

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 664**

51 Int. Cl.:  
**B01D 63/00** (2006.01)  
**B01D 63/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07854868 .2**  
96 Fecha de presentación: **30.11.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2104552**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **Recipiente multitubular a presión para filtración con membranas**

30 Prioridad:  
**20.12.2006 US 642446**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.11.2012**

73 Titular/es:  
**UOP LLC (100.0%)**  
**25 EAST ALGONQUIN ROAD, P.O. BOX 5017**  
**DES PLAINES, ILLINOIS 60017-5017, US**

72 Inventor/es:  
**SCHWARTZ, A. WILLIAM y**  
**SCHOTT, MARK E.**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 391 664 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

Recipiente multitubular a presión para filtración con membranas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere en general a la separación de fluidos y, más particularmente, a separación de fluidos por medio de cartuchos o módulos múltiples de membrana dispuestos dentro de una vasija de presión.

Antecedentes de la invención

10 Una diversidad de procesos comerciales están basados en el uso de técnicas de separación de fluidos a fin de separar uno o más componentes fluidos deseables de una mixtura. En particular, diversos procesos de este tipo pueden implicar la separación de mixturas líquidas, la separación de vapores o gases de líquidos, o la separación de gases entremezclados.

Por ejemplo, en la producción de gas natural, es típicamente necesario que el productor separe del dióxido de carbono del gas natural a fin de cumplir los requerimientos reguladores del gobierno. Asimismo, típicamente es deseable en muchos procesos químicos que el hidrógeno se separe y se recupere de corrientes gaseosas de proceso.

15 El uso de membranas para separaciones de fluidos ha alcanzado una popularidad creciente sobre otras técnicas conocidas de separación. Tales separaciones con membrana están basadas generalmente en las permeabilidades relativas de diversos componentes de la mixtura fluida, resultantes de un gradiente de fuerzas impulsoras, tales como presión, presión parcial, concentración y temperatura. Dicha permeación selectiva da como resultado la separación de la mixtura de fluidos en porciones a la que se hace referencia comúnmente como "retenido", v.g., compuesto generalmente por componentes lentamente permeables, y "permeado", v.g. compuesto generalmente por componentes que migran con mayor rapidez.

Las membranas de separación de gases se fabrican comúnmente en una de dos formas: chapa lisa o fibra hueca. Las chapas lisas se combinan típicamente en un elemento enrollado en espiral, mientras que las fibras huecas están dispuestas comúnmente en haces de una manera similar a un cambiador de calor tubular.

25 En las configuraciones típicas enrolladas en espiral, dos chapas lisas de membrana con un espaciador intercalado se unen, v.g., se pegan por encolado a lo largo de tres de sus lados para formar una envoltura, es decir, una "hoja", que está abierta por un extremo. Muchas de estas envolturas están separadas por espaciadores de alimentación y envueltas alrededor de un mandril o envueltas de otro modo alrededor de un tubo de permeado con los extremos abiertos de las envolturas orientados hacia el tubo de permeado. El gas de alimentación entra a lo largo de un lado de la membrana y pasa a través de los espaciadores de alimentación que separan las envolturas. A medida que el gas avanza entre las envolturas, los compuestos altamente permeables permean o migran hacia el interior de la envoltura. Estos compuestos permeados tienen una sola salida disponible: los mismos tienen que desplazarse en el interior de la envoltura hasta el tubo de permeado. La fuerza impulsora de dicho transporte es la diferencia de presión entre la baja presión del permeado y la alta presión de la alimentación. Los compuestos permeados entran en el tubo del permeado, por ejemplo a través de orificios que atraviesan el tubo. Los compuestos permeados se desplazan luego a través del tubo para unirse a los compuestos permeados de otro de los tubos. Los componentes del gas de alimentación que no permean o migran al interior de las envolturas abandonan el elemento por el lado opuesto al lado de la alimentación.

40 En los elementos de fibra hueca, fibras huecas muy finas están envueltas alrededor de un tubo central en un patrón de alta densidad. En un patrón de envoltura de este tipo, ambos extremos de la fibra terminan en un calderín de permeado en un lado del elemento. El gas de alimentación fluye por encima y entre las fibras, y algunos componentes del gas de alimentación permean o migran hacia el interior de las fibras. Tales componentes se desplazan luego por el interior de la fibra hasta que la misma llega al calderín de permeado, donde aquella se mezcla con los componentes permeados procedentes de otras fibras. Los componentes recogidos en el calderín de permeado salen del elemento a través de un conducto o tubo. Los componentes del gas de alimentación que no permean o migran hacia el interior de las fibras llegan finalmente al tubo central del elemento, que está típicamente perforado de modo análogo al tubo de permeado en el elemento enrollado en espiral. En este caso, sin embargo, el tubo central tiene por finalidad la recogida del residuo o producto retenido, no la recogida del permeado.

50 Como se apreciará, cada tipo de elemento tiene ciertas ventajas. Por ejemplo, los elementos enrollados en espiral pueden admitir típicamente presiones más altas, son más resistentes al ensuciamiento y tienen una larga historia de servicio en el endulzamiento del gas natural. En contraste, los elementos de fibra hueca tienen típicamente mayor densidad de empaquetamiento. Por consiguiente, una instalación basada en fibra hueca es típicamente más ventajosa para membranas con permeabilidad baja.

55 En cualquier caso, las membranas, una vez transformadas en elementos, se conforman típicamente en módulos o cartuchos, v.g., un tubo que contiene una pluralidad de elementos de separación de membrana. Los módulos pueden utilizarse aisladamente o, con mayor frecuencia, interconectados en disposiciones o redes en serie o en

paralelo. Típicamente, una instalación puede tener desde al menos 2 hasta varios centenares de módulos en una red. Cada módulo tiene una corriente de entrada (v.g., alimentación), una corriente de salida o residual que contiene las sustancias que no habían atravesado el elemento de separación de membrana, y una corriente de permeado que contiene las sustancias que atraviesan, v.g., permean, el elemento de separación de membrana.

5

Muchas de tales aplicaciones de separación requieren presiones bastante altas. En muchos casos, las presiones en tales procesos están comprendidas en el intervalo de 35 kg/cm<sup>2</sup> a 210 kg/cm<sup>2</sup> (500 libras por pulgada cuadrada a 3000 libras por pulgada cuadrada). Cuando se trabaja con tales presiones, además de tener un espesor de pared suficiente, es necesario contar con cierres de presión satisfactorios. Las diversas corrientes de flujo del proceso (v.g., corrientes de alimentación, residual y permeado) deben mantenerse adecuadamente separadas. Cualquier entre mezclado de estas corrientes reduce la eficiencia del proceso.

10

Las configuraciones de vasijas de presión para separación de gases con membranas enrolladas en espiral son un producto de la industria de ósmosis inversa, en la que tales configuraciones han sido el estándar durante muchos años. Este concepto de vasija fue diseñado para aplicaciones en las cuales podían incorporarse fácilmente tubos de plástico enrollados en filamentos, v.g., el diámetro interior del tubo de plástico podía fabricarse fácilmente a dimensiones exactas a medida que la banda de membrana se enrollaba sobre un mandril.

15

La industria de las membranas de gases ha tenido que modificar la configuración de las vasijas estándar de ósmosis inversa para cumplir o satisfacer sus rendimientos de proceso singulares. Por ejemplo, pueden incorporarse tubos o conductos de permeado mayores en algunas configuraciones de vasija a fin de tratar mejor los mayores flujos de permeado posibles. Adicionalmente, con objeto de cumplir los requerimientos de operación a alta presión típicos asociados con la industria de procesamiento de gases y las especificaciones estrictas de redondez y diámetro requeridas para un empaquetamiento eficiente de módulos múltiples, se ha empleado tubo de acero con el diámetro interior del tubo de acero rectificado para un acabado superficial adecuadamente alto, v.g., 125 RMS o menos.

20

Además, una configuración de estirado por un extremo, tal como la usada en los procesos de ósmosis inversa, se ha utilizado también típicamente en aplicaciones de separación de gases con membranas. Tales configuraciones de estirado por un extremo dan típicamente como resultado que el colector de permeado se extienda más allá de los extremos de los tubos de presión. Así, tales configuraciones dan generalmente como resultado un patín de membrana que es más largo de lo que sería deseado en otro caso o una reducción en la longitud de los tubos de membrana utilizados en el mismo, con una disminución correspondiente de la capacidad de la unidad.

25

Una de las dificultades en la construcción de tales patines de membrana es la necesidad de asegurar que el colector de permeado está perfectamente alineado con las conexiones de las bridas en el extremo del tubo de presión de la membrana. El aumento del número de módulos en una instalación hace aumentar el número de conexiones de brida que deben estar alineadas adecuadamente con un colector de permeado, aumentando con ello la dificultad de interconexión de los módulos individuales.

30

Adicionalmente, un problema común asociado con el uso de las membranas enrolladas en espiral es que se requiere típicamente que cada módulo que contiene las membranas esté mecanizado a una tolerancia estricta a fin de asegurar cierres de presión satisfactorios. Como resultado, el coste de cada módulo puede incrementarse notablemente.

35

WO 96/41676 describe un filtro que comprende un sistema de haces de tubos de filtro con extremos abiertos, alojado cada uno dentro de y extendiéndose a lo largo de toda la longitud de un tubo de soporte.

40

U.S. 4.016.078 describe un bloque colector para módulos de permeación de membrana tubulares para operaciones de ultrafiltración.

US 3.722.694 describe un aparato de filtración que tiene un distribuidor de entrada, un distribuidor de salida, una región de filtrado comprendida entre ellos, y al menos un cartucho de filtro que es desplazable y reemplazable por uno de los distribuidores.

45

Teniendo en cuenta la demanda creciente de productos gaseosos tales como gas natural endulzado y gases purificados tales como hidrógeno y dióxido de carbono, el mercado actual para los sistemas de membranas de separación de gases se ha desplazado hacia instalaciones mayores. Un enfoque para cumplir con dicha demanda creciente consiste en incorporar módulos de membrana que tengan un diámetro incrementado a fin de acomodar caudales de fluido mayores. Alternativamente, dichas instalaciones mayores pueden incorporar más módulos de membrana por patín a fin de cumplir las especificaciones del proceso. Sin embargo, el número de módulos de membrana cargados en un patín individual está controlado por los límites de altura y espacio en el sitio de instalación y las limitaciones estructurales y de peso de los patines individuales y los asientos de los patines.

50

Adicionalmente, cada uno de los módulos de membrana cargados en un patín individual requiere alguna separación física para acomodar la instalación de los módulos de membrana individuales. Típicamente, las instalaciones de separación de membranas se construyen utilizando cierto número de módulos de separación de membrana que

55

están apilados verticalmente para formar un patín y crear el área de membrana requerida para procesar un fluido. Este diseño requiere una multitud de conexiones externas para alimentar cada módulo de membrana individual y retirar el fluido procesado. Como resultado, el empaquetamiento de sistemas tan grandes puede presentar un problema debido a la necesidad de acomodar las aberturas de entrada, salida y permeado de cada módulo.

5 Adicionalmente, tales patines individuales se construyen utilizando acero para estructuras a fin de soportar cada conjunto de módulos de membrana. Sin embargo, tales soportes de acero para estructuras aumentan el peso del sistema de membranas total e incrementan el área requerida para instalar cada patín individual. Como consecuencia, tales sistemas mayores son más pesados y más costosos de fabricar debido a la cantidad de materiales necesaria para producir los soportes de acero para estructuras, así como tubos individuales para cada  
10 módulo. Dichos sistemas de mayor tamaño son también más complejos debido al número incrementado de conexiones entre los módulos de membrana y los colectores comunes utilizados para suministrar y retirar fluidos del patín.

Así pues, existe necesidad y demanda de sistemas de separación que incorporen un número incrementado de cartuchos o módulos de membrana en un área dada. En particular, existe necesidad y demanda de sistemas de  
15 separación que incorporen cartuchos múltiples de membrana en una sola vasija de presión.

Existe también necesidad y demanda de sistemas de separación que tengan conexiones de corrientes de fluidos de proceso simplificadas. Adicionalmente, por ejemplo, existe necesidad y demanda de sistemas de separación que permitan el suministro de corrientes de alimentación a, la retirada de corrientes residuales de, y la retirada de corrientes de permeado de una multitud de cartuchos de membrana en un número reducido de localizaciones.

20 Existe necesidad y demanda adicional de sistemas de separación que sean menos costosos de producir.

#### Sumario de la invención

Un objeto general de la invención es proporcionar sistemas de separación que tengan uno o más de una huella de patín reducida, peso reducido y conexiones de proceso simplificadas.

Un objetivo más específico de la invención es resolver uno o más de los problemas arriba descritos.

25 El objeto general de la invención puede alcanzarse, al menos en parte, por un sistema de separación para uso en la separación de una alimentación fluida por cartuchos de membrana múltiples dispuestos en el interior de una vasija de presión. De acuerdo con una realización, un sistema de separación de este tipo incluye una vasija de presión alargada que tiene una entrada de corriente de alimentación, una salida de corriente residual, y al menos una salida de corriente de permeado. Dispuestos en el interior de la vasija de presión se encuentran un primer ensamblaje de  
30 hojas de tubos que define un primer depósito de permeado, un primer depósito de fluido dispuesto entre el primer ensamblaje de hojas de tubos y un primer extremo de la vasija de presión, y una pluralidad de ensamblajes de cartuchos de membrana que se extienden entre el primer extremo de la vasija de presión y un segundo extremo de la vasija de presión. El primer ensamblaje de hojas de tubos incluye un primer par de hojas de tubos, que definen entre ellas el primer depósito de permeado, y una pluralidad de primeros manguitos dispuestos entre el primer par de hojas de tubos. El primer depósito de permeado está en comunicación fluida con al menos una corriente de  
35 salida de permeado. Al menos uno de los ensamblajes de cartuchos de membrana incluye un cartucho de membrana y un primer adaptador de permeado unido a un primer extremo del cartucho de membrana. El primer adaptador de permeado está dispuesto dentro de uno de los primeros manguitos y está en comunicación fluida con el primer depósito de fluido y el primer depósito de permeado.

40 La técnica anterior no ha logrado generalmente proporcionar sistemas de separación que tengan una huella de patín suficientemente reducida y/o que incorporen un número deseablemente incrementado de cartuchos o módulos de membrana por área dada. Además, la técnica anterior no ha logrado generalmente proporcionar sistemas de separación que tengan un número suficientemente reducido de conexiones de corrientes de proceso fluidas. Ulteriormente, la técnica anterior no consigue generalmente proporcionar sistemas de filtración que tengan  
45 capacidad de proceso suficientemente incrementada que sean deseablemente menos complicados y/o menos costosos de fabricar.

La invención comprende adicionalmente una vasija de presión que incluye un alojamiento alargado que contiene un primer depósito de fluido adyacente a un primer extremo del alojamiento, un segundo depósito de fluido adyacente a un segundo extremo del alojamiento, un primer depósito de permeado adyacente al primer depósito de fluido  
50 definido por un primer ensamblaje de hojas de tubos, un segundo depósito de permeado adyacente al segundo depósito de fluido definido por un segundo ensamblaje de hojas de tubos, y una cámara de cartuchos dispuesta entre el primer depósito de permeado y el segundo depósito de permeado. La vasija de presión incluye adicionalmente una entrada de corriente de alimentación, una salida de corriente residual, al menos una primera salida de permeado en comunicación fluida con el primer depósito de permeado, y al menos una segunda salida de  
55 corriente de permeado en comunicación fluida con el segundo depósito de permeado.

El primer ensamblaje de hojas de tubos incluye una primera hoja de tubos, una segunda hoja de tubos y una pluralidad de primeros manguitos dispuestos entre ellas. El segundo ensamblaje de hojas de tubos incluye una

tercera hoja de tubos, una cuarta hoja de tubos y una pluralidad de segundos manguitos dispuestos entre ellas. La pluralidad de segundos manguitos corresponde a la pluralidad de primeros manguitos.

5 La vasija de presión contiene adicionalmente una pluralidad de ensamblajes de cartuchos de membrana dispuestos en el interior del alojamiento alargado y que se extienden entre el primer depósito de fluido y el segundo depósito de fluido. Cada ensamblaje de cartuchos de membrana incluye un primer adaptador de permeado, un cartucho de membrana dispuesto en el interior de un tubo de presión de membrana, y un segundo adaptador de permeado. El primer adaptador de permeado está unido a un primer extremo del cartucho de membrana y está dispuesto dentro de uno de los primeros manguitos. El primer adaptador de permeado está en comunicación fluida con el primer extremo del cartucho de membrana, el primer depósito de fluido y el primer depósito de permeado. El segundo adaptador de permeado está unido a un segundo extremo del cartucho de membrana y está dispuesto dentro de un segundo manguito correspondiente. El segundo adaptador de permeado está en comunicación fluida con el segundo extremo del cartucho de membrana, el segundo depósito de fluido y el segundo depósito de permeado.

15 La invención comprende adicionalmente un sistema de separación que incluye una vasija de presión que tiene una entrada de corriente de alimentación, una salida de corriente residual, y al menos dos salidas de corriente de permeado. La vasija de presión contiene un depósito de alimentación en comunicación fluida con la entrada de la corriente de alimentación, un primer depósito de permeado definido por un primer ensamblaje de hojas de tubos y en comunicación fluida con al menos una primera salida de corriente de permeado, una cámara de cartuchos, un segundo depósito de permeado definido por un segundo ensamblaje de hojas de tubos y en comunicación fluida con al menos una segunda salida de corriente de permeado, y un depósito residual en comunicación fluida con la salida de la corriente residual.

20 El primer ensamblaje de hojas de tubos incluye una primera hoja de tubos, una segunda hoja de tubos y una pluralidad de primeros manguitos dispuestos entre ellas. El segundo ensamblaje de hojas de tubos incluye una tercera hoja de tubos, una cuarta hoja de tubos y una pluralidad de segundos manguitos dispuestos entre ellas. La pluralidad de segundos manguitos corresponde a la pluralidad de primeros manguitos.

25 El sistema de separación contiene adicionalmente una pluralidad de ensamblajes de cartuchos de membrana dispuestos en el interior de la vasija de presión y que se extienden entre el primer depósito de fluido y el segundo depósito de fluido. Cada ensamblaje de cartuchos de membrana incluye un primer adaptador de permeado que incluye una pluralidad de primeras aberturas de descarga de permeado en comunicación fluida con el primer depósito de permeado, un segundo adaptador de permeado que incluye una pluralidad de segundas aberturas de descarga de permeado en comunicación fluida con el segundo depósito de permeado, y un cartucho de membrana que incluye un tubo de paso de permeado que se extiende desde un primer extremo a un segundo extremo del cartucho de membrana.

30 El primer adaptador de permeado está dispuesto en el interior de uno de los primeros manguitos y está en comunicación fluida con el depósito de alimentación. El primer adaptador de permeado está unido al primer extremo del cartucho de membrana y unido adicionalmente a un primer extremo del tubo de paso de permeado. El segundo adaptador de permeado está dispuesto en el interior de un segundo manguito correspondiente y está en comunicación fluida con el depósito residual. El segundo adaptador de permeado está unido al segundo extremo del cartucho de membrana y está unido adicionalmente a un segundo extremo del tubo de paso de permeado.

35 La invención comprende también un adaptador de permeado para uso en el interior de una vasija de presión. El adaptador de permeado incluye una porción anterior, una porción posterior y una porción de cuerpo que se extiende entre la porción anterior y la porción posterior. La porción de cuerpo define un orificio ciego central para alojar un extremo de un tubo de paso de permeado de un cartucho de membrana, una pluralidad de aberturas de carga de permeado que se extienden radialmente desde el orificio ciego central hasta una superficie exterior de la porción de cuerpo, y una pluralidad de aberturas de fluido que se extienden paralelamente al orificio ciego central desde la porción anterior a la porción posterior del adaptador de permeado. Las aberturas de fluido están dispuestas entre aberturas de descarga de permeado adyacentes.

40 Como se utilizan en esta memoria, los términos "orificio ciego central" u "orificio ciego" hacen referencia a un paso formado parcial, pero no totalmente, a través de un objeto desde un primer extremo hacia un segundo extremo del objeto. El segundo extremo del objeto forma o actúa como tapón de cierre hermético que cierra eficazmente un extremo del paso e impide que los fluidos entren o salgan del segundo extremo del objeto.

45 Otros objetos y ventajas serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada que sigue, contemplada en asociación con las reivindicaciones y dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

50 FIG. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de separación de acuerdo con una realización.

FIG. 2 es una vista lateral en corte transversal del sistema de separación representado en FIG. 1.

FIG. 3 es una vista en detalle de la sección 3 representada en FIG. 2.

FIG. 4 es una vista en corte transversal desde un extremo del sistema de separación representado en FIG. 1.

FIG. 5 es una vista en perspectiva de un manguito para uso en el ensamblaje de hojas de tubos representado en FIG. 3.

5 FIG. 6 es una vista en corte transversal de un ensamblaje de cartuchos de membrana para uso en el sistema de separación representado en FIG. 1.

FIG. 7 es una vista frontal en perspectiva de un adaptador de permeado de acuerdo con una realización.

FIG. 8 es una vista en corte transversal, tomada a través de la línea 8-8, del adaptador de permeado representado en FIG. 7.

FIG. 9 es una vista posterior del adaptador de permeado representado en FIG. 7.

10 FIG. 10 es una vista lateral en corte transversal de un sistema de separación de acuerdo con otra realización.

#### Descripción detallada

15 La presente invención proporciona un sistema de separación para uso en la separación de una alimentación fluida por medio de una pluralidad de cartuchos o módulos de membrana dispuestos dentro de una vasija de presión. Como se describe con mayor detalle más adelante, la invención proporciona sistemas de separación que tienen empaquetamiento mejorado y requerimientos de espacio reducidos. Además, de acuerdo con ciertas realizaciones, la invención proporciona sistemas de separación que son más ligeros y menos costosos de fabricar. Adicionalmente, de acuerdo con ciertas realizaciones, la invención proporciona sistemas de separación que tienen conexiones simplificadas y/o un número reducido de conexiones de corrientes de proceso.

20 Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, apreciarán que la presente invención puede practicarse o materializarse por, en o con sistemas de separación que tienen una diversidad de estructuras específicas diferentes. Como ejemplo representativo, FIG. 1 ilustra un sistema de separación, designado generalmente por el número de referencia 10, de acuerdo con una realización. Si bien los sistemas de separación de acuerdo con la invención pueden encontrar diversos usos, se cree que la invención tiene utilidad particular para uso en o con la separación de uno o más gases de una mezcla de gases. Debe entenderse, sin embargo, que la práctica más extensa de la invención no está limitada necesariamente al uso para la separación de gases de una mezcla de gases. Otras separaciones de fluidos tales como, por ejemplo, separaciones de líquidos por procesamiento mediante ósmosis inversa pueden practicarse también en caso deseado empleando sistemas de separación de acuerdo con la invención.

30 Volviendo a FIG. 1, el sistema de separación 10 incluye una vasija de presión 12. La vasija de presión 12 tiene convenientemente la forma de un cárter alargado que tiene una sección central generalmente cilíndrica o cilíndrica tubular 14. La sección central 14 de la vasija de presión 12 puede estar construida generalmente de modo que tenga cualquier tamaño adecuado para alojar una pluralidad deseada de ensamblaje de cartuchos de membrana. Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, apreciarán que el diámetro interior de las vasijas de presión de acuerdo con la invención puede ajustarse para acomodar diversas condiciones de operación y proceso a fin de conseguir un flujo deseado por ensamblaje de cartuchos de membrana y cumplir la especificación requerida del producto.

35 De acuerdo con una realización, la sección central 14 de la vasija de presión 12 puede tener un diámetro interior de 0,6 m (2 pies) a 6,1 m (20 pies). De acuerdo con otra realización, la sección central 14 de la vasija de presión 12 puede tener un diámetro interior de 1,8 m (6 pies) a 6,1 m (20 pies). En una realización adicional, la sección central 14 de la vasija de presión 12 puede tener un diámetro interior de 1,8 m (6 pies) a 4,3 m (14 pies).

40 Cada uno de un primer extremo 16 y/o un segundo extremo 18 de la vasija de presión 12 pueden estar terminados con un cabezal hemisférico o semi-hemisférico 20 y 21, respectivamente. El cabezal 20 y/o el cabezal 21 pueden incluir una boca de hombre 22 y 23, respectivamente, para proporcionar acceso al interior de la vasija de presión 12. Alternativamente, uno de los extremos primero o segundo, 16 y 18, respectivamente, pueden estar cerrados a la atmósfera, por ejemplo por medio de una brida ciega (no representada) que forma una tapa de extremo compacta en uno de los extremos primero o segundo, 16 y 18, respectivamente, de la vasija de presión 12.

45 Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, apreciarán que las vasijas de presión de acuerdo con la invención pueden estar construidas de diversos materiales adecuados, tales como diversos metales o aleaciones metálicas, de modo deseable al menos relativamente insertes a los materiales de las corrientes fluidas que recorren los mismos. Por ejemplo, acero inoxidable en la forma de una plancha que tenga un espesor de 5 a 15,25 cm (2 a 6 pulgadas) puede laminarse o utilizarse de otro modo para formar la vasija de presión 12 de acuerdo con una realización. Alternativamente, las vasijas de presión de acuerdo con la invención pueden construirse de otros materiales metálicos tales como, por ejemplo, aluminio, acero al carbono y/o acero inoxidable. De acuerdo con ciertas realizaciones, la vasija de presión 12 puede resistir presiones hasta 15,2 MPa (2200 libras por pulgada cuadrada).

55

La vasija de presión 12 incluye una entrada o abertura para la corriente de alimentación 24 adyacente o próxima al primer extremo 16 de la vasija de presión y una salida o abertura 26 de corriente residual adyacente al segundo extremo 18 de la vasija de presión. FIG. 1 representa a la vez la entrada de la corriente de alimentación 24 y la salida de la corriente residual 26 orientadas verticalmente. No obstante, un experto en la técnica, ayudado por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprendería y apreciaría que la entrada de la corriente de alimentación 24 y/o la salida de la corriente residual 26 pueden estar dispuestas adecuadamente en cualquier punto alrededor de la circunferencia de la vasija de presión 12 adyacente al primer extremo 16 deseado respectivo de la vasija de presión y/o al segundo extremo 18 de la vasija de presión.

En otra realización, tanto la entrada 24 de la corriente de alimentación como la salida 26 de la corriente residual pueden estar adyacentes al primer extremo 16 de la vasija de presión o al segundo extremo 18 de la vasija de presión. En una realización adicional, la vasija de presión 12 puede incluir múltiples entradas de la corriente de alimentación y/o salidas de la corriente residual localizadas alrededor de la circunferencia de la vasija de presión adyacentes al primer extremo 16 de la vasija de presión y/o al segundo extremo 18 de la vasija de presión.

La vasija de presión 12 incluye adicionalmente al menos una primera salida o abertura 28 de la corriente de permeado adyacente o próxima al primer extremo 16 de la vasija de presión. Por ejemplo, haciendo referencia a FIG. 1, la vasija de presión 12 incluye cuatro primeras salidas de corriente de permeado, 25, 27, 28 y 29, respectivamente. Adicional o alternativamente, la vasija de presión 12 puede incluir al menos una segunda salida o abertura 30 de corriente de permeado adyacente o próxima al segundo extremo 18 de la vasija de presión. Por ejemplo, la vasija de presión 12 ilustrada en FIG. 1 incluye también cuatro segundas salidas de corriente de permeado, tres de las cuales están visibles, 30, 31 y 33, respectivamente. Las segundas salidas de corriente de permeado están dispuestas de una manera similar a las primeras salidas de corriente de permeado 25, 27, 28 y 29 respectivamente. Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprenderán y apreciarán que el número de primeras y/o segundas salidas de corriente de permeado, 28 y 30, respectivamente, puede variar dependiendo de la aplicación particular y/o las especificaciones del proceso.

Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprenderán y apreciarán además que las primeras y/o segundas salidas de corriente de permeado, 28 y 30, respectivamente, pueden estar dispuestas deseablemente en localizaciones apropiadas seleccionadas alrededor de la circunferencia de la vasija de presión 12 y que se extienden radialmente desde ella, tal como se muestra en FIG. 1. En particular, FIG. 1 muestra las primeras salidas de corriente de permeado 28 y las segundas salidas de corriente de permeado 30 que se extienden desde la vasija de presión 12 perpendicularmente a la entrada de la corriente de alimentación 24 y la salida de la corriente residual 26.

Volviendo a FIG. 2, el sistema de separación 10 incluye además un primer ensamblaje de hojas de tubos 32 dispuesto en el interior de la vasija de presión 12 adyacente al primer extremo 16 de la vasija de presión. El primer ensamblaje de hojas de tubos define un primer depósito de fluido 34 dispuesto entre el primer extremo 16 de la vasija de presión y el primer ensamblaje de hojas de tubos 32 y un primer depósito de permeado 36. El primer depósito de fluido 34 está en comunicación fluida con la abertura 24 de entrada de la corriente de alimentación y el primer depósito de permeado 36 está en comunicación fluida con al menos una salida 28 de corriente de permeado.

En una realización, el primer depósito de fluido 34 puede ser un depósito de alimentación y el segundo depósito de fluido 46 puede ser un depósito residual. Alternativamente, el primer depósito de fluido 34 puede ser un depósito residual y el segundo depósito de fluido 46 puede ser un depósito de alimentación.

Como se muestra en detalle en FIG. 3, el primer ensamblaje de hojas de tubos 32 incluye un primer par de hojas de tubos 38, que incluye una primera hoja de tubos 40 y una segunda hoja de tubos 42, que definen el primer depósito de permeado 36 entre ellas. El primer ensamblaje de hojas de tubos 32 incluye adicionalmente una pluralidad de primeros manguitos 50 dispuestos entre la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42. La primera hoja de tubos 40 tiene una pluralidad de primeras aberturas 54 formadas a su través y la segunda hoja de tubos 42 tiene una pluralidad de segundas aberturas 58 correspondientes formadas a su través.

Cada uno de los primeros manguitos 50 tiene un primer extremo 52 dispuesto dentro de y que se extiende a través de una de las primeras aberturas 54 en la primera hoja de tubos 40 y un segundo extremo 56 dispuesto dentro de y que se extiende a través de la segunda abertura 58 correspondiente en la segunda hoja de tubos 42, formando una pluralidad de primeros canales 60 que se extienden a través del primer ensamblaje de hojas de tubos 32.

Las primeras aberturas 54 y las segundas aberturas correspondientes 58 pueden estar dispuestas en cualquier patrón, sistema o disposición adecuados. Por ejemplo, como se ilustra en FIG. 4, las primeras aberturas 54 en la hoja de tubos 40 pueden estar formadas en un patrón similar a panales. De acuerdo con ello, la segunda hoja de tubos 42 tendría un patrón correspondiente similar a un panel de las segundas aberturas 58. De acuerdo con ciertas realizaciones, las aberturas primera y segunda 54 y 58, respectivamente, pueden estar dispuestas de tal manera que los primeros manguitos 50 estén configurados de una manera similar a la de un cambiador de calor.

Las hojas de tubos primera y segunda 40 y 42, respectivamente, se mantienen en su lugar y a una distancia apropiada o deseada una de otra por los primeros manguitos 50. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, los

5 primeros manguitos 50 pueden estar configurados para mantener una distancia entre la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42 de 10,2 cm (4 pulgadas) a 91,4 cm (36 pulgadas). De acuerdo con otra realización, los primeros manguitos 50 pueden estar configurados para mantener una distancia entre la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42 de 15,2 cm (6 pulgadas) a 45,7 cm (18 pulgadas). De acuerdo con una realización adicional, los primeros manguitos 50 pueden estar configurados para mantener una distancia entre la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42 de 17,8 cm (7 pulgadas).

10 Convenientemente, como se muestra en FIG. 3, los primeros manguitos 50 están soldados o unidos permanentemente de otro modo a la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42 por ejemplo por una junta estructural y de sellado 61. Los primeros manguitos 50 crean generalmente un sistema de soporte estructural que reacciona a las cargas sobre las hojas de tubos primera y segunda, 40 y 42, respectivamente, creadas por presiones diferenciales en el interior de la vasija de presión 12.

15 De acuerdo con ciertas realizaciones, las hojas de tubos primera y segunda, 40 y 42, respectivamente, pueden construirse o fabricarse de un material metálico tal como, por ejemplo, aluminio, acero al carbono, acero inoxidable o una combinación de los mismos. Análogamente, los primeros manguitos 50 pueden construirse o fabricarse a partir de un material metálico tal como, por ejemplo, aluminio, acero al carbono, acero inoxidable o una combinación de los mismos.

20 El primer ensamblaje de hojas de tubos 32 puede incluir adicionalmente miembros estructurales de soporte (no representados) que se extienden entre la primera hoja de tubos 40 y la segunda hoja de tubos 42 y dispuestos entre ellas, alrededor o próximos a manguitos adyacentes 50 a fin de proporcionar estabilidad estructural adicional al primer ensamblaje de hojas de tubos 32. Tales miembros de soporte estructurales pueden estar contruidos, por ejemplo, de tubo de acero al carbono del baremo 80 que tiene un diámetro de 5 cm (2 pulgadas).

25 De acuerdo con ciertas realizaciones, la vasija de presión 12 puede incluir también un segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 dispuesto en el interior de la vasija de presión 12 adyacente al segundo extremo 18 de la vasija de presión. El segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 define un segundo depósito de fluido 46 dispuesto entre el segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 y el segundo extremo 18 de la vasija de presión y un segundo depósito de permeado 48. El segundo depósito de fluido 46 está en comunicación fluida con la salida de corriente residual 26 y el segundo depósito de permeado 48 está en comunicación fluida con al menos una segunda salida de corriente de permeado 30.

30 Como será comprendido y apreciado por los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, el segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 puede estar construido de una manera similar al primer ensamblaje de hojas de tubos 32, como se muestra en FIGS. 2 y 3. En particular, como se ilustra en FIG. 2, el segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 puede incluir un segundo par de hojas de tubos, que incluye una tercera hoja de tubos 62 y una cuarta hoja de tubos 64, que definen el segundo depósito de permeado 48 entre ellas. El segundo ensamblaje de hojas de tubos 44 incluye adicionalmente una pluralidad de segundos manguitos 66 dispuestos entre la tercera hoja de tubos 62 y la cuarta hoja de tubos 64. La tercera hoja de tubos 62 tiene una pluralidad de terceras aberturas formadas a su través, y la cuarta hoja de tubos 64 tiene una pluralidad de cuartas aberturas correspondientes formadas a su través.

35 Cada segundo manguito 66 tiene un primer extremo dispuesto dentro de y extendiéndose a través de una de las terceras aberturas en la tercera hoja de tubos 62 y un segundo extremo dispuesto dentro de y extendiéndose a través de la cuarta abertura correspondiente en la cuarta hoja de tubos 64 formando una pluralidad de segundos canales 68 que se extienden a través del segundo ensamblaje de hojas de tubos 44. Como se muestra en FIG. 2, la pluralidad de primeros canales 60 se corresponde generalmente con la pluralidad de segundos canales 68.

40 FIG. 5 ilustra, en mayor detalle, un manguito 110 de acuerdo con una realización preferida y que, como se describe adicionalmente en esta memoria, permite o deja ventajosamente de otro modo que el material permeado se conduzca a un depósito de permeado asociado. El manguito 110 incluye un primer extremo 112, un segundo extremo 114 y una porción de cuerpo 116 que se extiende entre el primer extremo 112 y el segundo extremo 114. La porción de cuerpo 116 tiene convenientemente la forma de un tubo o estructura hueca de otro tipo tal que forma uno de los primeros canales 60 que se extiende a través del primer ensamblaje de hojas de tubos 32 o uno de los segundos canales 68 que se extiende a través del segundo ensamblaje de hojas de tubos 44, como se muestra en FIG. 2.

45 La porción de cuerpo 116 del manguito 110 incluye al menos una abertura de salida de permeado 118 formada a su través para permitir que el material permeado sea conducido a un depósito de permeado asociado. Por ejemplo, como se ilustra en FIG. 5, el manguito 110 puede incluir tres aberturas de salida de permeado 118 formadas a través de la porción de cuerpo 116. Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprenderán y apreciarán, sin embargo, que el manguito 110 puede incluir 2, 3, 4 o más aberturas 118 de salida de permeado para acomodarse a las especificaciones deseadas del proceso.

50 La porción de cuerpo 116 del manguito 110 incluye adicionalmente una primera área de cierre hermético 113 dispuesta entre el primer extremo 112 y la al menos una abertura de salida de permeado 118 y/o una segunda área

de cierre hermético 115 dispuesta entre el segundo extremo 114 y la al menos una abertura de salida de permeado 118 para retener o mantener un adaptador asociado de permeado dentro del manguito.

5 La primera área de cierre hermético 113 puede incluir una ranura de clip de retención 120 formada o cortada en una superficie interior 111 del manguito que retiene o mantiene un adaptador asociado de permeado dentro del manguito. La segunda área de cierre hermético 115 puede incluir también una ranura de clip de retención 121 formada o cortada en la superficie interior 111 del manguito adaptador que retiene o mantiene un adaptador asociado de permeado dentro del manguito 110.

10 Alternativa o adicionalmente, la porción de cuerpo 116 del manguito 110 puede incluir al menos un orificio, rendija o abertura (no representada) formada o cortada a través de la porción de cuerpo 116 del manguito 110 asociada generalmente con las áreas de cierre hermético primera y/o segunda, 113 y 115, respectivamente, para alojar una clavija que retiene o mantiene un adaptador asociado de permeado dentro del manguito 110.

15 Volviendo a FIG. 2, el sistema de separación 10 incluye adicionalmente una pluralidad de ensamblajes de cartuchos de membrana 70 dispuestos dentro de la vasija de presión 12 y que se extienden entre el primer extremo 16 de la vasija de presión y el segundo extremo 18 de la vasija de presión. De acuerdo con ciertas realizaciones, al menos una porción de los ensamblajes de cartuchos de membrana 70 están dispuestos dentro de una cámara de cartuchos 72 dispuesta entre el primer ensamblaje de hojas de tubos 32 y el segundo ensamblaje de hojas de tubos 44.

20 El sistema de separación 10, como se muestra en FIG. 2, es conocido generalmente o se hace referencia al mismo como un sistema de un solo paso. En la práctica, se alimenta un fluido al primer depósito de fluido 34 por la entrada 24 de la corriente de alimentación. El fluido entra en los ensamblajes de cartuchos de membrana 70, en donde componentes seleccionados del fluido permean los elementos de separación de membrana contenidos dentro de los ensamblajes de cartuchos de membrana 70 y se recogen en el primer depósito de permeado 36 y/o el segundo depósito de permeado 48 y se retiran del sistema de separación por la al menos una primera salida de corriente de permeado 28 y/o la al menos una segunda salida de corriente de permeado 30. Los componentes del fluido no permeados o residuales salen de los ensamblajes de cartuchos de membrana 70 y se recogen en el segundo depósito de fluido 46. El fluido no permeado o residual se retira del sistema de separación por la salida de corriente residual 26.

30 FIG. 6 ilustra, con mayor detalle, un ensamblaje de cartuchos de membrana 210 de acuerdo con ciertas realizaciones. El ensamblaje de cartuchos de membrana 210 incluye un cartucho de membrana 212 que puede contener uno o más elementos de separación de membrana 222. El cartucho de membrana 212 ilustrado en FIG. 6, incluye por ejemplo cinco elementos de separación de membrana 222 que están unidos secuencialmente o serie. Se comprenderá y será apreciado por los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, que el número de elementos de separación de membrana 222 empleados en ensamblajes de cartuchos de membrana particulares 210 depende generalmente de la aplicación.

35 Los elementos de separación de membrana 222 individuales pueden estar interconectados por una pinza u otra conexión o acoplamiento seleccionado, tal como el diseñado por el número de referencia 224. Una conexión o acoplamiento adecuado individual 224 para interconexión de los elementos de separación de membrana individuales 222 se describe, por ejemplo, en la Solicitud de Patente U.S. 5.851.267, cedida al mismo cesionario.

40 Cada elemento de separación de membrana 222 incluye un tubo central de permeado 226 que, cuando los elementos de separación de membrana 222 están interconectados, forma, al menos en parte, un tubo de paso de permeado 228 dispuesto por regla general centralmente, que se extiende a través del cartucho de membrana 212 desde un primer extremo 216 a un segundo extremo 220. Los tubos centrales de permeado 226 incluyen una pluralidad de perforaciones 230 para alojar el fluido que permea los elementos de separación de membrana 222.

45 De acuerdo con ciertas realizaciones preferidas, el cartucho de membrana 212 puede incluir ventajosamente un tubo de presión de membrana 232 que proporciona soporte para los ensamblajes de cartuchos de membrana 210 e impide el pandeo de los cartuchos de membrana 212. Adicionalmente, el tubo de presión de membrana 232 cierra por regla general herméticamente un lado de alimentación de los elementos de separación de membrana 222 de un lado residual de los elementos de separación de membrana 222.

50 El tubo de presión de membrana 232 puede tener la forma de un tubo cilíndrico que aloja o contiene los elementos de separación de membrana 222. El tubo de presión de membrana 232 puede estar construido de diversos materiales metálicos, tales como, por ejemplo, aluminio, acero al carbono, y/o acero inoxidable, o materiales no metálicos tales como, por ejemplo, materiales polímeros reforzados con fibra de carbono. De acuerdo con ciertas realizaciones, el tubo de presión de membrana 232 está construido a partir de materiales ligeros, y puede resistir presiones de 3,5 a 7,0 kg/cm<sup>2</sup> (50 a 100 libras por pulgada cuadrada).

55 El ensamblaje de cartuchos de membrana 210 incluye un primer adaptador de permeado 214 unido al primer extremo 216 del cartucho de membrana 212. El primer adaptador de permeado puede estar unido adicionalmente a un primer extremo 234 del tubo de paso de permeado 228.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el ensamblaje de cartuchos de membrana 210 puede incluir adicionalmente un segundo adaptador de permeado 218 unido a un segundo extremo 220 del cartucho de membrana 212. El segundo adaptador de permeado 218 puede estar unido adicionalmente a un segundo extremo 238 del tubo de paso de permeado 228.

5 De acuerdo con ciertas realizaciones, la cámara de cartuchos 72, tal como se muestra en FIG. 2, puede incluir una pluralidad de bandejas o soportes intermedios 73 que proporcionan soporte para los ensamblajes de cartuchos de membrana 70. Tales bandejas evitan el pandeo de la porción de los ensamblajes de cartuchos de membrana 70 dispuesta dentro de la cámara de cartuchos 72, lo cual alivia o elimina la fatiga de los acoplamientos entre el cartucho de membrana 70 y los adaptadores primero y/o segundo de permeado asociados.

10 De acuerdo con ciertas otras realizaciones que emplean los ensamblajes de cartuchos de membrana 210, como se ilustra en FIG. 6, el tubo de presión de membrana 232 evita el pandeo de la porción del ensamblaje de cartuchos de membrana 210 dentro de la cámara de cartuchos, lo cual alivia o elimina la fatiga de los acoplamientos entre el cartucho de membrana 212 y los adaptadores primero y/o segundo de permeado 214 y 218, respectivamente. En tales realizaciones, las bandejas o soportes intermedios pueden eliminarse opcionalmente.

15 Las bandejas 73 pueden posicionarse a intervalos dentro de la cámara de cartuchos 72 y pueden extenderse horizontalmente a través de la anchura de la cámara de cartuchos 72. Por ejemplo, las bandejas pueden estar construidas de material de tubos que tiene sección transversal cuadrada o redonda o de barras angulares que están dispuestas a través de la anchura de la cámara de cartuchos a intervalos de 1,2 a 1,8 metros (4 a 6 pies).

20 Alternativamente, las bandejas pueden extenderse a lo largo de un tramo de la cámara de cartuchos 72 (no representado). Por ejemplo, las bandejas pueden construirse de semi-tubos que tienen una sección transversal semicircular o triangular que se extienden desde un primer extremo a un segundo extremo de la cámara de cartuchos, v.g., desde el primer ensamblaje de hojas de tubos 32 al segundo ensamblaje de hojas de tubos 44, como se muestra en FIG. 2.

25 FIGS. 7-9 ilustran, con mayor detalle, un adaptador de permeado 310 de acuerdo con una realización preferida y, como se describe adicionalmente en esta memoria, permiten ventajosamente o dejan de cualquier otro modo que el permeado sea conducido desde un cartucho de membrana a un depósito asociado de permeado. El adaptador del permeado 310 tiene o incluye una porción frontal 312, una porción posterior 314 dispuesta opuestamente y una porción de cuerpo 316 que se extiende entre la porción frontal 312 y la porción posterior 314. La porción de cuerpo define un orificio ciego central 318 para alojar un extremo respectivo de un tubo de paso de permeado asociado tal como, por ejemplo, el primer extremo 234 o el segundo extremo 238 del tubo de paso de permeado 228, representado en FIG. 6. Como puede verse quizás mejor en FIGS. 7 y 9, la porción posterior 314 forma un cierre hermético o tapa de tal modo que el orificio ciego central 318 no se extiende totalmente a través del adaptador de permeado 310.

35 La porción de cuerpo 316 del adaptador de permeado 310 incluye adicionalmente al menos una abertura de descarga de permeado 320 dispuesta en su interior y que se extiende radialmente desde el orificio ciego central 318 a una superficie exterior 322 de la porción de cuerpo 316. Por ejemplo, como se muestra en FIG. 8, el adaptador de permeado 310 puede incluir tres aberturas de descarga de permeado 320 dispuestas alrededor y que se extienden radialmente desde el orificio ciego central 318. Los expertos en la técnica, ayudados por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprenderán y apreciarán que el adaptador de permeado 310 puede incluir menos de o más de tres aberturas de descarga de permeado 320 dependiendo del tamaño del adaptador y/o del proceso en el que se emplee el adaptador de permeado 310.

45 Volviendo a FIG. 7, la porción de cuerpo 316 del adaptador de permeado 310 incluye adicionalmente una sección central 324 que está torneada a un diámetro menor para formar un anillo de permeado 326 a fin de alojar los materiales permeados procedentes de la abertura de descarga de permeado 320. Convenientemente, la porción de cuerpo 316 del adaptador de permeado 310 incluye una primera ranura de cierre hermético 328 adyacente a la porción frontal 312 que contiene un primer anillo tórico y una segunda ranura de cierre hermético 330 adyacente a la porción posterior 314 que contiene un segundo anillo tórico. Una vez que el adaptador de permeado 310 está dispuesto dentro de un manguito asociado, tal como, por ejemplo, uno de los primeros manguitos 50 o uno de los segundos manguitos 66, representados en FIG. 2, el primer anillo tórico dispuesto en la primera ranura de cierre hermético 328 forma un cierre hermético entre el adaptador de permeado 310 y el manguito asociado, con lo cual la sección central 324 del adaptador de permeado 310 se aísla de la cámara de cartuchos asociada tal como, por ejemplo, la cámara de cartuchos 72, como se muestra en FIG. 2. Adicionalmente, una vez que el adaptador de permeado 310 está dispuesto dentro del manguito asociado, el segundo anillo tórico dispuesto en la segunda ranura de cierre hermético 330 forma un cierre hermético entre el adaptador de permeado 310 y el permeado y el manguito asociado, con lo cual la sección central 324 del adaptador de permeado 310 se aísla de un depósito de fluido asociado tal como, por ejemplo, el primer depósito de fluido 34 o el segundo depósito de fluido 46, como se muestra en FIG. 2.

Adicionalmente, una vez que el adaptador de permeado 310 está dispuesto dentro de un manguito asociado tal como, por ejemplo, el manguito 110, como se muestra en FIG. 5, las aberturas de descarga de permeado 320 del

adaptador de permeado 310 están al menos parcialmente alineadas con las aberturas de salida de permeado 118 del manguito asociado 110.

En la práctica, el adaptador de permeado 310, una vez unido a un extremo respectivo de un tubo de paso del permeado asociado, pone un cartucho de membrana asociado tal como, por ejemplo, el cartucho de membrana 212, como se muestra en FIG. 6, en comunicación fluida con un depósito de permeado asociado por el orificio ciego central 318, las aberturas de descarga de permeado 320 y el anillo de permeado 326. Adicionalmente, la porción posterior 314 del adaptador de permeado 310 se pone en comunicación fluida con un depósito de fluido asociado tal como, por ejemplo, el primer depósito de fluido 34 o el segundo depósito de fluido 46, como se muestra en FIG. 2, y la porción anterior 312 del adaptador de permeado 310 se pone en comunicación fluida con un extremo del cartucho de membrana asociado tal como, por ejemplo, el primer extremo 216 o el segundo extremo 220 del cartucho de membrana 212, como se muestra en FIG. 6.

Volviendo a FIG. 7, el adaptador de permeado 310 incluye adicionalmente al menos una abertura de fluido 332 que se extiende paralelamente al orificio ciego central 318 de la porción frontal 312 hasta la porción posterior 314 del adaptador de permeado 310 y dispuesta entre las aberturas de descarga del permeado adyacentes 320. Por ejemplo, como se muestra en FIG. 8, el adaptador de permeado 310 puede incluir tres aberturas de fluido 332. Un experto en la técnica, ayudado por la doctrina proporcionada en esta memoria, comprenderá y apreciará que el adaptador de permeado 310 puede incluir menos de o más de las tres aberturas de fluido 332, dependiendo del tamaño del adaptador y/o del proceso en el que se emplee el adaptador de permeado 310. En la práctica, las aberturas de fluido 332 están en comunicación fluida con un dispositivo de fluido asociado tal como, por ejemplo, el primer depósito de fluido 34 o el segundo depósito de fluido 46, como se muestra en FIG. 2, y están en comunicación fluida con un extremo de un cartucho de membrana asociado tal como, por ejemplo, el primer extremo 216 o el segundo extremo 220 del cartucho de membrana 212, como se muestra en FIG. 6.

En la práctica, haciendo referencia a FIG. 6, se alimenta un fluido a separar a una porción posterior 242 del primer adaptador de permeado 214. El fluido pasa a través de las primeras aberturas de fluido 244 al primer extremo 216 del cartucho de membrana 212. Los componentes seleccionados del fluido permean a través de los elementos de separación de membrana 222 y se recogen en el tubo de paso de permeado 228. Los componentes permeados se conducen a los adaptadores primero y/o segundo de permeado, 214 y 218, por el tubo de paso del permeado 228, donde aquéllos se descargan de los adaptadores primero y/o segundo de permeado en un depósito de permeado asociado a través de aberturas de descarga de permeado, tal como se muestra en FIG. 7. Los componentes no permeados o residuales contenidos en el fluido se conducen desde el segundo extremo 220 del cartucho de membrana 212 al segundo adaptador de permeado 218, donde aquéllos salen por una porción posterior 246 del segundo adaptador de permeado 218 a través de las segundas aberturas de fluido 248.

En una realización alternativa, como se muestra en FIG. 10, un sistema de separación 410 incluye una vasija de presión 412 que contiene un primer depósito de fluido 414 adyacente a un primer extremo 416 de la vasija de presión 412, un segundo depósito de fluido 418 adyacente a un segundo extremo 420 de la vasija de presión 412, un primer ensamblaje de hojas de tubos 422 adyacente al primer depósito de fluido 414, un segundo ensamblaje de hojas de tubos 424 adyacente al segundo depósito de fluido 418, y una cámara de cartuchos 426 dispuesta entre el primer ensamblaje de hojas de tubos 422 y el segundo ensamblaje de hojas de tubos 424.

El primer depósito de fluido 414 contiene una placa divisoria 428 que se extiende desde el primer extremo 416 de la vasija de presión 412 al primer ensamblaje de hojas de tubos 422. La parte divisoria 428 define una cámara de alimentación 430 en comunicación fluida con una entrada de corriente de alimentación 432 y una cámara residual 434 en comunicación fluida con una salida de corriente residual 436. De acuerdo con ciertas realizaciones, el segundo depósito de fluido 418 puede estar en comunicación fluida con al menos una abertura de corriente fluida 446.

Los ensamblajes primero y segundo de hojas de tubos, 422 y 424, respectivamente, definen un primer depósito de permeado 438 y un segundo depósito de permeado 440, respectivamente. El primer depósito de permeado 438 está en comunicación fluida con al menos una primera salida de corriente de permeado (no representada) y el segundo depósito de permeado 440 está en comunicación fluida con al menos una segunda salida de corriente de permeado (no representada).

La cámara de cartuchos 426 incluye al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 y al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444. El al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 y el al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444 puede estar contruidos tal como se describe en esta memoria y como se representa en FIG. 6. El al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 se extiende desde el primer ensamblaje de hojas de tubos 422 al segundo ensamblaje de hojas de tubos 424 y está en comunicación fluida con la cámara de alimentación 430, el primer depósito de permeado 438, el segundo depósito de permeado 440, y el segundo depósito de fluido 418. El al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444 se extiende desde el primer ensamblaje de hojas de tubos 422 al segundo ensamblaje de hojas de tubos 424, y está en comunicación fluida con la cámara residual 434, el primer depósito de permeado 438, el segundo depósito de permeado 440, y el segundo depósito de fluido 418.

En la práctica, se alimenta un fluido a la cámara de alimentación 430 por la entrada de la corriente de alimentación 432 y entra en el al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442. Componentes seleccionados del fluido permean los elementos de membrana dispuestos dentro del al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 y se recogen en el primer depósito de permeado 438 y/ o el segundo depósito de permeado 440. Los componentes no permeados o residuales del fluido salen del al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 y se recogen en el segundo depósito de fluido 418, conocido también como depósito de recicló. El fluido no permeado o residual pasa desde el segundo depósito de fluido 418 al al menos un segundo ensamblaje de membrana 444. Los componentes seleccionados del fluido residual permean los elementos de membrana dispuestos en el interior del al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444 y se recogen en el primer depósito de permeado 438 y/o el segundo depósito de permeado 440. El fluido remanente que contiene los componentes no permeados sale del al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444 a la cámara residual 434 donde el mismo se retira de la vasija de presión 412 a través de la salida de corriente residual 436. Un sistema de separación 410 que opera de esta manera se conoce o se designa generalmente como un sistema de dos pasos.

De acuerdo con ciertas realizaciones, la placa divisoria 428 puede estar montada dentro de la primera cámara de fluido 414 utilizando una bisagra o un dispositivo movable análogo de tal modo que la placa divisoria 428 puede desplazarse para permitir el acceso al interior de la vasija de presión 412 por ejemplo a través de una boca de hombre 446 formada en el primer extremo 416 de la vasija de presión 412. De acuerdo con otra realización, la placa divisoria 428 puede estar montada de manera separable dentro del primer depósito de fluido 414 de tal modo que la placa divisoria 428 puede retirarse del primer depósito de fluido 414 para permitir el acceso al primer ensamblaje de hojas de tubos 422 y/o para convertir el sistema de separación 410 desde un sistema de dos pasos a un sistema de un solo paso como se describe anteriormente en esta memoria.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el sistema de separación 410 puede incluir adicionalmente una placa divisoria tal como, por ejemplo, análoga a la placa divisoria 428, dispuesta dentro del segundo depósito de fluido 418 que se extiende desde el segundo extremo 420 de la vasija de presión al segundo ensamblaje de hojas de tubos 424. En una realización de este tipo, la placa divisoria 428 dentro del primer depósito de fluido 414 puede definir cámaras de alimentación primera y segunda (v.g., las cámaras 430 y 434, respectivamente) y la placa divisoria en el interior del segundo depósito de fluido 418 puede definir depósitos residuales opuestos primero y segundo. El al menos un primer ensamblaje de cartuchos de membrana 442 se extiende desde el primer ensamblaje de hojas de tubos 422 al segundo ensamblaje de hojas de tubos 424 y está en comunicación fluida con la primera cámara de alimentación (v.g., la cámara 430), el primer depósito de permeado 438, el segundo depósito de permeado 440, y la primera cámara residual opuesta. El al menos un segundo ensamblaje de cartuchos de membrana 444 se extiende desde el primer ensamblaje de hojas de tubos 422 al segundo ensamblaje de hojas de tubos 424 y está en comunicación fluida con la segunda cámara de alimentación (v.g. la cámara 434), el primer depósito de permeado 438, el segundo depósito de permeado 440, y la segunda cámara residual opuesta. La primera cámara residual está en comunicación fluida con una primera abertura de corriente fluida 448 y la segunda cámara residual está en comunicación fluida con una segunda abertura de fluido (v.g., la abertura de corriente de fluido 446). Un sistema de separación 410 que opera de este modo permite o proporciona generalmente un 50% de reducción (es decir, un 50% de disminución en el volumen de gas tratado dentro del sistema) cuando el fluido se alimenta a una de las cámaras de alimentación primera y segunda (v.g., las cámaras 430 y 434).

De acuerdo con ciertas otras realizaciones, la placa divisoria 428 puede extenderse a través del primer ensamblaje de hojas de tubos 422 y definir depósitos de permeado primero y segundo en el mismo. Adicionalmente, o de modo alternativo, una placa divisoria, similar a la placa divisoria 428, dispuesta en el interior del segundo depósito de fluido 418 puede extenderse a través del segundo ensamblaje de hojas de tubos 424 y definir en él depósitos de permeado primero y segundo.

De acuerdo con ciertas realizaciones adicionales, dos o más placas divisorias, tales como, por ejemplo, similares a la placa divisoria 428, pueden estar dispuestas en el interior de los primeros depósitos de fluido 414 para definir tres o más cámaras de fluido en el primer extremo 416 de la vasija de presión 412. Adicional o alternativamente, dos o más placas divisorias, tales como, por ejemplo, similares a la placa divisoria 428, pueden estar dispuestas dentro de los segundos depósitos de fluido 418 para definir tres o más cámaras de fluido en el segundo extremo 420 de la vasija de presión 412.

Opcionalmente, sistemas de separación de acuerdo con realizaciones seleccionadas, tales como los representados en FIGS. 2 ó 10, pueden incluir adicionalmente al menos una abertura de condensación (no representada) en comunicación fluida con una cámara de cartuchos asociada, tal como la cámara de cartuchos 72 que se muestra en FIG. 2 o la cámara de cartuchos 426 que se muestra en FIG. 10.

Como se ha descrito arriba, la invención proporciona un sistema de separación que incorpora una pluralidad de ensamblajes de cartuchos de membrana dentro de una vasija de presión que permite que el permeado se conduzca desde la pluralidad de cartuchos de membrana a uno o más depósitos comunes de permeado dentro de la vasija de presión en donde el permeado puede retirarse del sistema de separación por al menos una abertura de salida de la corriente de permeado. Así, la invención permite el suministro de la corriente de alimentación, la retirada de la

corriente residual de la misma, y la retirada de la corriente de permeado de una multitud de cartuchos de membrana en un número reducido de localizaciones.

5 Como se detalla en esta memoria, las mejoras y beneficios alcanzables por la práctica incluyen un sistema de separación que produce o da como resultado una mejora del empaquetamiento al nivel del patín o patines, coste y peso de instalación reducidos debido a la eliminación de tuberías o conexiones de flujo a los cartuchos o módulos de membrana individuales, y flexibilidad incrementada en lo que respecta a las configuraciones de flujo sin requerir sustituciones importantes de hardware.

10 La invención descrita ilustrativamente en esta memoria puede llevarse a la práctica convenientemente en ausencia de cualquier elemento, paso, parte, componente, o ingrediente que no se describa específicamente en esta memoria.

15 Si bien en la descripción detallada que antecede de esta invención se ha descrito la misma en relación con ciertas realizaciones preferidas, y se han expuesto muchos detalles para propósitos de ilustración, será evidente para los expertos en la técnica que la invención es susceptible de realizaciones adicionales y que algunos de los detalles descritos en esta memoria pueden modificarse considerablemente sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en la reivindicación 1.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de separación (10) que comprende:

una vasija de presión alargada (12) que tiene una entrada de corriente de alimentación (24), una salida de corriente residual (26) y al menos una salida de corriente de permeado (28);

5 un primer ensamblaje de hojas de tubos (32) dispuesto en el interior de la vasija de presión (12) y que define un primer depósito de permeado (36) entre ellos, incluyendo el primer ensamblaje de hojas de tubos (32) un primer par de hojas de tubos (38) y una pluralidad de primeros manguitos (50, 110) dispuestos entre ellas, estando el primer depósito de permeado (36) en comunicación fluida con la al menos una salida de corriente de permeado (28);  
 10 un primer depósito de fluido (34) dispuesto en el interior de la vasija de presión (12) entre un primer extremo (16) de la vasija de presión (12) y el primer ensamblaje de hojas de tubos (32); y una pluralidad de ensamblaje de cartuchos de membrana (70, 210) dispuestos en el interior de la vasija de presión (12) y que se extienden entre el primer extremo (16) y un segundo extremo (18) de la vasija de presión (12), incluyendo al menos un ensamblaje de cartuchos de membrana (70, 210) un primer adaptador de permeado (214, 310) y un cartucho de membrana (212),  
 15 el primer adaptador de permeado (214, 310) unido a un primer extremo (216) del cartucho de membrana (212) y dispuesto en el interior de uno de los primeros manguitos (50, 110), el primer adaptador de permeado (214, 310) en comunicación fluida con el primer depósito de fluido (34) y el primer depósito de permeado (36), en donde el al menos un ensamblaje de cartuchos de membrana (70, 210) incluye adicionalmente un tubo de paso de permeado (228) que se extiende desde el primer extremo (216) del cartucho de membrana (212) a un segundo extremo (220) del cartucho de membrana (212), y en donde el primer adaptador de permeado (214, 310) comprende:

20 una porción anterior (312);  
 una porción posterior (314); y  
 una porción de cuerpo (316) que se extiende entre la porción anterior (312) y la porción posterior (314), definiendo la porción de cuerpo (316) un orificio ciego central (318) para alojar un primer extremo (234) del tubo de paso de permeado (228), una pluralidad de primeras aberturas de descarga de permeado (320) que se extienden radialmente desde el orificio ciego central (318) a una superficie exterior (322) de la porción de cuerpo (316), y una pluralidad de aberturas de fluido (332) que se extienden paralelamente al orificio ciego central (318) desde la porción anterior (312) a la porción posterior (314) y dispuestas entre primeras aberturas de descarga de permeado adyacentes (320).

2. El sistema de separación (10) de la reivindicación 1 en donde cada primer manguito (50, 110) incluye una pluralidad de primeras aberturas de salida de permeado (118) al menos parcialmente alineadas con la pluralidad de primeras aberturas de descarga de permeado (320) del primer adaptador de permeado (214, 310) dispuestos en su interior.

3. El sistema de separación (10) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un segundo ensamblaje de hojas de tubos (44) dispuesto en el interior de la vasija de presión (12) y que define un segundo depósito de permeado (48) entre ellos, incluyendo el segundo ensamblaje de hojas de tubos (44) un segundo par de hojas de tubos (62, 64) y una pluralidad de segundos manguitos (66, 110) dispuestos entre ellos, correspondiendo la pluralidad de segundos manguitos (66, 110) a la pluralidad de primeros manguitos (50, 110).

4. El sistema de separación (10) de la reivindicación 3 que comprende adicionalmente un segundo depósito de fluido (46) dispuesto en el interior de la vasija de presión (12) entre el segundo extremo (18) de la vasija de presión (12) y el segundo ensamblaje de hojas de tubos (44).

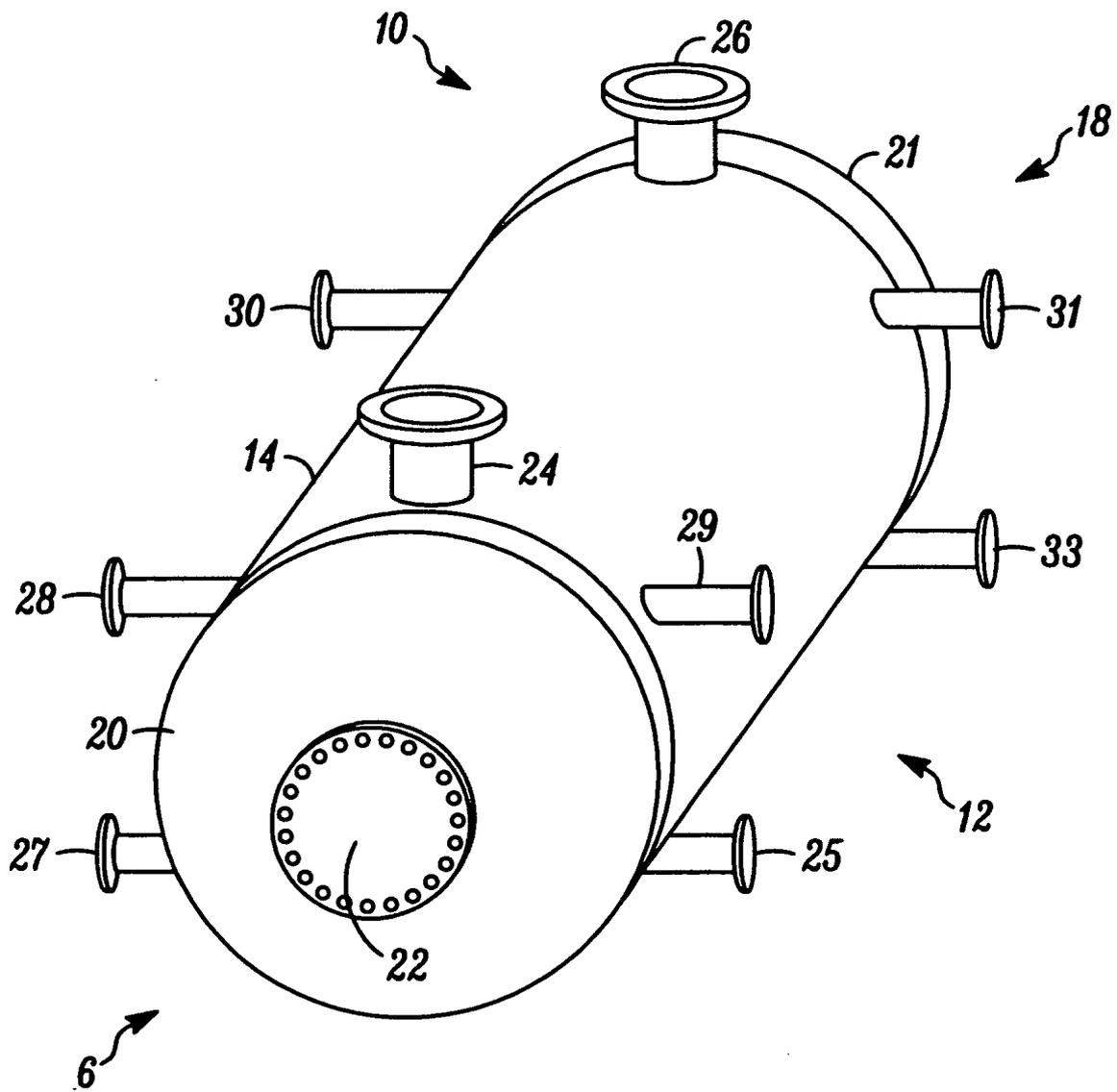
5. El sistema de separación (10) de la reivindicación 4 en donde el al menos un ensamblaje de cartuchos de membrana (70, 210) comprende adicionalmente un segundo adaptador de permeado (218, 310) unido a un segundo extremo (220) del cartucho de membrana (212), el segundo adaptador de permeado (218, 310) dispuesto en el interior del segundo manguito correspondiente (66, 110) y en comunicación fluida con el segundo depósito de permeado (48) y el segundo depósito de fluido (46).

6. El sistema de separación (10) de la reivindicación 5 en donde el segundo adaptador de permeado (218, 310) comprende:

50 una porción anterior (312);  
 una porción posterior (314); y  
 una porción de cuerpo (316) que se extiende entre la porción anterior (312) y la porción posterior (314), definiendo la porción de cuerpo (316) un orificio ciego central (318) para alojar un segundo extremo (238) del tubo de paso de permeado (228), una pluralidad de segundas aberturas de descarga de permeado (320) que se extienden radialmente desde el orificio ciego central (318) a una superficie exterior (322) de la porción de cuerpo (316), y una pluralidad de aberturas de fluido (332) que se extienden paralelamente al orificio ciego central (318) desde la porción anterior (312) a la porción posterior (314) y dispuestas entre segundas aberturas de descarga de permeado adyacentes (320).

7. El sistema de separación (10) de la reivindicación 6 en el cual cada segundo manguito (66, 110) incluye una pluralidad de segundas aberturas de salida de permeado (118) al menos parcialmente alineadas con la pluralidad de

segundas aberturas de descarga de permeado (320) del segundo adaptador de permeado (218, 310) dispuestas en su interior.



**FIG. 1**



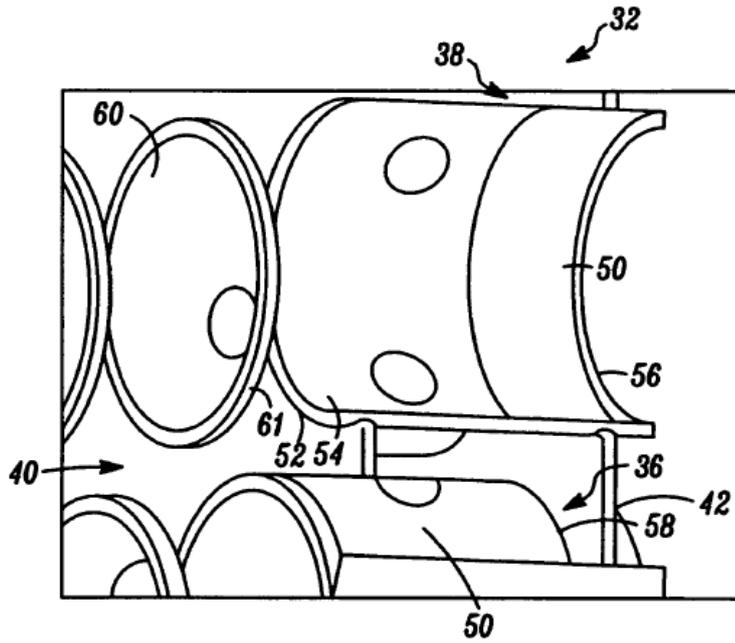


FIG. 3

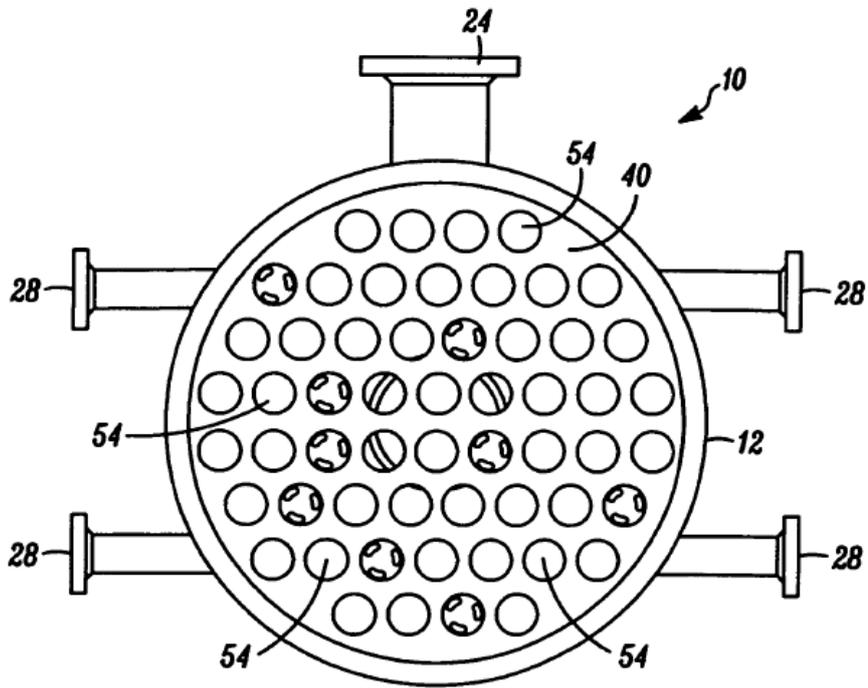


FIG. 4

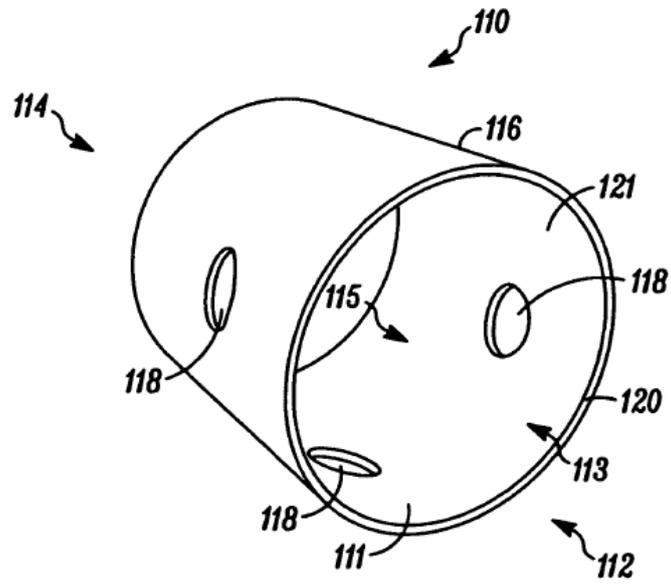


FIG. 5

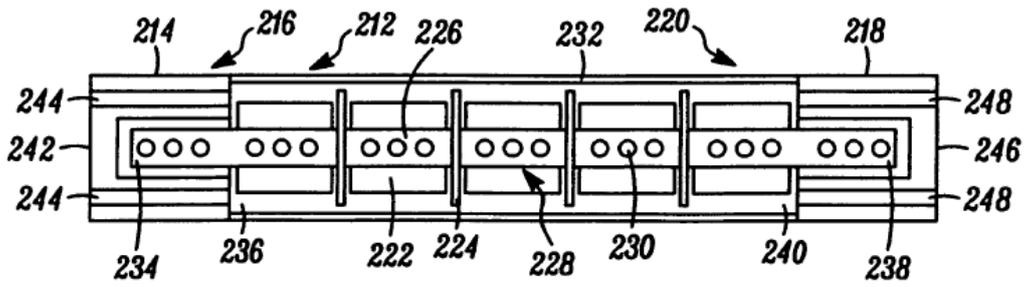


FIG. 6

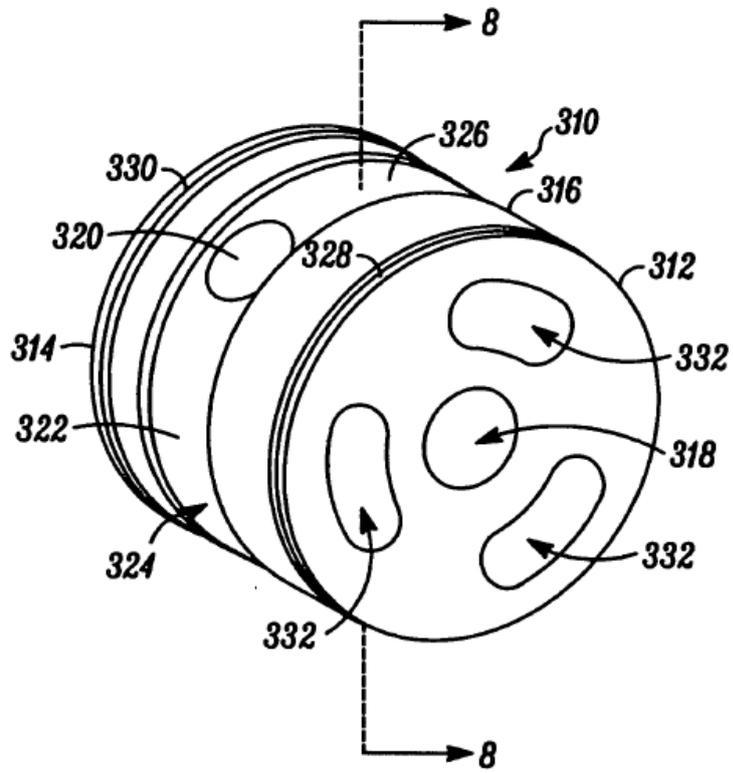


FIG. 7

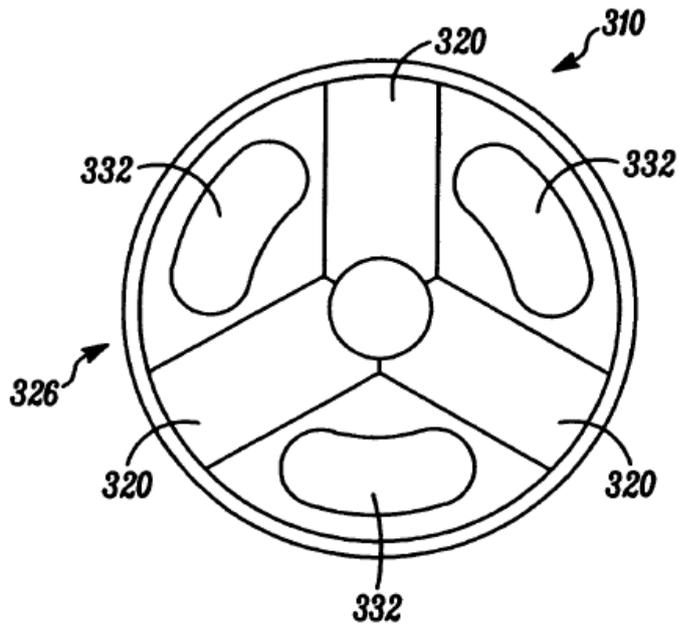
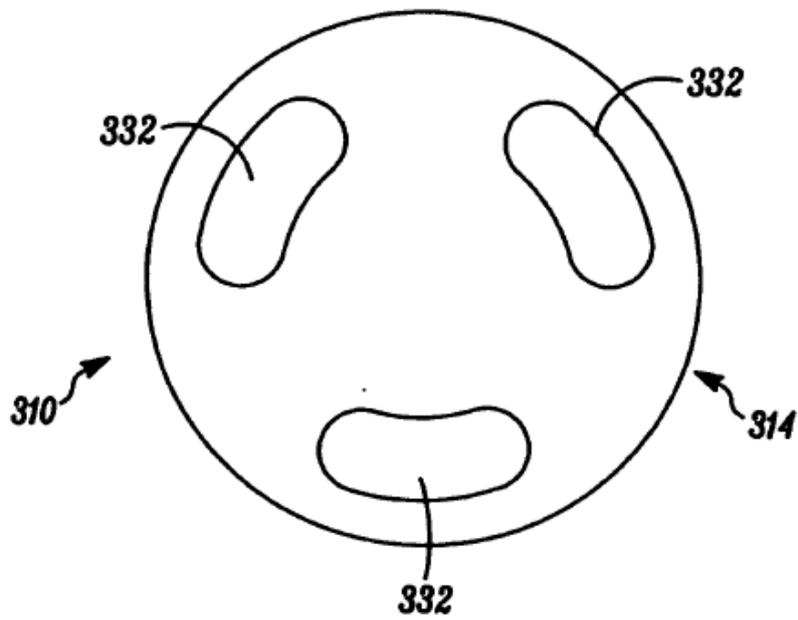


FIG. 8



*FIG. 9*

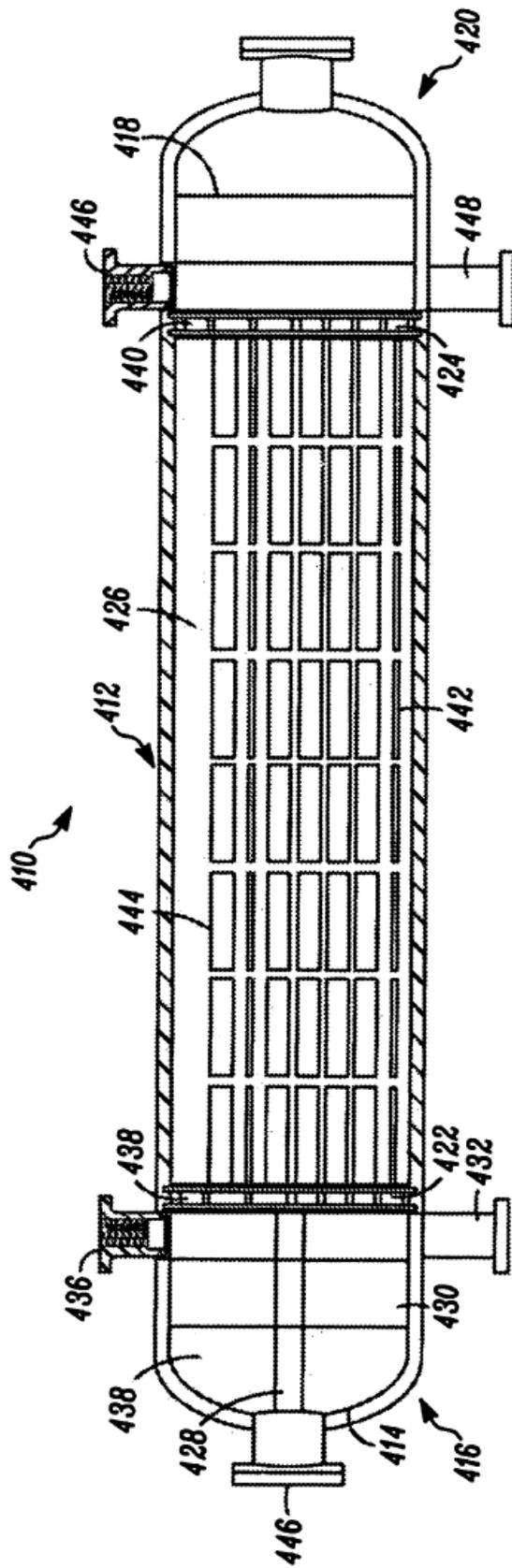


FIG. 12