

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 894**

51 Int. Cl.:

B01D 63/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2014 PCT/US2014/034061**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014 WO14176067**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2014 E 14724946 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2958665**

54 Título: **Montaje que incluye módulos enrollados en espiral conectados en serie con controlador de flujo de filtrado**

30 Prioridad:

26.04.2013 US 201361816186 P

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

29.10.2018

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674 , US**

72 Inventor/es:

**HOEHN, KAI-UWE y
GARCIA MOLINA, VERONICA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 687 894 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

Montaje que incluye módulos enrollados en espiral conectados en serie con controlador de flujo de filtrado

Campo

La invención se refiere a montajes que incluyen módulos en espiral conectados en serie.

5 Introducción

Los montajes de filtración enrollados en espiral se utilizan en una amplia variedad de separaciones de fluidos. En una realización convencional, una pluralidad de módulos de membrana enrollados en espiral ("elementos") está dispuesta en serie e interconectada dentro de un recipiente a presión. Durante la operación, se introduce fluido de alimentación presurizado en el recipiente, pasa sucesivamente a través de los módulos individuales y sale del recipiente en al menos dos flujos: concentrado y filtrado. El fluido de alimentación fluye a través del recipiente y se concentra cada vez más a medida que el filtrado pasa a través de los módulos individuales. Simultáneamente, la presión de alimentación dentro del recipiente disminuye continuamente debido a la resistencia del espaciador de alimentación y aumenta la presión de retroceso. Estos efectos dan como resultado desequilibrios de flujo de filtrado entre elementos individuales que pueden conducir a un ensuciamiento prematuro de la membrana. El desequilibrio del flujo de filtrado reduce el volumen de agua que puede ser producido por el montaje sin exceder las pautas de flujo máximo para los módulos individuales.

Se han utilizado diversas técnicas para mitigar estos efectos. Por ejemplo: el documento US 4046685 extrae el filtrado de ambos extremos del montaje, lo que reduce la contrapresión del filtrado; El documento US 5503735 utiliza un restrictor de flujo descendente para restringir el flujo de concentrado; El documento US 2007/0272628 utiliza una combinación de elementos que tienen diferentes valores de flujo específicos estándar para gestionar mejor las diferencias en las condiciones de operación a lo largo del recipiente; El documento WO 2012/086478 utiliza un tubo de resistencia fijado dentro del tubo de filtrado de un elemento ascendente para reducir el flujo de filtrado; y el documento US 7410581 describe el uso de restrictores de flujo que pueden moverse a una posición alternativa a lo largo de los tubos de filtrado de los módulos interconectados. El documento EP 2008705 A1 da a conocer un montaje enrollado en espiral que comprende un canal de filtrado que tiene al menos una restricción de flujo para aumentar la presión en al menos parte del canal de filtrado.

Compendio

La presente invención se refiere a un montaje enrollado en espiral que comprende:

30 i) un recipiente a presión que comprende una entrada de alimentación, una salida de concentrado y una salida de filtrado, y

ii) una pluralidad de módulos enrollados en espiral, comprendiendo cada uno al menos una envoltura de membrana enrollada alrededor de un tubo de filtrado;

35 en donde los módulos enrollados en espiral están dispuestos en serie dentro del recipiente a presión con un primer elemento de la serie colocado adyacente a un primer extremo del recipiente a presión, y un último elemento de la serie colocado adyacente a un segundo extremo opuesto del recipiente a presión;

en donde que los tubos de filtrado de los elementos enrollados en espiral están conectados en serie para formar una vía de filtrado que está conectada a la salida de filtrado;

en donde el montaje se caracteriza por incluir un controlador de flujo dentro de la vía de filtrado entre el primer y el último elemento que

40 comprende un orificio de área variable que disminuye a medida que aumenta el flujo de filtrado.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras no están a escala e incluyen vistas idealizadas para facilitar la descripción. En la medida de lo posible, se han utilizado los mismos números en todas las Figuras y la descripción escrita para designar características iguales o similares.

45 La Figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente recortada, de un módulo enrollado en espiral.

La Figura 2 es una vista de elevación seccionada transversalmente de una realización del montaje.

Descripción Detallada

50 La presente invención incluye módulos enrollados en espiral ("elementos") adecuados para uso en ósmosis inversa (OI) y nanofiltración (NF). Dichos módulos incluyen una o más envolturas de membrana OI o NF y hojas espaciadoras de alimentación enrolladas alrededor de un tubo de recolección de filtrado. Las membranas de OI utilizadas para

formar envolturas son relativamente impermeables a prácticamente todas las sales disueltas y típicamente rechazan más de aproximadamente el 95% de las sales que tienen iones monovalentes tales como el cloruro de sodio. Las membranas de OI también suelen rechazar más de aproximadamente el 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 típicamente rechazan menos del 95% de las sales que tienen iones monovalentes mientras que rechazan más del 50% (y a menudo más del 90%) de las sales que tienen iones divalentes, dependiendo de la especie de ion divalente. Las membranas NF también rechazan típicamente partículas en el intervalo nanométrico, así como moléculas orgánicas que tienen pesos moleculares mayores de aproximadamente 200 a 500 daltons.

En la Figura 1 se muestra de modo general un módulo de filtración enrollado en espiral representativo. El módulo (2) se forma enrollando concéntricamente una o más envolturas de membrana (4) y alimenta la hoja(s) espaciadora(s) ("espaciadores de alimentación") (6) alrededor de un tubo de recolección de filtrado (8). Cada envoltura de membrana (4) comprende preferiblemente dos secciones sustancialmente rectangulares de lámina de membrana (10, 10'). Cada sección de la lámina de membrana (10, 10') tiene una membrana o lado frontal (34) y un soporte o lado posterior (36). La envoltura de membrana (4) se forma superponiendo láminas de membrana (10, 10') y alineando sus bordes. En una realización preferida, las secciones (10, 10') de la lámina de membrana rodean una lámina espaciadora del canal de filtrado ("espaciador de filtrado") (12). Esta estructura de tipo sándwich se asegura conjuntamente, por ejemplo, por un sellante (14), a lo largo de tres bordes (16, 18, 20) para formar una envoltura (4) mientras un cuarto borde, es decir, "borde proximal" (22) se apoya en el tubo de recolección de filtrado (8) de modo tal que la parte interior de la envoltura (4) (y el espaciador de filtrado opcional (12)) está en comunicación fluida con una pluralidad de aberturas (24) que se extienden a lo largo de la longitud del tubo de recolección de filtrado (8). El módulo (2) comprende preferiblemente una pluralidad de envolturas de membrana (4) separadas por una pluralidad de hojas espaciadoras de alimentación (6). En la realización ilustrada, las envolturas de membrana (4) se forman uniendo las superficies del lado posterior (36) de los paquetes de hojas de membrana colocados adyacentemente. Un paquete de hojas de membrana comprende una lámina de membrana (10) sustancialmente rectangular plegada sobre sí misma para definir dos "hojas" de membrana en donde los lados frontales (34) de cada hoja están enfrentados y el pliegue está alineado axialmente con el borde proximal (22) de la envoltura de membrana (4), es decir, paralela al tubo de recolección de filtrado (8). Una lámina espaciadora de alimentación (6) se muestra situada entre los lados frontales enfrentados (34) de la lámina de membrana plegada (10). La lámina espaciadora de alimentación (6) facilita el flujo de fluido de alimentación en una dirección axial (es decir, paralela al tubo de recolección de filtrado (8)) a través del módulo (2). Si bien no se muestra, también se pueden incluir capas intermedias adicionales en el montaje. Los ejemplos representativos de paquetes de hojas de membrana y su fabricación se describen adicionalmente en el documento US 7875177.

Durante la fabricación del módulo, las láminas espaciadoras de filtrado (12) pueden unirse alrededor de la circunferencia del tubo de recolección de filtrado (8) con paquetes de hojas de membrana intercaladas entre ellas. Los lados posteriores (36) de hojas de membrana posicionadas adyacentes (10, 10') se sellan alrededor de partes de su periferia (16, 18, 20) para encerrar la lámina espaciadora de filtrado (12) para formar una envoltura de membrana (4). En el documento US 5538642 se describen técnicas adecuadas para unir la lámina espaciadora de filtrado al tubo de recolección de filtrado. La(s) envoltura(s) de membrana (4) y espaciador(es) de alimentación (6) se enrollan o son "ovillados" concéntricamente alrededor del tubo de recolección de filtrado (8) para formar dos caras de desplazamiento opuestas (30, 32) en los extremos opuestos y el haz de espiral resultante se mantiene en su lugar, tal como mediante cinta u otros medios. Las caras de desplazamiento del (30, 32) se pueden recortar y se puede aplicar opcionalmente un sellante en la unión entre la cara de desplazamiento (30, 32) y el tubo de recolección de filtrado (8), como se describe en el documento US 7951295. Se pueden enrollar fibras de vidrio largas alrededor del módulo construido parcialmente y de la resina (por ejemplo, epoxi líquido) aplicada y endurecida. En una realización alternativa, se puede aplicar cinta sobre la circunferencia del módulo enrollado tal como se describe en el documento US 8142588. Los extremos de los módulos pueden estar equipados con un dispositivo antideslizante o tapa de extremo (no mostrada) diseñada para evitar que las envolturas de membrana se desplacen por debajo del diferencial de presión entre los extremos de desplazamiento de entrada y salida del módulo. Los ejemplos representativos se describen en los documentos: US 5851356, US 6224767, US 7063789 y US 7198719. Aunque no es un aspecto requerido de la invención, las realizaciones preferidas de la invención incluyen tapas de extremo que incluyen una estructura de bloqueo para evitar el movimiento axial relativo entre las tapas de extremo acopladas. Tal estructura de bloqueo entre tapas de extremo puede acoplarse alineando tapas de extremo adyacentes de manera tal que una o más proyecciones o capturas que se extienden radialmente hacia dentro desde el interior del cubo externo de una tapa de extremo entren en receptáculos correspondientes dispuestos alrededor del cubo externo de la tapa del extremo frontal. Las tapas de extremo se acoplan girando una tapa de extremo con respecto a la otra hasta que las proyecciones o "agarres" hacen contacto o "se enganchan" a una estructura correspondiente del receptáculo. Este tipo de tapa de cierre está disponible en The Dow Chemical Company bajo la marca iLEC™ y se describe con más detalle en los documentos US 6632356 y US 2011/0042294. Si no se utilizan tales tapas de extremo, se pueden usar tubos de interconexión (como se muestra en la Figura 2) para evitar la mezcla del filtrado con la alimentación. Para evitar que el fluido de alimentación evite los elementos dentro del recipiente, se pueden colocar varios tipos de juntas (por ejemplo, tipo Chevron, juntas tóricas, copa en U, etc.) entre la periferia exterior de los elementos y la periferia interior del recipiente. Los ejemplos representativos se describen en los documentos US 2011/084455, US 8388842, US 8110016, US 6299772, US 6066254, US 5851267 y WO 2010/090251. En algunas realizaciones, los montajes de sellado están equipados con un desvío que permite que el fluido de alimentación limitado fluya alrededor de los elementos, por ejemplo, véanse los

documentos US 5128037, US 7208088 y WO 2013/015971.

Los materiales para construir diversos componentes de módulos enrollados en espiral son bastante conocidos en la técnica. Los sellantes adecuados para sellar las envolturas de membrana incluyen uretanos, epóxicos, siliconas, acrilatos, adhesivos de fusión en caliente y adhesivos curables por UV. Aunque es menos común, también se pueden usar otros medios de sellado tales como la aplicación de calor, presión, soldadura ultrasónica y cinta. Los tubos de recogida de filtrado están hechos típicamente de materiales plásticos tales como acrilonitrilo-butadieno-estireno, poli (cloruro de vinilo), polisulfona, poli (óxido de fenileno), poliestireno, polipropileno, polietileno o similares. Los materiales de poliéster tricot se usan comúnmente como espaciadores de filtrado. Los espaciadores de filtrado adicionales se describen en US 2010/0006504. Los espaciadores de alimentación representativos incluyen materiales de malla de polietileno, poliéster y polipropileno tales como los disponibles comercialmente con el nombre comercial VEXAR™ de Conwed Plastics. Los espaciadores de alimentación preferidos se describen en el documento US 6881336.

La lámina de membrana no está particularmente limitada y se puede usar una amplia variedad de materiales, por ejemplo, materiales de acetato de celulosa, polisulfona, polietersulfona, poliamidas, fluoruro de polivinilideno, etc. Una lámina de membrana preferida incluye membranas de tipo FT-30™ de FilmTec Corporation, es decir, una membrana compuesta de lámina plana que comprende una capa de respaldo (lado posterior) de una tela de refuerzo no tejida (por ejemplo, una tela no tejida tal como tela de fibra de poliéster disponible de Awa Paper Company), una capa intermedia que comprende un soporte poroso que tiene un espesor típico de aproximadamente 25-125 µm y una capa discriminante superior (cara frontal) que comprende una capa de película de poliamida fina que tiene un espesor típicamente inferior a aproximadamente 1 micra, por ejemplo de 0,01 micras a 1 micra pero más comúnmente de aproximadamente 0,01 a 0,1 µm. La capa de refuerzo no está particularmente limitada, pero preferiblemente comprende una tela no tejida o una estera de tela fibrosa que incluye fibras que pueden estar orientadas. Alternativamente, se puede usar una tela tejida tal como tela de vela. Se describen ejemplos representativos en los documentos US 4.214.994; US 4,795,559; US 4 5,435,957; US 5.919.026; US 6,156,680; US 2008/0295951 y US 7.048.855. El soporte poroso es típicamente un material polimérico que tiene tamaños de poro que son de magnitud suficiente para permitir el paso esencialmente no restringido de filtrado, pero no lo suficientemente grande como para interferir con el puenteo de una capa de película de poliamida delgada formada sobre el mismo. Por ejemplo, el tamaño de poro del soporte preferiblemente varía de aproximadamente 0,001 a 0,5 µm. Ejemplos de soportes porosos incluyen aquellos hechos de: polisulfona, poliéter sulfona, poliimida, poliamida, polieterimida, poliacrilonitrilo, poli (metacrilato de metilo), polietileno, polipropileno y diversos polímeros halogenados tales como poli (fluoruro de vinilideno). La capa discriminante se forma preferiblemente mediante una reacción de policondensación interfacial entre un monómero de amina polifuncional y un monómero de haluro de acilo polifuncional sobre la superficie de la capa de polímero microporoso como se describe en los documentos US 4277344 y US 6878278.

Las flechas que se muestran en la Figura 1 representan las direcciones de flujo aproximado (26, 28) de la alimentación y del fluido filtrado (también denominado "producto" o "filtrado") durante la operación. El fluido de alimentación entra al módulo (2) desde una cara de desplazamiento de entrada (30) y fluye a través de los lados frontales (34) de la(s) lámina(s) de membrana y sale del módulo (2) en la cara de desplazamiento de salida opuesta (32) El fluido filtrado fluye a lo largo de la lámina espaciadora de filtrado (12) en una dirección aproximadamente perpendicular al flujo de alimentación como se indica por la flecha (28). Los trayectos de flujo de fluido reales varían con los detalles de la construcción y las condiciones de operación.

Mientras que los módulos están disponibles en una variedad de tamaños, un módulo de OI industrial común está disponible con un diámetro estándar de 8 pulgadas (20,3 cm) y 40 pulgadas (101,6 cm) de longitud. Para un módulo típico de 8 pulgadas de diámetro, se envuelven de 26 a 30 sobres de membrana individuales alrededor del tubo de recolección de filtrado (es decir, para tubos de recogida de filtrado que tienen un diámetro exterior de aproximadamente 1,5 a 1,9 pulgadas (3,8 – 4,8 cm)). También se pueden usar módulos menos convencionales, incluidos los descritos en los documentos US 2011/023206 y WO 2012/058038.

Los recipientes a presión usados en la presente invención no están particularmente limitados, pero preferiblemente incluyen una estructura sólida capaz de soportar presiones asociadas con las condiciones de operación. La estructura del recipiente incluye preferiblemente una cámara que tiene una periferia interna correspondiente a la de la periferia exterior de los módulos enrollados en espiral que se alojarán en ella. La longitud de la cámara corresponde preferiblemente a la longitud combinada de los elementos para ser cargados secuencialmente (axialmente), por ejemplo, de 2 a 8 elementos, ver US 2007/0272628. El recipiente a presión también puede incluir una o más placas de extremo que sellan la cámara una vez cargada con módulos. El recipiente incluye además al menos una entrada de fluido (alimentación) y dos salidas de fluido (concentrado y filtrado), preferiblemente situadas en los extremos opuestos de la cámara. La orientación del recipiente a presión no está particularmente limitada, por ejemplo, ambas orientaciones horizontales y verticales pueden ser usadas. Ejemplos de recipientes a presión aplicables, disposiciones de módulos y carga se describen en los documentos US 6074595, US 6165303, US 6299772 y US 5 2008/0308504. Los fabricantes de recipientes a presión incluyen Pentair de Minneapolis MN, Bekaert de Vista CA y Bel Composite de Beer Sheva, Israel.

Una realización representativa del montaje sujeto se muestra en general en 38 en la Figura 2, que incluye un recipiente a presión (40) con una entrada de alimentación (42), salida de concentrado (44) y salida de filtrado (46). La entrada de alimentación (42) está adaptada para la conexión con una fuente presurizada de líquido de alimentación. La salida

de concentrado (42) está adaptada para la conexión a una vía para su reutilización o eliminación. La salida de filtrado (46) está adaptada para conexión a una vía para almacenamiento, uso o tratamiento posterior. Seis módulos enrollados en espiral (2) se disponen en serie dentro del recipiente (40) con un primer elemento (2') de la serie colocado adyacente a un primer extremo (48) del recipiente a presión (40) y un último elemento (2'') de la serie colocado adyacente a un segundo extremo opuesto (50) del recipiente a presión (40). Los tubos de filtrado (8) de los elementos enrollados en espiral se conectan en serie para formar una vía de filtrado que está conectada a la salida de filtrado (46). Los medios para conectar los tubos (8) de los módulos no están particularmente limitados. Por ejemplo, los tubos de interconexión (52) o las tapas de extremo (no mostradas) que incluyen típicamente cierres herméticos a presión o juntas tóricas son comunes en la técnica y son adecuados para su uso en la presente invención. Mientras se muestran incluidos seis módulos, se pueden usar otras cantidades, por ejemplo, de 2 a 12.

En una realización preferida, al menos se incluyen tres módulos dentro del montaje (38). Mientras se muestra que incluye solo una salida de alimentación (42), concentrado (44) y filtrado (46), se pueden usar múltiples salidas y entradas. En una realización preferida, la entrada y las salidas están situadas en ubicaciones adyacentes a los extremos (48, 50) del recipiente (40). En otra realización, el montaje (38) incluye una entrada de alimentación (42) y una salida de concentración (44) situada en los extremos (48, 50) del recipiente (40). Otras realizaciones preferidas incluyen eliminar el filtrado de solo un extremo del recipiente (40). Para fines de claridad, los "extremos" del vaso incluyen aquellas partes que se extienden más allá de los extremos distales o axiales de los módulos situados dentro del vaso. Por ejemplo, las entradas y salidas pueden estar posicionadas en los lados radiales de un recipiente cilíndrico o en una posición axial como se ilustra en la Figura.

Se posiciona un controlador de flujo (54) a lo largo de la vía del filtrado y proporciona una resistencia que varía como una función del flujo de filtrado, es decir, aumentando la resistencia a medida que aumenta el flujo de filtrado. La "Resistencia" (R) se define como la relación entre la caída de presión (Δp) y el flujo (F), es decir, $R = \Delta p/F$. La caída de presión a través del controlador de flujo (54) siempre aumenta monótonamente con el flujo, pero el valor de resistencia no es constante y puede cambiar con el flujo. El controlador de flujo (54) aumenta la resistencia a medida que aumenta el flujo (o la caída de presión) a través del controlador de flujo (54). De esta manera, el flujo a través del controlador de flujo se puede mantener relativamente constante en operación en un intervalo de presión deseado. De forma alternativa, la caída de presión puede aumentar en un factor de dos, cuatro, hasta diez, con solo un 10% de cambio en el flujo. Por ejemplo, un controlador de flujo de 5 GPM (por ejemplo, modelo n° 2305-1141-3/4 disponible en O'Keefe Controls Co.) mantiene el flujo dentro de $\pm 10\%$ de la clasificación de flujo cuando la caída de presión oscila entre 0,1 y 1 MPa (1 y 10 bar). Al retardar el flujo de los módulos ascendente del controlador de flujo (54), se reducen los desequilibrios de flujo entre diferentes módulos dentro del recipiente (40). El controlador de flujo incluye un miembro flexible que puede deformarse para causar una mayor resistencia al flujo a tasas de flujo de filtrado más altas o mayores caídas de presión a través del controlador de flujo. El controlador de flujo incluye un orificio que se obstruye parcialmente o cambia de forma, es decir, se estrecha cuando aumenta el flujo de filtrado y se abre a medida que disminuye el flujo de filtrado.

El grado de caída de presión creado por el controlador de flujo puede optimizarse en base a las características del montaje, por ejemplo, número de módulos, calidad del líquido de alimentación, presión de alimentación de alimentación, etc. En una realización preferida, el controlador de flujo crea una caída en la presión del filtrado de al menos 0.6895 bar (10 PSI) (0.06895 MPa) cuando el flujo de filtrado ascendente del controlador de flujo es 25.510 litros/m²/hora (15 gfd) x Área, donde el "Área" es el área de membrana total de la membrana situada ascendente del controlador de flujo (54). El término "ascendente" se define en términos de la dirección del flujo de filtrado a través del controlador de flujo (54).

En la realización ilustrada, se muestra un único controlador de flujo (54) ubicado entre el tercer y el quinto módulo de la serie. En realizaciones preferidas, el controlador de flujo está ubicado entre el primer (2') y el último (2'') módulo de la serie. En realizaciones que incluyen seis módulos como el que se muestra, el controlador de flujo está ubicado preferiblemente entre el primer (2') y el quinto módulo. En otra realización, el controlador de flujo (54) está situado ascendente del tercer elemento. Mientras se muestra en una única ubicación fija, el controlador de flujo (54) puede moverse selectivamente a lo largo de la vía de filtrado por medios convencionales, ver por ejemplo el documento US 7410581. Aunque no se muestra, el montaje (38) puede incluir una pluralidad de controladores de flujo espaciados a lo largo de la vía de filtrado, cada uno de las cuales proporciona una caída de presión sucesiva.

REIVINDICACIONES

1. Un montaje de espiral que comprende:

- 5 i) un recipiente a presión que comprende una entrada de alimentación, una salida de concentrado y una salida de filtrado, y
- ii) una pluralidad de módulos enrollados en espiral, comprendiendo cada uno al menos una envoltura de membrana enrollada alrededor de un tubo de filtrado;
- 10 en donde los módulos enrollados en espiral están dispuestos en serie dentro del recipiente a presión con un primer elemento de la serie colocado adyacente a un primer extremo del recipiente a presión, y un último elemento de la serie colocado adyacente a un segundo extremo opuesto del recipiente a presión;
- en donde los tubos de filtrado de los elementos enrollados en espiral están conectados en serie para formar una vía de filtrado que está conectada a la salida de filtrado;
- en donde el montaje se caracteriza por incluir un controlador de flujo dentro de la vía de filtrado entre el primer y último elemento que comprende un orificio de área variable que disminuye a medida que aumenta el flujo de filtrado.
- 15 2. El montaje según la reivindicación 1, en donde la membrana situada ascendente del controlador de flujo tiene un área total (Área), y el controlador de flujo crea una caída en la presión de filtrado de al menos 0,6895 bar (10 PSI) cuando el caudal de filtrado ascendente desde el controlador de flujo es $25.510 \text{ litros/m}^2/\text{hora}$ (15 gfd) x Área
- 20 3. El montaje según la reivindicación 1, que comprende al menos seis módulos enrollados en espiral dispuestos en serie dentro del recipiente a presión, y en donde el controlador de flujo está ubicado en una posición entre los elementos primero y quinto.
4. El montaje según la reivindicación 1, en donde la entrada de alimentación, la salida de concentrado y la salida de filtrado están situadas en los extremos del recipiente a presión.
5. El montaje según la reivindicación 1, en donde el recipiente a presión comprende una única entrada de alimentación, una salida de concentrado y una salida de filtrado.

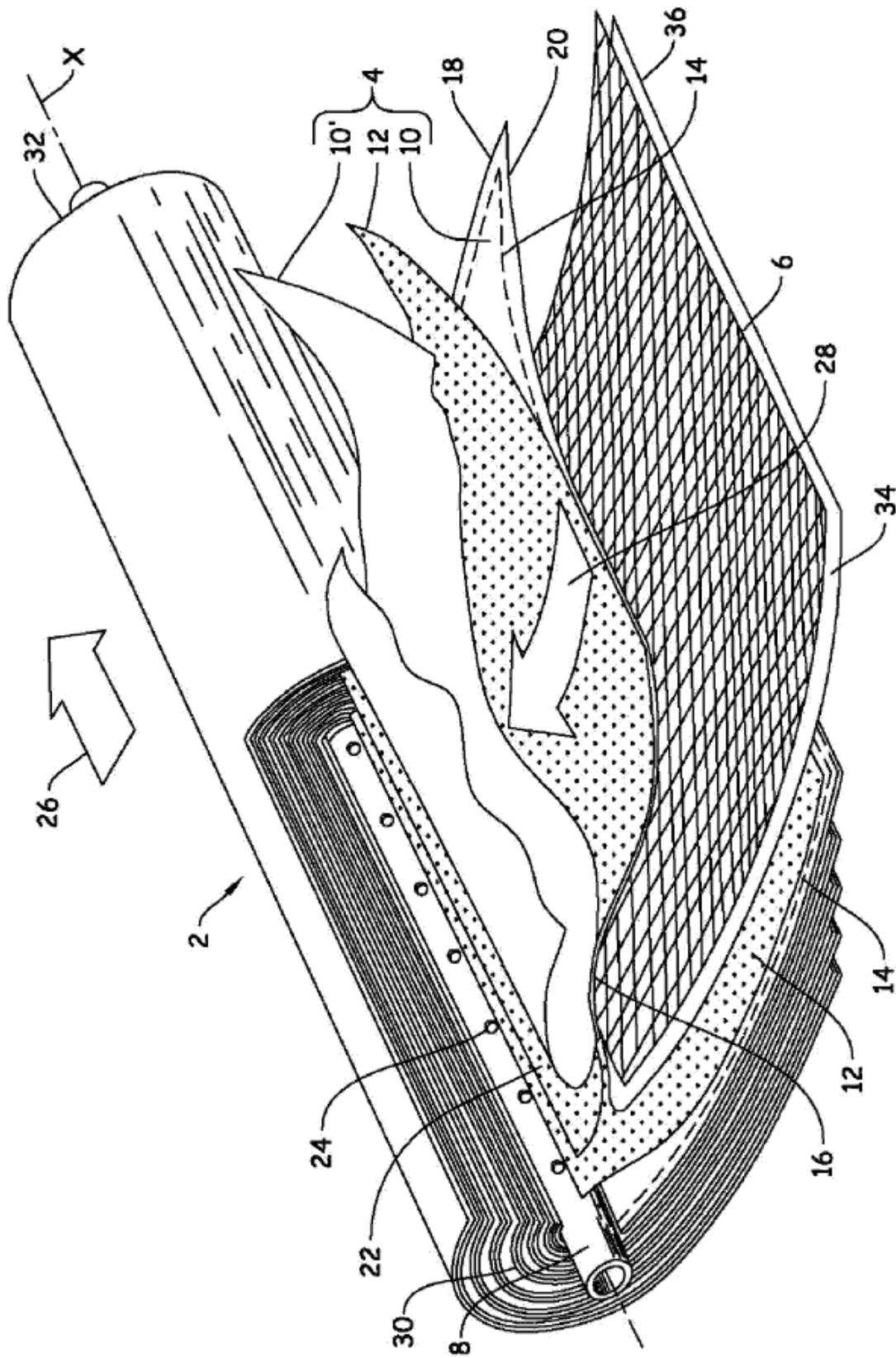


Fig. 1

Fig 2

