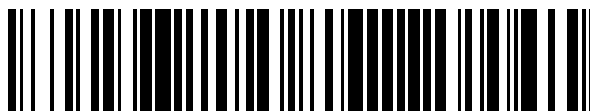


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 047**

51 Int. Cl.:

B01D 63/02 (2006.01)

B01D 63/04 (2006.01)

B01D 65/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2014 PCT/EP2014/069342**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15036459**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2014 E 14766150 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 3043893**

54 Título: **Filtro de membrana y procedimiento para filtrar**

30 Prioridad:

11.09.2013 DE 102013218188

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

22.02.2018

73 Titular/es:

**MEMBION GMBH (100.0%)
Schwerzfelderstrasse 33
52159 Roetgen, DE**

72 Inventor/es:

**VOLMERING, DIRK y
VOSENKAUL, KLAUS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 656 047 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

Filtro de membrana y procedimiento para filtrar

5 La invención se refiere a un filtro de membrana para filtrar un líquido a ser filtrado con un elemento de pie abierto por debajo, que puede ser atravesado por un gas y el líquido, que presenta una cubierta en forma de tubo y exactamente un soporte de membrana que se encuentra en su interior, en el que el soporte de membrana está unido a la cubierta a través de al menos un punto de anclaje, membranas de fibras huecas fijadas por arriba en el soporte de membrana con, respectivamente, un lumen en el que puede ser filtrado un permeado líquido del líquido a ser filtrado, un tubo cerrado por la periferia que unido por arriba a la cubierta rodea a las membranas de fibras huecas, una entrada de gas para la introducción del gas en el elemento de pie, al menos un espacio de recogida de permeado que está unido a los lúmenes de las membranas de fibras huecas para recoger el permeado de las membranas de fibras huecas, al menos una salida de permeado para evacuar el permeado del al menos un espacio de recogida de permeado y al menos un espacio de flujo abierto por debajo entre la cubierta y el soporte de membrana para el paso del líquido, que presenta por arriba una salida para descargar el líquido en el tubo, en el que el al menos un espacio de flujo en cada corte horizontal a través del soporte de membrana linda tanto con la cubierta, como con el soporte de membrana y rodea al soporte de membrana como resquicio anular que solo es interrumpido por el al menos un punto de anclaje, en el que una altura del espacio de flujo está definida por una zona de solapamiento de una altura del soporte de membrana y una altura de la cubierta, y en el que el soporte de membrana cierra completamente el elemento de pie, excepto por el al menos un espacio de flujo para el paso del líquido desde abajo hacia arriba.

20 La invención se refiere además a un procedimiento para filtrar un líquido a ser filtrado en tal filtro de membrana, en el que el líquido fluye en el elemento de pie, atraviesa el al menos un espacio de flujo y de esta forma fluye alrededor del soporte de membrana, un gas fluye a través de la entrada de gas en el elemento de pie, el líquido fluye solo a través de la salida en la parte superior del elemento de pie y solo a través de este entra en el tubo, el gas fluye hacia fuera por la parte superior del elemento de pie, entra en el tubo y se eleva en el tubo, y de este modo genera un movimiento ascendente del líquido en el filtro de membrana, el líquido ascendente y el gas limpian por fuera las membranas de fibras huecas, entre un lado exterior de las membranas de fibras huecas y los lúmenes de las membranas de fibras huecas existe una diferencia de presión, debido a la cual es filtrado un permeado líquido del líquido y fluye dentro de los lúmenes de las membranas de fibras huecas y el permeado de los lúmenes es recogido, y fluye hacia fuera del filtro de membrana.

30 Un filtro de membrana con las características descritas al principio es conocido por el documento WO-02/22244-A1, en el cual participó también uno de los inventores.

35 El filtro de membrana conocido está concebido para el filtrado de aguas residuales con alto contenido de sólidos, como por ejemplo las que se pueden encontrar en plantas biológicas depuradoras en biorreactores de membrana (MBR). En este caso, el filtro de membrana puede sumergirse en las cuencas de la planta depuradora o ser dispuesto en seco dotado de conductos tubulares de suministro y descarga. La fuerza motriz para el filtrado se consigue en la mayoría de los casos mediante una presión negativa aplicada por el lado del permeado, pero en la variante de disposición en seco se puede realizar también mediante una pequeña sobrepresión por el lado de alimentación (lado del agua aun sin tratar).

40 Las membranas de fibras huecas tienen un diámetro menor de 5 mm, por lo general de 0,5 a 3 mm y presentan una permeabilidad de membranas de microfiltración o membranas de ultrafiltración. También es posible el uso de membranas de fibras huecas para la ósmosis inversa o nanofiltración.

45 Para evitar un bloqueo del filtro de membrana por sustancias filtradas, el filtro de membrana es limpiado continuamente o a intervalos periódicos. Los métodos comúnmente utilizados para el limpiado físico del filtro de membrana operan con un limpiado a contracorriente de las membranas de fibras huecas por el lado del permeado con líquido o gas combinado con un limpiado de burbujas de gas por el lado exterior de las membranas de fibras huecas. En este último caso, son introducidas burbujas de gas por debajo en el filtro de membrana, que a continuación se elevan a lo largo de las membranas de fibras huecas y mueven estas en el líquido a ser filtrado. Con el ascenso de las burbujas de gas se genera también continuamente un flujo ascendente del líquido. La fuerza de cizalla del flujo bifásico de gas y líquido tiene una alta turbulencia, con lo que los depósitos son desprendidos y limpiados de las membranas. En los biorreactores de membrana se emplea habitualmente aire como gas.

55 El llamado efecto de bomba mamut, es decir, el flujo hacia arriba del líquido inducido por burbujas de gas ascendentes a través del filtro de membrana tiene un efecto de limpieza particularmente alto sobre las membranas de fibras huecas cuando estas están rodeadas por un tubo cerrado por la periferia, porque de ese modo las burbujas de gas son retenidas en el filtro de membrana, es decir en la proximidad inmediata de las membranas de fibras huecas. El efecto positivo del tubo está descrito en los antecedentes de la invención, entre otros en los documentos JP-2003-024937 y US-2006/0273007 A1.

En una de las formas de realización del filtro de membrana conocido, las membranas de fibras huecas del filtro de membrana, que se puede utilizar en la versión en la que está sumergido o en la que está dispuesto en seco, son

fijadas en exactamente un soporte de membrana que está unido a través de 6 puntos de anclaje a una cubierta con forma tubular de un elemento de pie. El filtro de membrana tiene un espacio de recogida de permeado, al que están conectadas las membranas de fibras huecas. Las membranas de fibras huecas están cerradas individualmente por arriba.

5 Además, el elemento de pie en este filtro de membrana presenta una entrada de gas que está conectada a través de un canal de gas a una pieza de boquilla, que sobresale entre las membranas de fibras huecas. A través de la pieza de boquilla, el gas es introducido por encima del soporte de membrana entre las membranas de fibras huecas en el líquido a ser filtrado. Debido al efecto de bomba mamut del gas inyectado, el líquido es aspirado desde abajo a través de 6 perforaciones entre los puntos de anclaje del elemento de pie. Las perforaciones forman espacios de
10 flujo en el elemento de pie, que se encuentran entre el soporte de membrana y la cubierta. El líquido fluye a través del pie del módulo en estos espacios de flujo y luego después de mezclarse con el gas introducido por arriba en el pie del módulo, se eleva junto con este en el filtro de membrana, antes de que el gas y el líquido salgan por la parte superior del filtro de membrana. Se caracteriza por que el líquido atraviesa el elemento de pie solo a través de las 6 perforaciones, es decir espacios de flujo, que se encuentran entre la cubierta y el soporte de membrana. No hay
15 otros pasos para un flujo del líquido en el elemento de pie. Es decir, el soporte de membrana cierra el elemento de pie a excepción de los espacios de flujo.

También caracteriza a este filtro de membrana el que el gas y el líquido son llevados por separado a las membranas de fibras huecas: el líquido fluye a través de los espacios de flujo entre la cubierta y el soporte de membrana por debajo del soporte de membrana y el gas centralmente por una pieza de boquilla desde por encima del soporte de
20 membrana hacia las membranas de fibras huecas.

En el elemento de pie, los espacios de flujo conectados en paralelo como pequeñas perforaciones para el paso del líquido son particularmente susceptibles al bloqueo. Si, en una de las perforaciones conectadas en paralelo se produce un depósito o un estrechamiento de la sección transversal, por ejemplo por hojas arrastradas o compuestos fibrosos, entonces se reduce en esta perforación la velocidad de flujo y aumenta el riesgo de otro bloqueo. Los
25 sistemas de este tipo para el flujo de perforaciones pequeñas conectadas en paralelo son, por tanto, designados en la técnica de procedimientos como inestables: un bloqueo incipiente en un canal de flujo se acelera por sí mismo y conduce a un bloqueo total del canal de flujo correspondiente, siempre que el flujo tenga abiertas suficientes vías de flujo alternativas. Si, por ejemplo, en el filtro de membrana conocido con 6 perforaciones paralelas comienza a bloquearse una de las perforaciones, entonces las 5 perforaciones restantes pueden compensar el flujo reducido. En caso de un bloqueo completo de la perforación, las otras perforaciones deberían aumentar su flujo en únicamente un
30 20 %. El peligro de bloqueo de los canales de flujo interno conectados en paralelo disminuye continuamente al reducirse el número de canales y aumentar las secciones transversales de canal.

Además del problema del bloqueo de las perforaciones en el elemento de pie, se tiene otro problema en el filtro de membrana conocido inmediatamente por encima de los puntos de anclaje. En las zonas sin flujo de los puntos de
35 anclaje existe el peligro de que se depositen partículas que puedan conducir a un atasco parcial del filtro. El problema del depósito de partículas en zonas de flujo menos turbulento es, por supuesto, especialmente crítico en biorreactores de membrana, ya que aquí en cuanto al líquido a ser filtrado se trata de un fango, en el que están contenidas muchas partículas, pelos, compuestos fibrosos y otras impurezas, que tienden a depósitos y bloqueos.

El tercer problema del filtro de membrana conocido es la distribución de gas insuficiente al aumentar la escala del sistema con una pieza de boquilla central en la parte superior del soporte de membrana. Las burbujas de gas
40 centrales que ascienden en el medio necesitan un tramo de entrada, antes de que hayan crecido tanto en tamaño o se hayan extendido horizontalmente, para alcanzar el diámetro completo del haz. Al aumentar el diámetro, este tramo de entrada se hace más largo y resulta que el diámetro máximo del haz de membranas que puede ser gaseado uniformemente está limitado a apenas 10 cm. Diámetros mayores conducen a que la zona exterior del haz
45 cerca del punto de sujeción inferior no sea limpiada suficientemente por la energía del aire inyectado y, por lo tanto, tienda a bloqueos.

En los antecedentes de la invención, el documento DE 19811945 A1 describe también un filtro de membrana que tiene un elemento de pie con un soporte de membrana, en el que están fijadas membranas de fibras huecas. También en esta solicitud participó uno de los inventores. Aquí, el filtro de membrana y el elemento de pie están
50 rodeados por un tubo común. Sin embargo, no hay ninguna cubierta del elemento de pie a la que esté conectado el soporte de membrana. El filtro de membrana tiene un espacio de flujo entre el soporte de membrana y el tubo, a través del cual fluye el líquido a ser filtrado. Además de este espacio de flujo, el filtro de membrana tiene otros orificios de paso para el líquido a ser filtrado y el gas en el interior que, sin embargo, no lindan tanto con el soporte de membrana como con el tubo. Han resultado problemáticos precisamente estos pequeños orificios de paso
55 atravesados en paralelo, ya que son muy propensos al bloqueo.

También el documento WO 2011/136888 A1 describe un filtro de membrana que presenta un elemento de pie con un soporte de membrana, en el que están fijadas membranas de fibras huecas.

Objeto

La invención tiene por objeto proporcionar un filtro de membrana en el que se reduzca la tendencia al bloqueo.

Solución

5 Partiendo del filtro de membrana conocido se propone según la invención que debido a la entrada de gas por el al menos un espacio de flujo el elemento de pie pueda ser atravesado hasta la salida. De este modo, el gas no es introducido, como en el filtro de membrana conocido a través de un conducto de gas separado centralmente en el medio de las membranas de fibras huecas fijadas en el soporte de membrana, sino que la alimentación del gas se realiza junto con el líquido a través del al menos un espacio de flujo en la zona exterior de las membranas de fibras huecas. De esta forma resultan varias ventajas para una reducción de la tendencia al bloqueo del filtro de membrana. Por un lado, la fuerza de cizalla del flujo bifásico de gas y líquido es aprovechada también para la limpieza del soporte de membrana y, por otro lado, el gas es introducido directamente en la zona inferior de las membranas, también en la zona marginal del haz de membranas, de manera que también aquí se reduce la tendencia al bloqueo.

15 En la realización del filtro de membrana es ventajoso que el tubo rodee a las membranas de fibras huecas al menos en el 50 % de su longitud libre, es decir, de su longitud que se encuentra dentro del líquido. De esta forma se asegura que el efecto de bomba mamut en el tubo genera un flujo suficientemente fuerte en el espacio de flujo para limpiar también el soporte de membrana que se encuentra en su interior.

20 El haz de membranas con empaquetamiento estanco de las membranas de fibras huecas en una sección transversal circular está limitado en cuanto al diámetro. La práctica del funcionamiento de los módulos de fibras huecas en biorreactores de membrana muestra que la fuerza de cizalla del flujo bifásico de líquido y gas según las condiciones de funcionamiento afecta como máximo a aproximadamente 2,0-2,5 cm en un haz de membranas de fibras huecas. Por tanto, el diámetro exterior del haz de membranas con sección transversal circular está limitado a aproximadamente 4-5 cm.

25 El al menos un espacio de flujo presenta protuberancias que sobresalen en el soporte de membrana según la invención. De esta forma, el ancho de la superficie de sección transversal empaquetada estanca con membranas puede reducirse a una medida que pueda ser limpiada por fuera mediante la fuerza de cizalla del flujo bifásico de gas y líquido. La forma más sencilla de las protuberancias son protuberancias en la dirección puramente radial. Ante el antecedente de la limitación descrita anteriormente, el diámetro del soporte de membrana puede ser aumentado por las protuberancias a aproximadamente 8-10 cm.

30 En caso de diámetros mayores son concebibles también otras formas de protuberancias y, por tanto, geometrías del soporte de membrana, como por ejemplo forma de hoja de trébol del soporte de membrana o un soporte de membrana en el que estén dispuestos varios haces de membrana redondos.

35 En una realización ventajosa del filtro de membrana con un diámetro mayor, el soporte de membrana presenta dedos, que están formados por las protuberancias y que están unidos a través de un anclaje del soporte de membrana. Estos están dispuestos preferiblemente en paralelo. El término dedo se refiere a la característica de que los dedos tienen un ancho uniforme en un corte horizontal a través del soporte de membrana. Sin embargo, esto no significa que también tengan una altura uniforme en la orientación vertical, o que esta altura esté correlacionada de alguna manera con el ancho. Por tanto, los dedos ofrecen la posibilidad de configurar el ancho de la zona dotada de membranas de fibras huecas para que sea uniforme y se pueda elegir libremente. Ha resultado ser ventajoso configurar el ancho de la zona de los dedos dotada de membranas entre 2 y 5 cm, ya que entonces está garantizada una limpieza óptima de la zona de los dedos dotada de membranas de fibras huecas, incluso cerca del lugar de sujeción.

45 Es ventajoso mantener el número de puntos de anclaje lo más pequeño posible, ya que de este modo el número de canales de flujo para el líquido a ser filtrado es menor y al mismo tiempo sus secciones transversales de flujo son mayores. Como resultado, el problema del bloqueo de los canales de flujo atravesados en paralelo se reduce significativamente.

En la configuración del filtro de membrana con dedos también es ventajoso que el soporte de membrana esté unido a la cubierta mediante un máximo de dos puntos de anclaje, que estén situados en la prolongación del anclaje. Esto tiene sobre todo ventajas para la fabricación del elemento de pie como pieza moldeada por inyección.

50 En una realización ventajosa de tal filtro de membrana según la invención, el soporte de membrana está unido a la cubierta solamente a través de un punto de anclaje. En este caso, la cantidad total de líquido que atraviesa el filtro de membrana y el gas fluyen juntos a través de este espacio de flujo único y luego a través de su salida en el tubo que se une por arriba a la cubierta del elemento de pie. Por el efecto de bomba mamut, que en particular genera el gas ascendente en el tubo, un sistema de este tipo puede ser denominado casi como de flujo forzado. Es decir, mientras que el gas asciende en el filtro de membrana, es también aspirado líquido desde abajo a través del elemento de pie. Es decir, mientras que algo fluye a través del filtro de membrana, el único canal de flujo no está completamente bloqueado y, por tanto, incluso en caso de un bloqueo parcial continúa teniendo el potencial de ser limpiado por una mayor fuerza de cizalla del flujo. Se puede lograr una mayor fuerza de cizalla, por ejemplo, aumentando la cantidad de gas y, por tanto, la turbulencia del flujo. La ventaja de la posibilidad del limpiado de

canales de flujo parcialmente bloqueados no es el caso con varios canales de flujo interno conectados en paralelo. Si en tales sistemas un canal está parcialmente bloqueado, entonces tiene tendencia a bloquearse por completo debido a la menor velocidad de flujo. Para limpiar nuevamente un canal de flujo completamente bloqueado, una limpieza mecánica del filtro de membrana mediante el flujo bifásico de gas y líquido por sí sola no suele ser suficiente. En tales casos, a menudo es necesaria una limpieza química intensiva del filtro de membrana hasta incluso una limpieza mecánica manual. La posibilidad de la limpieza de canales de flujo parcialmente bloqueados aumenta con la disminución del número de canales de flujo paralelos. Por tanto, la elección de un único canal de flujo es ventajosa. Sin embargo, esto también impone límites al filtro de membrana según la invención.

La realización de solo un punto de anclaje en un filtro de membrana según la invención tiene sentido solamente hasta un diámetro de aproximadamente 15-18 cm del elemento de pie. En caso de soportes membrana mayores, es más favorable desde el punto de vista estático que el filtro de membrana presente al menos dos puntos de anclaje opuestos. En esta realización del filtro de membrana según la invención, es ventajoso conectar la salida de permeado mediante uno de los puntos de anclaje y la entrada de gas mediante el otro.

Por razones de la técnica de fabricación, en la configuración del filtro de membrana según la invención con dedos en el soporte de membrana es favorable configurar uniforme el ancho de la zona de los dedos dotada de membranas de fibras huecas a ambos lados del anclaje y también en la zona del anclaje, y asimismo, no dotar de membranas a la zona pequeña entre los dedos por encima del anclaje.

Para evitar que se depositen partículas sólidas en la zona sin flujo del anclaje entre los dedos, es ventajoso realizar la sección transversal del anclaje entre los dedos en la dirección vertical no hasta la salida, sino ya antes dejar que termine estrechándose. Lo mismo se aplica también a la configuración de los puntos de anclaje para conectar el soporte de membrana a la cubierta.

En este caso, en cada uno de los cortes horizontales el soporte de membrana está completamente separado de la cubierta por encima del al menos un punto de anclaje. Si la cubierta al mismo tiempo llega por arriba hasta al menos el extremo superior del soporte de membrana, entonces en este corte horizontal el soporte de membrana está completamente incrustado en la salida. Asimismo, el soporte de membrana no tiene que ser necesariamente continuo en la parte superior del elemento de pie, pues en el ejemplo del soporte de membrana con dedos, y el anclaje entre los dedos no realizado hasta la salida, la sección transversal en la salida presenta varios dedos separados entre sí, que sin embargo todos ellos son parte del único soporte de membrana.

Es ventajoso en el marco de la invención configurar uniforme también el ancho de la protuberancia del espacio de flujo entre los dedos. Este se sitúa ventajosamente en el intervalo entre 3 y 8 mm, dependiendo de las condiciones de funcionamiento y del contenido de sólidos del líquido a ser filtrado. Con un contenido de sólidos bajo y partículas sólidas pequeñas pueden tener sentido también dimensiones menores por razones del aumento de la densidad de empaquetamiento, bajo la condición de que siga fluyendo suficiente líquido a ser filtrado a través del espacio de flujo.

Con el fin de uniformar el flujo a través del elemento de pie, es ventajoso que el al menos un espacio de flujo en al menos uno de los cortes horizontales forme al menos un canal de flujo, que tenga una anchura uniforme a través de más del 80 % de su longitud. Dado que desde el punto de vista de la técnica de flujo en los lugares de las protuberancias son ventajosos redondeados de los cantos exteriores del soporte de membrana, el ancho del canal de flujo en estos puntos difiere ligeramente del ancho uniforme.

En la realización del filtro de membrana según la invención es ventajoso que el soporte de membrana en los cortes horizontales tenga una sección transversal que se reduzca hacia abajo. De esta forma se crean cantos delanteros oblicuos en el soporte de membrana, en los que pueden deslizarse las impurezas que se encuentran en el líquido a ser filtrado, como por ejemplo pelos o compuestos fibrosos, hojas o partículas gruesas. Los biselados están diseñados de tal manera que las impurezas mencionadas en el soporte de membrana son derivadas hacia el exterior en el espacio de flujo. Esto se puede ilustrar claramente con el ejemplo de los dedos: cuando durante el flujo de un dedo en el soporte de membrana se depositan desde abajo compuestos fibrosos sobre el canto delantero del dedo, entonces estos se deslizarán hasta el final del dedo debido a la configuración oblicua del canto delantero de los dedos y luego se deslizarán desde el dedo al canal de flujo y serán limpiados del módulo. Mediante la configuración del soporte membrana con una superficie de sección transversal horizontal que se reduce hacia abajo se evitan en gran medida cantos delanteros horizontales que se encuentran en la trayectoria de flujo, en los que se pueden fijar fácilmente impurezas.

En una realización ventajosa del filtro de membrana, el elemento de pie presenta la entrada de gas para la introducción del gas en el elemento de pie. La entrada de gas se encuentra en este caso por debajo del soporte de membrana. Es ventajoso que la entrada de gas esté dispuesta inmediatamente por debajo del soporte de membrana, porque de esta forma la profundidad de inyección del gas se reduce al mínimo, lo que tiene un efecto favorable sobre el consumo de energía de la gasificación.

Los filtros de membrana conocidos en los antecedentes de la invención tienen, por ejemplo, una cámara de mezcla alineada verticalmente para la generación de una mezcla de gas-líquido. Sin embargo, esto tiene el inconveniente de

que aumenta profundidad de inyección del gas y, por tanto, el consumo de energía. Con una profundidad del agua de 2 m se tienen 20 cm de profundidad de inyección adicional debido a una cámara de mezcla, lo que supone ya un 10 % más de consumo de energía. En el documento WO 2008/144826 A1 se describe un sistema de este tipo con cámara de mezcla extendida verticalmente para la mezcla de gas y líquido.

- 5 Alternativamente, la entrada de gas deja entrar gas por debajo en el elemento de pie sin que ella sea parte del elemento de pie.

Para el uso del filtro de membrana según la invención para el tratamiento de aguas residuales en biorreactores de membrana es ventajoso que las membranas de fibras huecas estén cerradas individualmente por arriba y que floten libremente con su extremo superior en el flujo del líquido a ser filtrado. De esta forma, impurezas, como en particular pelos y compuestos fibrosos pueden ser limpiados del filtro de membrana, incluso aunque se hayan enrollado alrededor de las membranas de fibras huecas durante el flujo a través del filtro.

En esta realización del filtro de membrana según la invención con membranas de fibras huecas fijadas solo por debajo en el soporte de membrana del elemento de pie, el elemento de pie presenta el espacio de recogida de permeado, que está conectado con los lúmenes de las membranas de fibras huecas, así como con la salida de permeado para la descarga de permeado del filtro de membrana. En este caso, también es ventajoso que el tubo con la periferia cerrada se extienda al menos hasta el extremo superior de las membranas de fibras huecas. Preferiblemente, un filtro de membrana según la invención tiene un tubo que sobresale por el extremo superior de las membranas de fibras huecas. De esta forma se asegura que en la zona superior de las membranas de fibras huecas predominen componentes de flujo vertical, lo que en particular favorece el desprendido y limpieza de las impurezas del filtro.

En caso de membranas de fibras huecas menos rígidas a la flexión, es ventajoso que el filtro de membrana según la invención presente, además del elemento de pie, un elemento de cabeza en el que estén fijadas por arriba las membranas de fibras huecas. En tal filtro de membrana según la invención, el elemento de cabeza puede incluir además un espacio de recogida de permeado unido al lumen de las membranas de fibras huecas y una salida de permeado. Asimismo, o bien solo el elemento de cabeza, o adicionalmente también el elemento de pie, pueden presentar un espacio de recogida de permeado y una salida de permeado. La realización de un filtro de membrana según la invención, con sendos espacios de recogida de permeado y sendas salidas de permeado en el elemento de cabeza y en el elemento de pie, es de construcción más costosa y, por tanto, solo tiene sentido en el caso de que la longitud o el diámetro del lumen de las membranas de fibras huecas limiten la descarga del permeado que se forma debido a la pérdida de presión en el lumen. La evacuación del permeado a ambos lados de las membranas de fibras huecas tolera una mayor longitud de las membranas de fibras huecas y un menor diámetro del lumen de las membranas de fibras huecas, con lo que pueden realizarse mayores densidades de empaquetado en el filtro de membrana.

En la realización del filtro de membrana según la invención con un elemento de pie y un elemento de cabeza, es ventajoso que el elemento de cabeza presente un soporte de membrana con una sección transversal similar a la que presenta el elemento de pie en la salida.

En la realización según la invención del filtro de membrana con un elemento de cabeza tiene sentido liberar el líquido en gran medida de impurezas antes de la introducción en el filtro de membrana, lo que en el caso de biorreactores de membrana se consigue habitualmente por un cribado fino del lodo para minimizar una fijación de las impurezas entre las membranas de fibras huecas por debajo del elemento de cabeza. Por la misma razón, tiene sentido en esta realización del filtro de membrana según la invención que el tubo con la periferia cerrada no sea llevado hasta el elemento de cabeza, lo que sin embargo solo es posible para el funcionamiento sumergido del filtro de membrana.

La forma más simple de un filtro de membrana según la invención, en la que el tubo no es conducido hasta el elemento de cabeza, deja abierta la distancia entre el extremo superior del tubo y el elemento de cabeza. De esta forma, el líquido puede fluir ya fuera del filtro de membrana antes de llegar al elemento de cabeza, lo que reduce la tendencia al bloqueo del elemento de cabeza. En la realización según la invención del filtro de membrana, es ventajoso que en el tubo con la periferia cerrada, que no es conducido hasta el elemento de cabeza del filtro de membrana, se una por arriba un accesorio de tubo con orificios en la periferia. Los orificios tienen el sentido de permitir que una parte del líquido pueda fluir fuera del filtro de membrana, ya antes de alcanzar el elemento de cabeza. También de esta forma se reduce la fijación de pelos y compuestos fibrosos por debajo del elemento de cabeza. Es ventajoso llevar el tubo con la periferia cerrada al menos hasta la mitad de la distancia entre el elemento de pie y el elemento de cabeza para aprovechar el efecto de bomba mamut, y para generar un flujo que discurra en gran parte paralelo a las membranas de fibras huecas. De esta forma se evita además que el líquido a ser filtrado desde fuera fluya a través de la periferia del tubo, lo que conduciría a flujos perpendiculares en el filtro de membrana desfavorables para la técnica de flujo. El tubo y el accesorio de tubo pueden estar hechos de una sola pieza.

Debido al efecto de bomba mamut, en el filtro de membrana según la invención es generada ya en elemento de pie una alta velocidad de flujo. La combinación del flujo del líquido con el flujo de gas es ventajosa, por un lado, para actuar en contra del bloqueo del elemento de pie. Por otro lado, implica el desafío de distribuir el gas uniformemente

a través de la sección transversal del espacio de flujo en el elemento de pie. Debido a la alta velocidad de flujo del líquido a ser filtrado, las burbujas de gas se elevan directamente en el lugar de su entrada en el líquido verticalmente hacia arriba, con solo una pequeña tendencia al mezclado en la dirección horizontal.

5 En los filtros de membrana conocidos por los antecedentes de la invención que aprovechan del efecto de bomba mamut se consigue, por tanto, una distribución del gas en el líquido a través de una cámara de mezcla orientada verticalmente o zona de flujo, en la cual el líquido puede extenderse también en la dirección horizontal a través de la sección transversal de flujo. El documento US 5,482,625 describe una zona de entrada de flujo de este tipo en el caso de los módulos de placa con limitación lateral correspondiente al tubo de la presente solicitud. Sin embargo, las zonas de entrada de flujo extendidas verticalmente o las cámaras de mezcla tienen el inconveniente del mayor consumo de energía para la gasificación, ya descrito anteriormente, puesto que el gas es introducido con una mayor profundidad de inyección.

En una forma de realización según la invención del filtro de membrana, la distribución uniforme del gas sobre la sección transversal del espacio de flujo en el elemento de pie se consigue por un sistema de distribución de gas para introducir el gas en varios puntos por debajo del soporte de membrana en el líquido.

15 En un filtro de membrana según la invención, el soporte de membrana cierra completamente el elemento de pie hasta el espacio de flujo no solo para el flujo del líquido, sino también para el flujo del gas.

20 Partiendo del procedimiento conocido se propone según la invención que el gas fluya a través de la entrada de gas en el al menos un espacio de flujo, y a continuación el gas junto con el líquido atraviesen el elemento de pie en el al menos un espacio de flujo entre la cubierta y el soporte de membrana y a través de la salida entre en el tubo, de modo que el al menos un espacio de flujo presenta protuberancias que sobresalen en el soporte de membrana según la invención. Tal procedimiento según la invención es ejecutado en un filtro de membrana según la invención y se caracteriza igualmente por las ventajas allí mencionadas.

25 En una realización preferida del procedimiento según la invención, el líquido y el gas fluyen completamente alrededor del soporte de membrana en al menos uno de los cortes horizontales a través del soporte de membrana. Cada punto de conexión entre el soporte de membrana y la cubierta, que en el filtro de membrana según la invención son designados como puntos de anclaje, conlleva el riesgo de que en las zonas sin flujo por encima de este punto de conexión se depositen partículas o sólidos del líquido y conduzcan a bloqueos en la zona de las membranas de fibras huecas que se encuentra por encima de ellas. Este es particularmente el caso cuando los puntos de anclaje se extienden verticalmente hasta la salida del elemento de pie en todo su ancho. Este riesgo puede evitarse si los puntos de anclaje se estrechan hacia arriba en la dirección vertical y terminan ya antes de la salida del elemento de pie. En la zona del estrechamiento, el flujo bifásico de gas y líquido puede expandirse en las zonas sin flujo de los puntos de anclaje y fluir así completamente alrededor del soporte de membrana por encima de los puntos de anclaje.

35 Para la ejecución de un procedimiento según la invención, el filtro de membrana puede estar sumergido en el líquido. El filtro de membrana está entonces rodeado por el líquido, y debido al efecto de bomba mamut del gas introducido en el elemento de pie y que asciende en el filtro de membrana, el líquido es aspirado desde abajo en el elemento de pie y atraviesa junto con el gas la unidad de filtro, antes de que ambos salgan por arriba fuera de la unidad de filtro.

40 En el marco de un procedimiento según la invención, el líquido puede ser alimentado al elemento de pie mediante un primer conducto de líquido y ser evacuado por arriba fuera del filtro de membrana por medio de un segundo conducto de líquido, estando el segundo conducto de líquido conectado por encima de las membranas de fibras huecas a un tubo, que unido por arriba al elemento de pie rodea a las membranas de fibras huecas. Esta variante del funcionamiento de una unidad de filtro según la invención también se denomina funcionamiento "con disposición en seco".

45 En el procedimiento según la invención, debido al tubo que se une por arriba a la cubierta del elemento de pie, el gas entrante genera un fuerte efecto de bomba mamut en el filtro de membrana según la invención, que en particular genera también una alta velocidad de flujo en el espacio de flujo del elemento de pie. Esta es una fuerza motriz adicional para limpiar independientemente depósitos y bloqueos incipientes en el espacio de flujo.

50 En la realización de unidades de filtro mayores pueden ser montados varios filtros de membrana según la invención paralelos entre sí sobre un marco común. En este caso, las salidas de permeado de los filtros de membrana individuales están unidas a conductos tubulares, que sirven para derivar el permeado resultante fuera de los filtros de membrana. Las entradas de gas también están conectadas a conductos tubulares, que sirven para la alimentación del gas al filtro de membrana. Asimismo, los conductos de alimentación de gas están equipados individualmente con estrangulaciones para homogeneizar el suministro de aire a los filtros de membrana individuales. Es ventajoso asimismo posicionar las estrangulaciones en los conductos de alimentación de gas por encima de la superficie del líquido, para también en caso de desconexión del filtro evitar que se inunden las secciones transversales de estrangulamiento y, por tanto, excluir una obstrucción de las estrangulaciones por componentes sólidos del líquido.

Ejemplo de realización

La invención se explicará a continuación con referencia a ejemplos de realización. Muestran:

- Figs. 1a-1e: un primer filtro de membrana (corte total, cortes parciales y vistas del elemento de pie),
- Figs. 2a-2c: relaciones de flujo en el primer filtro de membrana,
- 5 Fig. 3: el primer miembro de membrana en funcionamiento sumergido,
- Fig. 4: el primer filtro de membrana en funcionamiento de disposición en seco,
- Figs. 5a-5i: detalles de un segundo filtro de membrana según la invención,
- Figs. 6a-6c: vistas parciales y cortes del sistema de distribución de gas del segundo filtro de membrana,
- Figs. 7a-7d: otros filtros de membrana según la invención,
- 10 Figs. 8a-8c: detalles de otros filtros de membrana según la invención, y
- Figs. 9a-9c: soportes de membrana de otros filtros de membrana según la invención.

Los dibujos representados en las figuras no están realizados a escala. Todos los detalles no especificados de los filtros de membrana según la invención descritos a continuación son idénticos a los de las realizaciones del filtro de membrana según la invención ya descrito anteriormente.

- 15 Las figuras 1a a 1e muestran cortes y vistas de un primer filtro de membrana 1. Este presenta un elemento de pie 2 con una cubierta 3 y un soporte de membrana 4 que se encuentra en su interior, en el que están fijadas por arriba membranas de fibras huecas 5. A la cubierta 3 del elemento de pie 2 se une por arriba un tubo cilíndrico 6.

- 20 Las membranas de fibras huecas 5 están reforzadas con tejido y tienen un diámetro exterior de 2,5 mm. Están cerradas individualmente por el extremo superior 7. El tubo 6 sobresale una longitud 8 de 10 cm por el extremo superior 7. Las membranas de fibras huecas 5 están vertidas con obturación por debajo en el soporte de membrana 4 sobre una capa de resina 9, quedando abiertos los lúmenes de las membranas de fibras huecas 5.

- 25 El filtro de membrana 1 tiene una altura 10 de 200 cm, el elemento de pie 2 una altura 11 de 12 cm y el soporte de membrana 4 una altura 12 de 11 cm. El elemento de pie 2 y el tubo 6 tienen ambos un diámetro exterior de 75 mm. El tubo 6 tiene un diámetro interior de 68 mm. El elemento de pie 2 tiene además una entrada de gas 13 y una salida de permeado 14.

- El soporte de membrana 4 está unido a la cubierta 3 mediante un punto de anclaje 15. El elemento de pie 2 presenta entre la cubierta 3 y el soporte de membrana 4 un espacio de flujo 16, que está realizado como resquicio anular con un ancho de 9 mm, rodea al soporte de membrana 4 y está interrumpido solo por el punto de anclaje 15. El espacio de flujo 16 linda en cada corte horizontal, tanto con la cubierta 3, como con el soporte de membrana 4.

- 30 El espacio de flujo 16 está limitado en la dirección vertical por la zona de solapamiento de la altura 11 del elemento de pie 2 y la altura 12 del soporte de membrana 4. El elemento de pie 2 está abierto por debajo y puede ser atravesado por el flujo. El espacio de flujo 16 tiene por arriba una salida 17 en el tubo 6.

- 35 La entrada de gas 13 está unida a un sistema de distribución de gas 18 realizado en el lado inferior del soporte de membrana 4, que presenta una cubeta 19 abierta por debajo y cerrada por arriba, y que presenta una pared 20 con ranuras verticales 21 abiertas por debajo. La cubeta 19 presenta, respectivamente en el centro entre ranuras 21 adyacentes, en un corte vertical que se extiende ortogonalmente a la pared 20, un canto interior 22, que a través de toda la altura de la ranura 21 es un canto oblicuo, cuyo ángulo 24 con respecto a la horizontal es de 40°. Alternativamente, el canto interior 22 en la zona de una mitad inferior 23 de la ranura 21 en cada punto puede presentar un ángulo 24 con respecto a la horizontal menor de 60°.

- 40 El elemento de pie 2 tiene también un espacio de recogida de permeado 25, en el que desembocan los lúmenes de las membranas de fibras huecas 5. El espacio de recogida de permeado 25 está unido a la salida de permeado 14 del elemento de pie 2.

- 45 La figura 1d muestra una vista en planta desde arriba del elemento de pie 2 con las membranas de fibras huecas 5 sin el tubo 6. El número de membranas de fibras huecas 5 representadas no corresponde al número real de membranas de fibras huecas 5. Y la figura 1e muestra una vista del elemento de pie 2 desde abajo. El número de ranuras 21 es 6. Estas están distribuidas uniformemente sobre la periferia de la cubeta 19 en su pared 20.

La salida de permeado 14 y la entrada de gas 13 están situadas en la prolongación del punto de anclaje 15 radialmente hacia afuera.

Las figuras 2a a 2c muestran las relaciones de flujo en el elemento de pie 2 y en la parte inferior del tubo 6 del

primer filtro de membrana 1 durante la operación de filtrado.

Asimismo, la figura 2a muestra un primer corte vertical a través de la parte inferior del filtro de membrana 1, discurrendo el corte también a través del punto de anclaje 15.

5 Durante el funcionamiento del filtro de membrana 1, a través de la entrada de gas 13 es introducido un gas 26 en el elemento de pie 2 y el espacio de flujo 16. Así, el gas 26 fluye a través de la entrada de gas 13 en primer lugar en la cubeta 19. El gas 26 llena la cubeta 19 hasta una parte de la altura de las ranuras 21 y forma en la cubeta 19 un cojín de gas 27. El gas 26 llena también las ranuras 21 hasta la altura del cojín de gas 27 y finalmente fluye sobre la parte de las ranuras 21 llena de gas 26 lateralmente desde la cubeta 19, o desde el cojín de gas 27 y así en un líquido 28 a ser filtrado.

10 Excepto por el espacio de flujo 16, el soporte de membrana 4 cierra completamente el elemento de pie 2 para el flujo del líquido 28 y del gas 26, es decir, hasta el espacio de flujo 16 no existen en el elemento de pie 2 otros orificios de paso para el gas 26 y el líquido 28.

15 Por encima del elemento de pie 2 no hay en el tubo 6 otros componentes excepto las membranas de fibras huecas 5. Por tanto, las membranas de fibras huecas 5 fijadas solo por debajo flotan libremente sin obstáculos en el líquido 28. Por tanto, ni pelos, ni compuestos fibrosos u otras impurezas del líquido 28 se pueden fijar en esta zona.

20 El gas 26, cuando fluye lateralmente a través de las ranuras 21, genera un flujo de líquido paralelo al flujo de gas lateral dirigido radialmente hacia fuera en la superficie límite de fases por debajo del cojín de gas 27. Este fluye entre ranuras 21, respectivamente adyacentes, sobre el canto interior 22 de la pared 20, que en cada punto en la zona de las ranuras presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°. En este canto interior oblicuo son desprendidos el pelo y los compuestos fibrosos contenidos en el líquido 28 a ser filtrado a través del flujo de gas y el flujo de líquido dirigidos hacia el exterior, con lo que se reduce el peligro de fijación de estas impurezas en el filtro de membrana 1.

25 Después de fluir por las ranuras 21, el gas 26 se eleva por su fuerza ascensional en el filtro de membrana 1 y de ese modo genera un flujo ascendente del líquido 28. Este es aspirado en el filtro de membrana 1 solo desde abajo. El gas 26 y el líquido 28 fluyen a través del espacio de flujo 16 del elemento de pie 2, luego fluyen juntos a través de la salida 17 en el tubo 6 y salen del filtro de membrana 1 por arriba del tubo 6.

30 Debido al alto efecto de fuerza de cizalla del flujo bifásico de líquido 28 y gas 26, que asciende por el efecto de bomba mamut en el filtro de membrana 1, en el espacio de flujo 16 del elemento de pie 2 del soporte de membrana 4 y en el tubo 6 las membranas de fibras huecas 5 son limpiadas por fuera, y por tanto son limpiados depósitos e incrustaciones de las superficies del soporte de membrana 4 y de las membranas de fibras huecas 5 y evacuados del filtro de membrana 1.

35 Entre el lado exterior de las membranas de fibras huecas 5 y sus lúmenes existe una diferencia de presión, debido a la cual un permeado líquido 29 es filtrado del líquido 28 y fluye en los lúmenes de las membranas de fibras huecas 5. El permeado 29 es recogido de los lúmenes de las membranas de fibras huecas 5 y fluye luego a través de la salida de permeado 14 fuera del filtro de membrana 1.

A través del punto de anclaje 15 se realizan tanto la alimentación del gas 26 como la descarga del permeado 29 filtrado en el filtro de membrana 1.

40 La entrada de gas 13 está unida al espacio de flujo 16 dentro del elemento de pie 2 según la técnica de flujo, de manera que el elemento de pie 2 puede ser atravesado desde la entrada de gas 13 a través de la cubeta 19, a través de las ranuras 21 y a través del espacio de flujo 16 hasta la salida 17.

La figura 2b muestra otro corte a través de la parte inferior del primer filtro de membrana 1, pero desplazado 90°. En este caso, el punto de anclaje 15 no está cortado, sino dos de las ranuras 21. Se puede reconocer el flujo lateral del gas 26 a través de las ranuras 21 fuera de la cubeta 19, o del cojín de gas 27. Además, en este corte se puede ver el espacio de recogida de permeado 25, pero no la salida de permeado 14.

45 La figura 2c muestra otro corte a través de la parte inferior del primer filtro de membrana 1, que en este caso corta solo a la cubierta 3 y por lo demás discurre a través del espacio de flujo 16, de manera que se hace visible el lado exterior del soporte de membrana 4. Aquí se puede reconocer la salida lateral del gas 26 fuera de las ranuras 21.

50 La figura 3 muestra el primer filtro de membrana 1 en el funcionamiento sumergido. Burbujas de gas en el líquido 28 no están representadas en este caso. Asimismo, el filtro de membrana 1 está sumergido en un recipiente con el líquido 28 a ser filtrado, hasta el punto de que queda un resalte de líquido 30 de 15 cm por encima del filtro de membrana 1 hasta la superficie del líquido 28. A través de un conducto de alimentación de gas 31 es conducido el gas 26 desde por encima de la superficie del líquido 28 hasta la entrada de gas 13. En el conducto de alimentación de gas 31 está montada una estrangulación 32. Esta está representada a modo de ejemplo en este lugar y solo es necesaria cuando hay varios filtros de membrana 1 operados en paralelo y abastecidos simultáneamente con gas 26. Las estrangulaciones 32 en los conductos de alimentación de gas 31 sirven entonces para uniformizar las

55

cantidades de gas 26 que fluyen en los filtros de membrana 1 individuales. La estrangulación 32 está dispuesta por encima de la superficie del líquido 28 a ser filtrado. El permeado 24 que se produce en el filtro de membrana 1 es derivado por la salida de permeado 14 a través de un conducto de permeado 33.

5 La figura 4 muestra el primer filtro de membrana 1 en funcionamiento de disposición en seco. Las burbujas de gas en el líquido 28 a ser filtrado no están representadas aquí. El líquido 28 es alimentado al filtro de membrana 1 a través de un primer conducto de líquido 34. Del líquido 28 es filtrado un permeado 29, que sale por la salida de permeado 14. Por la entrada de gas 13 es alimentado el gas 26. A través de un segundo conducto de líquido 35 son descargados el gas 26 y el líquido 28 menos el permeado 29. El segundo conducto de líquido 35 está conectado por arriba al tubo 6 que sobresale por las membranas de fibras huecas 5.

10 Las figuras 5a a 5g muestran vistas y cortes diferentes de un segundo filtro de membrana 36 según la invención.

15 La figura 5a muestra un corte longitudinal a través del segundo filtro de membrana 36. Este tiene un elemento de pie 39 abierto por debajo hacia un líquido 37 a ser filtrado que puede ser atravesado por un gas 38 y el líquido 37, que presenta una cubierta 40 en forma de tubo y exactamente un soporte de membrana 41 que se encuentra en su interior, estando unido el soporte de membrana 41 a la cubierta 40 mediante dos puntos de anclaje 42. En la parte superior del soporte de membrana 41 están fijadas membranas de fibras huecas 43 con, respectivamente, un lumen, en el que puede ser filtrado un permeado líquido 44 del líquido 37. Además, el filtro de membrana 36 presenta un tubo 45 cerrado por la periferia que se une a la cubierta 40 del elemento de pie 39 por arriba y rodea a las membranas de fibras huecas 43, así como una entrada de gas 46 para la introducción del gas 38 en el elemento de pie 39. El elemento de pie 39 presenta además un espacio de recogida de permeado 47 que está unido a los lúmenes de las membranas de fibras huecas 43 para recoger el permeado 44 de las membranas de fibras huecas 43, así como una salida de permeado 48 para evacuar el permeado 44 del espacio de recogida de permeado 47.

20 El elemento de pie 31 tiene una altura 49 de 12 cm y el filtro de membrana 36 una altura 50 de 212 cm. Las membranas de fibras huecas 43 están vertidas con obturación por debajo en el soporte de membrana 41 sobre una capa de resina 51 hacia el líquido 37 a ser filtrado, de modo que los lúmenes de las membranas de fibras huecas 43 se mantienen abiertos. El número de membranas de fibras huecas 43 representado no corresponde al número real de membranas de fibras huecas 43. Las membranas de fibras huecas 43 están cerradas individualmente por arriba y flotan libremente por arriba en el líquido 37 a ser filtrado excepto la sujeción inferior. Están completamente encerradas por el tubo 45. El tubo 45 sobresale 10 cm por encima de los extremos superiores 52 de las membranas de fibras huecas 43.

25 La figura 5b muestra una vista en planta desde arriba del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36 y la figura 5c una vista en perspectiva con la cubierta 40 cortada. Entre la cubierta 40 y el soporte de membrana 41, el elemento de pie 39 presenta un espacio de flujo 53 abierto por debajo para el flujo del líquido 37 a ser filtrado, que presenta por arriba una salida 54 para descargar el líquido 37 a ser filtrado en el tubo 45.

30 El espacio de flujo 53 tiene protuberancias 55 que sobresalen en el soporte de membrana 41 hasta un anclaje 56 del soporte de membrana 41. De este modo se forman en el soporte de membrana 41 seis dedos 57, que están unidos a través del anclaje 56 del soporte de membrana 41. Los dos puntos de anclaje 42 están situados en la prolongación del anclaje 56, discurriendo a través de uno, la entrada de gas 46, y a través del otro, la salida de permeado 48. Los dos puntos de anclaje 42 son las únicas conexiones del soporte de membrana 41 con la cubierta 40. La dotación del soporte de membrana 41 con las membranas de fibras huecas 43 tiene lugar en el segundo filtro de membrana 36 solo en la zona de los dedos 57, quedando omitida la zona entre los dedos por encima del anclaje 56 por razones técnicas de fabricación. Las membranas de fibras huecas 43 del segundo filtro de membrana 36 están reforzadas con tejido y tienen un diámetro exterior de 2,5 mm.

35 En la zona del anclaje 56 hay en el elemento de pie 39 un corte horizontal en el que el espacio de flujo 53 forma dos canales de flujo 58 continuos, que en el resquicio anular en la zona exterior de los dedos 57 presentan un ancho uniforme 59 de 6 mm. También entre los dedos 57 el canal de flujo 58 tiene el mismo ancho 59 de 6 mm. Dado que los cantos de los dedos 57 están redondeados desde un punto de vista de la técnica de flujo, los dos canales de flujo 58 tienen en los cantos de los dedos 57 un ancho ligeramente mayor de 6 mm. En conjunto, los dos canales de flujo 58 presentan en más del 80 % de su longitud el ancho uniforme 59 de 6 mm.

40 El espacio de flujo 53 linda en cada corte horizontal, tanto con la cubierta 40, como con el soporte de membrana 41 y solo es interrumpido por los dos puntos de anclaje 42. El soporte de membrana 41 cierra completamente el elemento de pie 39 excepto por el espacio de flujo 53, es decir, el elemento de pie 39 aparte del espacio de flujo 53 no presenta otros canales de flujo para que el líquido 37 a ser filtrado o el gas 38.

El diámetro 60 del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36 es de 208 mm.

45 La figura 5d muestra un corte a través del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36, en el que el anclaje 56 es cortado exactamente en el espacio de flujo 53 entre dos dedos 57. Dentro del anclaje 56 se encuentra una parte del espacio de recogida de permeado 47. El espacio de flujo 53 está limitado en la dirección vertical por la zona de superposición de la altura 49 del elemento de pie 39 y una altura 61 del soporte de membrana 41. En el lado inferior del soporte de membrana está realizado un sistema de distribución de gas 62, cuya altura no ha sido

tenida en cuenta en la definición del espacio de flujo 53. El espacio de flujo 53 termina arriba en la salida 54.

5 Como se puede reconocer en las figuras 5d y 5e, los dedos 57 están biselados por debajo en ambas direcciones horizontales, con lo que el soporte de membrana 41 tiene una superficie de sección transversal horizontal que se reduce hacia abajo. Como resultado, pelo y compuestos fibrosos contenidos en el líquido 37 a ser filtrado no quedan colgados en los dedos 57, sino que son desprendidos a lo largo de los biselados de los dedos 57 en el espacio de flujo 53, limpiados a través de estos y luego llegan a la zona de las membranas de fibras huecas 43 en el tubo 45. Puesto que, en esta zona, excepto las membranas de fibras huecas 43 cerradas individualmente por arriba, no hay otros componentes en los que puedan fijarse pelo o compuestos fibrosos y, además, puesto que las membranas de fibras huecas 43 están cerradas individualmente por arriba, el pelo y los compuestos fibrosos pueden ser limpiados por arriba del filtro de membrana 36.

La figura 5f muestra una vista en perspectiva del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36 inclinada desde abajo y la figura 5g una mitad del elemento de pie 39 con la cubierta 40 cortada.

15 En el segundo filtro de membrana 36, el elemento de pie 39 presenta la entrada de gas 46. Esta está unida a un sistema de distribución de gas 62 realizado en el lado inferior del soporte de membrana 41, que presenta una cubeta 63 abierta por debajo y cerrada por arriba que tiene una pared 64 con ranuras 65 verticales abiertas por debajo para distribuir el gas 38 en el líquido 37 a ser filtrado. El ancho de la cubeta 63 corresponde al ancho del anclaje 56 y está realizado en su lado inferior. La entrada de gas 46 se une directamente por el lateral a la cubeta 63.

20 En cada segunda de las ranuras 65 se une por fuera a la cubeta 63 un canal de conducción de gas 66, que está realizado en el lado inferior de los dedos 57 para reconducir el gas 38 fuera de la cubeta en dirección a la cubierta 40. Las otras ranuras 65, a las que no están conectados canales de conducción de gas 66, desembocan, respectivamente, entre dos dedos 57, o en el caso de los dedos 57 exteriores, entre estos y la cubierta 40 en el lado exterior del anclaje 56. Por tanto, la cubeta 63 presenta en cada uno de sus dos lados longitudinales una pared 64 con, respectivamente, 13 ranuras 65. Las ranuras 65 se hacen más anchas hacia abajo para poder compensar también mayores fluctuaciones en la cantidad de gas 38 suministrada.

25 El ancho de las ranuras 65 y, por tanto también su superficie de sección transversal, son de diferentes tamaños. Con ello se adapta la cantidad del gas 38 que fluye a través de las ranuras 65 a la superficie de las membranas de fibras huecas 43 a ser limpiada con el gas 38. En consecuencia, las ranuras 65 por debajo de los dedos 57 más largos en el medio del elemento de pie 39 presentan ranuras 65 más anchas que las ranuras exteriores 65 por debajo de los dedos 57 más cortos. Las ranuras 65 más estrechas son las que desembocan entre los dedos 57. Debido a la configuración del sistema de distribución de gas 62 con ranuras 65 y canales de conducción de gas 66, el gas 38 fluye alrededor del soporte de membrana 41 después de fluir en el líquido 37 a ser filtrado.

30 El elemento de pie 39 puede ser atravesado desde la entrada de gas 46 a través de la cubeta 63, a través de las ranuras 65 y a través del espacio de flujo 53 hasta la salida 54. El soporte de membrana 41 cierra el elemento de pie 39 excepto por el espacio de flujo 53, no solo para el flujo del líquido 37 a ser filtrado, sino también para el flujo del gas 38.

La figura 5h muestra solo uno de los dedos 57 del segundo filtro de membrana 36. En ella se puede ver el anclaje 56 en sección y la cubeta 63 formada sobre su lado inferior. Además, se pueden reconocer los canales de conducción de gas 66 que se extienden sobre el lado inferior del dedo 57 a ambos lados de la cubeta 63.

40 La figura 5i muestra un corte a través del canal de conducción de gas 66 en un recorte del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36. Se puede reconocer aquí que los canales de conducción de gas 66 desplazados verticalmente hacia arriba se unen a las ranuras 65.

Las figuras 6a a 6c muestran vistas y cortes de partes de la cubeta 63 del segundo filtro de membrana 36.

45 La cubeta 63 presenta nervios 67 verticales que se extienden por dentro, respectivamente en el centro entre ranuras 65 adyacentes, ortogonalmente a la pared 64. Cada nervio 67 presenta por debajo un estrechamiento que discurre por la pared 64 y por tanto forma un canto interior 68 oblicuo o redondeado de la cubeta 63.

Geoméricamente, la cubeta 63 presenta, respectivamente entre ranuras 65 adyacentes, en un corte vertical que en este caso discurre ortogonal a la pared 64 a través del nervio 67, un canto interior 68 que al menos en la zona de una mitad inferior 69 de la ranura 65 presenta en cada punto un ángulo 70 con respecto a la horizontal menor de 60°, a la altura de la mitad 69 de las ranuras 65 es de 58°.

50 El funcionamiento de filtrado, no representado, del segundo filtro de membrana 36 difiere del funcionamiento de filtrado del primer filtro de membrana 1 en lo siguiente:

55 El gas 38 fluye a través de la entrada de gas 46 en la cubeta 63 y llena esta y las ranuras 65 hasta una parte de la altura de las ranuras 65 con un cojín de gas. Desde este, el gas 38 fluye a través de las ranuras 65 lateralmente hacia fuera de la cubeta 63 y al mismo tiempo en varios puntos por debajo del soporte de membrana 41 en el líquido 37 a ser filtrado. El gas 38 fluye así fuera de las ranuras 65, por un lado, en protuberancias 55 del espacio de flujo 53

entre cada dos dedos 57 y, por otro lado, desde las ranuras 65 por debajo de los dedos 57 en los canales de conducción de gas 66. A través de estos, el gas 38 llega más lejos de la cubeta 63 a la zona exterior del filtro de membrana 36.

5 Durante el flujo lateral a través de las ranuras 65 se genera un flujo de líquido dirigido en paralelo al flujo de gas lateral en el límite de fases por debajo del cojín de gas, que fluye por el canto interior 68 del nervio 67. Debido al ángulo 70 de este canto interior 68 de la cubeta 63 situado, respectivamente, entre dos ranuras 65 pueden ser desprendidos pelos y compuestos fibrosos al fluir por el canto interior 68, con lo que se reduce notablemente la tendencia al bloqueo del filtro de membrana 36.

10 Después de la entrada del gas en el líquido 37 a ser filtrado, el soporte de membrana 41 es atravesado por gas 38 y el líquido 37, antes de que la mezcla de gas 38 y líquido 37 fluya por las membranas de fibras huecas 43 fijadas por arriba en el soporte de membrana 41. Debido a la alta fuerza de cizalla del flujo bifásico, las membranas de fibras huecas 43 y el soporte de membrana 41 son limpiados por fuera.

15 El elemento de pie 39 es atravesado por el gas 38 partiendo de la entrada de gas 46 a través de la cubeta 63, a través de las ranuras 65 y a través del espacio de flujo 53 hasta la salida 54. Dado que el espacio de flujo 53 está situado siempre entre la cubierta 40 y el soporte de membrana 41 y además mediante las protuberancias 55 sobresale también en la zona interior del filtro de membrana 36, se consigue así en toda la sección transversal una gasificación uniforme del filtro de membrana 36, evitándose el flujo de pequeños espacios de flujo conectados en paralelo. Como resultado, en conjunto se reduce la tendencia al bloqueo del filtro de membrana 36 en comparación con el estado de la técnica.

20 También el segundo filtro de membrana 36 puede ser operado en funcionamiento sumergido o en disposición en seco.

Las figuras 7a a 7d muestran otras variantes del filtro de membrana según la invención con un elemento de pie y un elemento de cabeza.

25 La figura 7a muestra un tercer filtro de membrana 71 según la invención. Este se diferencia del primer filtro de membrana 1 en que a un elemento de pie 72 se une por arriba un tubo cerrado 73, que rodea a las membranas de fibras huecas 74 y que por arriba se une a un elemento de cabeza 75. El elemento de cabeza 75 tiene una cubierta 76 y un soporte de membrana 77 que se encuentra en su interior, que está unido a la cubierta 76 solo mediante un punto de anclaje 78. En el elemento de cabeza 75 están vertidas y fijadas las membranas de fibras huecas 74 por arriba sobre una capa de resina 79 con obturación frente al líquido a ser filtrado con su lumen abierto.

30 El elemento de cabeza 75 tiene un espacio de recogida de permeado 80, que está unido al lumen de las membranas de fibras huecas 74 con la técnica de flujo, para recoger el permeado y una salida de permeado 81 para drenar el permeado. Además, el elemento de cabeza 75 presenta un segundo espacio de flujo 82 para que fluya el gas y el líquido a ser filtrado y salga del elemento de cabeza 75. El tercer filtro de membrana 71 puede ser empleado en funcionamiento sumergido y en funcionamiento con disposición en seco.

35 La figura 7b muestra un cuarto filtro de membrana 83 según la invención. Este difiere del tercer filtro de membrana 71 en que a un tubo 84, que se une por arriba a un elemento de pie 85, se une por arriba en primer lugar un accesorio de tubo 86 con orificios 87 para el flujo lateral de una parte del gas y del líquido a ser filtrado del tubo 84. El accesorio de tubo 86 y el tubo 84 en el cuarto filtro de membrana 83 son de una pieza. Al accesorio de tubo 86 se une por arriba un elemento de cabeza 88 que presenta los mismos detalles que el elemento de cabeza 75 del tercer filtro de membrana 71. Otra diferencia respecto al tercer filtro de membrana 71 la constituye el elemento de pie 85 que no tiene espacio de recogida de permeado, es decir, las membranas de fibras huecas 89 están cerradas por debajo en el elemento de pie 85, impregnadas con resina y fijadas. El permeado que se forma en las membranas de fibras huecas 89 fluye solo en el espacio de recogida de permeado 90 del elemento de cabeza 88, se acumula allí y fluye a través de una salida de permeado 91 del cuarto filtro de membrana 83. Este puede ser empleado solo en el funcionamiento sumergido debido a los orificios 87 en el accesorio de tubo 86.

40 La figura 7c muestra un quinto filtro de membrana 92 según la invención. Este se diferencia del tercer filtro de membrana 71 en que el tubo 93 no es conducido hasta el elemento de cabeza 94, sino que termina arriba ya antes con una extensión de tubo 95. El elemento de cabeza 94 no está pues unido al tubo 93 y, correspondientemente está configurado para que tampoco el líquido a ser filtrado y el gas puedan fluir por él. Por tanto, tiene solo un soporte de membrana 96 que tiene fijadas en su interior membranas de fibras huecas 98 llenas de resina y abiertas hacia el espacio de recogida de permeado 97 y una salida de permeado 99 que se une al espacio de recogida de permeado 97 para la recogida y evacuación de una parte del permeado que se forma fuera de las membranas de fibras huecas 98. La otra parte del permeado es evacuada de un elemento de pie 100 idéntico al del tercer filtro de membrana 71. También el quinto filtro de membrana 92 debido a la configuración abierta entre el tubo 93 y el elemento de cabeza 94 es empleado solo en el funcionamiento sumergido.

55 La figura 7d muestra un sexto filtro de membrana 101 según la invención. Este tiene un elemento de pie 102 y un elemento de cabeza 103, que son idénticos a los del cuarto filtro de membrana 83 y que están unidos a través de un tubo 104 cerrado continuo. El sexto filtro de membrana 101 según la invención está concebido para el

funcionamiento con disposición en seco. En este caso al elemento de pie 102 se une un primer conducto de líquido 105 para la introducción del líquido a ser filtrado desde abajo en el elemento de pie 102. Además, al elemento de cabeza 103 se une un segundo conducto de líquido 106 por arriba para la salida del líquido y del gas del sexto filtro de membrana 101.

- 5 Las figuras 8a a 8c muestran cortes a través de los elementos de pie de otros tres filtros de membrana según la invención con variantes de la entrada de gas y de la altura del espacio de flujo que se forma por la zona de solapamiento de las alturas de la cubierta y el soporte de membrana.

La figura 8a muestra un corte a través de un elemento de pie 107 de un séptimo filtro de membrana según la invención, en el que el elemento de pie 107 presenta una entrada de gas 108 y esta es reconducida por un lado interior de la cubierta 109 como empalme de tubo 110 hasta el centro del elemento de pie 107, donde el gas fluye centralmente por debajo de un soporte de membrana 111 y a continuación fluye a su alrededor. La cubierta 109 del elemento de pie 107 sobresale por encima y por debajo del soporte de membrana 111, de modo que la altura 112 del espacio de flujo definida por la zona de superposición de las alturas de la cubierta 109 y el soporte de membrana 111 en este caso es idéntica a la altura del soporte de membrana 111.

15 La figura 8b muestra un corte a través del elemento de pie 113 de un octavo filtro de membrana según la invención, en el que el elemento de pie 113 no presenta la entrada de gas 114. El gas es alimentado aquí separado del elemento de pie 113 desde abajo centralmente por debajo del soporte de membrana 115 a través de la entrada de gas 114 y a continuación fluye alrededor del soporte de membrana 115. Las dimensiones de la cubierta 116 del elemento de pie 113 por arriba y por debajo están a ras con las del soporte de membrana 115, de modo que la altura 117 del espacio de flujo en este caso coincide con la altura del soporte de membrana 115 y la altura de la cubierta 116.

La figura 8c muestra un corte a través del elemento de pie 118 de un noveno filtro de membrana según la invención, en el que la entrada de gas 119 es idéntica a la del octavo filtro de membrana según la invención. El soporte de membrana 120 del elemento de pie 118 sobresale por arriba y por debajo sobre la cubierta 121, de modo que la altura 122 del espacio de flujo definida por la zona de superposición de las alturas del soporte de membrana 120 y la cubierta 121 en este caso es idéntica a la altura de la cubierta 121.

Las figuras 9a a 9c muestran variantes de la forma del soporte de membrana en otros filtros de membrana según la invención. Estas variantes pueden ser realizadas en todos los filtros de membrana según la invención mostrados anteriormente.

30 La figura 9a muestra un elemento de pie 123 de un décimo filtro de membrana según la invención, que tiene una cubierta 124 con un soporte de membrana 126 que se encuentra en su interior, unido a la cubierta 124 solo a través de un punto de anclaje 125. Entre la cubierta 124 y el soporte de membrana 126 se encuentra un espacio de flujo 127 con protuberancias 128 en el soporte de membrana 126. El soporte de membrana 126 cierra completamente el elemento de pie 123 excepto por el espacio de flujo 127 único para el flujo del gas y el líquido a ser filtrado.

35 La figura 9b muestra un elemento de pie 129 de un undécimo filtro de membrana según la invención que presenta una cubierta 130 con un soporte de membrana 132 que se encuentra en su interior, unido a la cubierta 130 solo a través de un punto de anclaje 131. El soporte de membrana 132 contiene 7 haces de membranas 133, de los cuales seis están dispuestos a semejanza una estructura floral alrededor de un haz de membranas central 133. Entre la cubierta 130 y el soporte de membrana 132 se encuentra un espacio de flujo 134. El soporte de membrana 132 cierra completamente el elemento de pie 129 hasta el espacio de flujo 134 único para el flujo del gas y el líquido a ser filtrado.

45 La figura 9c muestra un elemento de pie 135 de un duodécimo filtro de membrana según la invención, que tiene una cubierta 136 con un soporte de membrana 138 que se encuentra en su interior, unido a la cubierta 136 solo a través de un punto de anclaje 137, que presenta 4 dedos 139 que están unidos entre sí a través de un anclaje 140 y están fijados al punto de anclaje 137. Entre la cubierta 136 y el soporte de membrana 138 se encuentra un espacio de flujo 141 con protuberancias 142 en el soporte de membrana 138, que conducen hasta el anclaje 140. El soporte de membrana 138 cierra completamente el elemento de pie 135 excepto por el espacio de flujo 141 único para el flujo del gas y del líquido a ser filtrado.

En las figuras son:

- 50 1 filtro de membrana
2 elemento de pie
3 cubierta
4 soporte de membrana
5 membrana de fibras huecas

	6	tubo
	7	extremo superior
	8	longitud
	9	capa de resina
5	10	altura de filtro de membrana
	11	altura de elemento de pie
	12	altura de soporte de membrana
	13	entrada de gas
	14	salida de permeado
10	15	punto de anclaje
	16	espacio de flujo
	17	salida
	18	sistema de distribución de gas
	19	cubeta
15	20	pared
	21	ranura vertical
	22	canto interior
	23	mitad inferior
	24	ángulo
20	25	espacio de recogida de permeado
	26	gas
	27	cojín de gas
	28	líquido a ser filtrado
	29	permeado
25	30	resalte de líquido
	31	conducto de alimentación de gas
	32	estrangulamiento
	33	conducto de permeado
	34	primer conducto de líquido
30	35	segundo conducto de líquido
	36	filtro de membrana
	37	líquido a ser filtrado
	38	gas
	39	elemento de pie
35	40	cubierta
	41	soporte de membrana
	42	punto de anclaje

	43	membrana de fibras huecas
	44	permeado
	45	tubo
	46	entrada de gas
5	47	espacio de recogida de permeado
	48	salida de permeado
	49	altura
	50	altura
	51	capa de resina
10	52	extremo superior
	53	espacio de flujo
	54	salida
	55	protuberancia
	56	anclaje
15	57	dedo
	58	canal de flujo
	59	ancho
	60	diámetro
	61	altura
20	62	sistema de distribución de gas
	63	cubeta
	64	pared
	65	ranura
	66	canal de conducción de gas
25	67	nervio
	68	canto interior
	69	mitad
	70	ángulo
	71	filtro de membrana
30	72	elemento de pie
	73	tubo
	74	membrana de fibras huecas
	75	elemento de cabeza
	76	cubierta
35	77	soporte de membrana
	78	punto de anclaje
	79	capa de resina

	80	espacio de recogida de permeado
	81	salida de permeado
	82	espacio de flujo
	83	filtro de membrana
5	84	tubo
	85	elemento de pie
	86	accesorio de tubo
	87	orificio
	88	elemento de cabeza
10	89	membrana de fibras huecas
	90	espacio de recogida de permeado
	91	salida de permeado
	92	filtro de membrana
	93	tubo
15	94	elemento de cabeza
	95	extensión de tubo
	96	soporte de membrana
	97	espacio de recogida de permeado
	98	membrana de fibras huecas
20	99	salida de permeado
	100	elemento de pie
	101	filtro de membrana
	102	elemento de pie
	103	elemento de cabeza
25	104	tubo
	105	primer conducto de líquido
	106	segundo conducto de líquido
	107	elemento de pie
	108	entrada de gas
30	109	cubierta
	110	empalme de tubo
	111	soporte de membrana
	112	altura
	113	elemento de pie
35	114	entrada de gas
	115	soporte de membrana
	116	cubierta

- 117 altura del espacio de flujo
- 118 elemento de pie
- 119 entrada de gas
- 120 soporte de membrana
- 5 121 cubierta
- 122 altura del espacio de flujo
- 123 elemento de pie
- 124 cubierta
- 125 punto de anclaje
- 10 126 soporte de membrana
- 127 espacio de flujo
- 128 protuberancia
- 129 elemento de pie
- 130 cubierta
- 15 131 punto de anclaje
- 132 soporte de membrana
- 133 haz de membranas
- 134 espacio de flujo
- 135 elemento de pie
- 20 136 cubierta
- 137 punto de anclaje
- 138 soporte de membrana
- 139 dedo
- 140 anclaje
- 25 141 espacio de flujo
- 142 protuberancia

REIVINDICACIONES

1. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) para filtrar un líquido (37) a ser filtrado con:
 - a. un elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) abierto por debajo que puede ser atravesado por un gas (38) y el líquido (37), que presenta una cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) con forma de tubo y exactamente un soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) que se encuentra en su interior, en el que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) está unido a la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) a través de al menos un punto de anclaje (42, 78, 125, 131, 137),
 - b. membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98) fijadas por arriba en el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) con, respectivamente, un lumen en el que puede ser filtrado un permeado líquido (44) del líquido (37),
 - c. un tubo (45, 73, 84, 93, 104) cerrado por la periferia que se une a la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) por arriba, rodea a las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98),
 - d. una entrada de gas (46, 108, 114, 119) para la introducción del gas (38) en el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135),
 - e. al menos un espacio de recogida de permeado (47, 80, 90, 97) que está unido a los lúmenes de las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98) para la recogida del permeado (44) de las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98),
 - f. al menos una salida de permeado (48, 81, 91, 99) para evacuar el permeado (44) del al menos un espacio de recogida de permeado (47, 80, 90, 97) y
 - g. al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) abierto por debajo entre la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) y el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) para el flujo del líquido (37), que presenta arriba una salida (54) para descargar el líquido (37) en el tubo (45, 73, 84, 93, 104), en el que el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) en cada corte horizontal a través del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) linda tanto con la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136), como con el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) y rodea al soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) como resquicio anular, que solo es interrumpido por el al menos un punto de anclaje (42, 78, 125, 131, 137), en el que una altura (112, 117, 122) del espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) está definida por una zona de solapamiento de una altura (12, 61) del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) y una altura de la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136), y en el que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) encierra completamente al elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) excepto por el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) para el flujo del líquido (37) desde abajo hacia arriba,
 - h. en el que, debido a la entrada de gas (46, 108, 114, 119), el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) puede ser atravesado por el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) hasta la salida (17, 54), caracterizado por que:
 - i. el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) presenta protuberancias (55, 128, 142) que sobresalen en el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138).
2. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según la reivindicación anterior, caracterizado por que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) presenta dedos (57, 139) que están formados por las protuberancias (55, 128, 142) y que están unidos a través de un anclaje (56, 140) del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138).
3. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) está unido a la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) mediante como máximo dos puntos de anclaje (42, 78, 125, 131, 137) que se encuentran en la prolongación del anclaje (56, 140).
4. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) está separado completamente de la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) en cada uno de los cortes horizontales por encima del al menos un punto de anclaje (56, 140).
5. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en al menos uno de los cortes horizontales, el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) forma al menos un canal de flujo (58), que tiene un ancho uniforme en más del 80 % de su longitud.

6. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en los cortes horizontales el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) presenta una sección transversal que se reduce hacia abajo.
7. Filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) presenta la entrada de gas (46, 108, 114, 119) para la introducción del gas (38) en el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135).
8. Procedimiento para filtrar un líquido (37) en un filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101), en el que el filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) presenta un elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135), un tubo (45, 73, 84, 93, 104) cerrado por la periferia y una entrada de gas (46, 108, 114, 119), en el que el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) presenta una cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) con forma de tubo y exactamente un soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) que se encuentra en su interior, unido a la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) mediante al menos un punto de anclaje (42, 78, 125, 131, 137), en el que están fijadas por arriba membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98), en el que el tubo (45, 73, 84, 93, 104) está unido por arriba a la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136), en el que el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) entre la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) y el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) presenta al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141), que tiene por arriba una salida (54) del elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) en el tubo (45, 73, 84, 93, 104), en el que el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) en cada corte horizontal a través del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) linda tanto con la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) como con el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) y rodea al soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) como resquicio anular, que solo es interrumpido por el al menos un punto de anclaje (42, 78, 125, 131, 137), en el que una altura (112, 117, 122) del espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) está definida por una zona de solapamiento de una altura (12, 61) del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) y una altura de la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136), y en el que el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) atraviesa completamente el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) excepto por el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) para el paso del líquido (37) desde abajo hacia arriba, y en el que
- a. el líquido (37) entra en el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135), atraviesa al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) y de este modo fluye alrededor del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138),
 - b. un gas (38) fluye a través de la entrada de gas (46, 108, 114, 119) en el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135),
 - c. el líquido (37) fluye solo a través de la salida (54) en la parte superior del elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) y solo a través de esta fluye dentro del tubo (45, 73, 84, 93, 104),
 - d. el gas (38) sale por la parte superior del elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135), fluye en el tubo (45, 73, 84, 93, 104) y asciende en el tubo (45, 73, 84, 93, 104), y de esta forma genera un movimiento hacia arriba del líquido (37) en el filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101),
 - e. el líquido (37) que asciende y el gas (38) limpian por fuera las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98),
 - f. entre un lado exterior de las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98) y los lúmenes de las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98) existe una diferencia de presión, debido a la cual es filtrado un permeado líquido (44) del líquido (37) y fluye en los lúmenes de las membranas de fibras huecas (43, 74, 89, 98),
 - g. el permeado (44) de los lúmenes es recogido y fluye fuera del filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101),
 - h. el gas (38) fluye a través de la entrada de gas (46, 108, 114, 119) en el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141), y a continuación
 - i. el gas (38), junto con el líquido (37), atraviesa el elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) en el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) entre la cubierta (40, 76, 109, 116, 121, 124, 130, 136) y el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) y fluye a través de la salida (54) en el tubo (45, 73, 84, 93, 104),
 - j. en el que el al menos un espacio de flujo (53, 82, 127, 134, 141) presenta protuberancias (55, 128, 142) que sobresalen en el soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el líquido (37) y el gas (38) fluyen completamente alrededor del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138) en al menos uno de los cortes horizontales a través del soporte de membrana (41, 77, 96, 111, 115, 120, 126, 132, 138).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que el filtro de membrana (36, 71, 83,

92, 101) está sumergido en el líquido (37).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que el líquido (37) es alimentado al elemento de pie (39, 72, 85, 100, 102, 107, 113, 118, 123, 129, 135) mediante un primer conducto de líquido (105) y es descargado por la parte superior del filtro de membrana (36, 71, 83, 92, 101) mediante un segundo conducto de líquido (106).

5

Fig. 1a

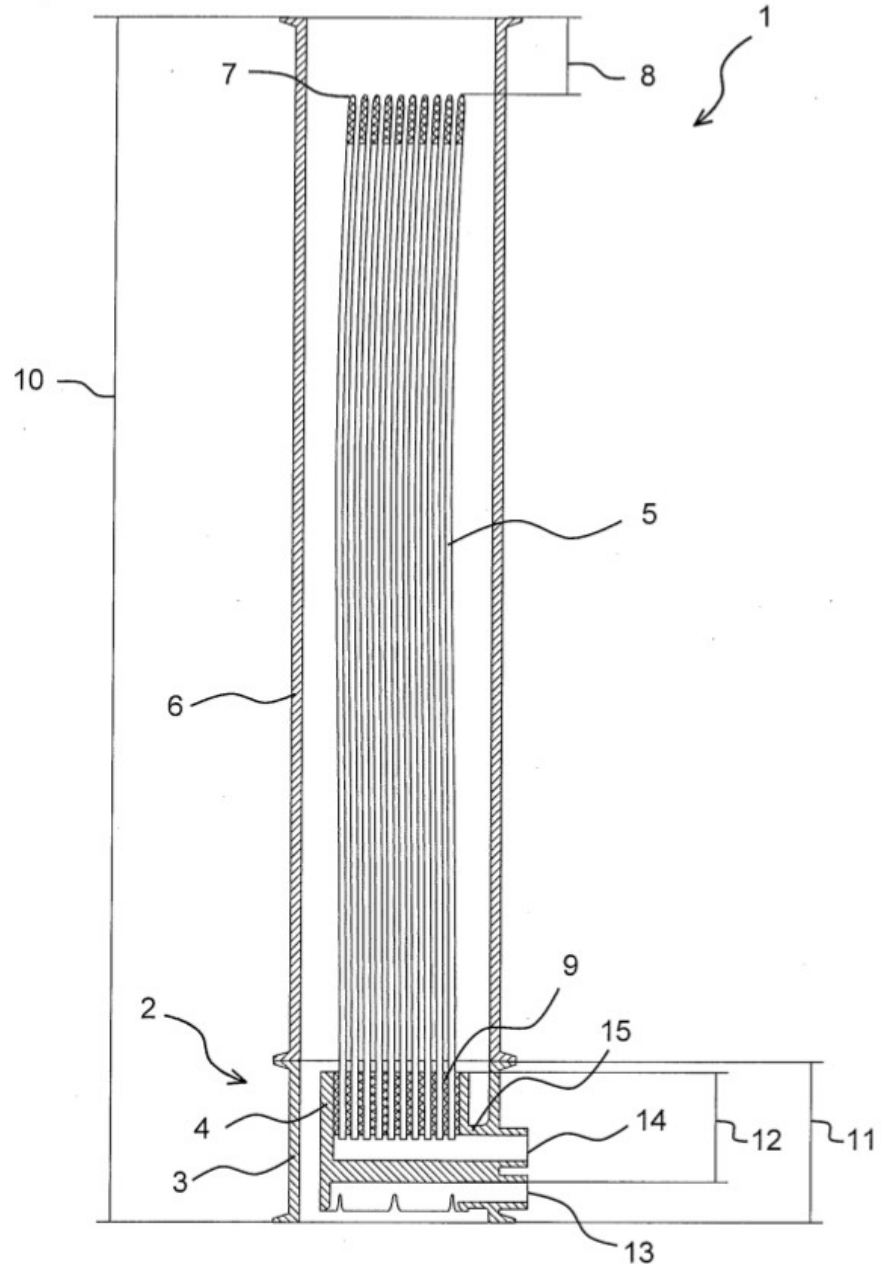


Fig. 1b

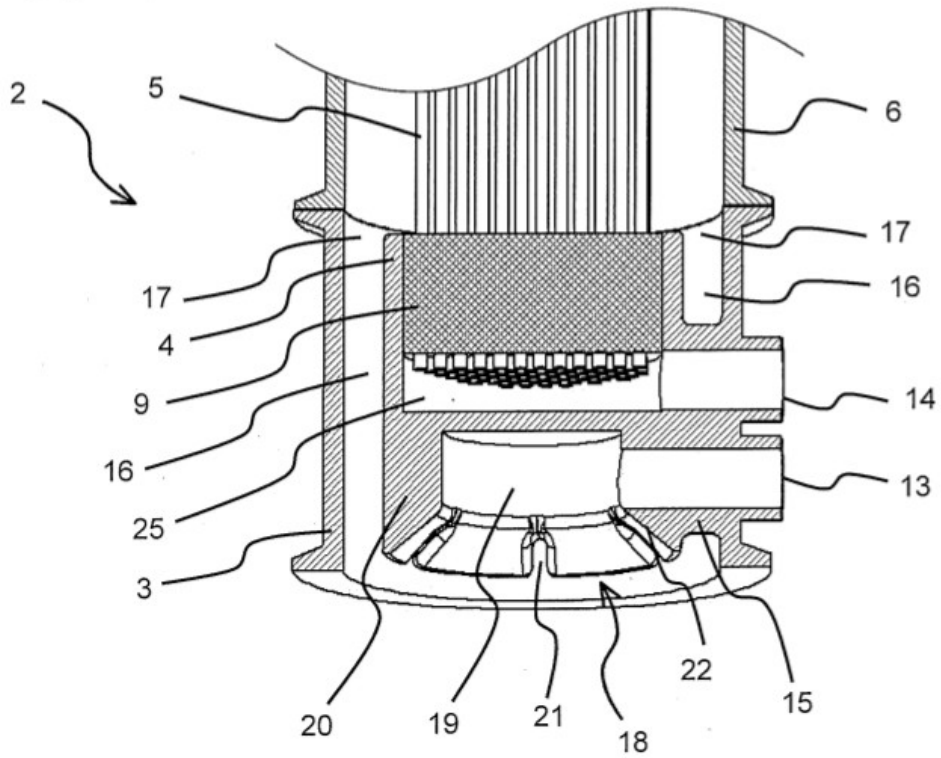


Fig. 1c

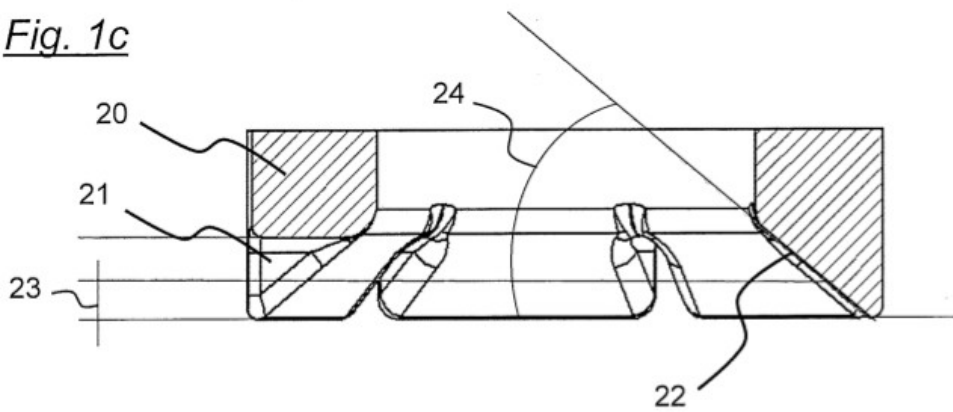


Fig. 1d

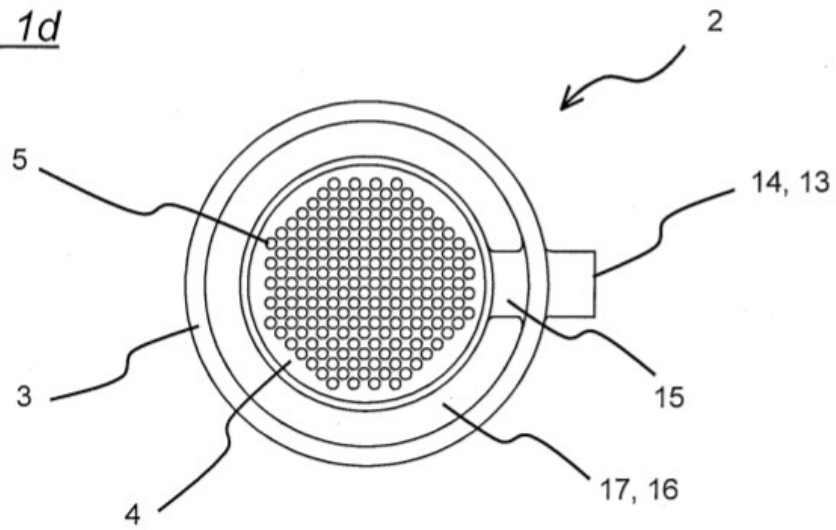
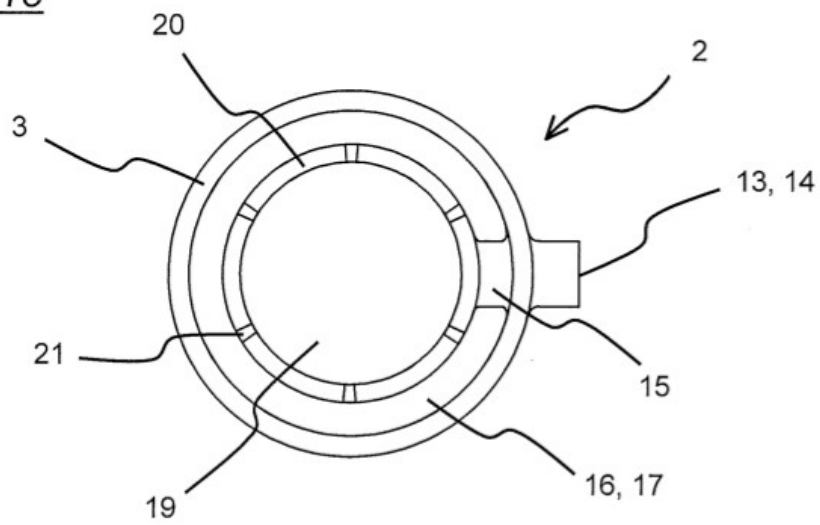


Fig. 1e



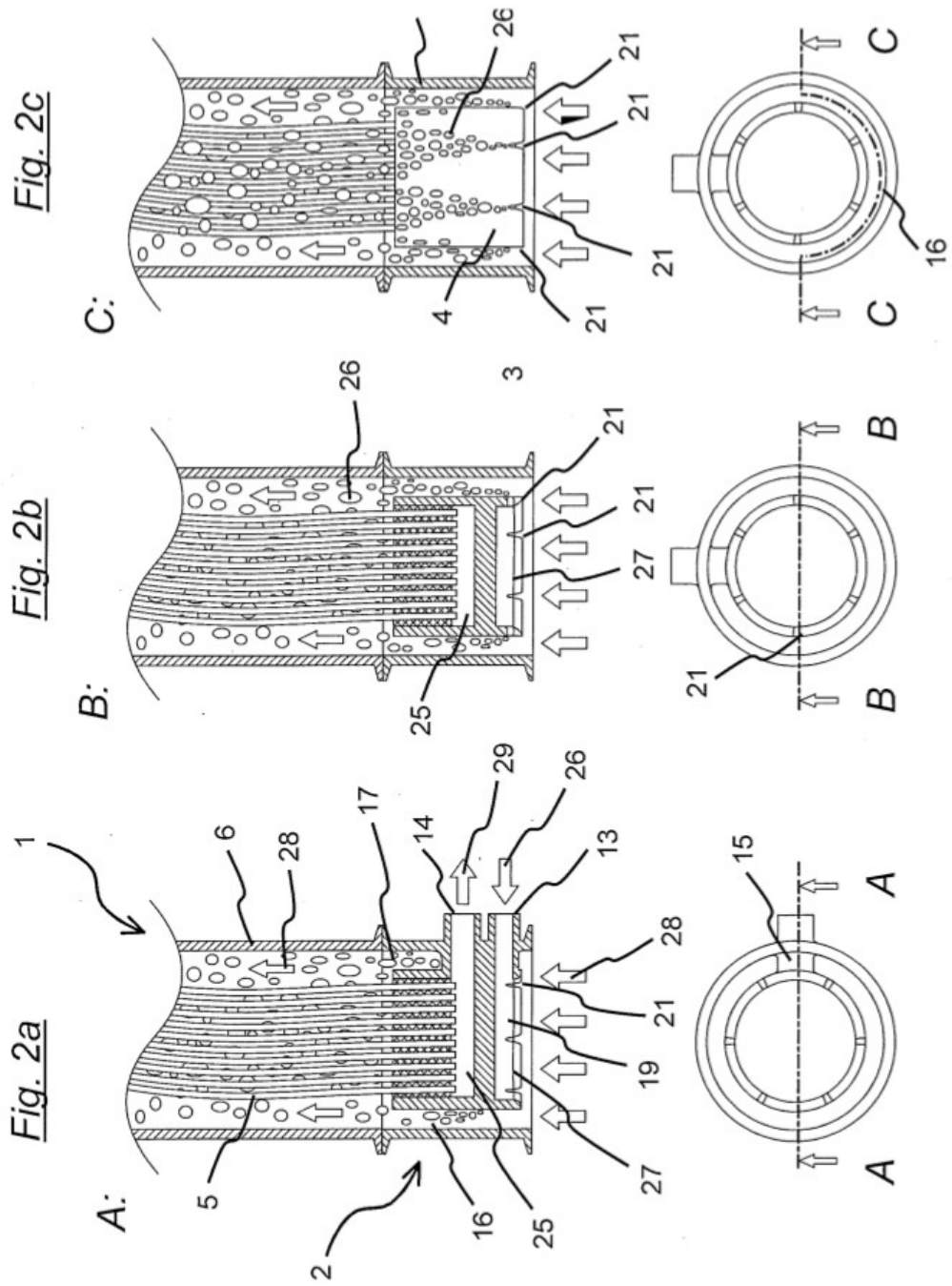


Fig. 3

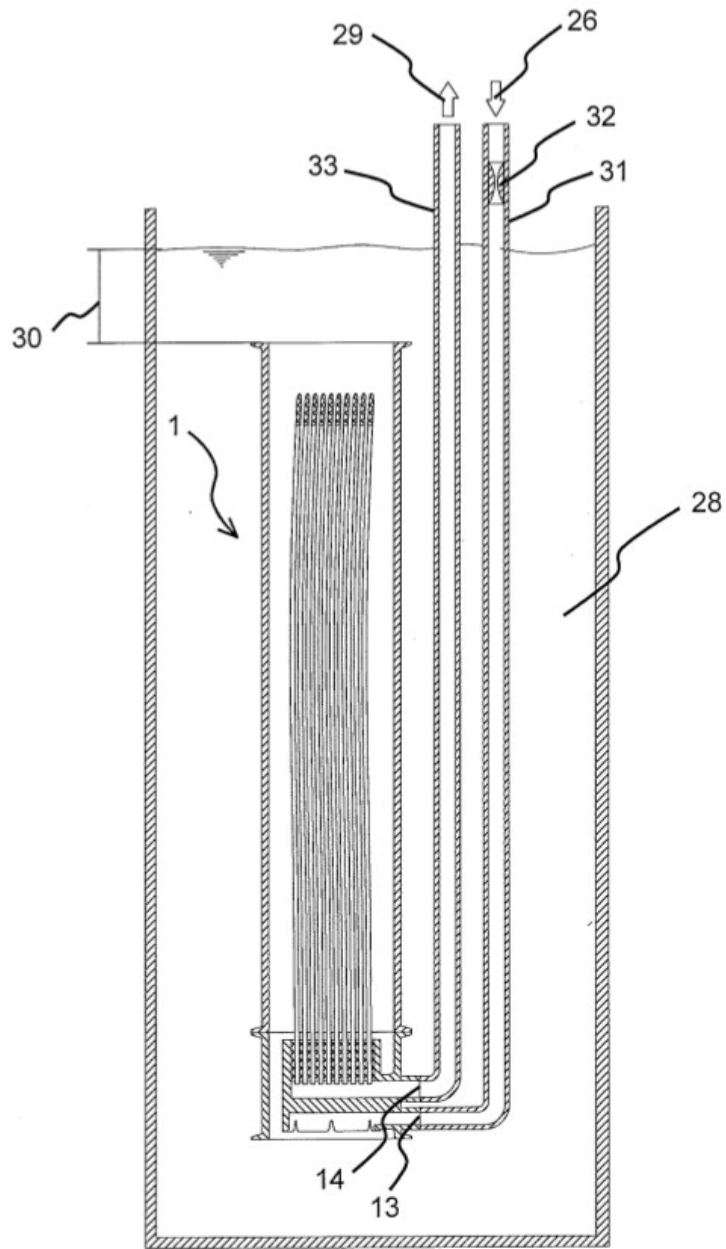


Fig. 4

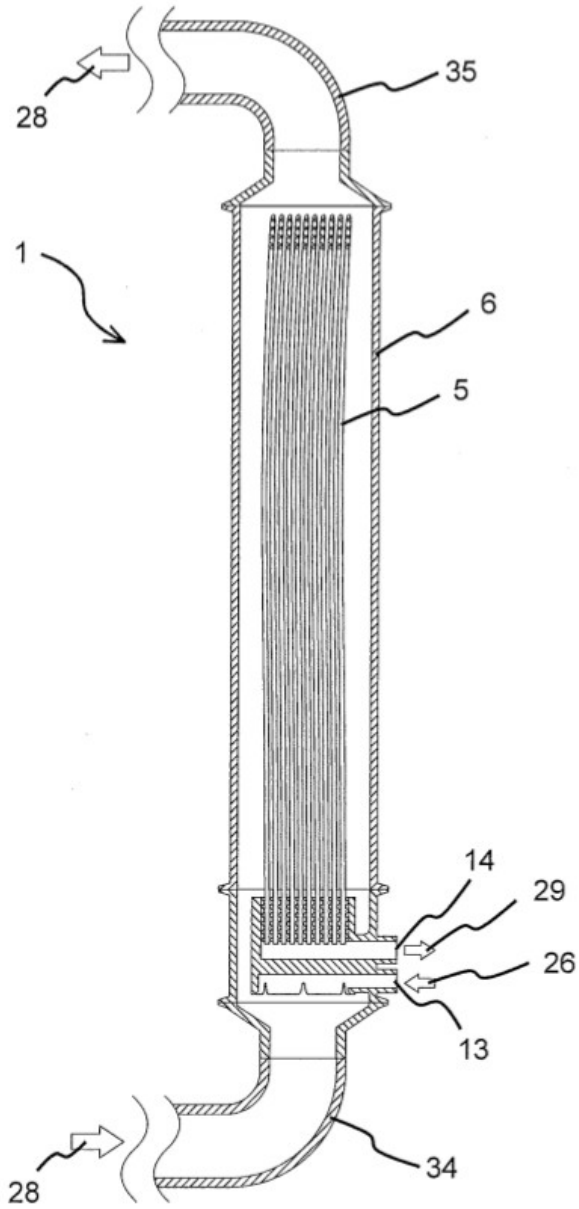


Fig. 5a

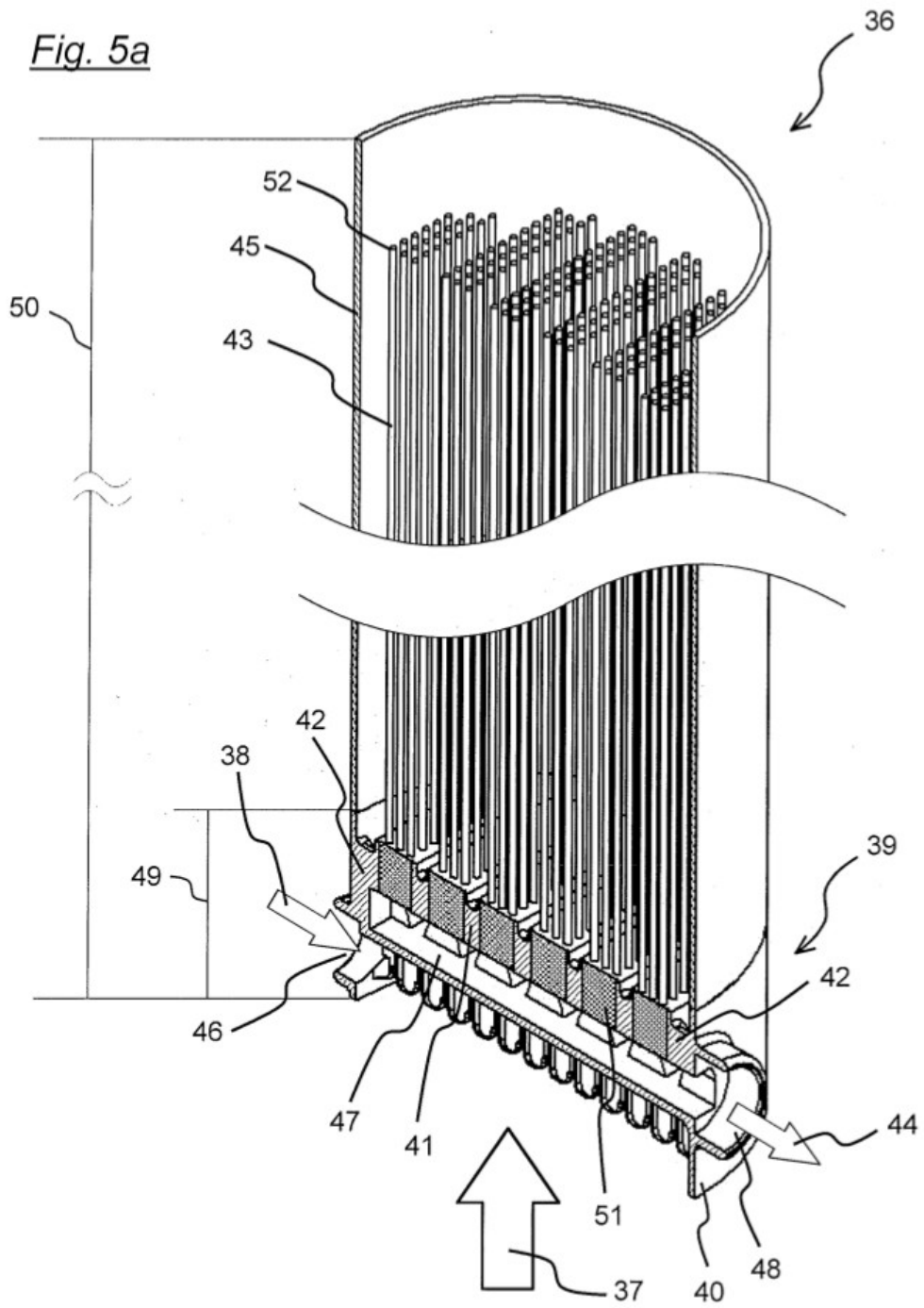


Fig. 5b

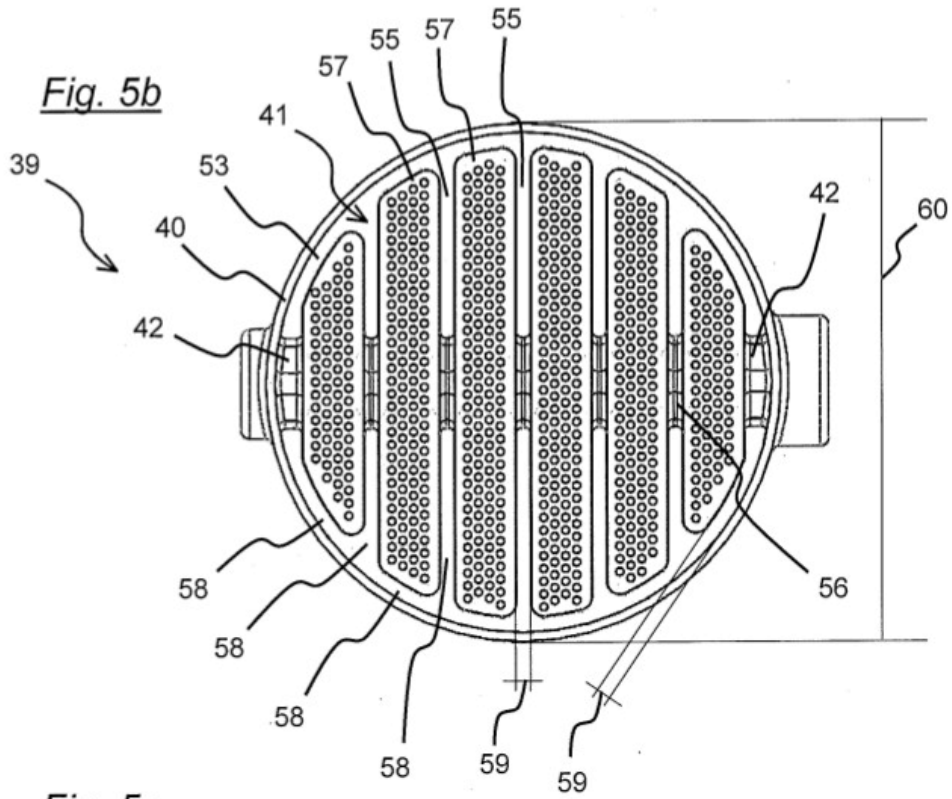


Fig. 5c

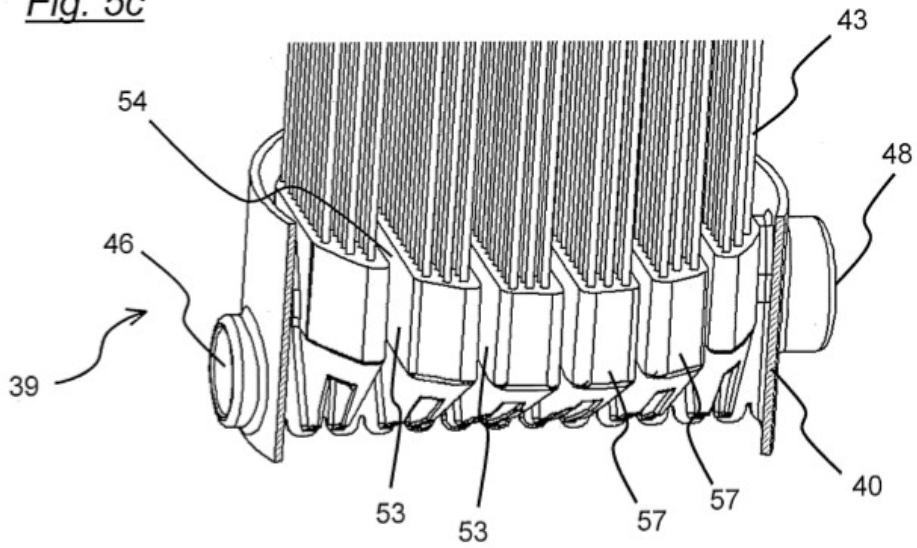


Fig. 5d

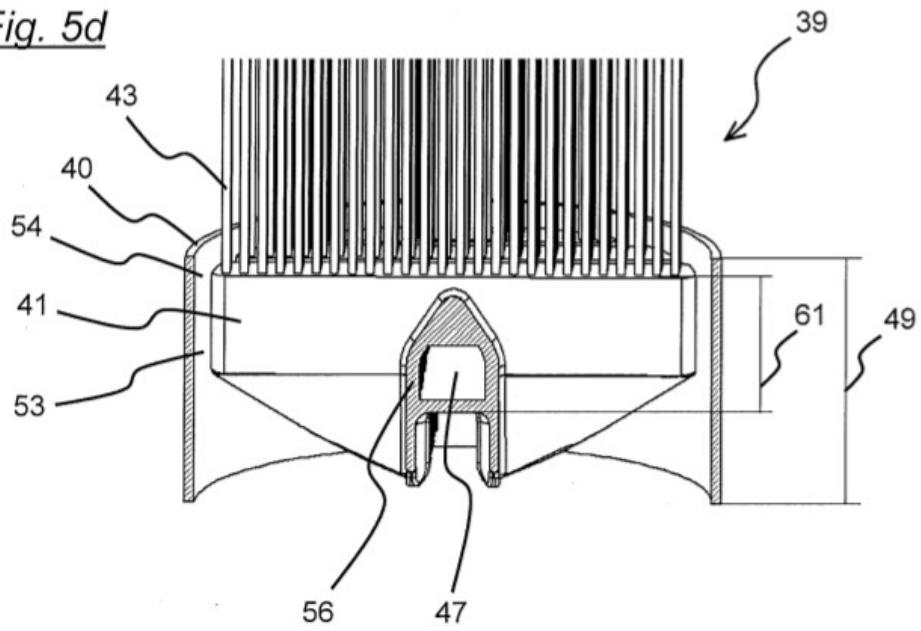


Fig. 5e

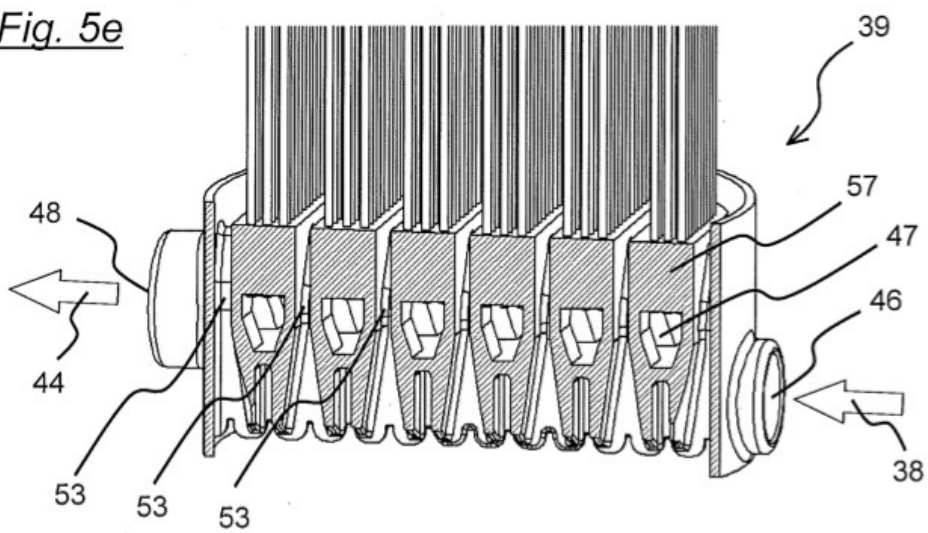


Fig. 5f

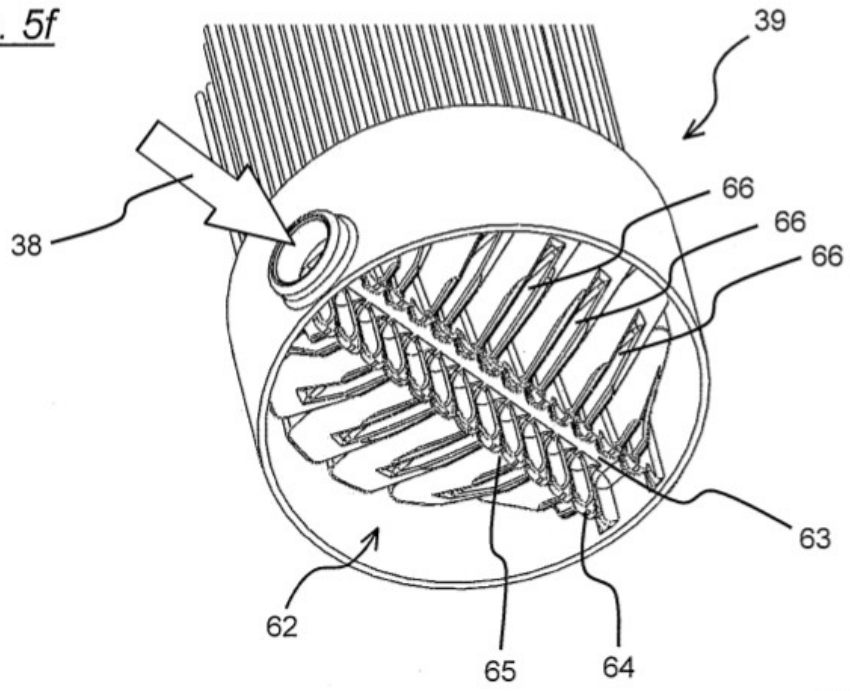


Fig. 5g

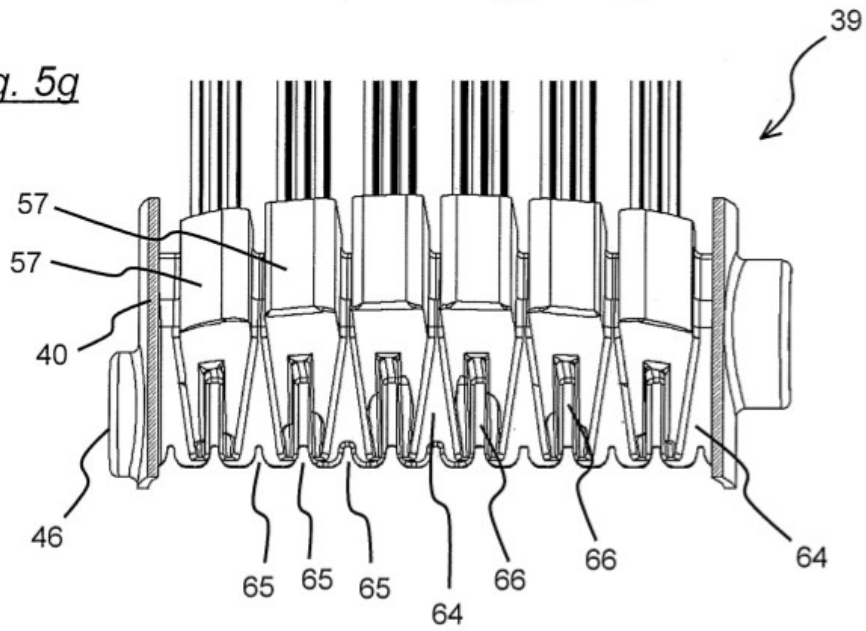


Fig. 5h

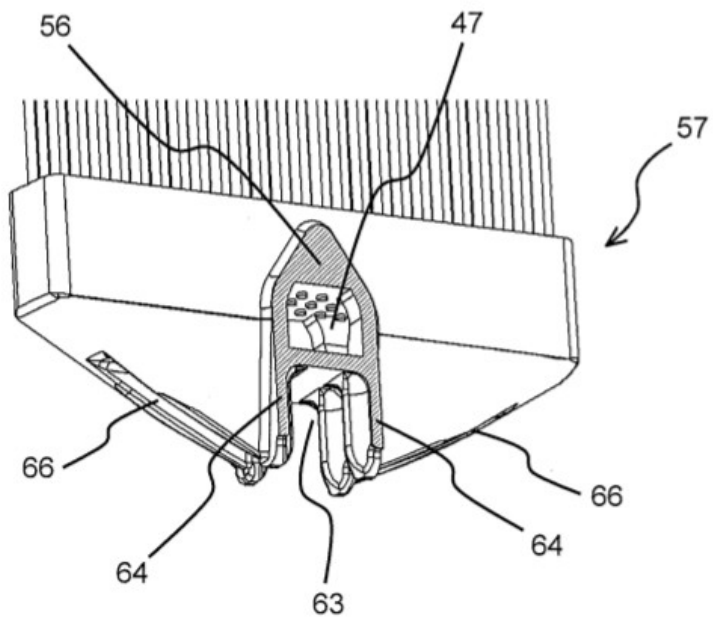
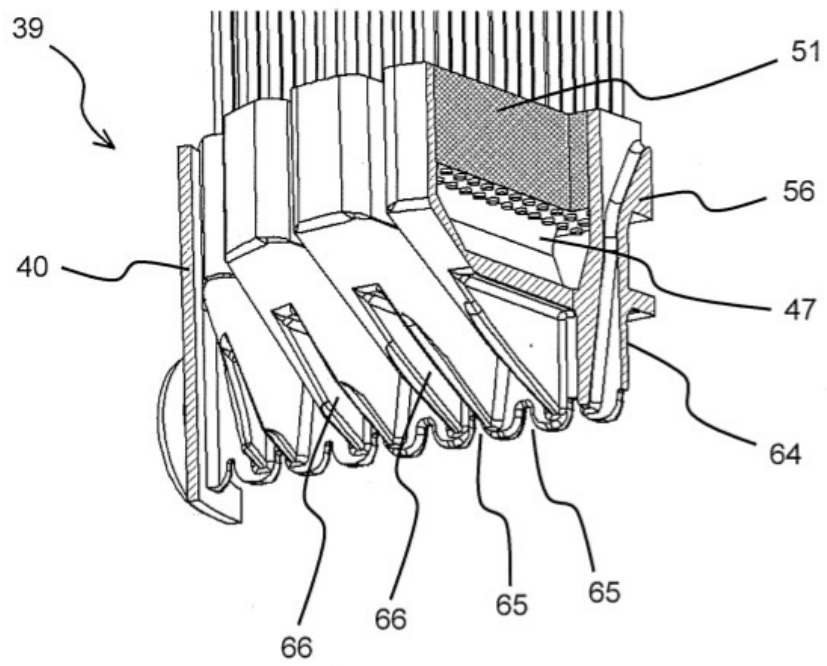
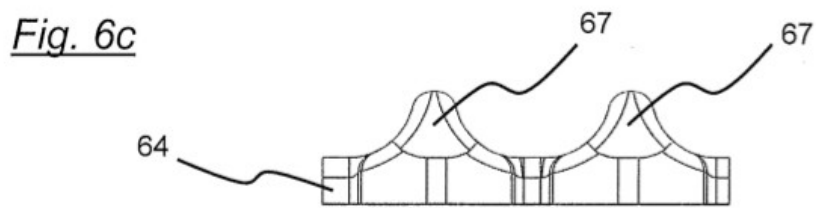
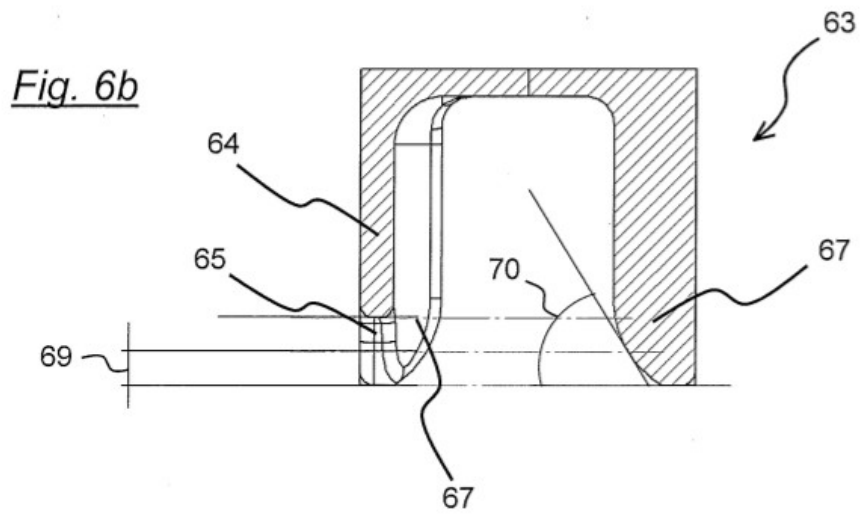
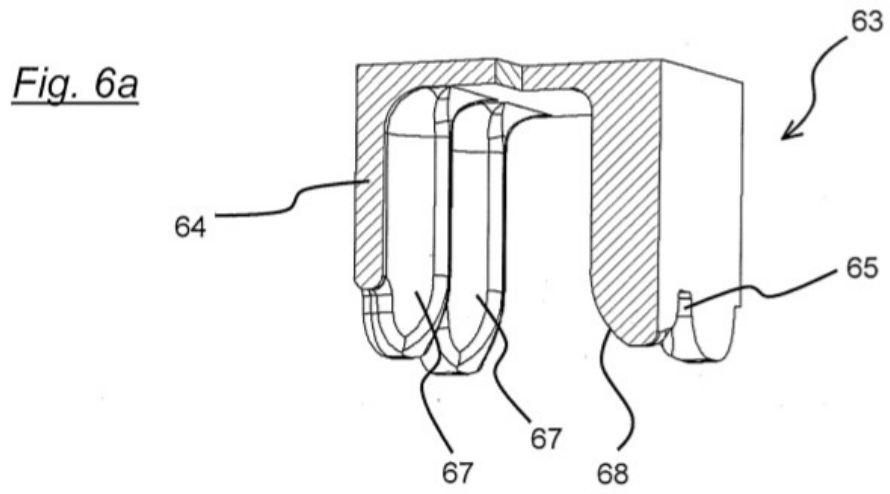
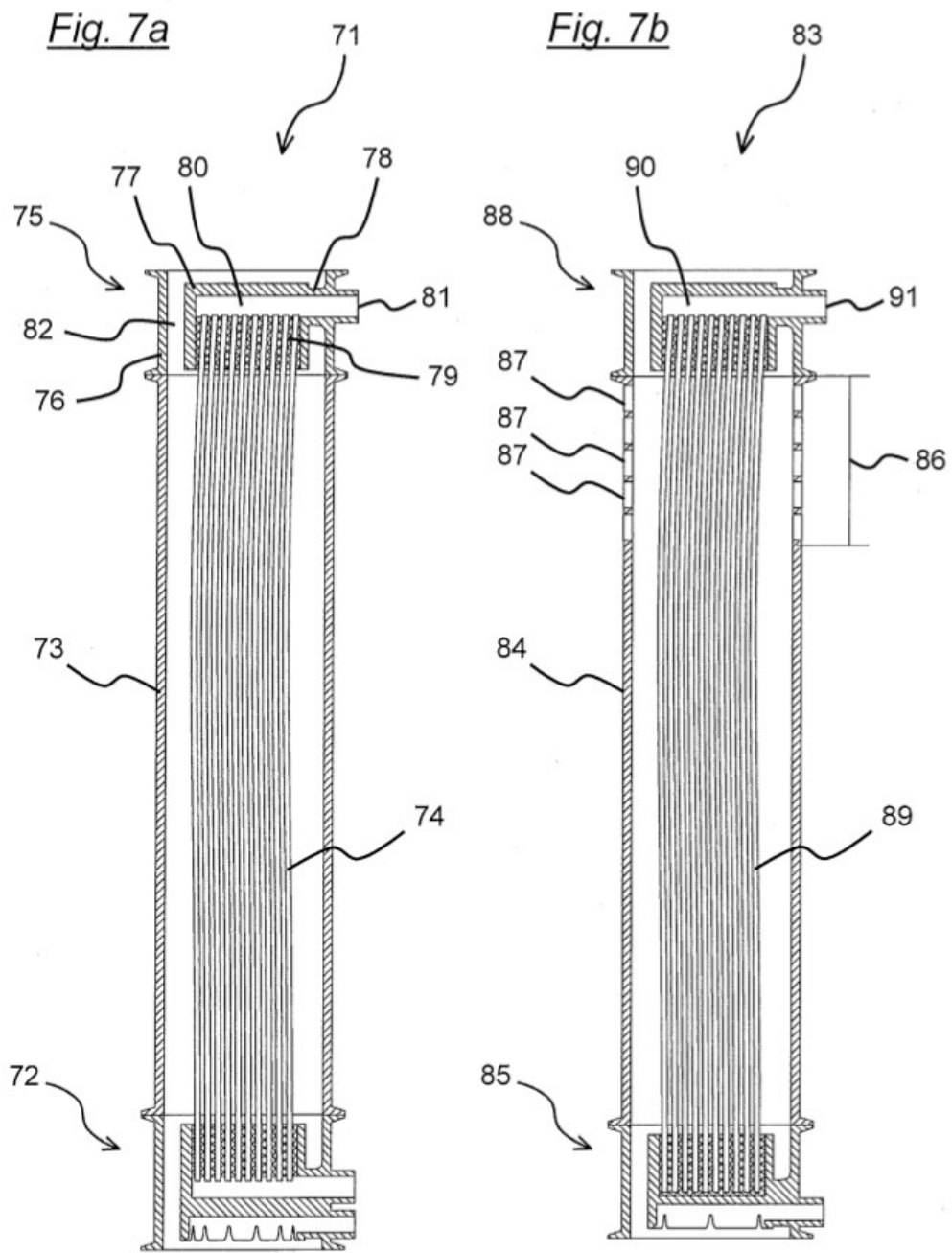
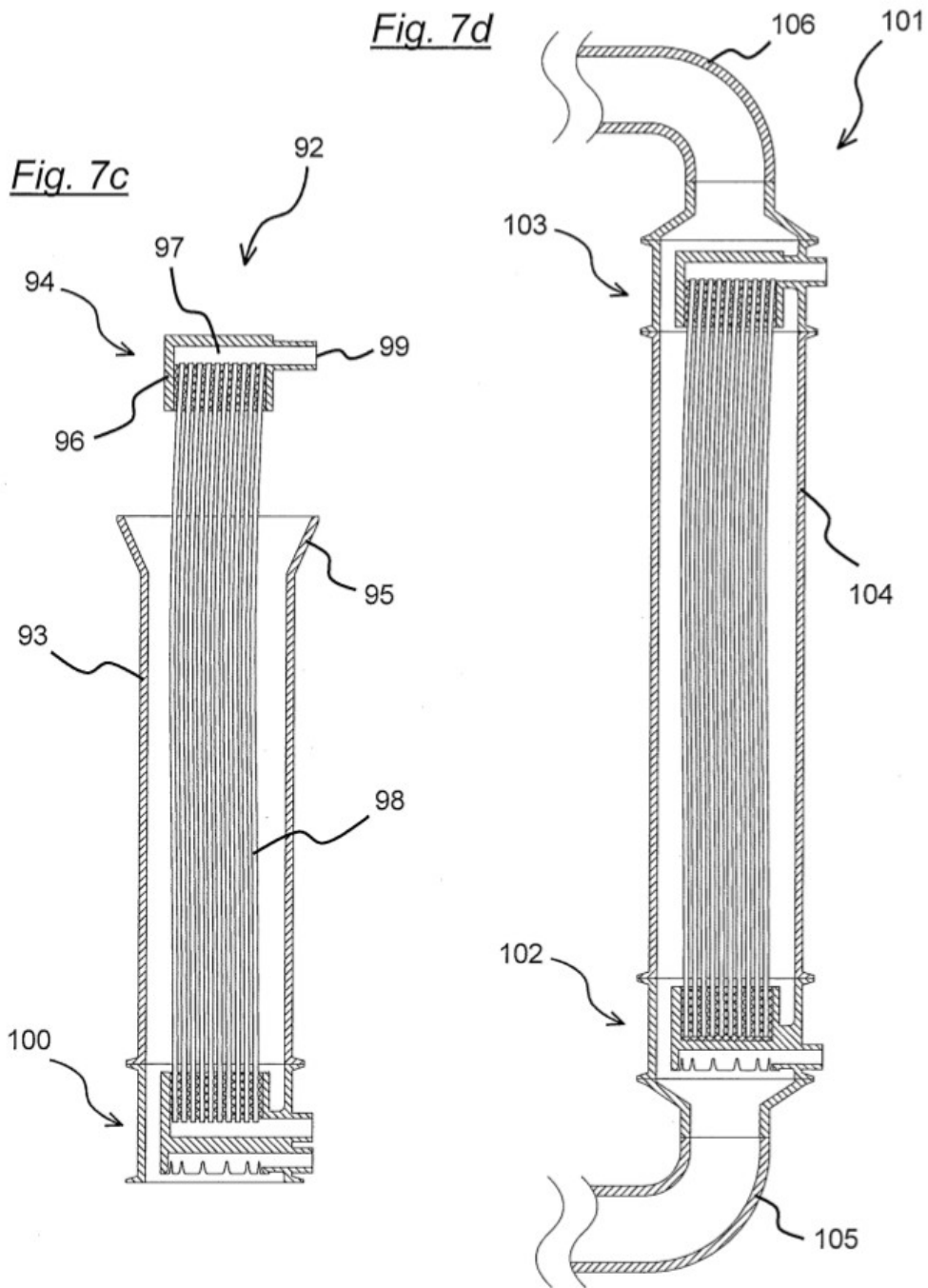


Fig. 5i









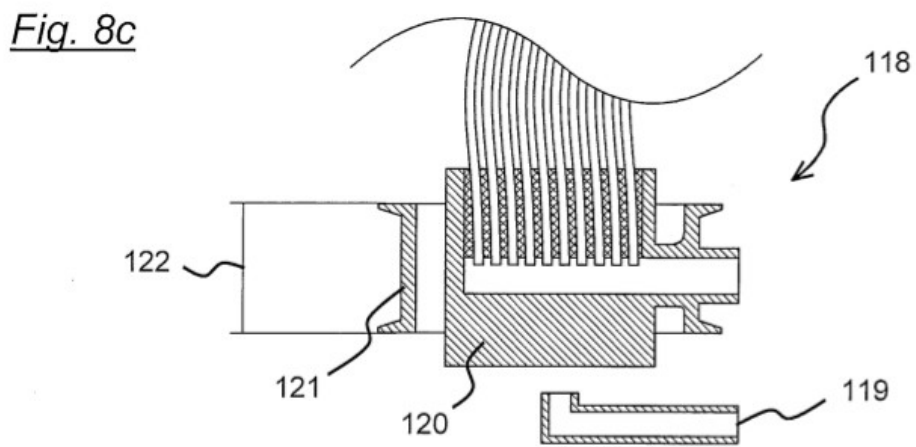
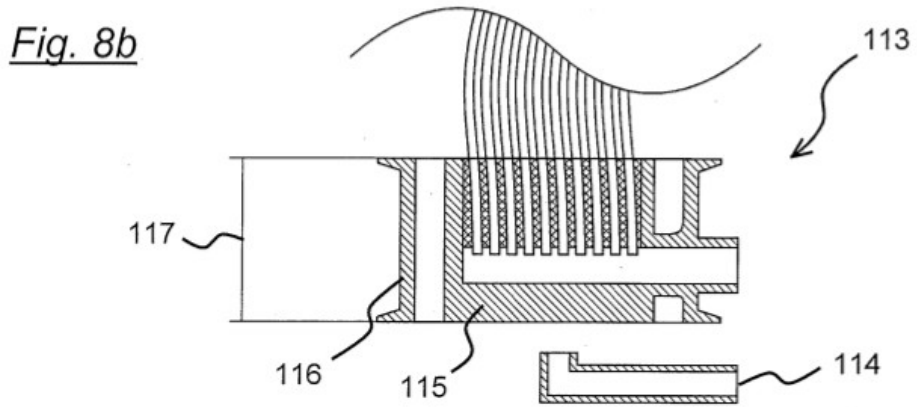
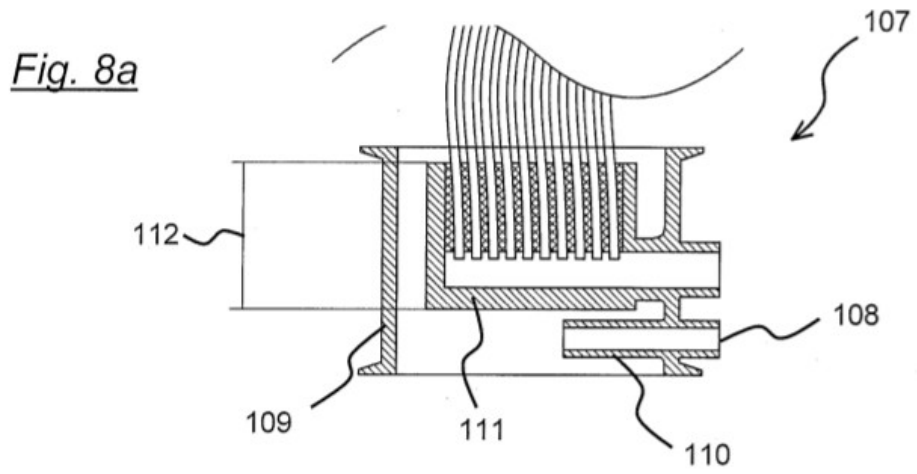


Fig. 9a

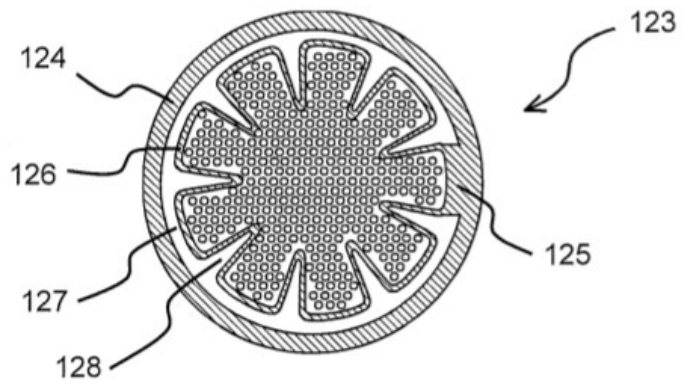


Fig. 9b

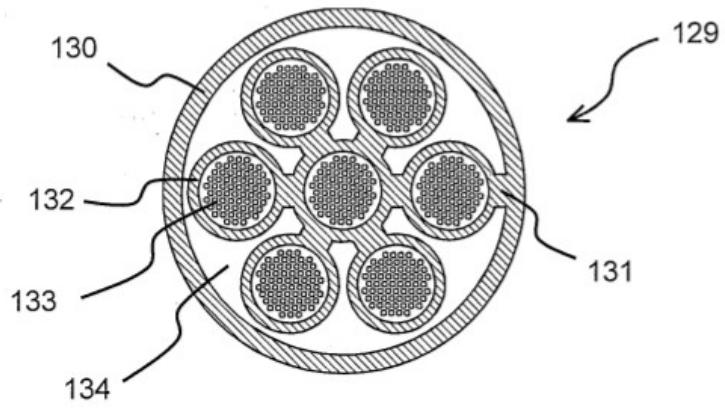


Fig. 9c

