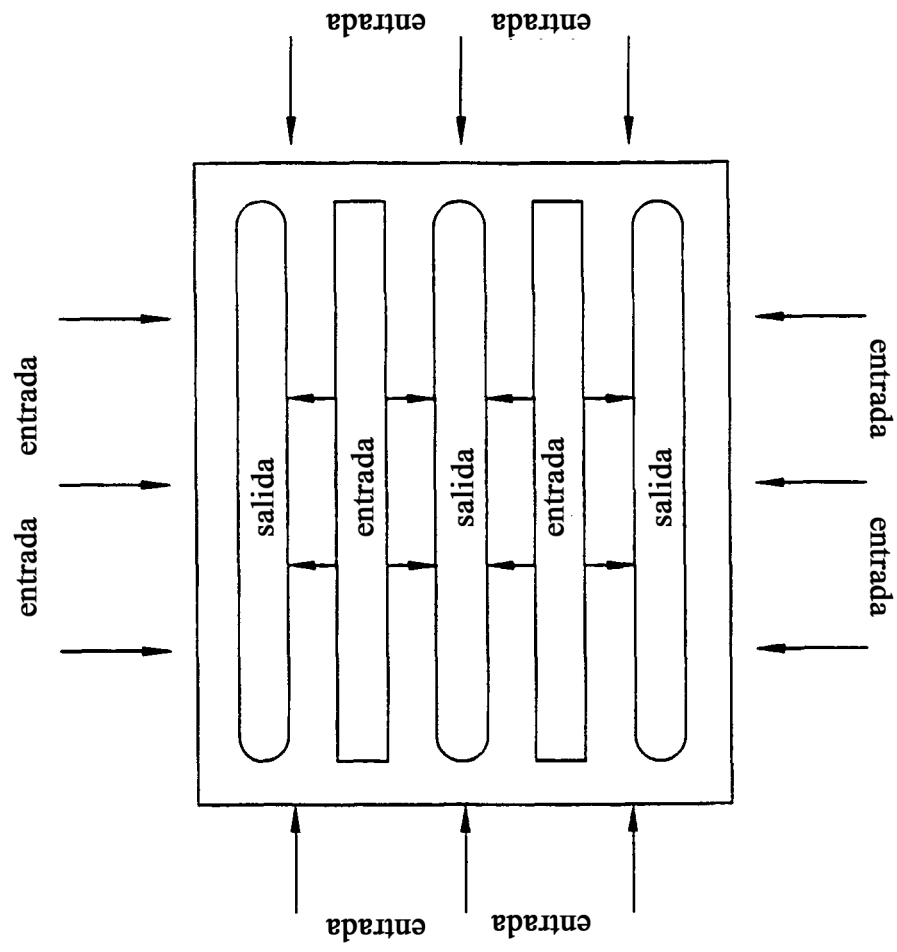


FIG. 10

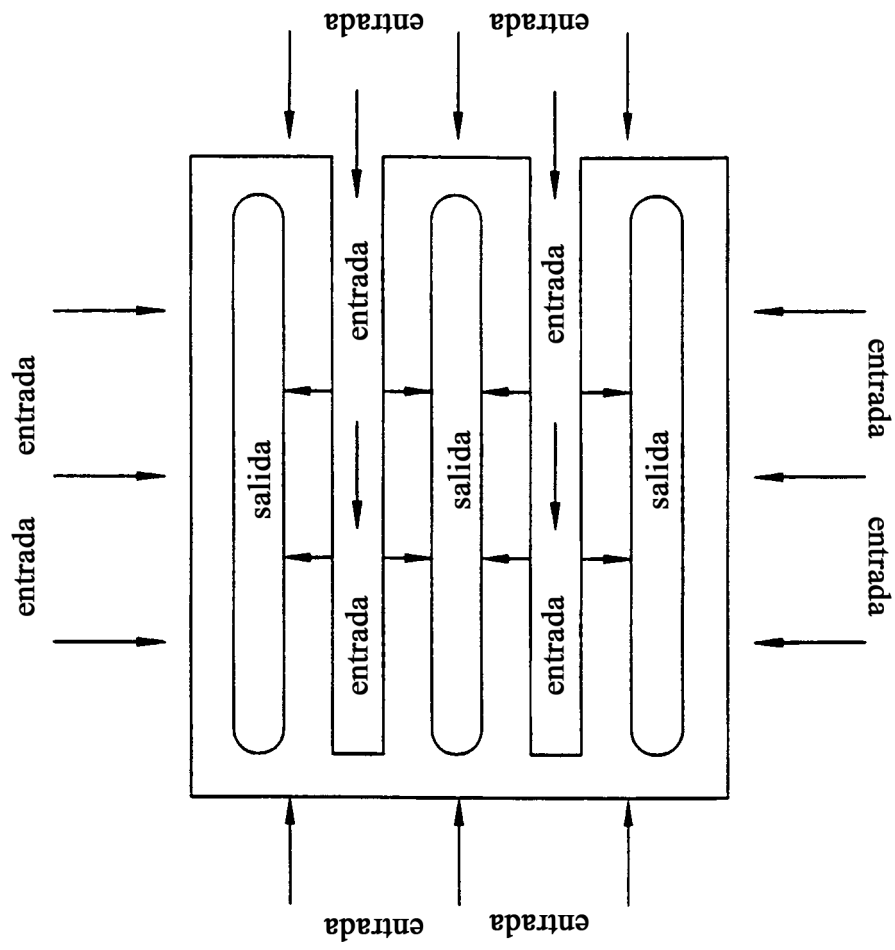


FIG. 11