

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 500**

51 Int. Cl.:

B01D 63/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2015** **PCT/EP2015/052992**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2015** **WO15124492**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2015** **E 15706395 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3107643**

54 Título: **Elemento de filtración**

30 Prioridad:

19.02.2014 EP 14155707

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

12.02.2021

73 Titular/es:

DUPONT SAFETY & CONSTRUCTION, INC.

(100.0%)

Chestnut Run Plaza, 974 Centre Road

Wilmington, Delaware 19805, US

72 Inventor/es:

PANGLISCH, STEFAN;

BERG, PETER y

RÖDER, GEORG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 805 500 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

Elemento de filtración

La invención está relacionada con un sistema de filtración que comprende múltiples módulos de filtración, incluyendo cada módulo de filtración una carcasa del módulo, en el cual al menos un elemento de filtración para filtrar fluidos, tales como gases o líquidos, en particular agua cruda, está dispuesto dentro de la carcasa del módulo, comprendiendo dicho elemento de filtración una carcasa del elemento, en el cual al menos un elemento de membrana y al menos un tubo de recogida de permeado están dispuestos dentro de la carcasa del elemento.

El tratamiento del agua es una de las aplicaciones más vitales de los procesos de filtración, que de esta forma experimenta un gran interés no sólo debido a la escasez mundial de agua, particularmente en áreas propensas a la sequía y contaminadas medioambientalmente, sino también debido a la continua necesidad de suministros de agua para beber y de tratamiento de aguas residuales municipales o industriales. Típicamente, el tratamiento del agua confía en una combinación de diferentes métodos y tecnologías, que dependen del propósito previsto del agua limpia, así como de la calidad y el grado del agua contaminada o cruda.

Convencionalmente, el tratamiento del agua se basa en pasos de tratamiento, tales como floculación, sedimentación y filtración multimedia. Sin embargo, en los últimos años, han surgido tecnologías de membrana, tales como microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa, que proporcionan procesos de filtración más eficientes y fiables. Los procesos basados en membranas, tales como la microfiltración o la ultrafiltración, eliminan la turbidez provocada por sólidos en suspensión y microorganismos, tales como patógenos como bacterias, gérmenes y virus del agua cruda. Ventajas significativas adicionales de los procesos basados en membranas son que se requiere menos tratamiento químico y que no se requiere ningún tratamiento de temperatura.

Las membranas comunes para la filtración son membranas de forma plana o membranas tubulares con uno o más capilares. Típicamente, estas membranas son semipermeables y separan mecánicamente el permeado o filtrado y el retenido del agua cruda. Por lo tanto, las membranas de microfiltración y ultrafiltración permiten que el permeado, por ejemplo el agua, pase, y retienen partículas suspendidas o microorganismos como material retenido. En este contexto, los parámetros vitales de la membrana son la selectividad, la resistencia al atascamiento por suciedad y la estabilidad mecánica. La selectividad está determinada principalmente por el tamaño de poro generalmente especificado en términos del límite de exclusión dado por el límite de peso molecular nominal (NMWC) en Dalton (Da). El NMWC se define generalmente como el peso molecular mínimo de una molécula globular retenida por la membrana al 90%. Por ejemplo, en ultrafiltración, el tamaño de poro nominal se encuentra entre 50 y 5 nm y el NMWC se encuentra entre 5 y 200 kDa. En nanofiltración, el tamaño de poro se encuentra entre 2 y 1 nm y el NMWC se encuentra entre 0,1 y 5 kDa. Por lo tanto, mientras que la ultrafiltración ya filtra bacterias, virus y macromoléculas conduciendo a agua apta para beber, la nanofiltración conduce a agua parcialmente desmineralizada. En ósmosis inversa, el tamaño de poro nominal se reduce incluso por debajo de 1 nm y el NMWC por debajo de 100 Da. Por lo tanto, la ósmosis inversa es adecuada para filtrar entidades incluso más pequeñas, como sales y pequeñas moléculas orgánicas. Combinando las diferentes tecnologías de filtración, se puede conseguir una amplia variedad de acciones de filtración que se pueden adaptar a un propósito deseado específico.

Las membranas generalmente están embebidas en un sistema de filtración, que permite alimentar el agua cruda y descargar permeado así como concentrado. Para este propósito, los sistemas de filtración incluyen una entrada como alimentación de agua cruda y salidas para descargar permeado y concentrado. Para las membranas tubulares existen diferentes diseños de sistemas de filtración.

En el documento WO 2006/012920 A1 se describe un sistema de filtración para membranas tubulares. Aquí la membrana tubular incluye múltiples capilares, que están embebidos en un sustrato poroso. El líquido a filtrar fluye desde o hacia al menos un canal interior largo de los capilares para transportar el líquido a filtrar o el líquido filtrado. La membrana tubular está dispuesta en una carcasa tubular con una entrada y salidas para descargar permeado y concentrado. En particular, el permeado se descarga a través de una abertura de salida ubicada centralmente a lo largo del eje largo de la carcasa tubular.

El documento EP 0 937 492 A2 describe un módulo de membrana de filtración capilar que comprende una carcasa de filtro con una entrada, una salida y un compartimento de membrana. Para descargar el permeado, el compartimento de membrana comprende además laminillas de descarga, que guían el permeado a un compartimento de descarga ubicado centralmente.

El documento WO 98/20962 A1 describe un módulo de membrana de filtración que comprende una carcasa del filtro. Se proporciona un compartimento de membrana en el que se monta un haz de membranas de filtración.

El documento WO 2012/057900 A1 describe un elemento de ósmosis inversa de hojas múltiples que incluye una pluralidad de tubos de permeado dispuestos para formar un armazón central. El elemento de ósmosis inversa incluye además una pluralidad de hojas que están enrolladas por encima del armazón central.

El documento EP 2 153 882 A1 describe un módulo de membrana de fibra hueca que tiene una caja del módulo tubular. En él, un haz de una multiplicidad de membranas de fibra hueca está alojado en la caja del módulo.

El documento EP 1 964 603 A1 describe un módulo de membrana de fibra hueca que comprende un haz de membranas de una pluralidad de membranas de fibra hueca. Un cuerpo cilíndrico aloja al haz de membranas.

Los módulos de filtración conocidos descargan el permeado directamente a través de una abertura en la carcasa del tubo o indirectamente a través de un tubo de descarga ubicado dentro del elemento de membrana. Particularmente cuando se facilita una descarga indirecta, el tubo de descarga se coloca en el centro del elemento de membrana y los capilares del elemento de membrana están dispuestos en haces que rodean al tubo de descarga. Un inconveniente de un diseño como este en disposición horizontal es que el aire atrapado dentro de los módulos no puede escapar y las bolsas de aire formadas antes de la puesta en marcha difícilmente pueden eliminarse. Estas bolsas de aire reducen aún más el área activa de la membrana y aumentan el riesgo de contaminación del permeado o en el lado del permeado de la membrana. Otro inconveniente es que la distribución de presión del permeado no es uniforme a través de la membrana y conduce a un rendimiento reducido en filtración, así como en modo de lavado a contracorriente en el cual se invierte la dirección de filtración de tal manera que una posible capa de suciedad formada en la superficie de las membranas se levanta y se puede eliminar. Por lo tanto, todavía existe una necesidad en la técnica de mejorar aún más las propiedades de filtración y lavado a contracorriente de los sistemas de filtración.

Por lo tanto, es un objetivo de la invención proporcionar un sistema de filtración que facilite conseguir características mejoradas de funcionamiento y rendimiento. Un objeto particular de la invención es conseguir procesos de filtración y lavado a contracorriente más eficientes y más efectivos.

Estos objetivos se consiguen mediante un sistema de filtración que comprende múltiples módulos de filtración dispuestos en serie, incluyendo cada módulo de filtración una carcasa del módulo, en el cual al menos un elemento de filtración para filtrar fluidos, tales como gases o líquidos, en particular agua cruda, está dispuesto dentro de la carcasa del módulo, comprendiendo dicho elemento de filtración una carcasa del elemento, en el cual al menos un elemento de membrana y al menos un tubo de recogida de permeado están dispuestos dentro de la carcasa del elemento y en el cual el al menos un tubo de recogida de permeado está dispuesto en una parte exterior del elemento de filtración. En él, los módulos de filtración están montados horizontalmente y los elementos de filtración están dispuestos de tal manera que el al menos un tubo de recogida de permeado está ubicado sustancialmente en la parte superior del módulo de filtración.

La disposición del tubo de recogida de permeado en una parte exterior del elemento de filtración permite en modo de filtración así como en modo de lavado a contracorriente una distribución uniforme de flujo o presión a través del elemento de membrana. En modo de filtración, el fluido a filtrar, preferiblemente agua cruda, se alimenta al elemento de membrana y el fluido a filtrar es filtrado por el elemento de membrana. Así, el retenido se retiene en el lado del retenido de la membrana y el permeado fluye a través del lado del retenido hacia el lado del permeado de la membrana. En particular, el permeado fluye hacia el tubo de recogida de permeado, el cual de acuerdo con la presente invención está dispuesto en la parte exterior del elemento de filtración.

A diferencia de los sistemas conocidos que tienen el tubo de recogida de permeado en el centro del elemento de filtración, generalmente dentro del elemento de membrana, la disposición de acuerdo con la invención evita que el permeado tenga que pasar a través de una sección transversal decreciente hacia el tubo de recogida de permeado ubicado centralmente del elemento de membrana. Ya que la sección transversal decreciente conduce a una mayor velocidad de flujo hacia el centro y a un volumen de permeado que aumenta hacia el centro, la presión en el lado del permeado de la membrana disminuye y, por lo tanto, el efecto de filtrado también disminuye. Por lo tanto, en comparación con los sistemas conocidos, la disposición del tubo de recogida de permeado en la parte exterior del elemento de filtración se equilibra y, por lo tanto, mejora la acción de filtrado a través del elemento de membrana.

De manera similar, en modo de lavado a contracorriente, donde se invierte la dirección del flujo, el permeado se alimenta a la membrana en dirección inversa para arrastrar y retirar el retenido recogido en el lado del retenido de la membrana. Aquí, la disposición de acuerdo con la invención evita que el permeado arrastrado por lavado a contracorriente tenga que pasar a través de una sección transversal creciente desde un tubo de recogida de permeado ubicado centralmente del elemento de membrana. Ya que la sección transversal creciente conduce a una velocidad de flujo más baja desde el centro, la presión en el lado del permeado de la membrana disminuye y, por lo tanto, también disminuye el efecto del lavado a contracorriente. Por lo tanto, en comparación con los sistemas conocidos, la disposición de la presente invención incrementa el efecto del lavado a contracorriente.

En particular, la disposición de acuerdo con la presente invención evita el efecto antagónico de los sistemas que tienen un tubo de recogida de permeado central, donde, por un lado, el efecto del filtro y, por lo tanto, la acumulación de una capa de suciedad es mayor en la parte exterior del elemento de membrana, mientras que el efecto de lavado a contracorriente es mayor en la parte interior del elemento de membrana. Por lo tanto, la invención proporciona un elemento de filtración muy equilibrado, que permite un filtrado y un lavado a contracorriente distribuidos uniformemente a través del elemento de membrana.

En el presente contexto, la parte exterior del elemento de filtración hace referencia a una circunferencia exterior del elemento de filtración que está dentro de y adyacente a la carcasa del elemento. En particular, el tubo de recogida de permeado puede estar dispuesto en un espacio anular entre la carcasa del elemento y el elemento de membrana y/o el tubo de recogida de permeado puede estar embebido al menos parcialmente en el elemento de membrana.

El elemento de filtración, la carcasa del elemento y el elemento de membrana pueden tener forma cilíndrica, en donde la sección transversal puede tener cualquier forma tal como redonda, ovalada, triangular, cuadrada o alguna forma poligonal. Se prefiere una forma redonda, la cual conduce a una distribución más uniforme del flujo y de la presión dentro del elemento de membrana y evita la acumulación de material filtrado en ciertas áreas, como esquinas, p. ej. formas cuadradas o triangulares.

El tubo de recogida de permeado también puede tener forma cilíndrica, en donde la sección transversal puede tener cualquier forma tal como redonda, ovalada, triangular, cuadrada o alguna forma poligonal. Se prefiere una forma redonda, que conduce a una mayor resistencia a la presión. Preferiblemente, la línea central longitudinal del al menos un tubo de recogida de permeado está dispuesta paralela a la línea central longitudinal del elemento de membrana y de la carcasa del elemento. Además, se puede elegir una sección transversal del tubo de recogida de permeado de acuerdo con el volumen de permeado producido por el elemento de membrana y con las pérdidas de presión que se producen en el tubo de recogida de permeado. El diámetro del tubo de recogida de permeado puede ser menor que la mitad, preferiblemente menor que un tercio y particularmente preferiblemente menor que un cuarto del diámetro de la carcasa del elemento.

El tubo de recogida de permeado y el elemento de membrana pueden tener forma diferente o igual. Preferiblemente, el tubo de recogida de permeado y el elemento de membrana tienen la misma forma, particularmente una forma redonda. De esta manera, el al menos un tubo de recogida de permeado puede estar dispuesto dentro del anillo circunferencial que se extiende desde el radio de la carcasa del elemento hasta la mitad, preferiblemente un tercio y particularmente preferiblemente un cuarto del radio de la carcasa del elemento.

En una realización, el tubo de recogida de permeado está ubicado dentro del elemento de filtración de tal manera que el tubo de recogida de permeado toca al menos parcialmente la carcasa del elemento. Esto permite colocar el elemento de filtración en el módulo o sistema de filtración de tal manera que el tubo de recogida de permeado esté dispuesto sustancialmente en la parte superior del elemento de filtración en disposición horizontal. En este contexto, sustancialmente en la parte superior incluye cualquier posición en la parte exterior de la membrana que se encuentra dentro de $\pm 45^\circ$, preferiblemente $\pm 10^\circ$, con respecto a un eje central vertical en un plano transversal del elemento de filtración. Aquí el eje central vertical en un plano transversal es perpendicular al eje central horizontal en el plano transversal y al eje central longitudinal que se extiende a lo largo del eje largo del elemento de filtración. Al disponer el tubo de recogida de permeado de esta manera, el aire que se encuentra dentro del elemento de membrana antes de la puesta en marcha del módulo o sistema de filtración se puede recoger en el tubo de recogida de permeado, que luego se puede ventilar fácilmente tras la puesta en marcha al iniciar la operación de filtración. En particular, las bolsas de aire pueden ser desplazadas por permeado que se alimenta al módulo o sistema de filtración y que es filtrado por el elemento de membrana en la puesta en marcha. Al liberar aire del módulo o sistema de filtración, el área activa del elemento de membrana aumenta, incrementando de esta forma el efecto de filtración. Además, el riesgo de ensuciamiento debido a bolsas de aire atrapadas disminuye y los picos de presión, así como el riesgo de rotura del elemento de membrana, se minimizan.

En otra realización del elemento de filtración, al menos dos tubos de recogida de permeado pueden estar dispuestos en el elemento de filtración, particularmente dentro de la carcasa del elemento. Proporcionando más de un tubo de recogida de permeado, el volumen de salida de permeado a presión constante puede incrementarse y ajustarse al volumen de permeado producido por el elemento de membrana. Además, la pérdida de presión se reduce si se requieren grandes flujos de lavado a contracorriente. Aquí al menos un primer tubo de recogida de permeado está dispuesto en la parte exterior del elemento de filtración y al menos un segundo tubo de recogida de permeado puede estar dispuesto en la parte interior o exterior del elemento de filtración. Por ejemplo, dos tubos de recogida de permeado pueden estar dispuestos en la parte exterior o un primer tubo de recogida de permeado puede estar dispuesto en la parte exterior y otro segundo tubo de recogida de permeado puede estar dispuesto en la parte interior del elemento de filtración.

Preferiblemente, al menos dos tubos de recogida de permeado están dispuestos uno frente al otro en la parte exterior o en el anillo circunferencial exterior del elemento de filtración. Al proporcionar al menos dos tubos de recogida de permeado situados uno frente al otro en la parte exterior del elemento de filtración, el elemento de filtración se puede colocar en un módulo o sistema de filtración de tal manera que uno de los tubos esté dispuesto sustancialmente en la parte superior del elemento mientras que el otro tubo está dispuesto sustancialmente en la parte inferior. De esta manera, se puede conseguir ventilación a través del tubo superior, mientras que el tubo inferior adicional incrementa el volumen de salida a presión constante.

En otra realización, el elemento de filtración comprende además un tubo perforado dispuesto alrededor del elemento de membrana, que compone en particular al menos una disposición de membrana que comprende al menos una membrana de fibra hueca. Las perforaciones pueden estar formadas por agujeros u otras aberturas ubicadas en distancias regulares o irregulares a lo largo del tubo. Preferiblemente, el elemento de membrana, en particular la disposición de membrana, está rodeada por el tubo perforado. Con el tubo perforado, la distribución de presión axial a lo largo del elemento de filtración se puede igualar en la operación de filtración y lavado a contracorriente. Por lo tanto, el flujo de permeado se distribuye de manera uniforme a lo largo del elemento de filtración y, por lo tanto, se puede incrementar el efecto de filtrado.

En otra realización, el tubo perforado está dispuesto de tal manera que se forma un espacio anular entre la carcasa del elemento y el tubo perforado. Los elementos de membrana conocidos no tienen un borde definido y el elemento de membrana está directamente embebido en una carcasa del elemento de filtración. Esto conduce a una distribución de presión desigual en dirección axial ya que el flujo axial es perturbado por el elemento de membrana. En cambio, el elemento de filtración de acuerdo con la invención permite distribuir uniformemente el flujo de permeado a lo largo del elemento de filtración y, por lo tanto, se puede incrementar el efecto de filtración.

En otra realización, el elemento de membrana comprende una membrana de orificios múltiples. La membrana de orificios múltiples comprende preferiblemente más de un capilar, que discurre dentro de un canal a lo largo del eje longitudinal del elemento de membrana o del elemento de filtración. Particularmente, la membrana de orificios múltiples comprende al menos un sustrato que forma los canales y al menos una capa activa dispuesta en los canales que forma los capilares. Embeber los capilares dentro de un sustrato permite conformar una membrana de orificios múltiples, que son considerablemente más fáciles de montar y mecánicamente más estables que las membranas basadas en fibras huecas individuales. Como resultado de la estabilidad mecánica, la membrana de orificios múltiples es particularmente adecuada para la limpieza mediante lavado a contracorriente, donde la dirección de filtración se invierte de tal manera que una posible capa de suciedad formada en los canales se levanta y se puede eliminar. En combinación con las disposiciones del tubo de recogida de permeado que conducen a una distribución de presión uniforme dentro del elemento de membrana, el rendimiento y la estabilidad globales del elemento de filtración se mejoran aún más.

A diferencia de los diseños con un tubo de descarga central y membranas de un único orificio, la distribución de las membranas de orificios múltiples es ventajosa en términos de producir una menor pérdida de presión en ambos modos operativos de filtración y de lavado a contracorriente. La presente invención incrementa aún más la estabilidad de los capilares al igualar el flujo o la distribución de presión a través del elemento de membrana. Así, la presente invención evita efectos adversos sobre la distribución de presión entre los capilares del elemento de membrana. Para diseños con un tubo de recogida de permeado central, el permeado fluye en modo de filtración desde los capilares exteriores de la membrana hacia los capilares interiores y tiene que pasar por una sección transversal decreciente. En modo de lavado a contracorriente, el efecto se invierte en el sentido de que el volumen de flujo disminuye hacia los capilares exteriores y, por lo tanto, el efecto de limpieza también disminuye hacia el exterior. De hecho, la distribución desigual del flujo y de la presión dentro del elemento de membrana conduce a que los capilares exteriores tengan un flujo más alto en modo de filtración y, por lo tanto, acumulen más capa de suciedad que los capilares interiores. Sin embargo, en modo de lavado a contracorriente, esto se invierte al contrario con un mayor efecto de limpieza para los capilares interiores, mientras que los exteriores exhiben una mayor acumulación. Por lo tanto, la combinación del tubo de recogida de permeado en la parte exterior del elemento de filtración y el uso de la membrana de orificios múltiples conducen de forma sinérgica a una mayor estabilidad a largo plazo del elemento de filtración.

El sustrato de la membrana de orificios múltiples puede estar hecho de al menos un polímero, en particular al menos un polímero termoplástico soluble. El al menos un polímero puede seleccionarse de entre polisulfona (PSU), polietersulfona (PESU), polifenilenosulfona (PPSU), cloruro de polivinilideno (PVDC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), cloruro de polivinilo (PVC), poliacrilonitrilo (PAN), polifenilenosulfona, poliarileter, polibenzimidazol (PBI), polieterimida (PEI), poli (óxido de fenileno) (PPO), poliimida (PI), polietercetona (PEK), polieteretercetona (PEEK), acetato de celulosa y copolímeros compuestos por al menos dos unidades monoméricas de dichos polímeros. Preferiblemente, el al menos un polímero se selecciona de entre polietersulfona (PESU), polisulfona (PSU), cloruro de polivinilideno (PVDC), fluoruro de polivinilideno (PVDF), acetato de celulosa, poliacrilonitrilo (PAN) y copolímeros compuestos de (por) al menos dos unidades monoméricas de dicho polímero. El polímero también se puede seleccionar de entre polímeros sulfonados seleccionados del grupo que consiste en poliariléter, polietersulfona (PESU), polisulfona (PSU), poliacrilonitrilo (PAN), polibenzimidazol (PBI), polieterimida (PEI); poli (óxido de fenileno) (PPO), fluoruro de polivinilideno (PVDF), poliimida (PI), polietercetona (PEK), polieteretercetona (PEEK), polifenilenosulfona y copolímeros compuestos de (por) al menos dos unidades monoméricas de dichos polímeros. Polímeros adecuados también se describen, por ejemplo, en el documento PCT/EP2010/057591.

Más preferiblemente, el al menos un polímero se selecciona de entre polisulfona (PSU) y polietersulfona (PESU).

Los canales del sustrato pueden incorporar una capa activa con un tamaño de poro diferente al del sustrato o una capa recubierta que forma la capa activa. Materiales adecuados para la capa recubierta son polioxazolina, polietilenglicol, poliestireno, hidrogeles, poliamida, copolímeros de bloques zwitteriónicos, tales como sulfobetaína o carboxibetaína. La capa activa puede tener un espesor en el intervalo de 10 a 500 nm, preferiblemente de 50 a 300 nm, más preferiblemente de 70 a 200 nm.

Preferiblemente, las membranas de orificios múltiples utilizadas en el contexto de la presente invención están diseñadas con un tamaño de poro entre 0,2 y 0,01 μm . En tales realizaciones, el diámetro interior de los capilares puede estar entre 0,1 y 8 mm, preferiblemente entre 0,5 y 4 mm y particularmente preferiblemente entre 0,9 y 1,5 mm. El diámetro exterior de la membrana de orificios múltiples puede estar entre 1 y 26 mm, preferiblemente de 2,3 y 14 mm y particularmente preferiblemente entre 3,6 y 6 mm. Además, la membrana de orificios múltiples puede contener de 2 a 94, preferiblemente de 3 a 19 y particularmente preferiblemente entre 3 y 14 canales. A menudo, las membranas de orificios múltiples contienen siete canales. El rango de permeabilidad puede estar entre 100 y 10000 $\text{L}/\text{m}^2\text{hbar}$, preferiblemente entre 300 y 2000 $\text{L}/\text{m}^2\text{hbar}$.

Típicamente, las membranas de orificios múltiples del tipo descrito anteriormente se fabrican extruyendo un polímero, que forma una membrana semipermeable después de la coagulación a través de una boquilla de extrusión con varias agujas huecas. Se inyecta un líquido coagulante a través de las agujas huecas en el polímero extruido durante la extrusión, de modo que se forman canales continuos paralelos que se extienden en la dirección de extrusión en el polímero extruido. Preferiblemente, el tamaño de poro en una superficie exterior de la membrana extruida se controla colocando la superficie exterior después de la salida de la boquilla de extrusión en contacto con un agente de coagulación suave de tal manera que la forma se fija sin capa activa en la superficie exterior y posteriormente se pone la membrana en contacto con un agente de coagulación fuerte. Como resultado, se puede obtener una membrana que tiene una capa activa dentro de los canales y una superficie exterior, la cual exhibe poca o ninguna resistencia contra el flujo de líquido. En esta memoria, los agentes de coagulación adecuados incluyen disolventes y/o no disolventes. La fuerza de las coagulaciones se puede ajustar mediante la combinación y la proporción de no disolvente/disolvente. Los disolventes de coagulación son conocidos para el experto en la materia y pueden ajustarse mediante experimentos rutinarios. Un ejemplo para un agente de coagulación basado en disolvente es la N-metilpirrolidona. Los agentes de coagulación no basados en disolventes son, por ejemplo, agua, iso-propanol y propilenglicol.

Los elementos de membrana utilizados en el contexto de la presente invención también se pueden diseñar para microfiltración con un tamaño de poro mayor de 0,2 μm , para nanofiltración con un tamaño de poro entre 0,01 y 0,001 μm para ósmosis inversa con un tamaño de poro menor que 0,001 μm . En particular, las membranas adaptadas para la ósmosis inversa se describen en los documentos WO2012/146629 o PCT/EP2013/062232. Un proceso para producir estas membranas se explica, por ejemplo, en el documento WO2011/051273.

El elemento de filtración como se describe anteriormente está dispuesto dentro de la carcasa del módulo. De este modo, el elemento de filtración está dispuesto verticalmente u horizontalmente. La carcasa del módulo se fabrica, por ejemplo, de plástico reforzado con fibra (FRP).

En una realización, el al menos un elemento de filtración está dispuesto dentro de la carcasa del módulo de tal manera que el eje central longitudinal del elemento de filtración y el eje central longitudinal de la carcasa están superpuestos. Preferiblemente, el elemento de filtración está rodeado por la carcasa del módulo, de tal manera que se forma un espacio anular entre la carcasa del módulo y la carcasa del elemento. El espacio anular entre la carcasa del elemento y la carcasa del módulo durante el funcionamiento permite una distribución de presión uniforme en dirección axial a lo largo del módulo de filtración.

En otra realización, el elemento de filtración está dispuesto de tal manera que el al menos un tubo de recogida de permeado está ubicado sustancialmente en la parte superior del módulo de filtración o elemento de filtración. En este contexto, sustancialmente en la parte superior incluye cualquier posición en la parte exterior del elemento de membrana que se encuentre dentro de $\pm 45^\circ$, preferiblemente $\pm 10^\circ$, particularmente preferiblemente $\pm 5^\circ$ con respecto a un eje central vertical en un plano transversal del elemento de filtración. Además, el eje central vertical en un plano transversal es perpendicular al eje central horizontal en el plano transversal y al eje central longitudinal que se extiende a lo largo del eje largo del elemento de filtración. Al disponer el tubo de recogida de permeado de esta manera, el aire que se encuentra dentro del módulo o sistema de filtración antes de la puesta en marcha se puede recoger en el tubo de recogida de permeado, el cual luego se puede ventilar fácilmente tras la puesta en marcha al iniciar la operación de filtración. En particular, las bolsas de aire pueden ser desplazadas por permeado, que se alimenta al módulo de filtración o al sistema tras la puesta en marcha. Al liberar aire del módulo o sistema de filtración, se incrementa el área activa del elemento de membrana, incrementando de esta forma el efecto de filtrado. Además, el riesgo de ensuciamiento debido a bolsas de aire atrapadas disminuye. De forma más preferible, el módulo de filtración se monta horizontalmente para orientar el tubo de recogida de permeado en consecuencia.

En otra realización, el elemento de filtración está dispuesto de tal manera que al menos dos tubos de recogida de permeado están dispuestos uno frente al otro en la parte exterior del elemento de filtración. En esta realización, el módulo de filtración puede estar orientado de tal manera que uno de los tubos de recogida de permeado esté dispuesto sustancialmente en la parte superior del elemento de filtración, mientras que el otro tubo está dispuesto sustancialmente en la parte inferior del elemento de filtración. De esta manera, la ventilación se puede conseguir a través del tubo superior, mientras que el tubo inferior permite un mayor volumen de salida a presión constante. Además, los tubos de recogida de permeado pueden tener dimensiones más pequeñas en comparación con otras configuraciones, proporcionando más espacio a rellenar con el elemento de membrana y aumentando de esta forma la capacidad de filtración.

Los módulos de filtración como el descrito anteriormente se conectan en serie. La conexión de múltiples módulos de filtración también incrementa la capacidad del sistema de filtración. Preferiblemente, los módulos de filtración y los elementos de filtración incluidos se montan horizontalmente y se usan adaptadores para conectar los módulos de filtración en consecuencia.

Además, la presente invención está dirigida al uso del elemento de filtración, del módulo de filtración y del sistema de filtración en un proceso de ultrafiltración, microfiltración o nanofiltración para el tratamiento del agua, como por ejemplo el tratamiento de agua para beber, tratamiento de aguas residuales o desalinización de agua de mar, concentración de composiciones farmacéuticas, concentración de composiciones alimenticias, recuperación de agua a partir de

aguas residuales, generación de energía y dispositivos de reutilización de agua potable, preferiblemente para tratamiento de agua, como tratamiento de agua para beber, tratamiento de aguas residuales y desalinización de agua de mar.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Para una mejor comprensión de las realizaciones de la invención mencionadas anteriormente, así como de realizaciones adicionales de la misma, se debería hacer referencia a la Descripción de las Realizaciones proporcionada más adelante, en conjunto con los dibujos adjuntos, los cuales muestran:
- Figura 1 una vista en perspectiva de un módulo de filtración que incluye una realización de un elemento de filtración,
- 10 Figura 2 vistas detalladas de una membrana de orificios múltiples de la Figura 1,
- Figura 3 una vista en perspectiva del módulo de filtración que incluye otra realización del elemento de filtración,
- Figura 4 una vista en sección transversal del módulo de filtración que incluye el elemento de filtración de acuerdo con la Figura 3,
- 15 Figura 5 una vista en sección transversal que ilustra el elemento de filtración de las Figuras 1, 3 y 4 en modo de filtración,
- Figura 6 una vista en sección transversal que ilustra el elemento de filtración de las Figuras 1, 3 y 4 en modo de lavado a contracorriente,
- Figura 7 una realización de un sistema de filtración que comprende múltiples módulos de filtración como se muestra en las Figuras 1, 3 o 4 en serie.
- 20 A continuación, se describirán realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos. Los dibujos sólo proporcionan vistas esquemáticas de la invención. Números de referencia similares se refieren a partes, elementos o componentes correspondientes en todas las Figuras, a menos que se indique lo contrario.

Descripción de las realizaciones

- 25 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un módulo de filtración 10 que incluye una realización de un elemento de filtración 12.
- El módulo de filtración 10 incluye el elemento de filtración 12 que está dispuesto dentro de una carcasa del módulo 39. En la configuración mostrada en la Figura 1, fluido a filtrar, como por ejemplo agua cruda, se alimenta al módulo de filtración 10 y en particular al elemento de filtración 12 desde la izquierda como se indica mediante la flecha 16. El agua cruda se filtra al menos parcialmente a través del elemento de filtración 12 y el permeado se recoge en un tubo de recogida de permeado 18. Agua residual, salmuera o concentrado, que no se filtra a través del elemento de filtración 12, es en la configuración mostrada en la Figura 1 descargado hacia la derecha como se indica mediante la flecha 20. Además, el agua cruda fluye al menos parcialmente a través de la carcasa del módulo 39 hasta, por ejemplo, otro módulo de filtración 10 conectado en serie.
- 30 El elemento de filtración 12, que está dispuesto dentro de la carcasa del módulo 39, comprende una carcasa del elemento 14, una disposición 22 de membrana de orificios múltiples particularmente apropiada para microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración. La disposición 22 de membrana de orificios múltiples comprende varias, pero al menos una, membrana 23 de orificios múltiples explicada con más detalle con referencia a la Figura 2. La membrana 23 de orificios múltiples incluye varios capilares 24, que actúan como medio de filtro y se extienden a lo largo de los ejes longitudinales del módulo de filtración 10. La carcasa del elemento 14, el tubo de recogida de permeado 18 y la disposición 22 de membrana de orificios múltiples están fijados en cada extremo en soportes de membrana 26 que comprenden una resina que consiste preferiblemente en epoxi, en la cual están embebidos la carcasa del elemento 14, el tubo de recogida de permeado 18 y la disposición 22 de membrana de orificios múltiples.
- 35 El elemento de filtración 12, que está dispuesto dentro de la carcasa del módulo 39, comprende una carcasa del elemento 14, una disposición 22 de membrana de orificios múltiples particularmente apropiada para microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración. La disposición 22 de membrana de orificios múltiples comprende varias, pero al menos una, membrana 23 de orificios múltiples explicada con más detalle con referencia a la Figura 2. La membrana 23 de orificios múltiples incluye varios capilares 24, que actúan como medio de filtro y se extienden a lo largo de los ejes longitudinales del módulo de filtración 10. La carcasa del elemento 14, el tubo de recogida de permeado 18 y la disposición 22 de membrana de orificios múltiples están fijados en cada extremo en soportes de membrana 26 que comprenden una resina que consiste preferiblemente en epoxi, en la cual están embebidos la carcasa del elemento 14, el tubo de recogida de permeado 18 y la disposición 22 de membrana de orificios múltiples.
- 40 La Figura 2 muestra una vista detallada de una única membrana 23 de orificios múltiples como se indica mediante el círculo 28 en la Figura 1 y una vista detallada adicional de un capilar 24, 30 de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples como se indica mediante el círculo 32 en la Figura 2.
- 45 Los capilares 24, 30 incluyen un sustrato poroso 36 que forma canales 25, que se extienden longitudinalmente a lo largo de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples. Dentro de los canales 25, una capa activa 34 está dispuesta como capa de filtración, que puede estar incorporada en el interior de un sustrato 36 con un tamaño de poro diferente, o que puede estar formada por un recubrimiento. Los capilares 24, 30 están así embebidos en el sustrato poroso 36, lo que ayuda a la estabilidad y evita la rotura de los capilares.
- 50 El sustrato poroso 36 de la membrana 23 de orificios múltiples está formado por un polímero, tal como polímeros de tipo polisulfona, acetato de celulosa, poliacrilonitrilo, polivinilideno. Por ejemplo, se usan polietersulfón o polisulfón

para conformar el sustrato poroso 36 por extrusión, en particular por hilatura en húmedo. En la hilatura en húmedo, un polímero apropiado se disuelve en un disolvente, añadiendo opcionalmente aditivos, y se extruye a través de una hilera para conformar la membrana 23 de orificios múltiples. Después de la extrusión, la membrana se coagula y se eliminan los componentes solubles. Estas membranas 23 de orificios múltiples que tienen un diámetro exterior de, por ejemplo, 4 mm incluyen, por ejemplo, siete capilares 24 con un diámetro interior de 0,9 mm y un tamaño de poro de 0,02 μm . Otras membranas 23 de orificios múltiples que tienen un diámetro exterior de, por ejemplo, 6 mm y que permiten concentraciones de sedimento mayores incluyen, por ejemplo, siete capilares 24 con un diámetro interior de 1,5 mm y un tamaño de poro de 0,02 μm .

Además, con referencia a la Figura 1, la disposición 22 de membrana de orificios múltiples comprende un tubo de recogida de permeado 18, que está dispuesto dentro del elemento de filtración 12. En particular, el tubo de recogida de permeado 18 está dispuesto en una circunferencia exterior del elemento de filtración 12 y comprende un tubo que incluye aberturas (no mostradas), que permiten que el permeado fluya hacia el interior del tubo de recogida de permeado 18 que conduce el permeado fuera del elemento de filtración 12.

Durante el funcionamiento, el módulo de filtración 10 está orientado horizontalmente, y la orientación del tubo de recogida de permeado 18 se elige como se representa en la Figura 1. Aquí la orientación se elige de tal manera que el tubo de recogida de permeado 18 está ubicado en la parte superior del elemento de filtración 12, es decir, en la posición de las doce en punto, y toca la carcasa del elemento 14. Esto permite que el elemento de filtración 12 se pueda ventilar fácilmente, en particular al poner en marcha el módulo de filtración 10. Además, la ubicación del tubo de recogida de permeado 18 permite una distribución de presión uniforme dentro de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples. En particular, la sección transversal de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples, a través de la cual fluye el flujo de permeado, no se reduce, y, por lo tanto, la velocidad de flujo permanece uniforme a través de toda la sección transversal de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples. En cambio, cuando se coloca el tubo de recogida de permeado 18 en la parte central de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples, la sección transversal se reduce hacia el tubo central y la velocidad del flujo aumenta, lo que produce como resultado una mayor presión aplicada a los capilares 24 cercanos al tubo central. De esta manera, las desventajas resultantes de la ubicación central del tubo de recogida de permeado 18 se abandonan y se consigue una distribución de presión uniforme en dirección radial.

El elemento de filtración 12 como se representa en la realización de la Figura 1 comprende además un tubo perforado 38 que rodea a la disposición 22 de membrana de orificios múltiples. En la realización mostrada en la Figura 1, el tubo perforado 38 rodea al tubo de recogida de permeado 18. En otras realizaciones, el tubo perforado 38 rodea al tubo de recogida de permeado 18 sólo en parte o no lo rodea en absoluto. La perforación del tubo 38 puede ser de cualquier tipo. En el ejemplo de la Figura 1, la perforación comprende agujeros 40 en el tubo 38, que permiten el flujo de fluido. Con el tubo perforado 38 que rodea a la disposición 22 de membrana de orificios múltiples, se forma un espacio anular 42 entre la carcasa del elemento 14 y el tubo perforado 38. Durante el funcionamiento, es decir, en la operación de filtración y lavado a contracorriente, esto permite una distribución uniforme del agua dentro del elemento de filtración 12. En particular, también se alcanza una distribución de presión uniforme en la dirección de flujo axial.

Como resultado, el módulo de filtración 10 como se muestra en la realización de la Figura 1 proporciona un rendimiento optimizado de filtración y lavado a contracorriente de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples. Además, la presión radial a través de los capilares 24 de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples y la presión axial a lo largo de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples se distribuyen uniformemente, lo que reduce el riesgo de rotura de capilares e incrementa el volumen filtrado.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de un módulo de filtración 10 que incluye otra realización del elemento de filtración 12.

El módulo de filtración 10 mostrado en la Figura 3 es sustancialmente similar al mostrado en la Figura 1. El módulo de filtración 10 comprende un elemento de filtración 12 embebido dentro de una carcasa del módulo 39. El módulo de filtración 10 incluye además una disposición 22 de membrana de orificios múltiples como la descrita con referencia a la Figura 2, que está ubicada dentro de una carcasa del elemento 14 y rodeada por un tubo perforado 38 como también se muestra en la Figura 1.

Sin embargo, en contraste con la Figura 1, el elemento de filtración 12 de la Figura 3 comprende dos tubos de recogida de permeado 18, 19, que están dispuestos en una circunferencia exterior del elemento de filtración 12. Los dos tubos de recogida de permeado 18, 19 están dispuestos uno frente al otro. Para el funcionamiento, el módulo de filtración 10 se monta horizontalmente de tal manera que un primer tubo de recogida de permeado 18 está ubicado en la parte superior del elemento de filtración 12, es decir, en vista en sección transversal en la posición de las doce en punto, y un segundo tubo de recogida de permeado 19 está ubicado en la parte inferior del elemento de filtración 12, es decir, en vista en sección transversal en la posición de las seis en punto. Al usar dos tubos de recogida de permeado 18, 19 como se muestra en la Figura 3, se incrementa el volumen de salida de permeado a presión constante descargado desde el elemento de filtración 12, mientras se mantiene todavía una distribución de presión uniforme en la dirección de flujo axial y radial del módulo de filtración 10 como se ha explicado en el contexto de la Figura 1.

La Figura 4 muestra una vista en sección transversal del módulo de filtración 10 de la Figura 3.

La vista de la Figura 4 ilustra la posición de los tubos de recogida de permeado 18, 19 dentro del módulo de filtración 10. Aquí, los detalles de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples se omiten por razones de claridad. Los dos tubos de recogida de permeado 18, 19 están dispuestos uno frente al otro en el anillo circunferencial 44 del elemento de filtración 12 dentro de la carcasa del elemento 14. Para el funcionamiento, el módulo de filtración 10 se monta horizontalmente. En la orientación horizontal, la ubicación de los tubos de recogida de permeado 18, 19 se elige de tal manera que el primer tubo de recogida de permeado 18 está ubicado en la parte superior del elemento de filtración 12, es decir, en vista en sección transversal en la posición de las doce en punto, y el segundo tubo de recogida de permeado 19 está ubicado en la parte inferior del elemento de filtración 12, es decir, en vista en sección transversal en la posición de las seis en punto.

10 La Figura 5 muestra una vista en sección transversal del elemento de filtración 12 en modo de filtración.

En modo de filtración, se alimenta agua bruta al módulo de filtración 10 como se describe en el contexto de las Figuras 1 y 3, en donde la Figura 5 ilustra de manera ejemplar el flujo para un tubo de recogida de permeado 18 en la parte superior del elemento de filtración 12. Además, la estructura de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples se omite por razones de claridad.

15 El agua cruda se filtra a través de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples y, en particular, a través de la capa activa 34 de los capilares 24. El agua filtrada se recoge en el espacio anular 42 entre el tubo perforado 38 y la carcasa del elemento 14 y en el tubo de recogida de permeado 18. El tubo de recogida de permeado 18 se extiende a lo largo de toda la longitud del elemento de filtración 12 y también incluye perforaciones o aberturas para que el permeado entre en el tubo de recogida de permeado 18. El permeado se descarga a través del tubo de recogida de permeado 18, que conduce el permeado fuera del módulo de filtración 10.

La Figura 6 muestra una vista en sección transversal del elemento de filtración 12 en modo de lavado a contracorriente.

25 En modo de lavado a contracorriente, el flujo se invierte al modo de filtración para eliminar el retenido, tal como partículas suspendidas o microorganismos, de los capilares 24, que pueden acumular una capa de suciedad sobre la capa activa 34, reduciendo de esta manera el efecto de filtrado. Por lo tanto, se alimenta agua filtrada a través del tubo de recogida de permeado 18 y ésta fluye hacia el interior de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples, así como hacia el interior del espacio anular 42 existente entre el tubo perforado 38 y la carcasa del elemento 14. De esta manera, el agua filtrada penetra en la disposición 22 de membrana de orificios múltiples en dirección inversa y elimina las capas de suciedad dentro de los capilares 24 formadas durante la filtración.

30 En ambos modos, es decir, en el modo de filtración y en el modo de lavado a contracorriente como se representa en las Figuras 5 y 6, la presión sobre los capilares 24 se distribuye de manera uniforme. Por lo tanto, la filtración se puede realizar de manera efectiva cargando los capilares 24 exteriores e interiores de la disposición 22 de membrana de orificios múltiples hasta un punto similar y mejorar aún más el efecto de filtración. Al mismo tiempo, el modo de lavado a contracorriente se puede realizar de una manera más efectiva, ya que debido a la distribución de presión uniforme, el lavado a contracorriente afecta a los capilares interiores y exteriores 24 de una manera similar. A diferencia de realizaciones con un tubo de recogida de permeado central, donde el efecto del lavado a contracorriente se distribuye inversamente a través de los capilares 24 en comparación con la filtración, es decir, los capilares 24 que recogen más partículas en el modo de filtración se limpian de manera menos efectiva en el modo de lavado a contracorriente.

La Figura 7 muestra una realización de un sistema de filtración 11 que comprende múltiples módulos de filtración 10 en serie.

40 Los módulos de filtración 10 como los descritos en esta memoria son particularmente útiles en sistemas de micro-, ultra- y nanofiltración. A fin de proporcionar un volumen de salida suficiente a una presión constante, varios módulos de filtración 10 se conectan en serie. Aquí, cada módulo de filtración 10 se monta horizontalmente con la misma orientación del tubo de recogida de permeado 18 para proporcionar conexión de fluido a lo largo de varios módulos de filtración 10. La conexión se realiza mediante adaptadores 50, que conectan los módulos de filtración 10 de tal manera que el permeado pueda fluir desde un módulo de filtración 10 hasta el siguiente módulo de filtración 10. En particular, los adaptadores 50 permiten flujo de permeado entre los tubos de recogida de permeado 18. Las construcciones detalladas de tales adaptadores son conocidas para el experto en la materia y, por lo tanto, no se describen con mayor detalle aquí.

Lista de números de referencia

- 50 10 módulo de filtración
- 12 elemento de filtración
- 14 carcasa del elemento
- 16 flecha indicativa de la dirección del flujo
- 18 tubo de recogida de permeado

	20	flecha indicativa de la dirección del flujo
	22	disposición de membrana de orificios múltiples
	23	membrana de orificios múltiples
	24	capilares
5	26	soportes de membrana
	28	círculo indicativo
	30	capilar
	32	círculo indicativo
	34	capa activa
10	36	sustrato
	38	tubo perforado
	39	carcasa del módulo
	40	agujeros de la perforación
	42	espacio anular
15	44	anillo circunferencial

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de filtración (11) que comprende múltiples módulos de filtración (10) dispuestos en serie, incluyendo cada módulo de filtración (10) una carcasa del módulo (39), en el cual al menos un elemento de filtración (12) para filtrar fluidos está dispuesto dentro de la carcasa del módulo (39), comprendiendo dicho elemento de filtración (12) una carcasa del elemento (14), en el cual al menos una disposición (22) de membrana y al menos un tubo de recogida de permeado (18, 19) están dispuestos dentro de la carcasa del elemento (14), en el cual al menos un tubo de recogida de permeado (18, 19) está dispuesto en una parte exterior (44) del elemento de filtración (12), haciendo referencia dicha parte exterior a una circunferencia exterior del elemento de filtración que está dentro de y es adyacente a la carcasa del elemento, en el cual los módulos de filtración (10) están montados horizontalmente y en el cual los elementos de filtración (12) están dispuestos de tal manera que el al menos un tubo de recogida de permeado (18) está ubicado sustancialmente en la parte superior del módulo de filtración (10).
2. El sistema de filtración (11) de la reivindicación 1, en el cual el al menos un tubo de recogida de permeado (18, 19) está dispuesto dentro de un anillo circunferencial exterior (44) del elemento de filtración (12).
3. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual el tubo de recogida de permeado (18, 19) está ubicado dentro del elemento de filtración (12) de tal manera que el tubo de recogida de permeado (18) toca al menos parcialmente la carcasa del elemento (14).
4. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual al menos dos tubos de recogida de permeado (18, 19) están dispuestos dentro de la carcasa del elemento (14).
5. El sistema de filtración (11) de la reivindicación 4, en el cual al menos dos tubos de recogida de permeado (18, 19) están dispuestos uno frente al otro en la parte exterior (44) del elemento de filtración (12).
6. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el elemento de filtración (12) comprende además un tubo perforado (38) dispuesto alrededor de la disposición (22) de membrana.
7. El sistema de filtración (11) de la reivindicación 6, en el cual el tubo perforado (38) está dispuesto de tal manera que se forma un espacio anular (42) entre la carcasa del elemento (14) y el tubo perforado (38).
8. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual la disposición (22) de membrana comprende al menos un sustrato (36) que forma canales (25) y al menos una capa activa (34) dispuesta en los canales (25) que forman capilares (24).
9. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual múltiples elementos de filtración (12) están dispuestos dentro de la carcasa del módulo (39) en paralelo.
10. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 1 a 9, en el cual la conexión de fluido a lo largo de los módulos de filtración (10) se realiza mediante adaptadores (50), los cuales conectan los módulos de filtración (10) de tal manera que pueda fluir permeado desde un módulo de filtración (10) al siguiente módulo de filtración (10).
11. El sistema de filtración (11) de las reivindicaciones 4 a 5, en el cual el otro tubo de recogida de permeado (19) está dispuesto sustancialmente en la parte inferior del elemento de filtración (12).
12. Uso de un sistema de filtración (11) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 11 en un proceso de ultrafiltración para el tratamiento del agua.

FIG.1

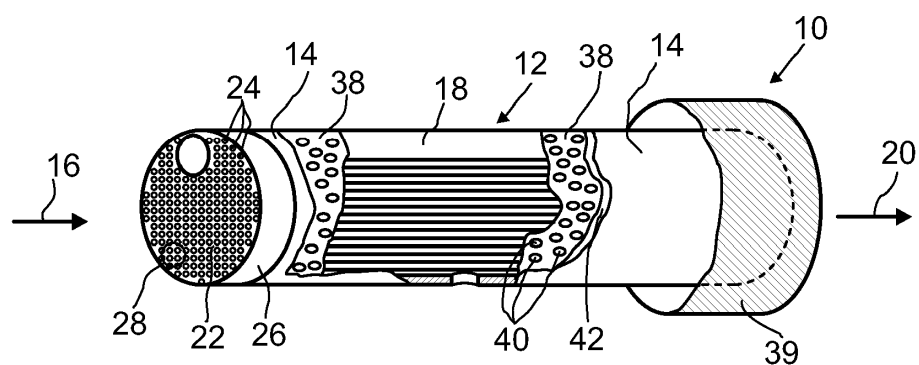


FIG.2

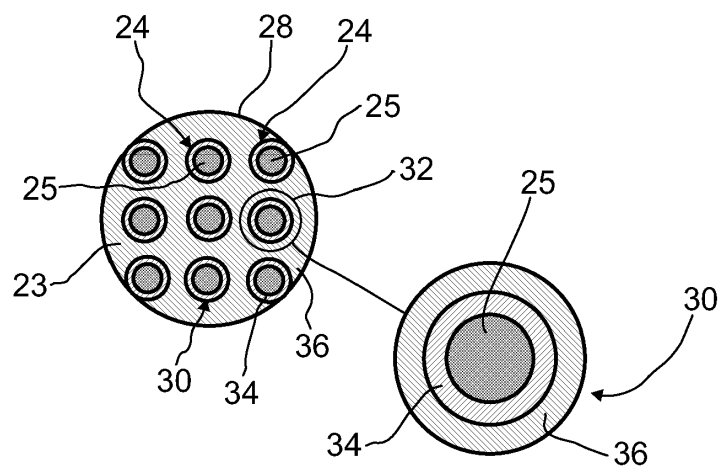


FIG.3

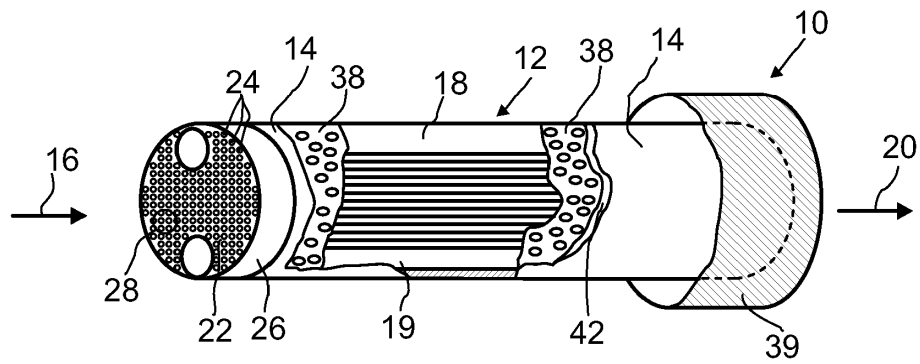


FIG.4

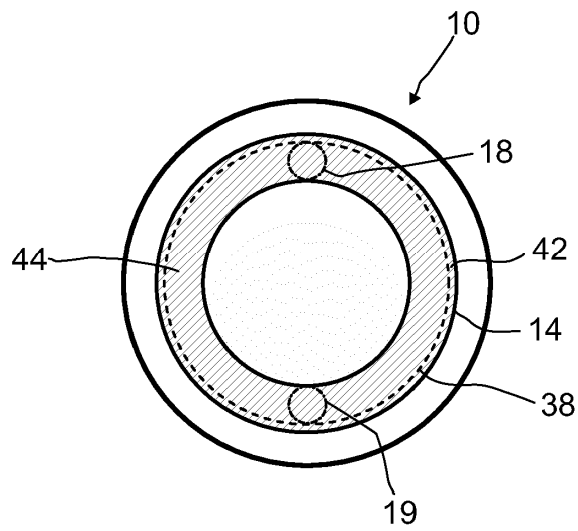


FIG.5

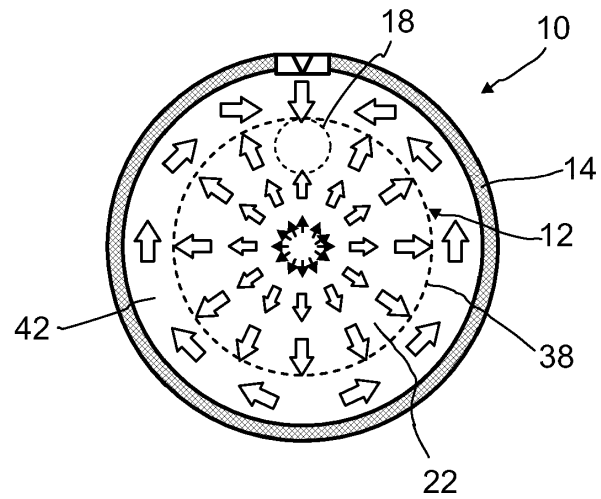


FIG.6

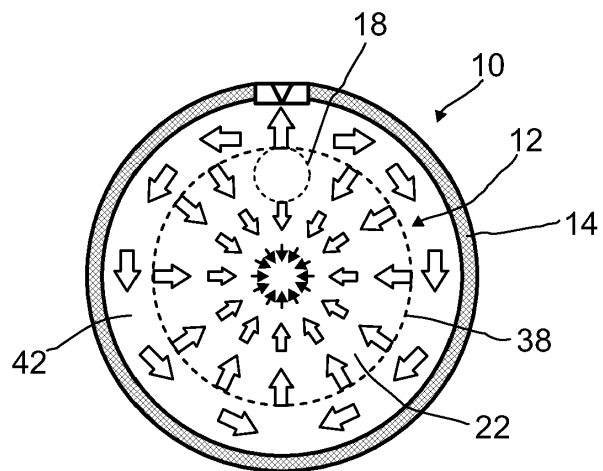


FIG.7

