

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 829**

51 Int. Cl.:

B01D 63/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2016 PCT/US2016/041682**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17019282**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2016 E 16739382 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3328524**

54 Título: **Ensamblaje de filtro que incluye módulo de membrana en espiral y sello de salmuera**

30 Prioridad:

29.07.2015 US 201562198283 P

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

06.08.2020

73 Titular/es:

**DDP SPECIALTY ELECTRONIC MATERIALS US,
INC. (100.0%)
974 Centre Road
Wilmington, DE 19810, US**

72 Inventor/es:

**JONS, STEVEN D.;
SHU, JESSICA Y.;
KORELTZ, MICHAEL S. y
FRANKLIN, LUKE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 777 829 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

Ensamblaje de filtro que incluye módulo de membrana en espiral y sello de salmuera

Campo

5 La invención hace referencia a ensamblajes de filtro que incluyen módulo de membrana en espiral y sello de salmuera asociado.

Introducción

10 Los módulos de membrana en espiral se utilizan en diversas aplicaciones de ósmosis inversa (OI) y nanofiltración (NF). En una realización típica, se construye un módulo cilíndrico de membrana en espiral enrollando una o más envolturas de membrana y separadores de alimentación concéntricos alrededor del tubo de recolección de permeado, para formar dos superficies de espiral y una superficie periférica externa. El conjunto de espiral resultante se sujeta en su lugar a través de una cita u otro medio. Se pueden aplicar diversos tipos de sellos alrededor de la superficie periférica externa del módulo antes de instalar el módulo en una cámara interna de un recipiente de presión. Se describen ejemplos representativos en: US4016083, US4299702, US4600512, US5128037, US5389260, US5851267, US6299772, US7208088, US8110016, US8377300, US8388842, US8425773, US8728213 y US8778182. Se describen diversas configuraciones de flujo y separadores de alimentación para uso con dichos módulos. Remitirse, por ejemplo, a: US5458774, US6881336, US8337698, US 2003/205520, US 2004/0182774, US2013/146532, US2014/042080, US2014/183134, JP2013/071098 y CN201799220.

20 En funcionamiento, el fluido presurizado de alimentación pasa a través de la superficie de la envoltura de membrana y la presión aplicada provoca el pasaje de una parte del «solvente» (p. ej., agua) a través de la membrana (es decir, formación de un «permeado»), mientras que los «solutos» (p. ej., sales) no pueden pasar a través de la membrana y se concentran en la alimentación restante (es decir, formación una solución «concentrada»). La «extracción» se define como el porcentaje de solución de alimentación que pasa a través de la membrana como permeado. La formación de sarro es uno de los principales problemas en la actividad con niveles elevados de extracción. Luego de alcanzar el límite de solubilidad para la concentración, las sales retenidas (p. ej., CaCO₃, CaSO₄) comienzan a formar sarro en la membrana. Esto es especialmente problemático para el funcionamiento a largo plazo de sistemas domésticos de OI. A diferencia de los sistemas industriales de mayor tamaño, que realizan niveles elevados de extracción utilizando ajuste del pH, inhibidores de sarro o limpiezas frecuentes, la mayoría de los sistemas domésticos no cuentan con ninguna de estas opciones. Los módulos en espiral que se utilizan en sistemas domésticos de OI suelen estar diseñados para actividad con extracciones de entre 20 y 35%. La actividad con niveles superiores de extracción (p. ej., aproximadamente 35%) genera formación de sarro, dado que las fuentes de agua residencial sin ablandamiento suelen contener cantidades considerables de iones de calcio y bicarbonato.

30 Se procuran nuevos diseños de ensamblajes de filtro que permitan una actividad con mayores niveles de extracción y menor susceptibilidad a la formación de sarro.

Compendio

35 Un ensamblaje de filtro adaptado para inserción en una cámara interna de un recipiente de presión, en donde el ensamblaje incluye: un módulo de membrana en espiral que incluye al menos una envoltura de membrana y separador de alimentación envuelto de forma concéntrica alrededor de un tubo central de permeado a lo largo de un eje (X), con lo cual se forma una superficie de espiral de entrada y una superficie de espiral de salida, así como una superficie cilíndrica y periférica externa, y un sello de salmuera colocado de forma concéntrica alrededor de una parte de la superficie periférica externa, caracterizado por que el sello de salmuera incluye:

- 40
- i) un reborde flexible de extensión radial que define un diámetro externo máximo adaptado para entrar en contacto con la cámara interna del recipiente de presión,
 - ii) una superficie de tapón terminal sellada a la superficie de espiral de entrada, que limita el flujo a través de la mayor parte de la superficie de espiral de entrada y
 - 45 iii) al menos una abertura en la superficie de tapón terminal adyacente al tubo de recolección de permeado para permitir el flujo de fluido a través de la superficie de espiral de entrada y en el separador de alimentación del módulo, en donde la superficie del tapón terminal cubre al menos 75% de la superficie de espiral de entrada y limita el flujo de alimentación en áreas ubicadas cerca del tubo de recolección de permeado y separadas de la superficie periférica externa, y
 - 50 (iv) un circuito de flujo radial exterior en donde la mayor parte del flujo de alimentación ingresa en el módulo cerca del tubo de permeado, fluye en un sentido radial con respecto al tubo de recolección de permeado y sale del módulo desde: i) la superficie periférica externa o (ii) la superficie de espiral de salida cerca de la superficie periférica externa del módulo.

En una realización, el ensamblaje de filtro se encuentra adaptado para mitigar la formación de sarro en la

membrana, en particular cuando se utiliza el ensamblaje con extracciones superiores al 35%. En otra realización, el ensamblaje promueve un circuito radial de flujo de alimentación a través del módulo que reduce el flujo en regiones de concentraciones elevadas de iones de formación de sarro. En incluso otra realización, el ensamblaje proporciona una mayor velocidad de flujo de alimentación a la habitual para la misma actividad de extracción. En incluso otra realización, el ensamblaje proporciona un mejor método para evitar la derivación de flujo de alimentación, lo cual resulta particularmente importante para lograr mayores reducciones en la presión en el lado de la alimentación. Se describen muchas realizaciones adicionales.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista parcialmente recortada y en perspectiva de un módulo de membrana en espiral.

Las figuras 2a y 2b son vistas en perspectiva de módulos de membrana en espiral parcialmente ensamblados.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una realización del ensamblaje de filtro que incluye un módulo de membrana en espiral que incluye un sello de salmuera, así como una vista en perspectiva del ensamblaje cargado en un recipiente de presión.

Las figuras 4a, 4b y 4c son vistas en perspectiva que ilustran diversas realizaciones de sellos de salmuera y módulos en espiral. En la figura 4c, el sello de salmuera y el módulo en espiral se encuentran unidos para formar un ensamblaje.

Las figuras 5a, 5b y 5c son vistas en perspectiva que ilustran tres realizaciones diferentes de miembros de tapón unidos a una superficie de espiral del módulo en espiral (parcialmente recortado).

Descripción detallada

La invención incluye un ensamblaje de filtro que incluye un módulo de membrana en espiral. Se muestra de forma general un módulo de membrana en espiral representativo en 2 en la figura 1. El módulo (2) se forma mediante enrollado concéntrico de una o más envolturas de membrana (4) y una o más láminas de separador de alimentación («separadores de alimentación») (6) alrededor de un tubo de recolección de permeado (8) que se extiende a lo largo de un eje (X). Cada una de las envolturas de membrana (4) comprende preferiblemente dos partes sustancialmente rectangulares de lámina de membrana (10, 10'). Cada parte de lámina de membrana (10, 10') cuenta con un lado delantero o de membrana (34) y un lado trasero o de soporte (36). La envoltura de membrana (4) se forma superponiendo las láminas de membrana (10, 10') y alineando los bordes. En una realización preferida, las partes (10, 10') de la lámina de membrana rodean una lámina de separador de permeado (12). Esta estructura intercalada se fija entre sí, p. ej., con un sellante (14), a lo largo de los bordes (16, 18, 20), para formar una envoltura (4), mientras que un cuarto borde, es decir, el «borde proximal» (22) colinda con el tubo de recolección de permeado (8), de modo tal que la parte interior de la envoltura (4) (y el separador de permeado opcional (12)) se encuentren en comunicación de fluido con las múltiples aberturas (24) que se extienden a lo largo de toda la extensión del tubo de recolección de permeado (8). La región de membrana activa (25) de cada parte de la lámina de membrana (10, 10') corresponde al área de membrana a través de la cual puede pasar el líquido hacia el interior de la envoltura (4) durante la actividad (a diferencia de las regiones de membrana no activas (25') que se encuentran aisladas por los adhesivos, las cintas, etc., para evitar el flujo de líquido a través de la membrana y hacia el interior de la envoltura de permeado). El módulo (2) puede incluir una única envoltura o múltiples envolturas de membrana (4), cada una separada por una lámina separadora de alimentación (6). En la realización ilustrada, las envolturas de membrana (4) se forman uniendo las superficies de lado trasero (36) de paquetes de hojas de membrana colocados de forma adyacente. Un paquete de hojas de membrana comprende una lámina de membrana sustancialmente rectangular (10) plegada sobre sí misma para definir dos «hojas» de membrana, en las cuales los lados delanteros (34) de cada hoja se encuentran enfrentados y el pliegue se alinea de forma axial con el borde proximal (22) de la envoltura de membrana (4), es decir, paralelo al tubo de recolección de permeado (8). Se muestra una lámina de separador de alimentación (6) ubicada entre lados delanteros (34) enfrentados de la capa de membrana (10) plegada. La lámina de separador de alimentación (6) facilita el flujo de fluido de alimentación a través del módulo (2). Si bien no se muestra, en el ensamblaje también se pueden incluir capas intermedias adicionales. Se describen ejemplos representativos de paquetes de hojas de membrana y su elaboración en US 7875177 de Haynes et ál.

Durante la elaboración del módulo, las láminas de lámina separador de permeado (12) pueden unirse alrededor de la circunferencia del tubo de recolección de permeado (8) con paquetes de hojas de membrana intercalados entre medio. Los lados traseros (36) de hojas de membrana (10, 10') colocadas de forma adyacente se sellan alrededor de partes de su periferia (16, 18, 20) para cerrar la lámina de separador de permeado (12) y formar una envoltura de membrana (4). En US 5538642 de Solie se describen técnicas adecuadas para unir la lámina de separador de permeado con el tubo de recolección de permeado. La o las envolturas de membrana (4) y la o las láminas de separador de alimentación (6) se enrollan o «envuelven» de forma concéntrica alrededor del tubo de recolección de permeado (8), para formar dos superficies de espiral opuestas (superficie de espiral de entrada (30) y superficie de espiral de salida (32)), donde los extremos distales de las hojas de membrana forman una periferia cilíndrica (39). El conjunto de espiral resultante se sujeta en su lugar a través de una cita u otro medio. Las superficies de espiral (30, 32) del módulo luego pueden recortarse y se puede aplicar opcionalmente un sellante en la unión entre la superficie

de espiral (30, 32) y el tubo de recolección de permeado (8), como se describe en US 7951295 de Larson et ál. Es posible formar una superficie periférica externa (38) alrededor de la periferia cilíndrica (39). La superficie periférica externa (38) puede comprender una capa impermeable (78), como un recubrimiento de fibra de vidrio, que se aplica en la periférica cilíndrica del módulo (39). De forma alternativa, se puede utilizar una capa de cinta como se describe en US 8142588 de Mc-Collam. Remitirse también a JP 2005/279556 y JP 1037560. En incluso otra realización, se puede seleccionar un material poroso para formar una superficie externa porosa (80) a través de la cual pueda fluir el líquido. En una realización, se puede aplicar una capa (p. ej., cinta o termorretráctil), en donde la capa incluya orificios en la totalidad o una parte de la superficie periférica externa (38). De forma similar, se pueden utilizar otras superficies externas u otros materiales de recubrimiento y convertirlos en porosos antes o después de la aplicación en la periferia cilíndrica del módulo (39). En una realización preferida, se coloca un sello de salmuera (65) alrededor de una parte de la superficie periférica externa (38) del módulo (2) y la superficie periférica externa (38) es porosa únicamente en partes posteriores al sello de salmuera (65).

Las membranas que se utilizan para esta aplicación pueden clasificarse como de ósmosis inversa o nanofiltración. Las membranas OI que se utilizan para formar envolturas son relativamente impermeables a prácticamente todas las sales disueltas y suelen rechazar más de aproximadamente 95% de las sales con iones monovalentes, como cloruro de sodio. Las membranas OI también suelen rechazar más de aproximadamente 95% de las moléculas inorgánicas, así como las moléculas orgánicas con pesos moleculares superiores a aproximadamente 100 Daltons. Las membranas NF son más permeables que las membranas OI y suelen rechazar menos de aproximadamente 95% de las sales con iones monovalentes, a la vez que rechazan más de aproximadamente 50% (y a menudo más del 90%) de las sales con iones divalentes, dependiendo de las especies de iones divalentes. Las membranas NF también suelen rechazar partículas en el espectro nanométrico, así como las moléculas orgánicas con pesos moleculares superiores a aproximadamente 200 a 500 Daltons. A los efectos de la presente descripción, el término «hiperfiltración» abarca tanto OI como NF.

La lámina de membrana no se encuentra limitada de forma particular y se puede utilizar una gran variedad de materiales, p. ej., materiales de acetato de celulosa, polisulfona, poliétersulfona, poliamidas, polisulfonamida, fluoruro de polivinilideno, etc. Una membrana preferida es un compuesto de tres capas que comprenda 1) una capa de respaldo (lado trasero) de una malla de respaldo no tejida (p. ej., una tela no tejida, como una tela de fibra de poliéster que se puede adquirir a través de Awa Paper Company), 2) una capa media que comprenda un soporte poroso con un grosor típico de aproximadamente 25 a 125 μm y 3) una capa separadora superior (lado delantero) que comprenda una capa fina de película de poliamida con un grosor típicamente inferior a aproximadamente 1 micrón, p. ej., entre 0.01 micrones y 1 micrón, pero más comúnmente de aproximadamente 0.01 a 0.1 μm . La capa de respaldo comprende preferiblemente una capa de tela no tejida o malla fibrosa que incluye fibras que puedan dirigirse. De forma alternativa, se puede utilizar una tela tejida, como una tela para velas. Se describen ejemplos representativos en US 4214994, US 4795559, US 5435957, US 5919026, US 6156680, US 2008/0295951 y US 7048855. El soporte poroso suele ser un material polimérico con tamaños de poro suficientemente grandes para permitir un pasaje esencialmente sin restricciones de permeado, pero no demasiado grandes como para interferir con la obturación de una capa de película fina de poliamida que allí se forme. Por ejemplo, el tamaño de poro del soporte oscila preferiblemente de aproximadamente 0.001 a 0.5 μm . Los ejemplos de soportes porosos incluyen los que se fabrican a partir de: polisulfona, poliétersulfona, poliimida, poliamida, polieterimida, poliacrilonitrilo, poli(metilmetakrilato), polietileno, polipropileno y diversos polímeros halogenados, como fluoruro de polivinilideno. La capa de separación se forma preferiblemente mediante una reacción de policondensación interfacial sobre la superficie de la capa de polímero microporoso. Dada su relativa delgadez, la capa de poliamida resultante se suele describir en función de su cobertura de recubrimiento o carga en el soporte poroso, p. ej., de aproximadamente 2 a 5000 mg de poliamida por metro cuadrado de área de superficie de soporte poroso y, más preferiblemente, de aproximadamente 50 a 500 mg/m^2 .

Las membranas prototípicas para ósmosis inversa son membranas de tipo FT-30™ de FilmTec Corporation, elaboradas mediante reacción de m-fenileno diamina y cloruro de timesoilo. Estas y otras reacciones de policondensación interfacial se encuentran descritas en diversas fuentes (p. ej., US 4277344 y US 6878278). La capa de membrana de poliamida puede elaborarse mediante polimerización interfacial de un monómero de amina polifuncional con un monómero de haluro de acilo polifuncional (con intención de que cada término haga referencia al uso de una única especie o de múltiples especies), en al menos una superficie de un soporte poroso. Como se emplea en la presente memoria, el término «poliamida» hace referencia a un polímero en el cual los enlaces amida (-C(O)NH-) se producen a lo largo de la cadena molecular. Los monómeros de amina polifuncional y haluro de acilo polifuncional se aplican más comúnmente al soporte poroso mediante una etapa de recubrimiento desde la solución, con el monómero de amina polifuncional generalmente recubierto a partir de una solución polar o de base acuosa y el haluro de acilo polifuncional a partir de una solución no polar o de base orgánica.

En la técnica se conocen otros materiales para la construcción de diversos componentes de los módulos en espiral. Los sellantes adecuados para sellar las envolturas de membrana incluyen uretanos, epoxis, siliconas, acrilatos, adhesivos de fusión con calor y adhesivos que se curan con UV. Si bien son menos comunes, también se pueden utilizar otros medios de sellado, como aplicación de calor, presión, soldadura ultrasónica y cintas. Los tubos de recolección de permeado se suelen elaborar a partir de materiales plásticos, como acrilonitrilo-butadienoestireno, cloruro de polivinilo, polisulfona, poli(óxido de fenileno), poliestireno, polipropileno, polietileno o similares. Los materiales de poliéster tricot suelen utilizarse como separadores de permeado. En US 8388848 se describen

separadores de permeado adicionales.

5 Durante la actividad, una solución presurizada de alimentación pasa a través del lado delantero (34) de las hojas de membrana (10, 10') y se separa en una corriente de concentrado y otra de permeado. Las flechas en la figura 1 ilustran los sentidos de flujo general (26, 28) de la alimentación y el permeado a través de un módulo convencional (2). El fluido de alimentación ingresa en el módulo (2) desde la superficie de espiral de entrada (30) y sale del módulo (como concentrado) por la superficie de espiral de salida (32). El fluido permeado que pasó a través de la membrana fluye a lo largo de la lámina de separador de permeado (12) en un sentido generalmente perpendicular con respecto al tubo de recolección de permeado (8) (es decir, el eje X), como indica la flecha (28).

10 Las figuras 2a y b ilustran realizaciones alternativas del módulo (2), en las cuales el flujo de alimentación dominante se encuentra en sentido radial con respecto al tubo de recolección de permeado (8). En estas vistas, los módulos (2) se muestran en estado no enrollado para ilustrar mejor los sentidos de flujo de alimentación. Las flechas punteadas (48) ilustran los circuitos de flujo de alimentación en el separador de alimentación (6) que se producen, predominantemente, desde el tubo de permeado y hacia el extremo distal (20) de las láminas de membrana. A los efectos de la presente invención, un módulo cuenta con un circuito de flujo radial exterior si la mayor parte de la alimentación ingresa cerca del tubo de permeado (8), sale cerca de la superficie periférica (38) y la magnitud del componente de velocidad de alimentación perpendicular al eje central (X) del tubo de permeado (8) es superior al 50% de la velocidad de alimentación de la mayor parte de la región de membrana activa (25). Los circuitos de flujo en la figura 2a son coherentes con la alimentación que sale del módulo desde la superficie periférica externa (38). En la figura 2b, los circuitos de flujo son coherentes con la alimentación que sale del módulo desde la superficie de espiral de salida (32) cerca de la superficie periférica externa (38) del módulo. Las disposiciones preferidas incluyen estos circuitos de flujo, así como disposiciones en las cuales la alimentación sale tanto desde la superficie periférica (38) como desde la superficie de espiral de salida (32).

15 La lámina de separador de alimentación (6) preferiblemente comprende una lámina de material de red o malla polimérico que incluya múltiples filamentos cruzados, similar a los que se pueden adquirir con la marca VEXAR™ a través de Conwed Plastics o como se describe en US 6881336 de Johnson. En una realización preferida, el separador de alimentación tiene un grosor inferior a 0.5 mm. Preferiblemente, el separador de alimentación cuenta con una resistencia mediana al fluido perpendicular al tubo de recolección de permeado (8) superior a 0.5 psi/ft, más preferiblemente superior a 1 psi/ft o incluso superior a 2 psi/ft, al medirse a 25°C con una velocidad de flujo promedio de 15 cm/seg. En una realización, el separador de alimentación cuenta con una resistencia uniforme al flujo a través del módulo.

20 En una realización preferida, la lámina de separador de alimentación (6) incluye: i) una parte de ingreso de alimentación (50) que se extiende a lo largo del tubo de recolección de permeado (8) desde la superficie de espiral de entrada (30) y hacia la superficie de espiral de salida (32), ii) una parte de salida de alimentación (52) que se extiende de forma alargada cerca de la superficie periférica externa (38) (es decir, adyacente al borde distal de la envoltura de membrana (20)) desde la superficie de espiral de salida (32) y hacia la superficie de espiral de entrada (30), y iii) una parte central de alimentación (54) ubicada entre la parte de entrada de alimentación (50) y la parte de salida de alimentación (52). Cada una de la parte de entrada de alimentación (50) y la parte central de alimentación (54) de la lámina de separador de alimentación (6) puede tener una resistencia mediana al flujo distinta, en donde el término «resistencia al flujo» hace referencia a la reducción de presión por unidad de distancia a una velocidad de agua de 1 cm/segundo a 25°C. De forma más específica, la parte de entrada de alimentación (50) cuenta con una resistencia al fluido mediana en un sentido paralelo al tubo de recolección de permeado (8) inferior al 25% de la resistencia al flujo mediana de la parte central de alimentación (54) en un sentido perpendicular al tubo de recolección de permeado (8). En otra realización preferida, la parte de salida de alimentación (52) de la lámina de separador de alimentación (6) también cuenta con una resistencia al flujo mediana inferior al 25% de la resistencia mediana al flujo de la parte central de alimentación (54) en un sentido perpendicular al tubo de recolección de permeado (8). De esta forma, las partes de entrada (50) y la salida (52) de alimentación actúan efectivamente como distribuidores de flujo de baja resistencia para el flujo del fluido de alimentación y desde la parte central de alimentación (54). Preferiblemente, la resistencia mediana al fluido perpendicular al tubo de recolección de permeado (8) en la parte central de alimentación (54) es superior a 0.5 psi/ft (11.2 kPa/m), más preferiblemente superior a 1 psi/ft (22.6 kPa/m) o incluso superior a 2 psi/ft (45.2 kPa/m), al medirse a 25°C con una velocidad de flujo promedio de 15 cm/seg. La resistencia mediana al fluido paralelo al tubo de recolección de permeado (8) en la parte de entrada de alimentación (50) y/o la parte de salida de alimentación (52) es preferiblemente inferior a 1.0 psi/ft (22.6 kPa/m), más preferiblemente inferior a 0.5 psi/ft (11.2 kPa/m) o incluso inferior a 0.25 psi/ft (5.7 kPa/m), al medirse a 25°C con una velocidad de flujo promedio de 15 cm/seg.

25 La lámina de separador de alimentación (6) puede encontrarse en forma de una única lámina con distintas partes (entrada de alimentación (50), salida de alimentación (52) y central de alimentación (54)) con diferentes resistencias al flujo o puede comprender partes separadas que pueden fijarse opcionalmente entre sí para facilitar el ensamblaje del módulo. Por ejemplo, la lámina de separador de alimentación (6) puede producirse con partes con diferentes grosores, volumen libre, cantidad de filamentos, ángulos entre los filamentos y afinado de hebras. También se puede utilizar la orientación del separador de alimentación con respecto al sentido del flujo (48) para variar la resistencia al flujo en un sentido específico. Por ejemplo, el mismo material separador puede utilizarse en la parte central de alimentación (54) como en la parte de entrada de alimentación (50) y en la parte de salida de alimentación

(52), pero se puede «diversificar» a través de la orientación de filamentos individuales (p.ej., a 90°) de forma tal de cambiar su resistencia al flujo en un sentido paralelo al tubo de recolección de permeado (8), (es decir, eje X). Preferiblemente, la parte central de alimentación (54) contiene una red orientada de modo de brindar una menor resistencia al flujo en el sentido perpendicular al tubo de permeado (8). Preferiblemente, la parte de entrada de alimentación (50) y/o la parte de salida de alimentación (52) contienen una red orientada de modo de brindar una menor resistencia al flujo en el sentido paralelo al tubo de recolección de permeado (8).

En otra realización, la resistencia al flujo de alimentación paralelo al tubo de recolección de permeado (8) se puede reducir modificando un componente de la lámina de separador de alimentación (6) en una o más partes en toda la lámina de separador de alimentación (6). Por ejemplo, se pueden recortar las regiones de una red en la parte de entrada de alimentación (50) y/o la parte de salida de alimentación (52). Preferiblemente, las partes recortadas son alargadas y se encuentran orientadas en el sentido del tubo de recolección de permeado (8). De manera alternativa, se pueden estampar canales de flujo en una red para facilitar el flujo hacia el tubo de permeado (8). En incluso otra realización alternativa, toda la lámina de separador de alimentación (6) puede incluir un primer tipo de lámina de separador y se puede agregar una capa de menor resistencia que se superponga con el primer tipo de lámina de separador en una o ambas de la parte de entrada de alimentación y salida de alimentación (50, 52) de la lámina de separador de alimentación (6), con lo cual se reduce la resistencia al flujo en una parte específica. De manera más general, el módulo (2) puede incluir un primer tipo de lámina de separador ubicado en la parte central de alimentación (52) y la parte de entrada de alimentación (50) o la parte de salida de alimentación (52) de la lámina de separador de alimentación (6) pueden incluir tanto un primer tipo de lámina de separador como un segundo tipo de separador superpuesto, en donde el segundo tipo de lámina de separador preferiblemente cuenta con resistencia media al flujo en sentido paralelo al tubo de recolección de permeado (8) inferior al primer tipo de lámina de separador. De forma más preferida, el segundo tipo de lámina de separador es una red orientada de modo de contar con menos resistencia al flujo en sentido paralelo al tubo de recolección de permeado (8) con respecto al sentido perpendicular al tubo de recolección de permeado (8). El segundo tipo de separador puede fijarse al primer tipo de lámina de separador para ayudar en el enrollado del módulo. La parte de entrada de alimentación (50) y la parte de salida de alimentación (52) de la lámina de separador de alimentación (6) se muestran en la figura 2 separadas de la parte central de alimentación (54) a través de líneas punteadas (56, 58). Si bien no se muestra a escala en la figura 2, cada una de la parte de entrada de alimentación (50) y la parte de salida de alimentación (52) comprende preferiblemente menos de 20% (y más preferiblemente menos de 15% o incluso 10%) del área total de la lámina de separador de alimentación (6) y la parte central de alimentación (54) comprende la mayor parte (p. ej., 60%, 75%, 90%, etc.) del área total. En la realización preferida que se ilustra, las partes de entrada y salida de alimentación (50, 52) tienen forma generalmente rectangular y se encuentran ubicadas a lo largo del tubo de recolección de permeado (8) y cerca de la superficie periférica externa (38), respectivamente. En incluso otra realización preferida, la mayor parte (más del 50% del área) de la parte de salida de alimentación (52) de la lámina de separador de alimentación (6) se encuentra en contacto plano con la región de membrana no activa (25') de la lámina de membrana (10), preferiblemente en un punto entre la región de membrana activa (25) y la superficie periférica del módulo (38). En aun otra realización preferida, la parte de salida de alimentación (52) solamente entra en contacto con las regiones de membrana no activa (25') de una lámina de membrana (10) en puntos distales con respecto a su región de membrana activa (25).

Durante la actividad, los flujos de alimentación que ingresan en la región de entrada de alimentación (60) ubicada en la superficie de espiral de entrada (30) junto al tubo de recolección de permeado (8) fluyen en sentido axial a lo largo del tubo de recolección de permeado (8) hacia el interior de la parte de entrada de alimentación (50) y luego fluyen en sentido radial a través de la parte central de alimentación (54) hacia la superficie periférica externa (38). La figura 2a muestra circuitos de flujo coherentes con una alimentación que sale como descarte cerca a través de una superficie porosa periférica externa (38). La figura 2b indica un cambio en el sentido del flujo de alimentación en la parte de salida de alimentación (52), en donde la alimentación posteriormente fluye en sentido axial para salir del módulo (2) en una región de salida de alimentación (64) ubicada en la superficie de espiral de salida (32) adyacente a la periferia cilíndrica (39). Por lo tanto, según una realización preferida de la invención, el flujo de alimentación enfrenta una resistencia al flujo relativamente baja al ingresar en el módulo y pasar a través de la parte de entrada de alimentación (50). Esta área de baja resistencia permite redirigir la alimentación en sentido radial, a la vez que se evitan regiones «muertas» cerca del tubo de recolección de permeado (8), en las cuales la velocidad de alimentación de lo contrario puede ser lenta. Adicionalmente, la parte de salida de alimentación (52) permite que el flujo de alimentación mantenga una velocidad elevada y uniforme a través de la membrana activa (25) cerca de la periferia del módulo (39), donde se encuentra la mayor concentración de sellante. Dado que la periferia del módulo (39) (cerca de los extremos distales de la envoltura de membrana (4)) es donde se encuentra la mayor contrapresión de permeado, se reduce el flujo en esta parte. Por consiguiente, la formación de sarro es mucho menos probable, lo cual hace que se pueda utilizar el módulo de membrana en espiral con mayores tasas de extracción que en los diseños convencionales.

Tal como se muestra en la figura 3, el ensamblaje de filtro incluye además un sello de salmuera (65) colocado de forma concéntrica alrededor de una parte de la superficie periférica externa (38) del módulo (2). El sello de salmuera (65) incluye: i) un reborde flexible de extensión radial (70) que define un diámetro externo máximo, adaptado para entrar en contacto con una cámara interna (89) de un recipiente de presión (90), ii) una superficie de tapón terminal (72) que cubre una parte de la primera superficie de espiral (30) y iii) al menos una abertura (76) en la superficie de

tapón terminal (72) para permitir el flujo de fluido a través de la superficie de espiral (30) y hacia el interior de la lámina de separador de alimentación (6) del módulo (2). El reborde (70) y la superficie de tapón terminal (72) pueden comprender partes separadas que pueden instalarse por separado y, posteriormente, sellarse entre sí (p. ej., aplicando un adhesivo, sellante, polímero de fusión con calor, etc.). En una realización preferida, el reborde (70) y la superficie de tapón terminal (72) comprenden una única unidad integral de material no poroso (preferiblemente elastomérico). La superficie de tapón terminal (72) puede encontrarse sellada con la primera superficie de espiral (30), p. ej., mediante aplicación de un sellante, adhesivo, polímero de fusión con calor, etc. A los efectos de limitar el flujo de alimentación hacia el interior del módulo a través del primer extremo de espiral, la superficie de tapón terminal (72) cubre preferiblemente al menos el 75% de la primera superficie de espiral (30), con una o más aberturas (76) ubicadas junto al tubo de recolección de permeado (8). Esta configuración facilita el flujo de alimentación, como se describió anteriormente con respecto a las figuras 2a y 2b. La superficie periférica externa (38) del módulo (2) puede incluir una superficie porosa (80), p. ej., una capa porosa de cinta, en consonancia con la realización de circuito de flujo ilustrada en la figura 2a.

Tal como se muestra adicionalmente en la figura 3, el ensamblaje de filtro se encuentra diseñado a los efectos de instalarse dentro de una cámara interna (89) de un recipiente de presión (90), según la práctica habitual en la industria. La selección de recipiente de presión (90) no se encuentra particularmente limitada, pero incluye preferiblemente una estructura sólida con capacidad de resistir las presiones que se utilicen durante la actividad. La estructura del recipiente incluye, preferiblemente, una cámara cilíndrica interna (89) con un diámetro interno levemente superior al diámetro externo de la superficie periférica externa (38) del módulo o de los módulos que deba recibir. En la realización ilustrada, el recipiente de presión (90) incluye una entrada de alimentación (92) ubicada en un extremo de la cámara (89), una salida de concentrado (94), preferiblemente ubicada en el extremo opuesto de la cámara, y al menos una salida de permeado (96). El recipiente de presión (90) también puede incluir una o más partes terminales (98) que sellen la cámara interna (89) tras cargarse con uno o más módulos (2). Luego de cargar el módulo (2) en el recipiente de presión (90), el reborde (70) del sello de salmuera (65) entra en contacto con la cámara interna (89) del recipiente de presión (90) y limita la derivación de flujo de alimentación alrededor de la primera superficie de espiral (30). En una realización preferida, el reborde (70) presenta un sesgo direccional (p. ej., se expande en diámetro debido a una diferencia direccional en la presión en todo el sello). En particular, el reborde (70) se flexiona de forma radial y hacia el exterior al someterse a presión de fluido en la primera superficie de espiral (30) superior a la segunda superficie de espiral (32).

En la realización de la figura 3, el reborde flexible de extensión radial (70) se encuentra sellado con la superficie de tapón externo (72) y ubicado antes de la primera superficie de espiral (30). En las realizaciones de las figuras 4a-c, el reborde flexible de extensión radial (70) rodea el módulo (2) alrededor de un punto entre las dos superficies de espiral (30, 32). En cualquier caso, un cambio en la forma del reborde (70) permite el contacto con la cámara interna (89) del recipiente de presión (90). La superficie de tapón terminal (72) se encuentra ubicada de forma perpendicular con respecto al eje central (X) que colinda con una o dos superficies de espiral del módulo (30, 32), que se suelen indicar como «superficie de espiral colindante (31)». Preferiblemente, la superficie de tapón terminal (72) cubre al menos el 75%, 80% o incluso 90% de la superficie de espiral colindante (31). A tales efectos, el área de superficie de espiral se corresponde con la parte transversal de la región anular entre el tubo permeado (8) y la superficie periférica (38) que consiste en membrana, separador de alimentación, separador de permeado y adhesivo asociado. Preferiblemente, la superficie de tapón terminal (72) se sella con una parte de la superficie de espiral colindante (31), como a través de una superficie elástica o un adhesivo (p. ej., polímero de fusión o adhesivo reactivo). En otra realización preferida, la superficie de tapón terminal (72) se puede colocar contra la totalidad o una parte del tubo de permeado (8). La superficie de tapón terminal (72) limita el flujo a través de la mayor parte de la superficie de espiral colindante (31). No obstante, la superficie de tapón terminal (72) incluye al menos una abertura (76) que permite el flujo fluido de alimentación desde el exterior del módulo (2) hacia el interior del separador de alimentación (6) en el módulo. Las aberturas en la superficie de tapón terminal (72) pueden encontrarse ubicadas más cerca del tubo de recolección de permeado (8) o de la superficie periférica externa del módulo (38). En una realización preferida, una abertura (76) en la superficie de tapón terminal (72) se encuentra ubicada cerca del tubo de recolección de permeado (8). En este caso, se prefiere adicionalmente que el reborde (70) del sello de salmuera (65) tenga un sesgo direccional y que se proporcione un mejor sello contra la cámara interna (89) del recipiente de presión (90) cuando se aplique una mayor presión en la superficie de espiral del módulo (31) colindante con la superficie de tapón terminal (72) que la que se aplica en la superficie de espiral opuesta. En una realización alternativa, se proporcionan múltiples aberturas (76) en la superficie de tapón terminal (72) cerca de la superficie periférica externa del módulo (38) y el reborde (70) del sello de salmuera (65) presenta un sesgo direccional para brindar un mejor sello cuando la superficie de espiral (31) que colinda con la superficie de tapón terminal (72) experimenta una menor presión que la superficie de espiral opuesta. Tal como se ilustra en la figura 4c, elementos de posicionamiento (37) en un separador de salmuera (65) pueden alinear el separador de salmuera (65) con el tubo de permeado (8) o la superficie periférica externa del módulo (38).

La superficie de tapón terminal (72) que colinda con la superficie de espiral (31) puede unirse al reborde flexible de extensión radial (70) a través de una camisa (74), colocada de forma concéntrica alrededor de la superficie periférica (38) del módulo (2) y extendida a lo largo del eje (X). La camisa (74) brinda, preferiblemente, un sello de fluido entre la superficie de tapón terminal y el reborde (70). La camisa (74) se elabora, preferiblemente, a partir de un material no poroso y puede ser un componente distinto que se sella con el reborde (70) y la superficie de tapón terminal (72)

o una parte integral de estos, es decir, una única unidad integral, preferiblemente de material no poroso, incluido un material elastomérico. Preferiblemente, la camisa (74) se extiende al menos 1 cm, preferiblemente al menos 2 cm, por encima de la superficie de espiral colindante (31). Esto permite utilizar un módulo de mayor extensión en un recipiente de presión estándar, mientras que el reborde flexible de extensión radial (70) tiene la capacidad de entrar en contacto con una región interna del recipiente de presión.

El sello de salmuera (65) se une preferiblemente a una parte del módulo (2), de modo tal de mantener el sello de fluido entre la superficie de tapón terminal (72) y la superficie de espiral colindante (31). Por ejemplo, la camisa (74) puede unirse a la superficie periférica externa (38) del módulo (2). La superficie de tapón terminal (72) puede unirse a la superficie de espiral (31). La superficie de tapón terminal (72) también puede unirse al tubo de permeado (8), como a través de un adhesivo o una soldadura por fricción. Se reconoce que puede existir de todas formas un circuito de fluido para flujo de alimentación en el separador de alimentación (dentro del módulo), junto a la superficie de espiral colindante (31). No obstante, al mantener el sello entre la superficie de tapón terminal (72) y la superficie de espiral colindante (31) se evita la derivación del flujo de alimentación, de modo tal que al menos 95% de la solución pase a través del separador de alimentación (6) en el módulo (2).

El sello de salmuera (65) limita el flujo hacia y desde una superficie de espiral (30, 32) a regiones específicas. Una superficie de tapón terminal (72) colindante con la superficie de espiral de entrada (30) limita el flujo de alimentación a áreas cercanas al tubo de recolección de permeado (8) y separadas de la superficie periférica externa del módulo (38). De forma similar, una superficie de tapón terminal (72) colindante con la superficie de espiral de salida (32) puede limitar el flujo de alimentación desde el módulo (2) a áreas de la superficie de espiral de salida (32) cercanas a la superficie periférica externa (38), junto a la periferia externa del módulo (39). En el extremo opuesto al sello de salmuera (65), los elementos para limitar el flujo hacia y desde el módulo no se encuentran particularmente limitados, sino que pueden incluir el uso de sellantes (62), como se describió anteriormente con respecto a las figuras 2a y 2b, o miembros de tapón (33, 35) en las superficies de espiral (30, 32), para promover el flujo radial. Por ejemplo, las figuras 5a y 5b ilustran miembros de tapón adecuados para la superficie de espiral de salida (32), para evitar un circuito corto de flujo de alimentación axial hacia el exterior del módulo. La figura 5c ilustra un miembro de tapón para la superficie de espiral de entrada, adecuado para dirigir el flujo de alimentación inicial hacia una región cercana al tubo de permeado.

Es posible utilizar el sello de salmuera (65) de la presente con módulo con ambos conjuntos de circuitos de flujo de alimentación ilustrados en las figuras 2a y 2b, así como combinaciones de los mismos. En consonancia con el circuito de flujo de la figura 2b, la realización ilustrada en la figura 4b incluye un sello de salmuera (65) en la superficie de espiral de salida (32), con diversas aberturas (76) cerca de su superficie periférica externa (38). En consonancia con el circuito de flujo ilustrado en la figura 2a, la realización de la figura 4a incluye un sello de salmuera (65) en la superficie de espiral de entrada (30), una abertura (76) cerca del centro de su superficie de tapón terminal (72) y un módulo (2) con una superficie porosa (80) en su superficie periférica externa (38), desde el cual puede salir el flujo de alimentación como concentrado. En la realización de la figura 3, el sello de salmuera (65) puede permitir la salida de alimentación desde el módulo (2) de una amplia mayoría de la superficie periférica externa (38) del módulo (2). En esta realización, la superficie periférica externa (38) es porosa y la alimentación puede salir de la superficie periférica externa del módulo (38) desde una región posterior al sello de salmuera (65). En la figura 4a, la camisa (74) que proporciona sello de fluido entre la superficie de tapón terminal (72) y el reborde (70) también posibilita la salida de alimentación de la superficie porosa (80) desde un espacio debajo del sello de salmuera (65). La figura 4b ilustra una superficie no porosa (78), de modo tal que el flujo de alimentación salga como descarte a través de las aberturas (76) en la superficie de tapón terminal (72). En el ensamblaje de filtro de la figura 4c, el flujo de alimentación puede salir del módulo (2) únicamente desde una parte porosa de la superficie periférica externa (38) posterior al separador de salmuera (65).

El módulo y los sellos de salmuera que se ilustran en las figuras 3 y 4a-c también ilustran otros diversos elementos. En ambos extremos, el módulo puede contar con un tubo de permeado (8) que se extienda más allá de las superficies de espiral (30, 32) o el tubo de permeado (8) puede encontrarse al mismo nivel que una superficie de espiral. Para entrar en contacto con la salida de permeado (96) de un recipiente (90), el tubo de permeado (8) puede incluir una membrana de sellado (67), como una junta tórica, en uno o ambos extremos o en ninguno de los extremos. Preferiblemente, la junta tórica se encuentra unida al tubo de permeado (8) más cerca de la superficie de espiral de salida (32) y opuesta a la superficie de espiral más cerca del sello de salmuera (65). Si bien no se muestra, el tubo de recolección de permeado (8) puede incluir además un extremo sellado más cerca de la superficie de espiral de entrada (30), para imposibilitar el pasaje de permeado. Los elementos de posicionamiento (37) en el sello de salmuera (67) o el miembro de tapón (33, 35) pueden alinear el miembro de tapón con el tubo de permeado (8) o con la superficie periférica del módulo (38).

La presente invención es particularmente adecuada para sistemas diseñados para uso doméstico, p. ej., aquellos con un área de membrana inferior a 2 m² y, más preferiblemente, inferior a 1 m². Un ancho preferido de la membrana activa (25) en el sentido del eje X para dicho módulo es inferior a 0.5 m. Una extensión preferida de la membrana activa (25) en el sentido perpendicular al eje X es superior a 1 m. En realizaciones preferidas, la relación de extensión mediana a ancho mediano para la membrana activa supera 2 y, más preferiblemente, supera 3 o incluso supera 4. Junto con una lámina de separador de alimentación (6) de gran resistencia y una geometría (incluido el sello de salmuera (65)) que promueva el flujo radial, la reducción de presión entre superficies de espiral

opuestas (30, 32) puede superar considerablemente la de una actividad convencional, en particular luego de la formación de sarro o incrustaciones. En este caso, la camisa (74) que sella el reborde flexible de extensión radial (70) a la superficie de tapón terminal (72) colindante con una superficie de espiral (30) puede inhibir además la derivación entre el módulo (2) y el sello de salmuera (65).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un ensamblaje de filtro adaptado para inserción en una cámara interna de un recipiente de presión, en donde el ensamblaje comprende: un módulo de membrana en espiral (2) que comprende al menos una envoltura de membrana (4) y lámina de separador de alimentación (6) envuelta de forma concéntrica alrededor de un tubo central de permeado (8) a lo largo de un eje (X), con lo cual se forma una superficie de espiral de entrada (30) y una superficie de espiral de salida (32), así como una superficie cilíndrica y periférica externa (38), y un sello de salmuera (65) colocado de forma concéntrica alrededor de una parte de la superficie periférica externa (38), caracterizado por que el sello de salmuera (65) comprende:
- 10 i) un reborde flexible de extensión radial (70) que define un diámetro externo máximo adaptado para entrar en contacto con la cámara interna del recipiente de presión,
- ii) una superficie de tapón terminal (72) sellada con la superficie de espiral de entrada (30), que limita el flujo a través de la mayor parte de la superficie de espiral de entrada (30) y
- 15 iii) al menos una abertura (76) en la superficie de tapón terminal (72) adyacente al tubo de recolección de permeado (8) para permitir el flujo de fluido a través de la superficie de espiral de entrada (30) y en la lámina e separador de alimentación (6) del módulo (2), en donde la superficie de la tapón terminal (72) cubre al menos 75% de la superficie de espiral de entrada (30) y limita el flujo de alimentación en áreas ubicadas cerca del tubo de recolección de permeado (8) y separadas de la superficie periférica externa (38), y
- 20 iv) un circuito de flujo radial exterior en donde la mayor parte del flujo de alimentación ingresa en el módulo (2) cerca del tubo de permeado (8), fluye en un sentido radial con respecto al tubo de recolección de permeado (8) y sale del módulo (2) desde: i) la superficie periférica externa (38) o (ii) la superficie de espiral de salida (32) cerca de la superficie periférica externa (38) del módulo (2).
2. El ensamblaje de filtro de la reivindicación 1, en donde el reborde (70) y la superficie de tapón terminal (72) del sello de salmuera (65) comprenden una unidad integral de material no poroso.
- 25 3. El ensamblaje de filtro de la reivindicación 1, en donde el sello de salmuera (65) comprende además una camisa (74), ubicada de forma concéntrica alrededor de una parte de la superficie periférica externa (38) y extendida de forma axial al menos 1 cm desde el reborde (70) hacia la superficie de tapón terminal (72).
4. El ensamblaje de filtro de la reivindicación 3, en donde la camisa (74), el reborde (70) y la superficie de tapón terminal (72) comprenden una única unidad integral de material elastomérico no poroso.
- 30 5. El ensamblaje de filtro de la reivindicación 1, en donde el reborde (70) se flexiona de forma radial y hacia el exterior al someterse a presión de fluido en la primera superficie de espiral (30) superior a la segunda superficie de espiral (32).
6. El ensamblaje de filtro de la reivindicación 1, en donde la superficie periférica externa (38) del módulo (2) comprende una superficie porosa (80).

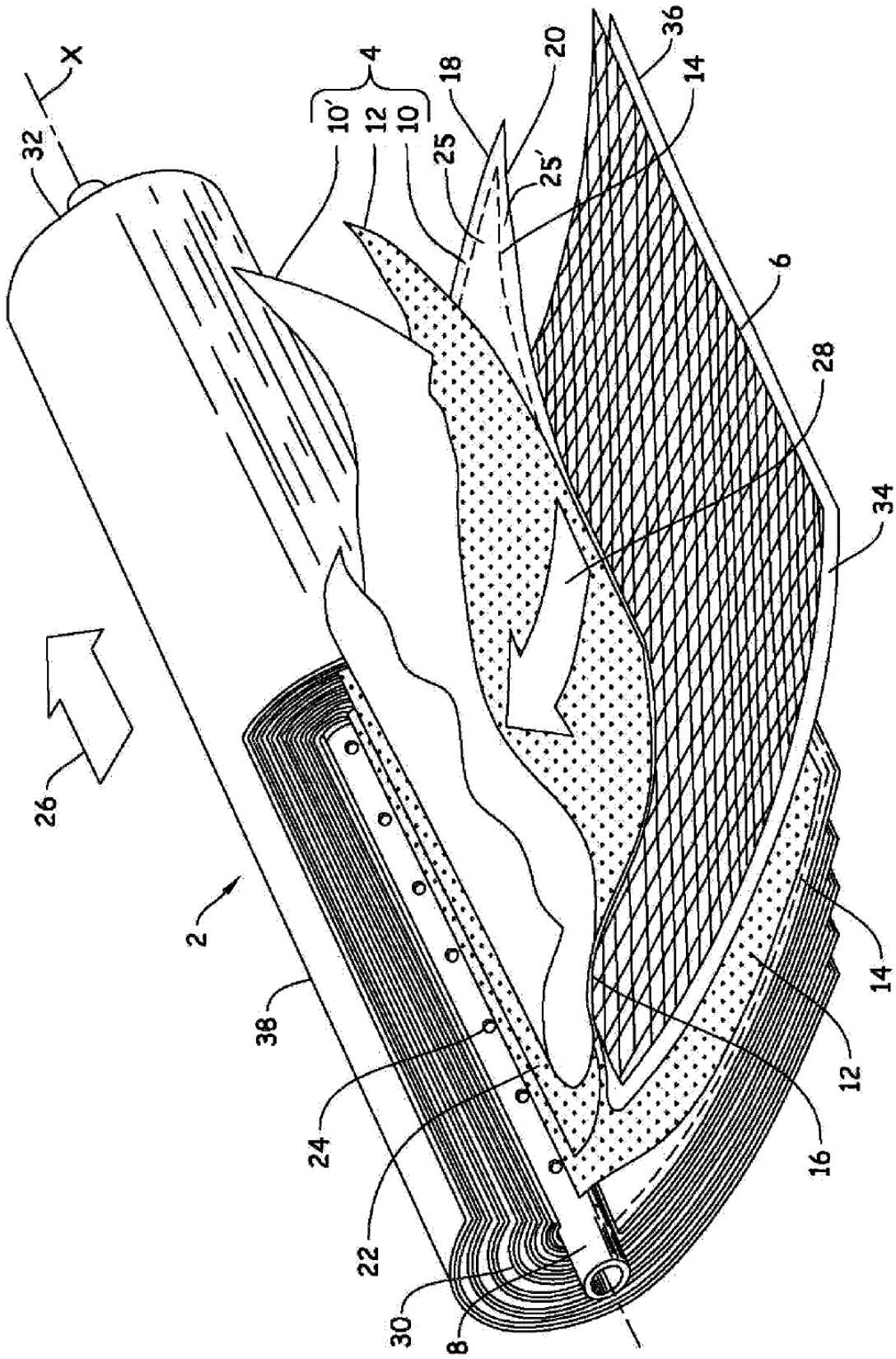


Fig. 1

Fig 2a.

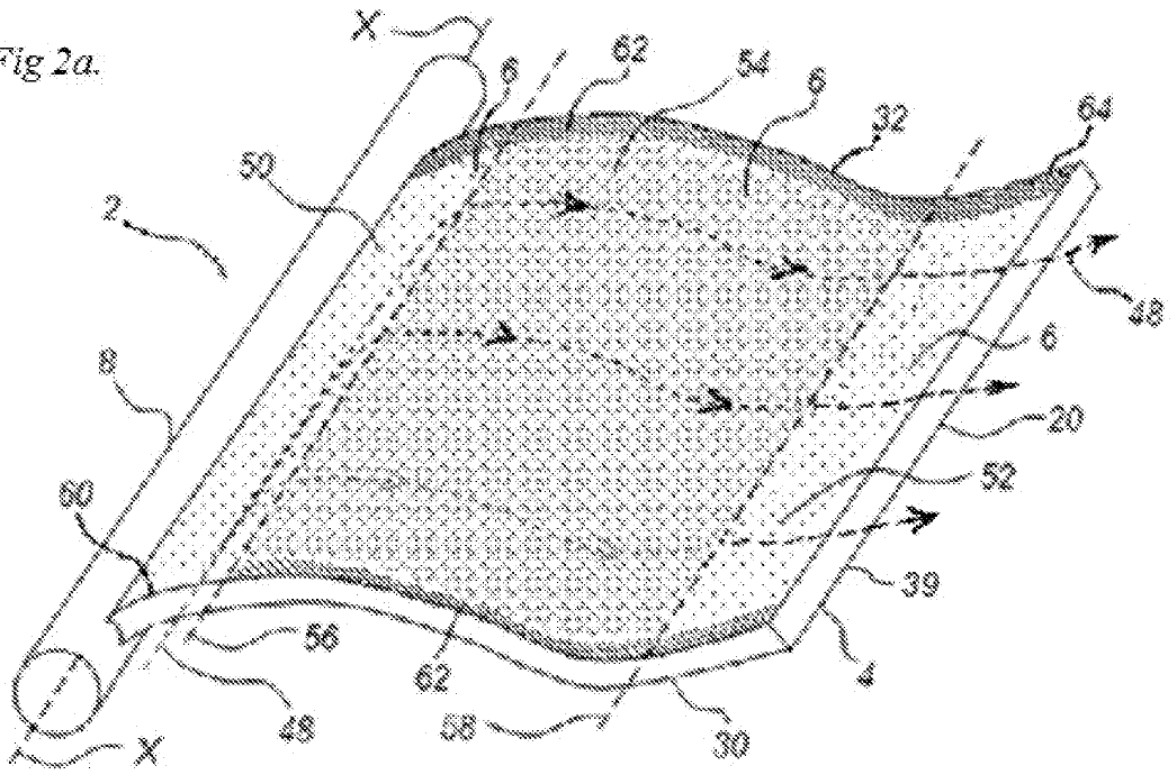
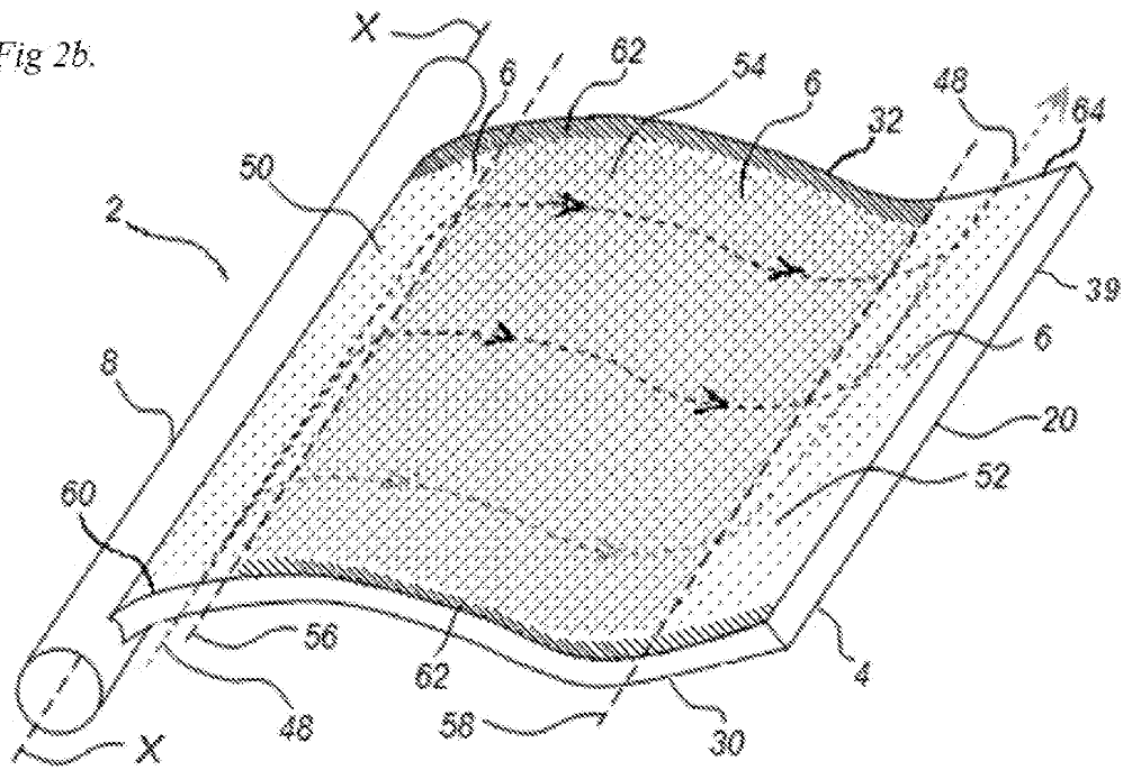


Fig 2b.



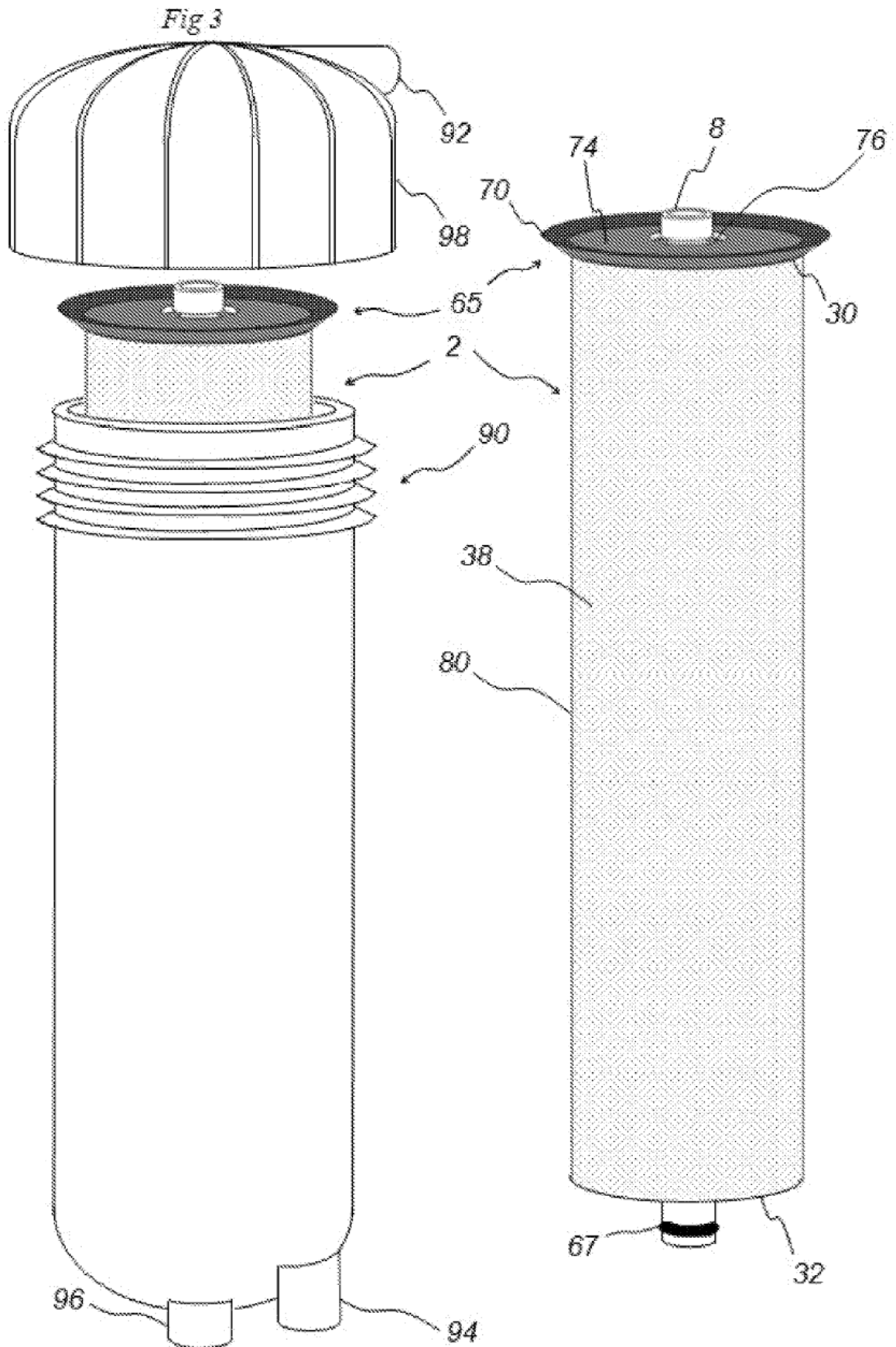


Fig. 5a

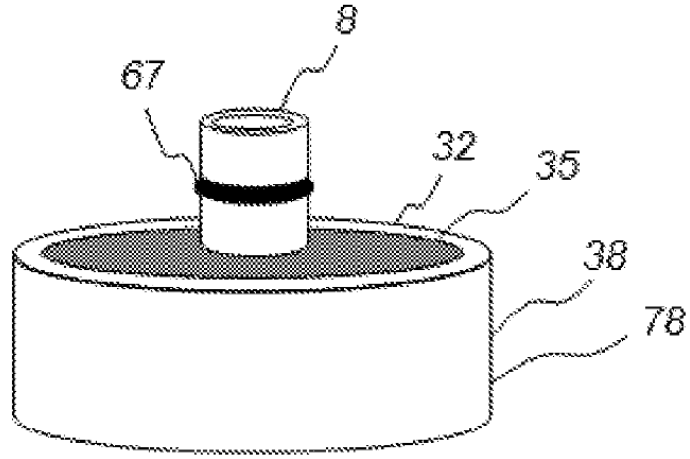


Fig. 5b

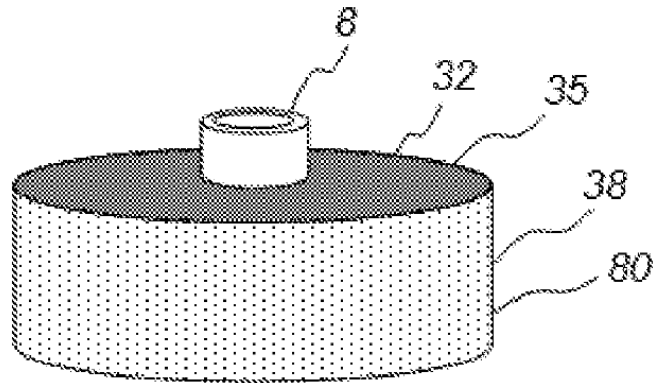


Fig. 5c

