

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 656**

51 Int. Cl.:

**B01D 63/02** (2006.01)

**B01D 65/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2004 E 04788249 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 1674149**

54 Título: **Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa**

30 Prioridad:

**29.09.2003 JP 2003338160**

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

**29.01.2014**

73 Titular/es:

**ASAHI KASEI CHEMICALS CORPORATION  
(100.0%)  
1-2, YURAKU-CHO 1-CHOME, CHIYODA-KU  
TOKYO 100-8440, JP**

72 Inventor/es:

**ISHIBASHI, YUZURU**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Carlos**

**ES 2 440 656 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**

Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa

5 **SECTOR TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, utilizado en un dispositivo de filtrado para clarificar gran cantidad de agua sin tratar, tal como agua de río, agua de lago, agua subterránea, agua del mar, aguas residuales domésticas e industriales, y eliminar las bacterias incluidas en la misma.

**TÉCNICA ANTERIOR**

En general, los módulos de membranas de fibra hueca se clasifican, en líneas generales, en un tipo de presión interna y en un tipo de presión externa. El módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa tiene normalmente una estructura con un empaquetamiento de varios centenares a decenas de miles de membranas de fibra hueca con una longitud de 200 a 3.000 mm y un diámetro exterior de la membrana de 0,1 a 5 mm, alojándose el paquete en el interior de un cuerpo cilíndrico, y fijando con adhesivo los extremos de ambos lados a la pared interior del cuerpo con una resina. Cuando se fijan con adhesivo ambos extremos, existen un módulo del tipo de recogida por un extremo y un módulo del tipo de recogida por ambos extremos: el primero está formado de modo que tiene el extremo de las membranas de fibra hueca abierto en una parte fijada con adhesivo, tiene la parte hueca de las membranas de fibra cerrada en la otra parte fijada con adhesivo, suministra agua sin tratar a compresión a una zona intercalada entre las partes fijadas con adhesivo para filtrarse a través de las membranas de fibra hueca y extrae el filtrado de la parte fijada con adhesivo en la que está abierto el extremo de la fibra hueca; y el último está formado de modo que tiene los extremos de las membranas de fibra hueca abiertos por ambas partes fijadas con adhesivo y extrae el filtrado por ambos extremos. Además, existen una serie de orificios pasantes en los paquetes de membranas de fibra hueca en la parte fijada con adhesivo que se convierte en el lado inferior durante la utilización, y sus aberturas se utilizan como una abertura para suministrar agua sin tratar que debe ser filtrada, y como una abertura de suministro de aire y una salida del agua residual de limpieza en un proceso de limpieza física.

Cuando dicho módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa se utiliza con el objetivo de eliminación de bacterias y de clarificación, normalmente es sometido a una filtración de flujo cruzado para impedir que los sólidos en suspensión se depositen sobre la superficie de una membrana de fibra hueca, o a una limpieza física periódica tal como una filtración inversa de lavado a contracorriente y burbujeo de aire para recuperar el comportamiento del filtro, permitiendo de este modo una operación de filtración estable. Para hacer funcionar el módulo en el método anterior, dicho módulo tiene una abertura de evacuación dispuesta en la cara lateral de un cuerpo en las inmediaciones de una parte fijada con adhesivo en la parte superior, y está instalado verticalmente. Cuando el módulo se utiliza para la filtración, el agua sin tratar que contiene los sólidos en suspensión se suministra desde un orificio pasante dispuesto en la parte fijada con adhesivo en la parte inferior, y el agua concentrada se descarga desde la abertura de evacuación dispuesta en la cara lateral en la parte superior del cuerpo. Además, en una etapa de limpieza mediante burbujeo de aire, el módulo es limpiado por medio de las etapas de suministrar aire desde el orificio pasante en la parte inferior; formando de este modo un flujo de mezcla aire/agua; haciendo que la membrana oscile por el flujo de mezcla aire/agua; desprendiendo de este modo los sólidos suspendidos depositados sobre la superficie de la membrana; suministrando a continuación agua sin tratar junto con aire; y descargándola por la abertura de evacuación dispuesta en la cara lateral en la parte superior del cuerpo.

El flujo de líquido descargado por la abertura de evacuación en dicha filtración de flujo cruzado y dicha limpieza por burbujeo de aire introduce en ocasiones la membrana de fibra hueca en la abertura de evacuación y la daña, y la oscilación de la membrana hace que en ocasiones la tensión concentrada en las inmediaciones de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo rompa la membrana de fibra hueca.

Para descargar eficientemente un sedimento en el exterior de un módulo mediante su exfoliación de la superficie de la membrana por medio de la limpieza física tal como se ha descrito anteriormente, se debe asegurar un espacio entre las fibras huecas, de tal modo que la membrana de fibra hueca no se pueda alojar en el módulo que está aproximadamente en el estado empaquetado más cerrado, como en el caso de un módulo del tipo de presión interna. Por este motivo, el índice de ocupación de una membrana en el interior de un cuerpo envolvente se ajusta normalmente entre 0,3 y 0,6. El "índice de ocupación de una membrana en el interior de un cuerpo envolvente" utilizado en esta descripción significa un índice del total de las áreas de las secciones transversales en base al diámetro exterior de la membrana con respecto al área de la sección transversal en base al diámetro interior del cuerpo envolvente en una zona de filtración de la membrana. Cuando la membrana está alojada con una densidad comparativamente baja, la distribución de la membrana en la parte fijada con adhesivo de la membrana tiende fácilmente a no ser uniforme, y la membrana de fibra hueca en las inmediaciones de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo antes citada desarrolla una fuerte tendencia a la ruptura.

Como medio para impedir el daño/ruptura anteriores de la membrana en las inmediaciones de la parte fijada con adhesivo de la membrana de fibra hueca, es conocido un método en el que se instala un cilindro corriente en las

5 inmediaciones de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo y se dispone una capa de un material de polímeros elevados que tiene una elasticidad similar a la goma en el lado interior de la parte fijada con adhesivo (ver, por ejemplo, el documento de patente 1). Asimismo, se propone un método que recubre la superficie de las membranas de fibra hueca, que se extiende en el lado interior de la parte fijada con adhesivo, con el mismo adhesivo que el utilizado para formar la superficie interior de la parte fija (ver, por ejemplo, el documento de patente 2).

10 Sin embargo, el método según el documento de patente 1 tiene un efecto excelente para impedir el daño/ruptura de la membrana tal como se ha descrito anteriormente, pero cuando se forma una capa fijada con adhesivo solamente con un polímero elevado que tiene una elasticidad similar a la goma, esto puede ocasionar el problema de que la parte fijada con adhesivo se pueda romper debido a que la resistencia a la presión de dicha parte es inferior. Además, para asegurar la resistencia a la presión, se requiere fijar la membrana con adhesivo, con un material que tenga una resistencia y una elasticidad elevadas, y formar a continuación una capa de un cuerpo elástico similar a la goma en el lado interior de la misma, de tal manera que el método tiene la desventaja de necesitar un proceso de fabricación complicado y un coste elevado.

15 Por otra parte, el método según el documento de patente 2 no tiene un efecto suficiente para impedir que la membrana se rompa, y ocasiona el problema de que dicha membrana se rompe debido al burbujeo de aire en un funcionamiento a largo plazo.

20 Documento de patente 1: JP-A-09-220446

Documento de patente 2: JP-A-10-305218

25 El documento JP-62-204804-A da a conocer un módulo de membrana de hilo hueco.

El documento EP-1092468-A2 da a conocer un aparato para obtener una densidad de empaquetamiento variable de fibras huecas en cartuchos de fibra enrollada.

30 El documento EP-1201293-A1 da a conocer un paquete de fibras huecas para un dispositivo a efectos de tratar sangre o plasma mediante circulación extracorporeal.

#### 35 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION PROBLEMA A RESOLVER MEDIANTE LA INVENCION

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa que puede descargar eficientemente un sedimento sobre la superficie de la membrana al exterior del módulo, que se puede utilizar durante un largo periodo de tiempo sin ninguna ruptura de la membrana en las inmediaciones del lado interior de la parte fijada mediante adhesivo, producida por el flujo de fluido, y que se puede fabricar fácilmente.

#### MEDIOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA

45 Como resultado de un estudio concienzudo para resolver los problemas anteriores, los presentes inventores han descubierto que el objetivo anterior se puede alcanzar mediante el control de la distribución de una membrana en el lado interior de una parte fijada con adhesivo, y han realizado de este modo la presente invención en base a dichos descubrimientos.

50 Específicamente, la presente invención se describirá a continuación.

(1) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, que incluye un paquete de membranas de fibra hueca formado por una serie de membranas de fibra hueca, un cuerpo envolvente y una tobera para permitir que un fluido entre y salga del mismo, que hace que las membranas de fibra hueca adheridas fijamente entre sí y a la pared interior del cuerpo envolvente en ambos extremos del paquete de membranas de fibra hueca; hace una parte hueca abierta por un lado o por ambos lados de los extremos fijados con adhesivo; y tiene una tobera para permitir que un fluido entre y salga del mismo, instalada en la cara lateral del cuerpo envolvente, por lo menos, de un extremo fijado de forma adhesiva en el que está abierta la parte hueca; en el que está dispuesta una placa corriente entre la pared interior del cuerpo envolvente en las inmediaciones de la tobera y la circunferencia exterior del paquete de membranas de fibra hueca, no teniendo ningún orificio pasante en las inmediaciones de la tobera, y teniendo una serie de orificios pasantes en la superficie de la pared, excepto en las inmediaciones de la tobera; y en el que la relación PB/PA de los índices de ocupación de una membrana es 0,50 o más, pero 0,95 o menos, cuando cada uno de los valores de PA y PB está definido como el índice de ocupación de la membrana en la zona vecina -A- de la tobera y en la zona no vecina -B- de la tobera, entre una zona que se puede cargar de una membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo, por lo menos, en un extremo fijado con adhesivo de la parte hueca abierta en las inmediaciones de la tobera.

(2) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1), en el que en la zona vecina -A- de la tobera entre la zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de una parte fijada con adhesivo, el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- que constituye la zona vecina -A- es 0,5 veces o más, pero 2,0 veces o menos, con respecto al índice PA de ocupación de membrana en la zona vecina -A-.

(3) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1), en el que PA, PB1 y PB2 de los índices de ocupación de membrana tienen la relación  $PA \geq PB1 \geq PB2$  y además PA es 0,40 o más, pero 0,60 o menos, y PB2 es 0,20 o más, pero 0,40 o menos, cuando cada uno de los valores de PB1 y PB2 está definido como el índice de ocupación de la membrana en una primera zona no vecina -B1- y en una segunda zona no vecina -B2- en la zona no vecina -B- de la tobera, entre la zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo.

(4) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1) ó (2), en el que la zona no vecina -B- de una tobera, entre la zona -B- que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo, incluye, por lo menos, una zona unitaria en la que el índice PC de ocupación de la membrana en la zona unitaria -C- que constituye la zona no vecina -B- es menor de 0,5 veces con respecto al índice PB de ocupación de la membrana en la zona no vecina -B-.

(5) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1), en el que la placa corriente es cilíndrica y aloja el paquete de membranas de fibra hueca en su interior.

(6) Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1), en el que una parte de unión mediante adhesivo que constituye la parte fijada con adhesivo está fabricada de una sola capa de un material de polímeros elevados, y tiene una dureza de 50A a 70D en un intervalo de temperaturas de funcionamiento.

(7) Método para fabricar el módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según (1), teniendo dicho módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa un índice de ocupación de la membrana de 0,3 a 0,6 en un cuerpo envolvente, incluyendo el método: alojar un paquete de membranas de fibra hueca en un cuerpo envolvente que tiene una tobera para permitir que un fluido entre y salga de del mismo, por lo menos, en una cara lateral; hacer girar horizontalmente el cuerpo envolvente en una situación que mantiene la tobera dirigida hacia una dirección más baja que la dirección horizontal; inyectar una unión adhesiva en el cuerpo envolvente por la fuerza centrífuga; y endurecerla para formar una parte fijada con adhesivo.

#### Efectos de la invención

Un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la presente invención, puede descargar suficientemente un sedimento formado sobre una superficie de membrana mediante una técnica de limpieza física, y casi no produce la ruptura de una membrana en las inmediaciones del lado interior de una parte fijada con adhesivo, incluso cuando ha estado funcionando durante largo tiempo una filtración con una severa limpieza física que incluye burbujeo de aire, y se puede fabricar además fácilmente.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista longitudinal, en sección, que muestra un ejemplo de un módulo de membranas de fibra hueca integrado en un cuerpo envolvente, según la presente invención;

la figura 2 es un dibujo explicativo de la "zona que se puede cargar de la membrana" en un módulo de membranas de fibra hueca integrado en un cuerpo envolvente;

la figura 3 es una vista longitudinal, en sección, que muestra un ejemplo de un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de cartucho, según la presente invención;

la figura 4 es una vista longitudinal, en sección, que muestra un ejemplo de un cuerpo envolvente para un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de cartucho, según la presente invención;

la figura 5 es una vista longitudinal, en sección, que muestra un ejemplo de un elemento de membrana de fibra hueca en un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de cartucho, según la presente invención;

la figura 6 es un dibujo explicativo de la "zona que se puede cargar de la membrana" en un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de cartucho;

la figura 7 es un dibujo explicativo de la "zona unitaria -C-", según la presente invención;

la figura 8 es una vista, en sección, que muestra un ejemplo de una placa corriente en un módulo de membranas de fibra hueca integrado en un cuerpo envolvente, según la presente invención;

la figura 9 es una vista, en sección, que muestra otro ejemplo de una placa corriente en un módulo de membranas de fibra hueca integrado en un cuerpo envolvente, según la presente invención;

5 la figura 10A es una vista, en perspectiva, que muestra un ejemplo de una placa transversal en un módulo de membranas de fibra hueca integrado en un cuerpo envolvente, según la presente invención;

la figura 10B es una vista, en planta, de una placa transversal cuando se observa desde la dirección -X- en la figura 10A; y

10 la figura 10C es una vista lateral de una placa transversal cuando se observa desde la dirección -Y- en la figura 10A.

#### MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

15 La presente invención se describirá específicamente a continuación poniendo énfasis particular en una realización preferible de la misma.

En el módulo de membrana del tipo de presión externa, según la presente invención, es importante que la relación PB/PA del índice PA de ocupación de la membrana en una zona vecina -A- de una tobera, entre la zona que se puede cargar de la membrana, por lo menos, en el lado interior de una parte fijada con adhesivo con respecto al índice PB de ocupación de la membrana en una zona no vecina -B- de la tobera, entre la zona que se puede cargar de la membrana, esté comprendida en el intervalo de 0,50 o más, pero 0,95 o menos. Cuando PB/PA está comprendida en dicho intervalo, el fluido que contiene un sedimento sobre una membrana circula fácilmente al exterior de un paquete de membranas desde la zona no vecina, el fluido en la zona vecina no circula intensamente y, de este modo, apenas se causa el daño o la ruptura en la membrana. Cuando PB/PA es menor de 0,50, la densidad de las membranas que están situadas en la zona no vecina -B- de la tobera es demasiado reducida para formar relativamente el estado no denso extremo y, de este modo, el fluido circula intensamente a través de ellas, desarrollando por ello una tendencia a dañar/romper la membrana en la zona -B-. Por otra parte, cuando la relación PB/PA es mayor de 0,95, el módulo de membrana reduce el efecto de descargar preferiblemente un sedimento sobre la membrana desde la zona no vecina. Además, cuando la relación PB/PA es mayor de 1,0, la densidad de las membranas que están situadas en la zona vecina -A- es demasiado reducida para formar relativamente el estado no denso extremo, y de este modo, el caudal en este caso resulta ser notablemente elevado, desarrollando por ello una tendencia a dañar/romper la membrana en la zona -A-. La relación PB/PA es preferiblemente 0,60 o más y 0,90 o menos, y todavía más preferiblemente 0,7 o más y 0,90 o menos.

35 Además, cuando se divide una zona no vecina en una primera zona no vecina -B1- y una segunda zona no vecina -B2- y se define un índice de ocupación de la membrana en cada zona como PB1 y PB2, los índices de ocupación de la membrana cumplen preferiblemente  $PA \geq PB1 \geq PB2$ , y es particularmente preferible que PA sea 0,40 o más, pero 0,60 o menos, y PB2 sea 0,20 o más, pero menor de 0,40. Cuando los índices de ocupación de la membrana cumplen estas condiciones, el módulo de membrana descarga adecuadamente un sedimento sobre la superficie de la membrana desde un paquete de membranas, y puede impedir que dicha membrana se dañe o se rompa debido al flujo de fluido.

A continuación, la presente invención se describirá con detalle haciendo referencia a los ejemplos mostrados en las figuras 1 y 3. La figura 1 es un ejemplo de un módulo integral que tiene un cuerpo envolvente -2- que constituye un módulo, y una membrana de fibra hueca -1- que están adheridos fijamente entre sí, y la figura 2 muestra una sección transversal según la línea -X-X- mostrada en la figura 1. Además, la figura 3 muestra un ejemplo de un módulo del tipo de cartucho compuesto por el cuerpo envolvente -2- (figura 4) y un elemento de membranas de fibra hueca (figura 5), y la figura 6 muestra la sección transversal según la línea -X-X- mostrada en la figura 3. Según la presente invención, la "zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo" significa la zona de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo, y significa además que la zona puede cargar la membrana. Específicamente, la zona que se puede cargar de la membrana es la zona rodeada por un cilindro corriente -5- mostrado en la figura 2, y es una zona en el lado interior de un cabezal -9- de un cartucho mostrado en la figura 6. Además, según la presente invención, la "zona -A- vecina de una tobera" significa que cuando los puntos de intersección del eje central de la tobera con la circunferencia exterior de la zona que se puede cargar de la membrana están definidos como -Z1- y -Z2-, una parte de la zona que se puede cargar de la membrana contenida dentro de un círculo trazado ajustando el punto de intersección -Z1-, en un lado más próximo a la tobera, como el centro y la distancia entre el punto de intersección -Z1- y el punto central -Z3- de la zona que se puede cargar de la membrana como el radio. Además, la "zona no vecina -B- de una tobera" significa la zona distinta de la zona vecina -A- en la zona que se puede cargar de la membrana. Además, la "primera zona -B1- no vecina" significa una parte de la zona no vecina -B- contenida dentro de un círculo trazado ajustando el punto de intersección -Z1- como el centro y la distancia entre el punto medio -Z4- de -Z2- y -Z3- y -Z1- como el radio. La "segunda zona -B2- no vecina" significa una parte de la zona no vecina -B- distinta de la primera zona no vecina. Además, según la presente invención, el "índice de ocupación de una membrana" significa un índice (porcentaje) de la sección transversal total M de la membrana con respecto a un área S de una zona objetivo, y se determina mediante un método de división del área de la zona objetivo en la sección transversal total, calculada a partir del número de membranas de fibra

hueca en la zona objetivo y del diámetro exterior de la membrana, y mediante un método de análisis de una imagen utilizando un ordenador.

5 En la zona vecina -A-, es preferible que el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- que constituye la zona vecina -A- sea 0,5 veces o más, con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en la zona vecina -A-. PC es más preferiblemente 0,6 veces o más, y es incluso más preferiblemente 0,7 veces o más. Esto significa que no existe una parte local notablemente no densa en la zona vecina -A-, con lo que se puede impedir de manera más fiable que la membrana sea dañada o se rompa. En este caso, la "zona unitaria -C-" significa la zona -D- dividida en cuadrados que tienen una separación particular determinada por una serie de líneas rectas paralelas y ortogonales al eje central de la tobera cuando se considera el punto de intersección -Z1- del eje central de la tobera -3- y la zona que se puede cargar de la membrana como punto base. La "separación particular" es un valor de 15R, estando R definido como el valor medio del diámetro exterior de la membrana de fibra hueca. Una sección dividida -D- en la parte periférica de la zona vecina -A- no se convierte en un cuadrilátero que tiene una longitud correspondiente a la separación particular y que tiene de este modo una parte defectuosa, sino que la sección dividida se combina con una zona dividida adyacente en una dirección paralela al eje central de la tobera, para formar una zona que tiene un área no menor de  $225R^2$  y menor de  $450R^2$  por el número de coalescencia mínimo, y la zona coalescente se considera como una zona unitaria. En ese momento, cuando una zona coalescente -D- no llega a  $225R^2$ , combinando solamente la sección dividida adyacente en la dirección paralela al eje central de la tobera, la zona coalescente -D- se combina además con una o dos secciones divididas entre las secciones divididas adyacentes en la dirección ortogonal al eje central con respecto a dichas secciones divididas. En este caso, las secciones divididas a combinar se seleccionan de modo que el área total de la zona coalescente pueda ser de  $225R^2$  o más, y lo más próxima a  $225R^2$ . El procedimiento se describirá específicamente a continuación haciendo referencia a un ejemplo mostrado en la figura 7. Incluso cuando la sección dividida -D17- se combina con la sección dividida -D16- adyacente, la sección coalescente no llega al área de  $225R^2$  y, de esta forma, se combina además con la sección dividida -D15- para formar la zona unitaria -C1-. Además, la sección dividida -D14- se combina con la sección dividida -D13- para formar la zona unitaria -C2-, y la sección dividida -D11- se combina con la sección dividida -D12- para formar la zona unitaria -C3-. Además, la sección dividida -D10- se combina con la sección dividida -D9-, la sección dividida -D6- con la sección dividida -D7-, la sección dividida -D5- con la sección dividida -D4- y la sección dividida -D1- con la sección dividida -D2- para formar una zona unitaria -C4-, -C6-, -C7- y -C9-, respectivamente. En este caso, -D8- y -D3- forman singularmente la zona unitaria -C5- y la zona unitaria -C8-, respectivamente.

35 Una zona no vecina -B- contiene preferiblemente, por lo menos, una zona unitaria -C- que constituye la zona no vecina -B-, en la que el índice PC de ocupación de la membrana es menor de 0,5 veces con respecto al índice PB de ocupación de la membrana en la zona no vecina -B-. Es preferible que una serie de zonas unitarias -C-, en las que PC es menor de 0,5 veces con respecto a PB, estén situados continuamente desde el centro de un paquete de membranas hasta la parte de la circunferencia exterior del mismo. El módulo de membrana que tiene dichos paquetes de membranas distribuidos de esta forma puede mejorar adicionalmente la capacidad de descarga de un sedimento sobre la superficie de la membrana y, de este modo, puede impedir que el fluido se concentre en la zona vecina -A- de la tobera.

45 Un módulo del tipo de cartucho, tal como se muestra en la figura 3, está compuesto por un elemento de membrana de fibra hueca y un cuerpo envolvente que tiene una tobera en la cara del lado superior, a través del que entra y sale agua sin tratar y/o fluido para la limpieza. En el elemento de la membrana de fibra hueca, ambos extremos de una serie de membranas de fibra hueca están fijados con adhesivo, la parte hueca del extremo superior de la membrana de fibra hueca está abierta, la parte hueca del extremo inferior de la membrana de fibra hueca está cerrada, y están dispuestos además una serie de orificios pasantes en la parte inferior fijada con adhesivo. El elemento de membranas de fibra hueca está alojado en el cuerpo envolvente y está fijado de forma estanca a los fluidos con un soporte y un agente de estanqueidad. Es importante ajustar el elemento de la membrana de fibra hueca de tal modo que el índice de ocupación de la membrana en la zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte superior fijada con adhesivo no sea uniforme, pero tenga las distribuciones densas y no densas y, además, la zona que tiene un índice de ocupación de la membrana comparativamente bajo está dispuesta en el lado opuesto de la tobera del cuerpo envolvente. Como resultado de dicho ajuste, el módulo en el que la relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana en la zona vecina -A- de la tobera con respecto a la de la zona no vecina -B- de la tobera está comprendida en un intervalo de 0,50 o más, pero 0,95 o menos, muestra un efecto de la presente invención.

60 El módulo según la presente invención tiene preferiblemente una placa corriente -8- que está dispuesta para mantener la separación entre el paquete de membranas de fibra hueca y la pared interior del cuerpo envolvente en las inmediaciones de la tobera. La placa corriente -8- puede estar dispuesta solamente en las inmediaciones de la tobera, en ambas direcciones de la dirección circunferencial interna del cuerpo envolvente y de la dirección axial del cuerpo envolvente, tal como se muestra en la figura 8, pero dicho cuerpo cilíndrico (un cilindro corriente) es preferible que esté dispuesto en las inmediaciones de la tobera en la dirección axial del cuerpo envolvente y esté ajustado para rodear la circunferencia exterior de un paquete de membranas de fibra hueca, tal como se muestra en la figura 9. Es particularmente preferible que la placa corriente no tenga dicho orificio para penetrar a través de su

pared en una zona del intervalo bilateralmente simétrico de 60 grados a 120 grados desde el eje central de la tobera y tenga orificios pasantes en la otra zona. La placa corriente tiene preferiblemente una longitud tal en la dirección axial del cuerpo envolvente como para empezar en el lado interior de la parte fijada con adhesivo y extenderse hasta una posición por encima de la abertura de la tobera en el lado central del cuerpo envolvente.

5 Además, el módulo según la presente invención puede tener asimismo la tobera dispuesta en la cara del lado inferior de un cuerpo envolvente para introducir agua sin tratar y/o un fluido para la limpieza en el mismo. Además, en ese caso, es preferible disponer la placa corriente anterior en el módulo.

10 El módulo de membranas de fibra hueca del tipo integral que tiene características según la invención y el elemento de membranas de fibra hueca que constituye el módulo del tipo de cartucho que tiene características según la presente invención se pueden fabricar fácilmente introduciendo previamente una serie de materiales columnares en un extremo de un paquete de membranas de fibra hueca, alojándolos en un recipiente para formar una parte fijada con adhesivo y formar la parte fijada con adhesivo mediante la inyección de una unión adhesiva y endureciendo la  
15 misma.

El material columnar es necesario que tenga una longitud de 0,3 veces o más, pero 0,9 veces o menos, con respecto al grosor de la parte fijada con adhesivo, de modo particularmente preferible 0,5 veces o más, pero menos de 0,8 veces, en la parte fijada con adhesivo de la zona vecina -A-. Además, la longitud en la parte fijada con  
20 adhesivo de la zona no vecina -B- es preferiblemente 0,3 veces o más, pero menos de 1,0 vez. El módulo que utiliza los materiales columnares anteriores que tienen dicha longitud mejora la capacidad de descarga para la suspensión y muestra el efecto de impedir de forma fiable que la membrana se dañe o se rompa.

El material columnar puede aumentar el volumen del paquete de la membrana de fibra hueca al ser introducido en un extremo del paquete de las membranas de fibra hueca, y puede controlar el estado distribuido de la membrana de fibra hueca, dicho de otro modo, la dispersión del índice de ocupación de la membrana, al estar colocado en un punto de introducción adecuado. La relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana se puede controlar hasta aproximadamente 0,95, por ejemplo, introduciendo una serie de materiales columnares de tal modo que estén distribuidos uniformemente en una sección transversal de los paquetes de la membrana de fibras huecas y dispersando los paquetes de las membranas de fibra hueca hacia el interior de toda la zona que se puede cargar de la membrana. Además, la relación PB/PA de las índices de ocupación de la membrana se puede controlar hasta aproximadamente 0,50 disponiendo los materiales columnares de tal modo que unas cantidades comparativamente grandes de los mismos están distribuidas en la zona no vecina -B- de la tobera. Además, la distribución del índice de ocupación de la membrana se puede controlar específicamente mediante (1) un método para cambiar la densidad de los puntos introducidos cuando se utilizan los materiales columnares con el mismo grosor, y (2) un método para mantener constante la densidad del punto de introducción y cambiar el grosor del material columnar.  
25  
30  
35

La forma de la sección transversal del material columnar no está limitada en particular, e incluye, por ejemplo, un círculo, una forma elíptica, un polígono tal como un cuadrado, un hexágono, una estrella y una forma tabular. Una forma preferible de la sección transversal del material columnar es el círculo o la forma elíptica, que no es probable que dañe una membrana de fibras huecas cuando el material columnar entra en contacto con una membrana de fibra. Además, cuando la forma del material columnar es un círculo, una forma elíptica, un polígono tal como un cuadrado, un hexágono o una estrella, el grosor es preferiblemente 5 veces o más, pero 20 veces o menos, con respecto al diámetro exterior de la membrana de fibras huecas desde el punto de vista de la facilidad para controlar la distribución de la membrana. El "grosor" descrito en esta descripción significa el diámetro de un círculo estimado para la sección transversal máxima en la dirección longitudinal del material columnar. El diámetro exterior de las membranas de fibra hueca es, de modo general, de 0,6 a 2,5 mm, de tal manera que el grosor del material columnar se selecciona específicamente dentro del intervalo de 3 a 50 mm, preferiblemente dentro del intervalo de 3 a 30 mm y, en particular, preferiblemente dentro del intervalo de 5 a 20 mm. Cuando el material columnar tiene forma tabular, el grosor medio es preferiblemente 3 veces o más, pero 15 veces o menos, con respecto al diámetro exterior de la membrana de fibras huecas por el mismo motivo descrito anteriormente. Además, preferiblemente, la forma de la parte superior del material columnar ha sido conformada previamente de tal manera que el material columnar se puede introducir fácilmente en un paquete de membranas de fibra hueca, específicamente como una forma de cono. El material columnar no está limitado particularmente a un material de polímeros elevados, un material inorgánico y una sustancia metálica, sino que el material preferible es una sustancia que tiene una resistencia adhesiva con la unión adhesiva que constituye una capa fijada de forma adhesiva, así como que tiene una elasticidad a la tracción igual o mayor que la de la unión adhesiva.  
40  
45  
50  
55

En un método para fabricar un módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión exterior, según la presente invención, cuando el módulo es de tipo integral, un recipiente para formar la parte fijada con adhesivo puede estar compuesto por el propio cuerpo envolvente y por un recipiente extremo que está fijado de manera estanca a los fluidos en el extremo del cuerpo envolvente. Se puede inyectar una unión adhesiva desde una abertura de inyección de adhesivo dispuesta de antemano en el recipiente extremo, o se puede inyectar directamente desde una tobera dispuesta en el cuerpo envolvente. Por otra parte, cuando el módulo es del tipo de cartucho con un elemento de membranas de fibra hueca, el recipiente para formar la parte fijada con adhesivo está compuesto por un elemento del cabezal que constituye el elemento y un recipiente extremo que está fijado al elemento del cabezal de manera  
60  
65

estanca a los fluidos. Alternativamente, el recipiente para formar la parte fijada con adhesivo se puede fabricar mediante la integración del elemento del cabezal con una parte del recipiente extremo, de tal manera que constituye la forma del recipiente. La unión adhesiva se puede inyectar desde la abertura de inyección de adhesivo dispuesta en la parte del recipiente extremo, o se puede inyectar directamente desde una abertura extrema del elemento del cabezal (una parte en la que está introducido el paquete de membranas de fibra hueca). Además, en el elemento de las membranas de fibra hueca, la parte fijada con adhesivo puede estar compuesta solamente por la unión adhesiva y las membranas de fibra hueca por la preparación del recipiente para formar la parte fijada con adhesivo a partir de un material que tiene una baja resistencia adhesiva con una unión adhesiva endurecida; convirtiéndola en una estructura que puede desprenderse endureciendo la unión adhesiva; y haciendo desprenderse y retirando a continuación el recipiente.

En el método de fabricación según la presente invención, la inyección/endurecimiento de la unión adhesiva se puede llevar a cabo mediante el denominado método de adherencia centrífuga que utiliza la fuerza centrífuga, o se puede inyectar con el denominado método de adherencia de asentamiento para inyectar forzosamente la unión adhesiva en un estado para dejar en reposo la parte fijada con adhesivo y endureciendo la misma. El método de adherencia centrífuga es preferible debido a que dicho método forma uniformemente una capa de recubrimiento sobre la superficie exterior de la membrana de fibra hueca en la superficie interior de la parte fijada con adhesivo y, de este modo, casi no produce la ruptura de la membrana. Cuando se utiliza el método de adherencia centrífuga, como norma general, la inyección/endurecimiento de la unión adhesiva se aplica mediante el ajuste horizontal del módulo en el estado de dirigir la tobera hacia arriba y hacerla girar (ver, por ejemplo, el documento de patente 1), pero cuando el módulo según la presente invención está fabricado utilizando el método de adherencia centrífuga, es preferible ajustar horizontalmente el módulo en la situación de dirigir la tobera más hacia abajo que la posición horizontal y hacerla girar. Esto es debido a que cuando el módulo está ajustado en la situación de dirigir la tobera hacia abajo, dicho módulo casi no forma la parte que tiene un bajo índice de ocupación de la membrana en la zona vecina -A- de una tobera. Además, cuando la inyección/endurecimiento de la unión adhesiva se aplica con el método de adherencia centrífuga, es preferible detener la rotación en una fase en la que la reacción de endurecimiento haya avanzado hasta el punto en que la unión adhesiva ya no es fluida, y calentar a continuación la unión adhesiva en un horno para completar la reacción, de tal manera que la unión adhesiva pueda llegar a una condición práctica de endurecimiento.

La membrana de fibra hueca utilizada en la presente invención incluye una membrana osmótica inversa, una membrana de nanofiltración, una membrana de ultrafiltración y una membrana de filtración precisa.

El material para las membranas de fibra hueca no está particularmente limitado, e incluye polisulfona, poliétersulfona, poliacrilonitrilo, poliimida, poliéterimida, poliamida, poliétercetona, poliétertercetona, polietileno, polipropileno, poli (4-metil penteno), copolímero de etileno-alcoholes de vinilo, celulosa, acetato de celulosa, fluoruro de polivinilideno, copolímero de etileno-tetrafluoretileno, politetrafluoretileno y los materiales compuestos de los mismos.

Además, en lo que se refiere a la forma preferible de las membranas de fibra hueca, el diámetro interior es preferiblemente de 50 a 3.000  $\mu\text{m}$ , y más preferiblemente de 500 a 2.000  $\mu\text{m}$ , y la relación entre diámetro interior/exterior es preferiblemente de 0,3 a 0,8. Además, las membranas de fibra hueca tiene preferiblemente una ondulación. Cuando la membrana de fibra hueca tiene una ondulación, puede disminuir el número de materiales columnares utilizados para controlar la distribución del índice de ocupación de la membrana.

La forma de la ondulación, específicamente, el grado de la ondulación, se expresa mediante el grado de plegado del paquete de fibras huecas. El grado de plegado es preferiblemente 1,45 o más, pero menor de 2,5, y en particular, preferiblemente es 1,50 o más, pero 2,0 o menos. Cuando el módulo está fabricado de un paquete de membranas de fibra hueca que tiene un grado de plegado comprendido dentro del intervalo anterior, el módulo puede controlar la distribución de membranas en una distribución de membranas predeterminada utilizando una cantidad menor de las mismas, puede impedir que la membrana se dañe o se rompa, y puede ejercer además efectos de limpieza físicos sin obstruir la oscilación de la membrana en el cuerpo envolvente. El grado de plegado descrito en esta descripción es un valor que se determina empaquetando 1.000 membranas de fibra hueca y ordenándolas, enrollando una película de PET de un grosor de 200  $\mu\text{m}$  y una anchura de 40 mm que tiene un resorte equilibrador unido a un extremo alrededor del paquete de membranas de fibra hueca, tirando del resorte equilibrador para aplicar una carga de 1 kg sobre el paquete, midiendo la longitud periférica del paquete de membranas de fibra hueca en esta condición y calculando el valor según la siguiente expresión.

Grado de plegado =  $(\text{longitud periférica [m]} / \pi)^2 / ((\text{diámetro exterior de las membranas de fibra hueca [m]})^2 \times \text{el número de membranas de fibra hueca})$ .

Cuando se fabrica el módulo de membranas de fibra hueca o el elemento de membrana que constituye el módulo, utilizando una membrana que tiene la ondulación descrita anteriormente, el número de materiales columnares descritos anteriormente se puede reducir de 5 a 0 mediante el control de la relación S2/S1 del área S2 de una zona que se puede cargar de la membrana en la cara extrema de la parte fijada con adhesivo con respecto al área S1 de la zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo, para que sea 0,7 o

más, pero 0,9 o menos. La relación S2/S1 es particularmente preferible dentro del intervalo de 0,80 o más, pero 0,90 o menos.

La unión adhesiva utilizada en la presente invención incluye preferiblemente un material de polímeros elevados de una resina epoxi, una resina de uretano, una resina epoxi de acrilato, una resina de silicio o similar. Entre los mismos, la resina de uretano es preferible debido a que completa la reacción en un tiempo relativamente corto. Además, la capa fijada con adhesivo compuesta por la unión adhesiva necesita tener dicha resistencia a la presión para soportar la presión diferencial generada durante la utilización y, de este modo, tiene preferiblemente una dureza adecuada. Por otra parte, para impedir de manera fiable que la membrana de fibra hueca se rompa debido al flujo de fluido durante la limpieza física en un largo periodo de tiempo, es preferible utilizar una unión adhesiva que tenga una blandura adecuada. En consecuencia, para impartir una resistencia a la presión, necesaria y suficiente para utilizar e impedir de forma fiable la ruptura de la membrana, es preferible la utilización de una unión adhesiva que tiene una dureza comprendida entre 70D y 50A dentro del intervalo de temperaturas de funcionamiento. La dureza descrita en esta descripción significa el valor mostrado mediante un indicador de dureza Shore durante 10 segundos después de empujarlo contra la superficie de una muestra que tiene sustancialmente una superficie lisa. Cuando el valor anterior es mayor de 70D, la capa fijada con adhesivo puede ocasionar la ruptura antes descrita de la membrana, y cuando el valor es menor de 50A, la resistencia a la presión de la capa fijada con adhesivo puede ser insuficiente.

A continuación, se describirá la presente invención haciendo referencia a ejemplos y a ejemplos de referencia.

### Ejemplo

#### Ejemplo 1

Se convirtieron en un paquete 6.600 membranas de fibra hueca realizadas de PVDF (fabricado por la firma Asahi Chemical Industry), en las que un extremo de la parte hueca estaba taponado, y se introdujo además en un cuerpo envolvente -2- que tenía una parte de cabezal en cuyo interior se colocó un cilindro corriente -5- de un diámetro interior de 154 mm, tal como se indica en la figura 1. La parte de cabezal tenía una tobera -3- con un diámetro interior de 40 mm y el eje central de la tobera estaba en la línea normal del cabezal. El cilindro corriente tenía una forma cilíndrica con 240 orificios pasantes -4C- de un diámetro de 5 mm en una zona, excepto una parte que formaba simétricamente 90 grados en total con respecto al eje central de la tobera. La membrana de fibra hueca -1- utilizada tenía un tamaño de poro de 0,1  $\mu\text{m}$ , un diámetro interior de 0,65 mm y un diámetro exterior de 1,22 mm, y tenía una ondulación con un grado de plegado de 1,65. A continuación, 28 barras columnares (que habían sido formadas previamente cargando y dispersando dicha unión adhesiva en un molde, tal como se describe a continuación y endureciéndola posteriormente) que tenían un diámetro exterior de 11 mm, fueron introducidas/colocadas en la parte extrema de un paquete de membranas de un lado de la parte hueca taponado, de tal manera que quedaran distribuidas uniformemente. Además, 24 barras columnares de un diámetro exterior de 11 mm, que estaban fabricadas de polietileno, se introdujeron/colocaron en la parte extrema de un paquete de membranas de un lado de la parte hueca abierto, de tal manera que quedaran distribuidas uniformemente. A continuación, se inyectó la unión adhesiva en el cabezal del cuerpo envolvente mediante la fijación de una copa de adhesión, que tenía un tubo para introducir la unión adhesiva sujeto a la misma, en ambos extremos del cuerpo envolvente, fijando horizontalmente dicho cuerpo envolvente sobre un bastidor para centrifugación en una situación de dirigir la tobera hacia abajo a 45 grados, y hacerla girar horizontalmente. La unión adhesiva utilizada era una resina de uretano de tipo termoendurecible de dos componentes (fabricada por la firma Sanyu Rec Co., Ltd.: SA-6330A2/SA-6330B5 (nombre del producto). Cuando se detuvo la fluidificación de la unión adhesiva debido al avance de la reacción de endurecimiento, se interrumpió la rotación de la centrifugadora y, a continuación, se extrajo el cuerpo envolvente y se calentó a 50°C en un horno para ser endurecido. A continuación, se cortó el extremo del cuerpo envolvente para abrir una parte hueca por el lado en el que la parte hueca había sido taponada en la fase anterior a ser unida con adhesivo, y todas las barras columnares que estaban fabricadas de polietileno fueron retiradas por el extremo opuesto para formar orificios pasantes. La presente membrana del módulo tenía una longitud activa de 2 m.

Posteriormente, al cuerpo envolvente se le unieron unas tapas -6a- y -6b- mediante unos anillos tóricos -7a- y -7b- utilizando unas tuercas -8a- y -8b- del cuerpo envolvente y, a continuación, el módulo fue fijado a un dispositivo de filtrado en la situación de dirigir hacia arriba el lado de la parte hueca abierta y fue sometido a ensayos de durabilidad de la limpieza física, tal como se describe a continuación.

Se suministró agua limpia al interior del módulo desde un lado de una parte superior -4a- fijada con adhesivo, a un caudal de 8 m<sup>3</sup>/h, y simultáneamente se suministró aire al mismo desde un lado de una parte inferior -4b- fijada con adhesivo, a un caudal de 7 m<sup>3</sup>/h. Ambos fluidos suministrados fueron descargados a través de la tobera del cabezal superior. La operación antes descrita se continuó excepto el tiempo de realizar un ensayo de fugas, que se llevó a cabo cada mes. Además, se mantuvo la temperatura del agua a 5°C durante la operación.

Incluso después de funcionar durante seis meses, no se produjo ninguna fuga debido a la ruptura de la membrana. Este periodo de funcionamiento es equivalente a un periodo de funcionamiento de diez años o más, en lo que se refiere a una operación práctica de filtrado.

- 5 Una vez finalizado el ensayo, se cortó la parte interna de la parte superior fijada con adhesivo del módulo, se extrajo la membrana y se observó en detalle la superficie unida por adhesión. Después de haber hecho una fotografía de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo, ampliado la fotografía al tamaño A3 y medido el estado distribuido de la membrana de fibra hueca, los valores PA, PB1 y PB2 fueron 0,44, 0,43 y 0,34, respectivamente, la relación PB/PA del índice de ocupación de la membrana fue 0,89 y el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- fue de 0,8 a 1,2 veces con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en la zona vecina -A-. No obstante, existía solamente una zona unitaria -C- que tenía un índice de ocupación de la membrana menor de 0,5 veces con respecto al índice PB de ocupación de la membrana en la parte del contorno de un paquete en la segunda zona no vecina -B2-.
- 10
- 15 Posteriormente, se cortó una parte fijada con adhesivo en una posición 5 mm distante de la superficie interior de la parte superior fijada con adhesivo, para formar una sección transversal lisa, y se midió la dureza de la superficie cortada de la parte unida con adhesivo. Como resultado, la dureza Shore fue 65D a 5°C y fue 40D a 40°C.

Además, la longitud de la barra columnar introducida en la parte fijada con adhesivo fue 50 mm, mientras que la longitud de la parte superior fijada con adhesivo fue 65 mm, y la relación fue 0,77.

20

#### Ejemplo 2

Se preparó un elemento de membranas de fibra hueca, tal como el mostrado en la figura 5, que incluye un cabezal -9- del cartucho que tiene un reborde plano; un anillo inferior -11- que tiene 24 orificios pasantes con un diámetro de 11 mm y que tiene una parte saliente con una longitud de 40 mm; y dos tirantes -10- en forma de tubo fabricados de SUS con un diámetro exterior de 10 mm y un grosor de pared de 1 mm, utilizando 6.600 membranas de fibra hueca como en el caso del Ejemplo 1. El tirante estaba dispuesto en la circunferencia más exterior de un paquete de membranas de fibra hueca y estaba fijado con adhesivo utilizando la membrana de fibra hueca y una resina de uretano de tipo termoendurecible de dos componentes (fabricada por la firma Sanyu Rec Co. Ltd.: SA-6330A2/SA-6330B4 (nombre del producto). El cabezal del cartucho estaba formado integralmente con una parte del recipiente extremo, y tenía una abertura para introducir la unión adhesiva en la parte del recipiente extremo. El paquete de membranas de fibra hueca fue unido con adhesivo con el cabezal del cartucho y con el anillo inferior ajustando la parte extrema del paquete de membranas que estaba presente en el lado en el que una parte hueca estaba taponada, en el interior del cabezal del cartucho, sin colocar ningún inserto particular en el paquete, ajustando la parte extrema del paquete de membranas en el lado en el que la parte hueca estaba abierta, en el interior de un anillo inferior e introduciendo/fijando, a continuación, 24 barras columnares fabricadas de polietileno en el paquete de membranas de fibra hueca a través de orificios en el anillo inferior, fijándolas horizontalmente sobre un soporte para su adhesión y uniéndolas con adhesivo mediante un método de centrifugación en estado fijado. La unión adhesiva se asentó a temperatura ambiente y se endureció mediante calentamiento, como en el caso del Ejemplo 1, la parte del recipiente extremo del cabezal del cartucho se cortó para abrir la parte hueca en el extremo de las membranas de fibra hueca, y las barras columnares fabricadas de polietileno se extrajeron del anillo inferior para formar los orificios pasantes. El presente elemento de membrana de fibra hueca tenía una longitud activa de 2 m.

25

30

35

40

45

Los diámetros interiores del cabezal del cartucho y del anillo inferior eran, respectivamente, 155 mm y 144 mm, y los grosores de las capas de adhesivo en el cabezal del cartucho y en el anillo inferior eran, respectivamente 65 mm y 30 mm. Además, el diámetro interior de la parte del recipiente extremo en un corte extremo era 140 mm, y S2/S1 era 0,82. En una parte fijada con adhesivo en el lado del cabezal del cartucho, se observó que las membranas de fibra hueca estaban fijadas de manera no densa en la parte que había sido situada en el lado superior cuando fueron unidas con adhesivo mediante un método de centrifugado.

50

Se preparó un módulo de membrana tal como se muestra en la figura 3 (en la que -7c- muestra un anillo tórico para un cartucho) utilizando un cuerpo tal como se muestra en la figura 4, que es similar al Ejemplo 1 excepto en que el cuerpo no tiene tobera ni cilindro corriente en la cara lateral inferior, tal como un cuerpo envolvente, y alojando el elemento de membrana de fibra hueca descrito anteriormente en el cuerpo envolvente. Cuando se alojaba el elemento de membrana de fibra hueca, el lado en el estado no denso comparativo de las membranas de fibra hueca se ajustó de tal modo que era el lado opuesto a una abertura de evacuación dispuesta en el cuerpo envolvente. La relación posicional entre el lado en el estado no denso comparativo y la abertura de evacuación ajustada en dicho momento se inscribió en el cabezal del cartucho.

55

60

El módulo descrito anteriormente fue fijado a un dispositivo de soporte y fue sometido a un ensayo de durabilidad de la limpieza física, como en el caso del Ejemplo 1.

Incluso después de funcionar durante seis meses, no se produjo ninguna fuga debido a la ruptura de la membrana.

65

Después de haber finalizado el ensayo, se observó en detalle la superficie unida con adhesivo, como en el caso del Ejemplo 1. Como resultado, PA, PB1 y PB2 eran 0,48, 0,40 y 0,24, respectivamente, y la relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana era 0,70 y, además, el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- era 0,7 veces a 1,6 veces con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en la zona vecina -A-. En la zona desde la primera zona no vecina -B1- hasta los paquetes en la parte de contorno de la segunda zona no vecina -B2-, existían tres zonas unitarias -C- que tenían un índice de ocupación de la membrana de menos de 0,5 veces PB.

Posteriormente, una parte fijada con adhesivo se cortó en una posición 5 mm distante de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo en un cabezal de cartucho para formar una sección transversal lisa y se midió la dureza de la parte unida con adhesivo de la superficie cortada. Como resultado, la dureza Shore fue 53D a 5°C y 37D a 40°C.

#### Ejemplo 3

Utilizando 6.400 membranas de fibra hueca realizadas de PVDF (fabricado por la firma Asahi Chemical Industry), cada una de las cuales tenía un tamaño de poro de 0,1  $\mu\text{m}$ , un diámetro interior de 0,68 mm, un diámetro exterior de 1,25 mm y ninguna ondulación, se preparó un módulo como en el caso del Ejemplo 1, excepto en que se introdujeron 14 barras columnares en media zona de un paquete de membranas en el lado de la tobera y 18 barras columnares en la zona en el lado opuesto a la tobera.

El módulo fue sometido a un ensayo de durabilidad de la limpieza física como en el caso del Ejemplo 1, y como resultado, incluso después de funcionar durante seis meses, no se produjo ninguna fuga debido a la ruptura de la membrana.

Después de finalizar el ensayo, se cortó el módulo de membranas de fibra hueca por el lado interior de la parte fijada con adhesivo en un cabezal del cartucho, se extrajo la membrana y se observó en detalle la superficie unida con adhesivo. Después de haber hecho una fotografía de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo, ampliado la fotografía al tamaño A3 y medido el estado distribuido de las membranas de fibra hueca, PA, PB1 y PB2 fueron 0,46, 0,44 y 0,30, respectivamente, la relación PB/PA de índice de ocupación de la membrana fue 0,83 y el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- fue 0,7 a 1,4 veces con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en una zona vecina -A-. En la zona desde la primera zona no vecina -B1- hasta los paquetes en la parte del contorno de la segunda zona no vecina -B2-, existían dos zonas unitarias -C- que tenían un índice de ocupación de la membrana menor de 0,5 veces PB.

Además, la longitud de la barra columnar introducida en la parte fijada con adhesivo fue 45 mm, mientras que la longitud de la parte superior fijada con adhesivo fue 65 mm, y la relación fue 0,69.

#### Ejemplo 4

El paquete de 6.400 membranas de fibra hueca, realizadas de PVDF como en el caso del Ejemplo 3, se dividió en cuatro partes, y se introdujo una placa transversal en las mismas, tal como se muestra en las figuras 10A a 10C. La placa transversal tenía un grosor de 5 mm y una forma tal que un lado era 20 mm más largo que el otro lado. El paquete de membranas se introdujo en un cuerpo envolvente similar al Ejemplo 1, y se ajustó el mismo de tal manera que el lado largo de la placa transversal podía estar situado en una posición totalmente opuesta a la tobera.

Posteriormente, se introdujeron seis barras columnares similares a las del Ejemplo 1 en cada una de las dos fracciones de un lado próximo a la tobera, entre los paquetes de membranas divididos en cuatro fracciones, y se introdujeron ocho barras columnares en cada una de las dos fracciones en el lado opuesto a la tobera. Después de esto, el módulo se preparó como en el caso del Ejemplo 1.

El módulo fue sometido a un ensayo de durabilidad de la limpieza física como en el caso del Ejemplo 1, y como resultado, después de funcionar durante seis meses, solamente una membrana presentó una fuga después del periodo de funcionamiento de seis meses.

Una vez finalizado el ensayo, se cortó el módulo de membranas de fibra hueca por el lado interior de la parte fijada con adhesivo en el cabezal del cartucho y se observó la parte con fugas. Como resultado, una membrana en la parte correspondiente a la posición de la placa transversal en la segunda zona no vecina se había roto en la superficie de contacto del adhesivo. Además, se suprimió la membrana de fibra hueca y se observó en detalle la superficie unida con adhesivo. Como resultado, no existían membranas con una anchura de aproximadamente 3 mm en la parte en que estaba alojado el lado largo de la placa transversal. Después de haber hecho una fotografía de la superficie interior de la parte fijada con adhesivo, ampliado la fotografía a un tamaño A3 y medido el estado distribuido de la membrana de fibra hueca, PA, PB1 y PB2 fueron 0,43, 0,42 y 0,37, respectivamente, la relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana fue 0,93 y el índice PC de ocupación de la membrana en cada zona unitaria -C- fue 0,7 a 1,4 veces con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en la zona vecina -A-. En la zona desde la primera zona no vecina -B1- hasta la parte del contorno de los paquetes en la segunda zona no vecina

-B2-, existían tres zonas unitarias en serie -C- que tenían un índice de ocupación de la membrana menor a 0,5 veces PB.

Además, la longitud de la barra columnar introducida en la parte fijada con adhesivo fue 45 mm, mientras que la longitud de la parte superior fijada con adhesivo fue 65 mm y la relación fue 0,69. Además, el lado largo y el lado corto de la placa transversal fueron 55 mm y 35 mm, respectivamente, y las relaciones fueron 0,85 y 0,54, respectivamente.

#### Ejemplo comparativo 1

Se preparó un módulo de membranas de fibra hueca como en el caso del Ejemplo 1, excepto en que no se utilizó un inserto cuando se formó la parte superior fijada con adhesivo, y las membranas de fibra hueca fue unida con adhesivo mediante un método de centrifugado en el estado de haber dirigido la tobera hacia arriba de acuerdo con una norma general.

El módulo fue sometido a un ensayo de durabilidad de la limpieza física como en el caso del Ejemplo 1, y como resultado, se produjeron fugas en dos membranas después de un mes y se produjeron fugas en 20 membranas o más en el total acumulado después de dos meses. El ensayo terminó en ese momento, y se desmontó el módulo de membrana. Como resultado, cada una de las membranas que había presentado la fuga se había roto en el lado próximo a la tobera de la parte superior fijada con adhesivo.

Cuando se había observado el estado distribuido de las membranas de fibra hueca como en el caso del Ejemplo 1, existía de modo no denso la membrana en el lado de la tobera de un cuerpo envolvente, y no existía membrana en una zona de 10 cm<sup>2</sup>. Como resultado de la medición del estado distribuido, la relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana mostró ser 2,5.

#### Ejemplo comparativo 2

Cuando se había alojado en un cuerpo envolvente un elemento de membranas de fibra hueca preparado como en el caso del Ejemplo 2, el elemento fue ajustado de tal modo que el lado en el estado comparativo no denso en una parte fijada con adhesivo del cabezal del cartucho podía estar el más cercano a la tobera dispuesta en el cuerpo envolvente. La relación posicional entre el lado en el estado comparativo no denso y la tobera en ese momento se inscribió en el cabezal del cartucho y, a continuación, el módulo fue sometido al ensayo de durabilidad de la limpieza física como en el caso del Ejemplo 1.

Se produjo una fuga en una membrana después de un mes, y se produjeron fugas en 5 membranas en un total acumulado después de 3 meses, y en 36 membranas en un total acumulado después de 6 meses. El ensayo finalizó en ese momento y se desmontó el módulo de membrana. Como resultado, se rompió cada una de las membranas que había presentado la fuga en el lado próximo a la tobera de la parte superior fijada con adhesivo.

Cuando se había medido el estado distribuido de las membranas de fibra hueca como en el caso del Ejemplo 2, la relación PB/PA de los índices de ocupación de la membrana mostró ser 1,9.

#### Ejemplo 5

Unos módulos preparados según los métodos descritos en los Ejemplos 1 a 4 y en los Ejemplos comparativos 1 y 2 fueron fijados a un dispositivo de soporte y fueron sometidos a la filtración de 1 m<sup>3</sup> de un líquido modelo, cuya turbidez fue ajustada a 1.000 ppm mediante la adición al mismo de barro del fondo del río, y se limpió a continuación haciendo pasar a contracorriente agua de lavado con un caudal de 8 m<sup>3</sup>/h durante un minuto y aire con un caudal de 5 N-m<sup>3</sup>/h. Una vez repetida cinco veces la operación de filtrado y limpieza, se desmontó cada uno de los módulos y se observó el estado del paquete de membranas en las inmediaciones de la parte superior fijada con adhesivo.

Se observó que se había acumulado una gran cantidad de lodo en una parte de la segunda zona no vecina en los Ejemplos comparativos 1 y 2. Por el contrario, en el Ejemplo 1, se acumuló una pequeña cantidad de lodo solamente en una parte de la primera zona no vecina, y en los Ejemplos 2 y 3, se acumuló un poco de lodo. En el ejemplo 4, se acumuló una pequeña cantidad de lodo solamente en una parte de la zona vecina.

#### APLICABILIDAD INDUSTRIAL

La presente invención da a conocer un módulo filtrante de membranas utilizado de forma adecuada en un dispositivo de filtrado para clarificar y sanear agua sin tratar, tal como agua de río, agua de lago, agua subterránea, agua del mar, aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, que comprende un paquete (1) de membranas de fibra hueca formado por una serie de membranas de fibra hueca, un cuerpo envolvente (2) y una tobera (3) para permitir que un fluido entre y salga del mismo, estando las membranas de fibra hueca adheridas fijamente entre sí y a la pared interior del cuerpo envolvente en ambos extremos del paquete de membranas de fibra hueca; en el que una parte hueca está abierta en uno o en ambos lados de los extremos fijados con adhesivo; y en el que la tobera (3) para permitir que el fluido entre y salga del mismo está instalada en la cara lateral del cuerpo envolvente (2), por lo menos, de un extremo fijado con adhesivo en el que está abierta la parte hueca;
- 10 en el que una placa corriente (5) está dispuesta entre la pared interior del cuerpo envolvente (2) en las inmediaciones de la tobera (3) y la circunferencia exterior del paquete (1) de membranas de fibra hueca, no teniendo la placa corriente ningún orificio pasante cerca de la tobera (3) y teniendo una serie de orificios pasantes en la superficie de la pared, excepto en las inmediaciones de la tobera (3); y
- 15 caracterizado porque la relación PB/PA de los índices de ocupación de una membrana es 0,50 o más, pero 0,95 o menos, cuando cada uno de los valores de PA y PB está definido como el índice de ocupación de la membrana en una zona vecina (A) de la tobera (3) y en una zona no vecina (B) de la tobera (3), entre una zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo (4a, 4b), por lo menos, en un extremo fijado con adhesivo de la parte hueca abierta en las inmediaciones de la tobera (3).
- 20 2. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1, en el que en la zona vecina (A) de la tobera (3), entre una zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo (4a, 4b), el índice PC de ocupación de la membrana, tal como se define en la descripción, es 0,5 veces o más, pero 2,0 veces o menos, con respecto al índice PA de ocupación de la membrana en la zona vecina (A), en cada zona unitaria (C) que constituye la zona vecina (A).
- 25 3. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1, en el que PA, PB1 y PB2 de los índices de ocupación de la membrana cumplen la relación  $PA \geq PB1 \geq PB2$  y, además, PA es 0,40 o más, pero 0,60 o menos, y PB2 es 0,20 o más, pero menor de 0,40, cuando cada uno de los valores de PB1 y PB2 está definido como el índice de ocupación de la membrana en una primera zona no vecina (B1) y en una segunda zona no vecina (B2) en la zona no vecina (B) de la tobera (3), entre la zona que se puede cargar de la membrana en el lado interior de la parte fijada con adhesivo (4a, 4b).
- 30 4. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1 ó 2, en el que la zona no vecina (B) de la tobera (3), entre la zona de que se puede cargar de la membrana en el lado interior de una parte fijada con adhesivo (4a, 4b), incluye, por lo menos, una zona unitaria en la que el índice PC de ocupación de la membrana en la zona unitaria (C), tal como se define en la descripción, que constituye la zona no vecina (B), es menor de 0,5 veces con respecto al índice PB de ocupación de la membrana en la zona no vecina (B).
- 35 5. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1, en el que la placa corriente (5) es cilíndrica y aloja en su interior el paquete (1) de membranas de fibra hueca.
- 40 6. Módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1, en el que una parte de unión adhesiva, que constituye la parte fijada con adhesivo (4a, 4b), está fabricada de una única capa de un material de polímeros elevados, y tiene una dureza de 50A a 70 D en un intervalo de temperaturas de funcionamiento.
- 45 7. Método para fabricar el módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa, según la reivindicación 1, teniendo dicho módulo de membranas de fibra hueca del tipo de presión externa un índice de ocupación de la membrana de 0,3 a 0,6 en un cuerpo envolvente (2), incluyendo el método: alojar un paquete (1) de membranas de fibra hueca en un cuerpo envolvente (2) que tiene una tobera (3) para permitir que un fluido entre y salga del mismo, por lo menos, en una cara lateral; hacer girar horizontalmente el cuerpo envolvente (2) en un estado que mantiene la tobera (3) dirigida hacia una dirección más baja que la dirección horizontal; inyectar una unión adhesiva en el cuerpo envolvente (2) por la fuerza centrífuga; y endurecerla para formar una parte fijada con adhesivo (4a, 4b).
- 50 55

FIG. 1

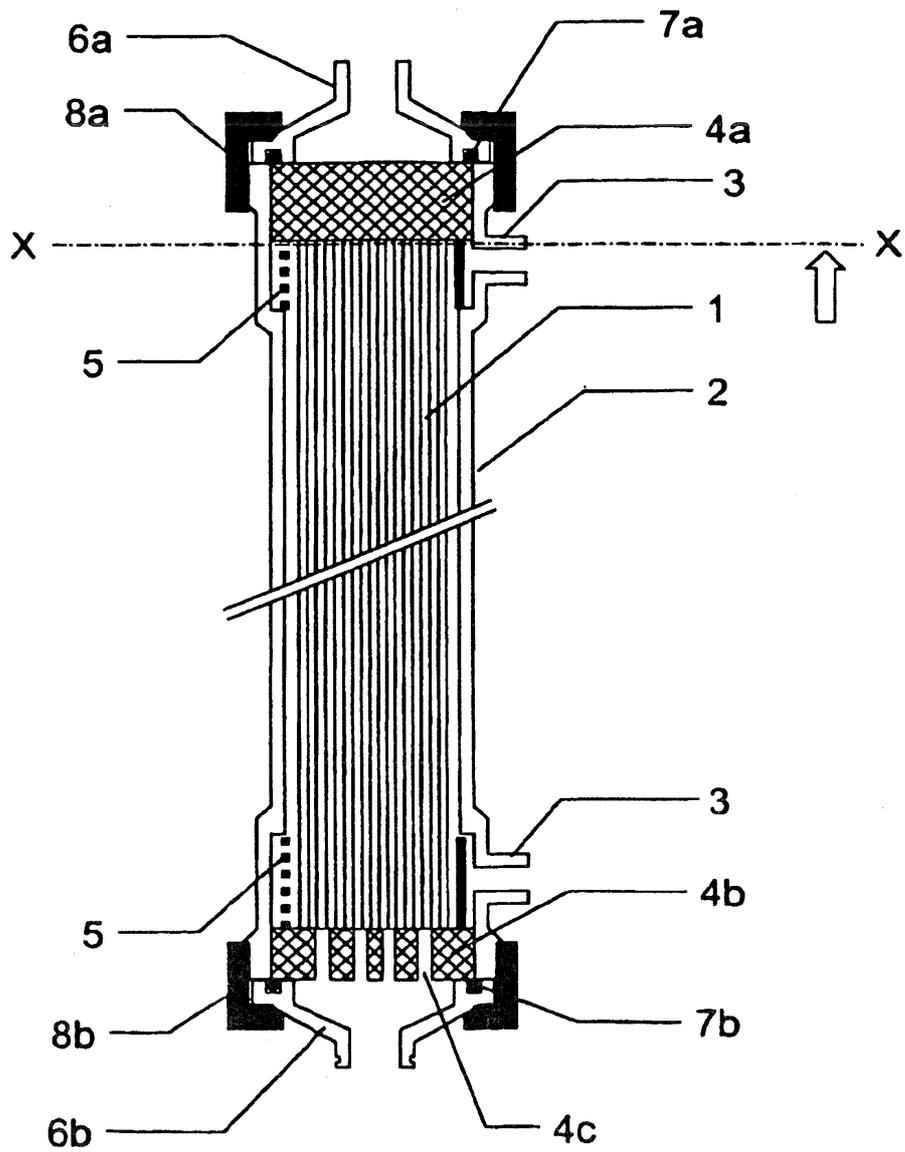


FIG. 2

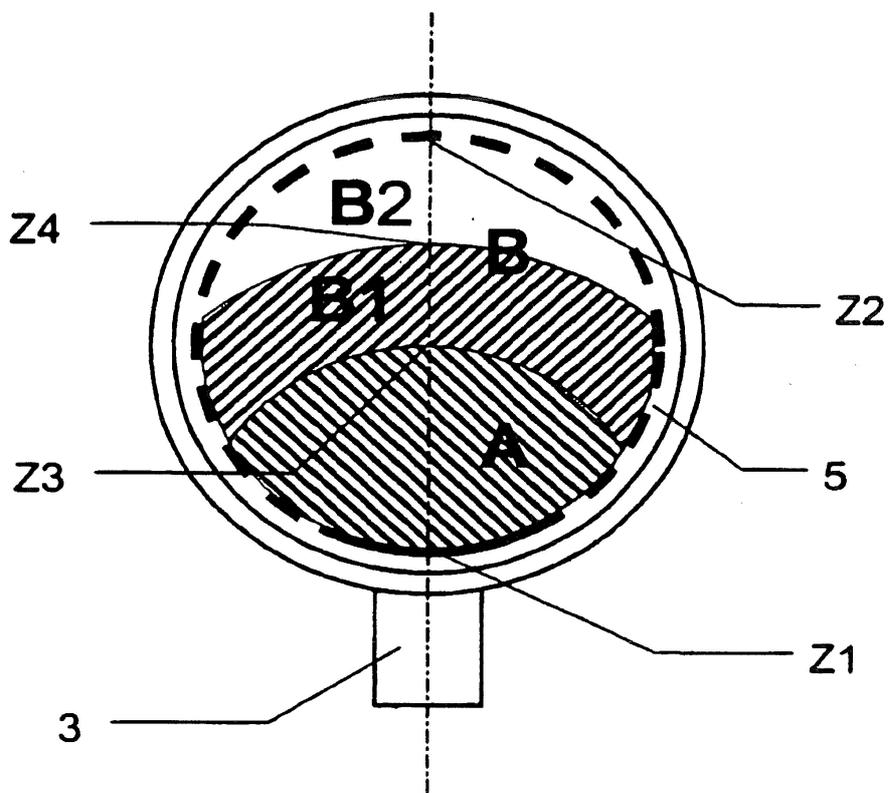


FIG. 3

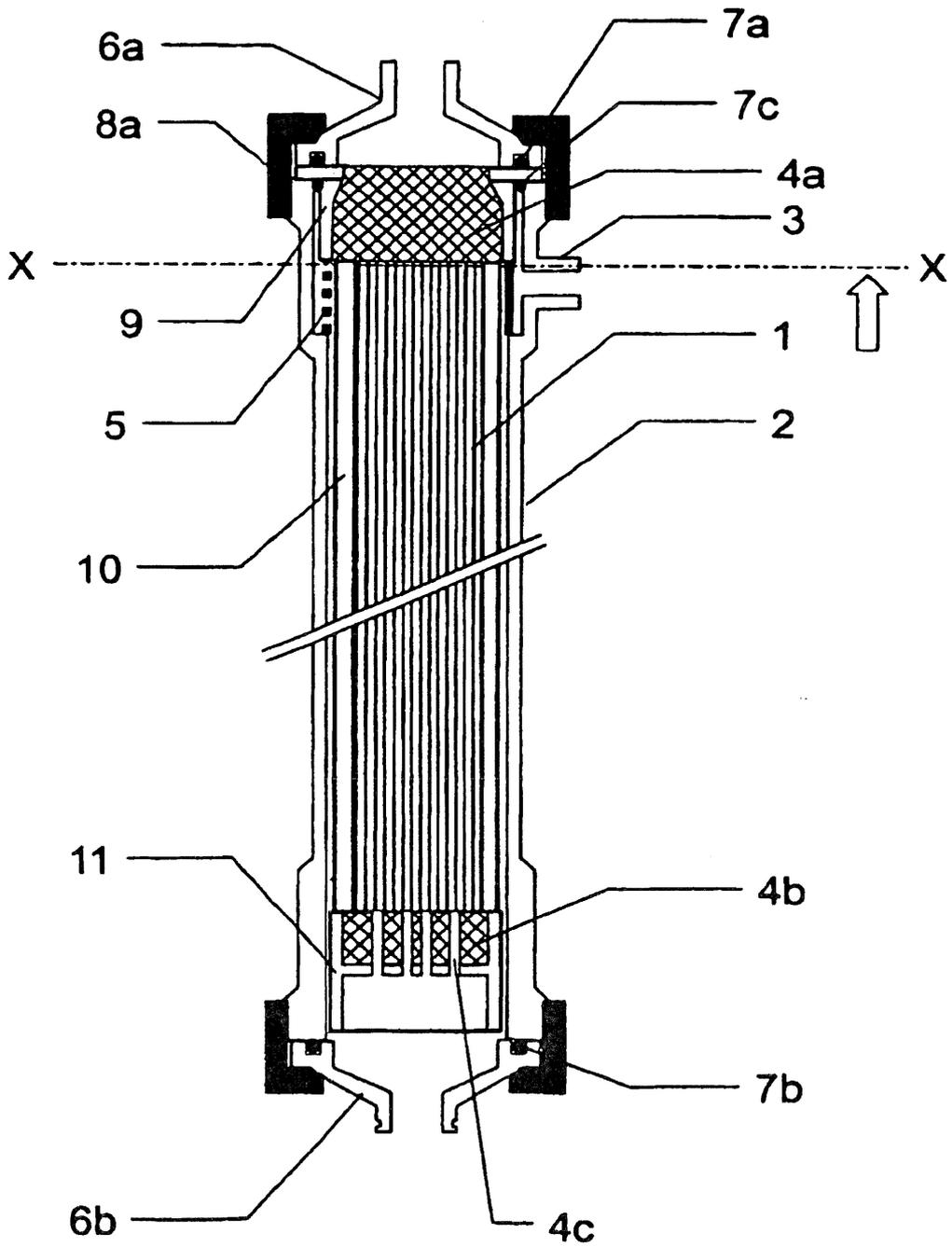


FIG. 4

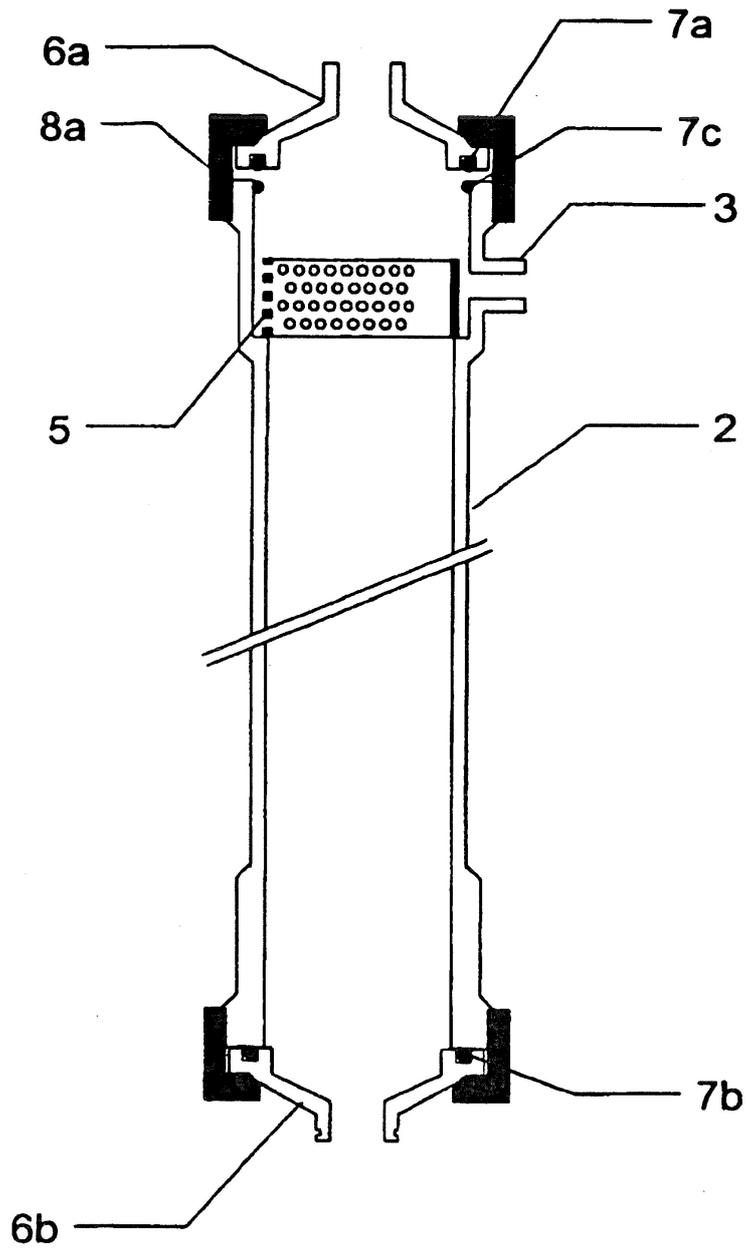


FIG. 5.

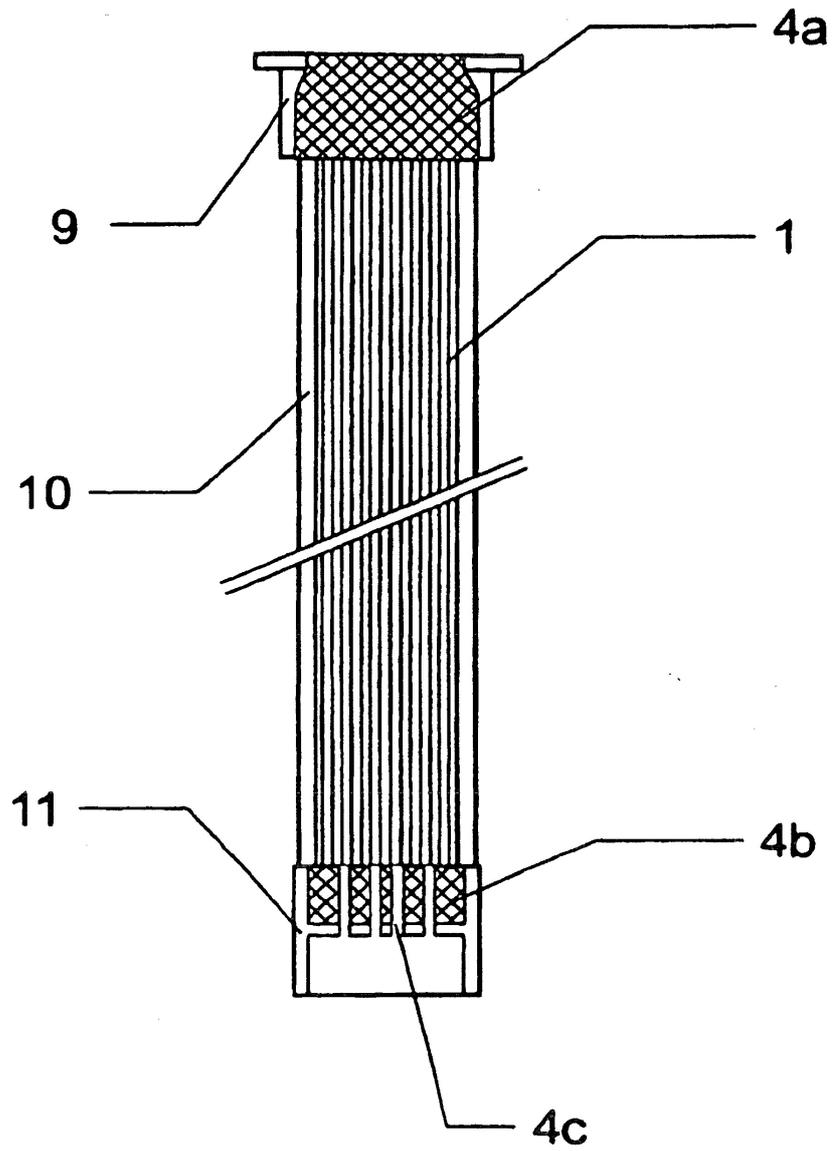


FIG. 6

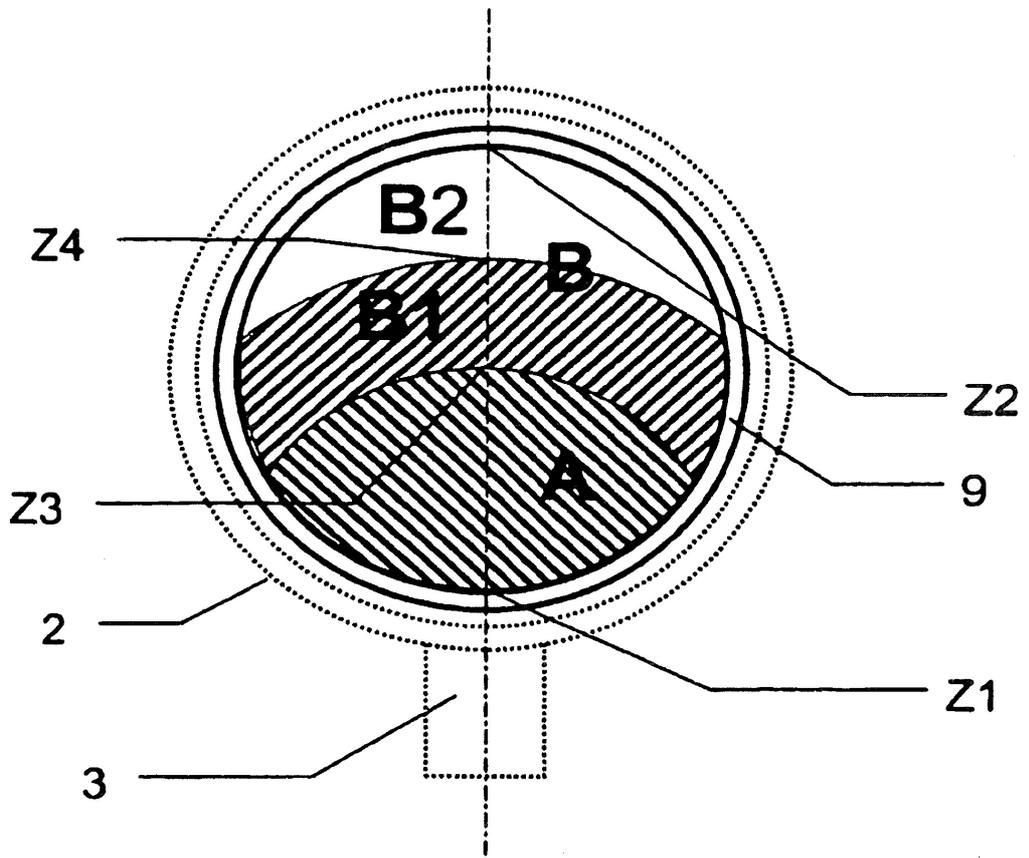


FIG. 7

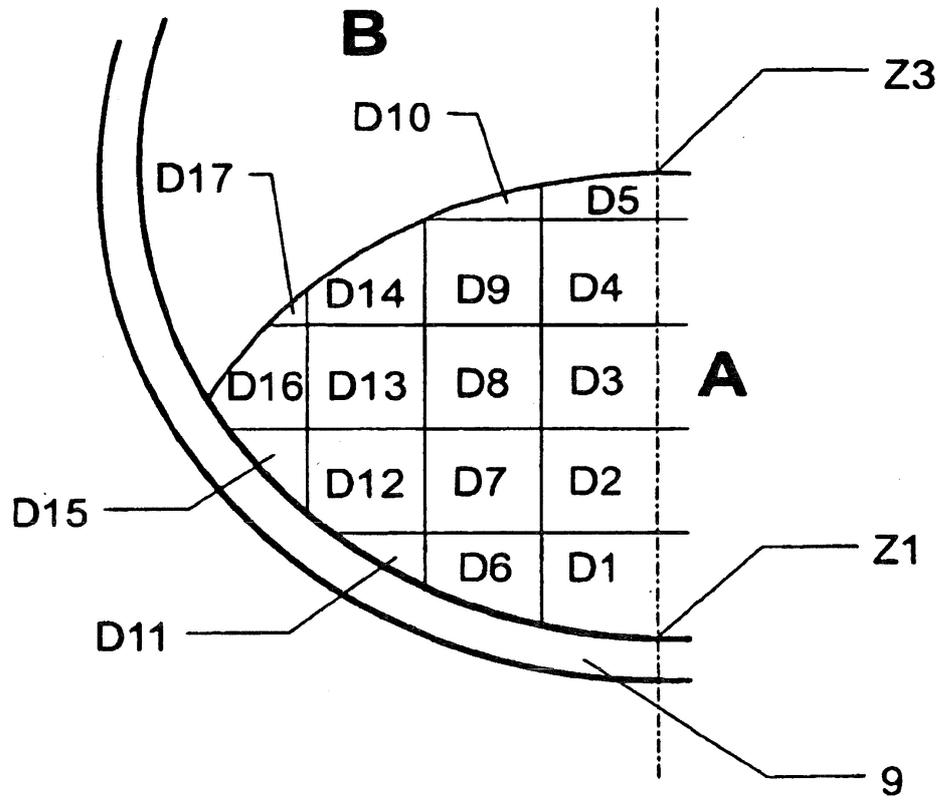


FIG. 8

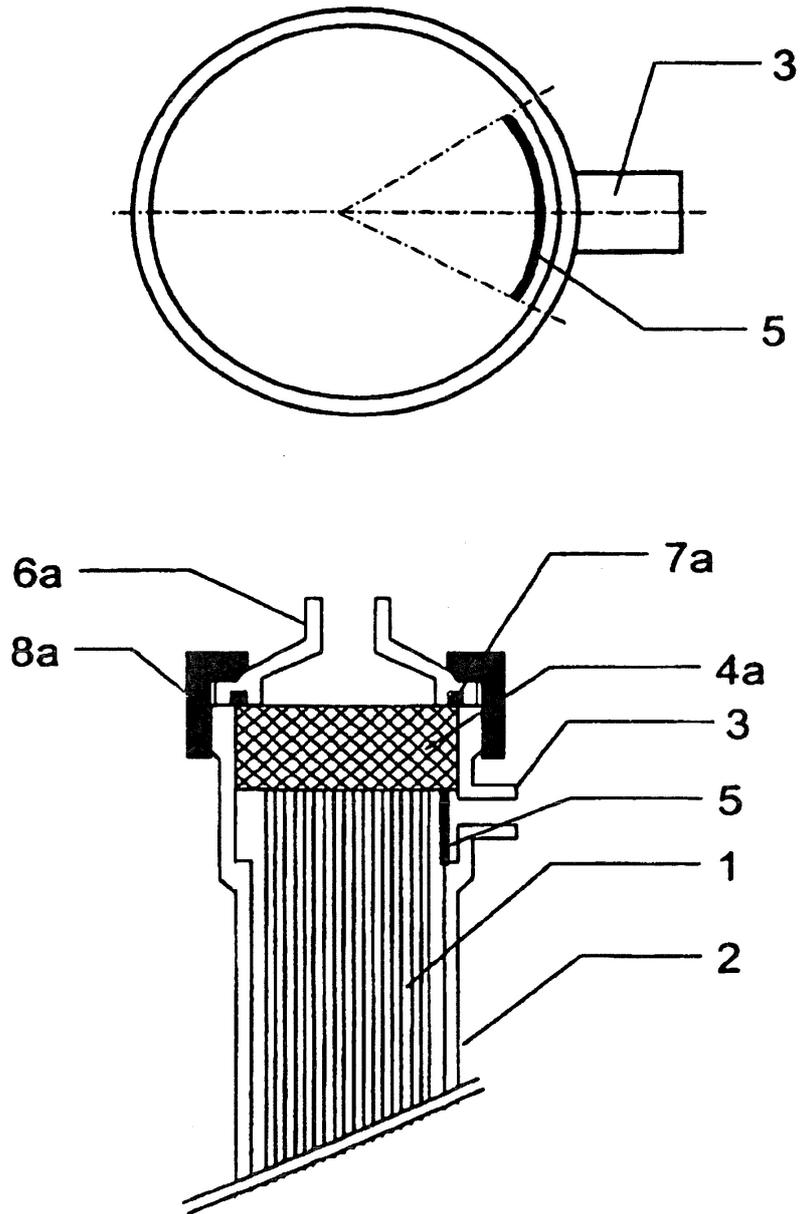


FIG. 9

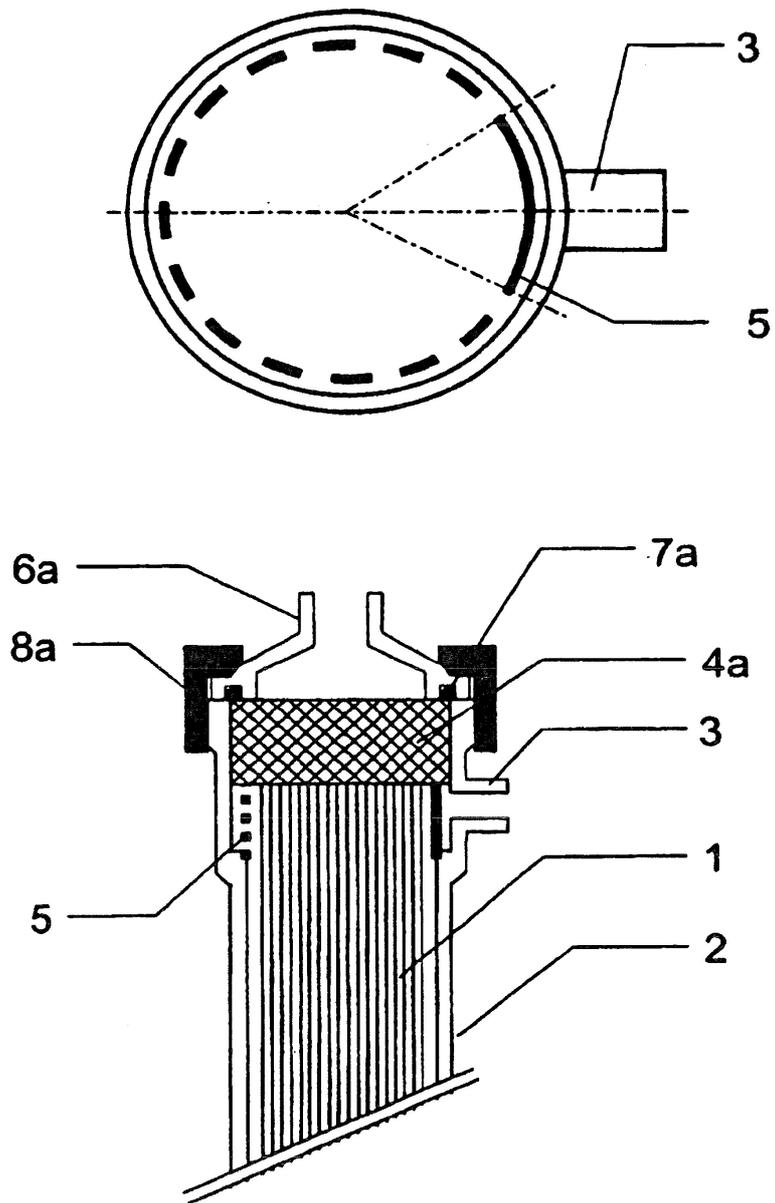


FIG.10A

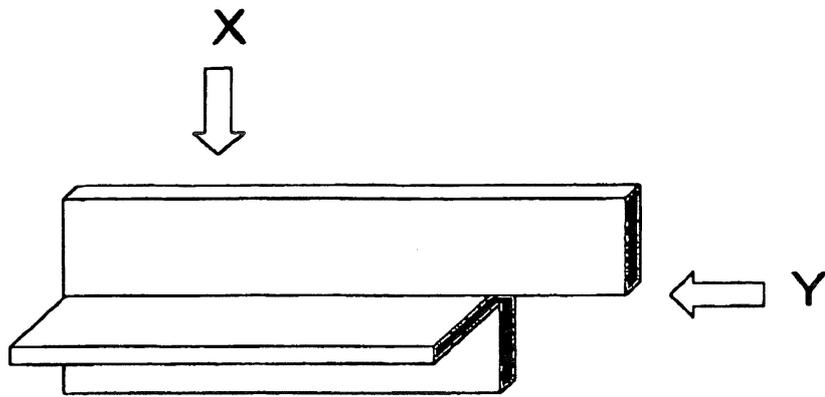


FIG.10B

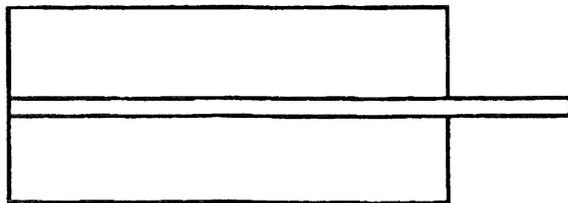


FIG.10C

