

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 046**

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: **26.08.2014 PCT/EP2014/068068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15036234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2014 E 14758828 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 3043892**

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

30 Prioridad:

**11.09.2013 DE 102013218208**

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  
VOSSENKAUL, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 656 046 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 al menos un soporte de membrana, en el que están fijadas membranas, con cuya ayuda puede ser filtrado un permeado líquido del líquido, y que presenta un espacio de recogida de permeado, al que están conectadas las membranas abiertas por el lado del permeado, y una salida de permeado para descargar el permeado del espacio de recogida de permeado, un sistema de distribución de gas dispuesto por debajo del al menos un soporte de membrana con al menos una cubeta abierta por debajo y cerrada por arriba, que presenta una pared con ranuras verticales abiertas por debajo para la distribución de un gas en el líquido y al menos una entrada de gas en el sistema de distribución de gas.

10 La invención se refiere además a un procedimiento para filtrar un líquido a ser filtrado en tal filtro de membrana, en el que un gas fluye a través de la al menos una entrada de gas en la al menos una cubeta, el gas llena la al menos una cubeta y las ranuras hasta una parte de una altura de las ranuras con un cojín de gas, el gas del cojín de gas fluye a través de las ranuras lateralmente hacia fuera de la al menos una cubeta y asimismo, en varios lugares por debajo del al menos un soporte de membrana, entra en el líquido, durante el flujo lateral a través de las ranuras el gas genera un flujo de líquido dirigido paralelamente al flujo de gas lateral en el límite de fases por debajo del cojín de aire, el gas en el filtro de membrana asciende y de esta forma genera un movimiento hacia arriba del líquido en el filtro de membrana, y el líquido ascendente y el gas limpian el al menos un soporte de membrana y las membranas fijadas en él.

20 En general, los filtros de membrana de este tipo conocidos están concebidos 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 o bien sumergirse en las cuencas de la planta depuradora o ser dispuesto en seco integrado en un tubo 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).

25 Las membranas fijadas en el soporte de membrana pueden ser en particular membranas de fibras huecas que tengan un diámetro de menos de 5 mm, pero pueden también ser membranas planas. Como soporte de membrana se denomina en este caso la parte del filtro de membrana en la que están fijadas las membranas. Las membranas de fibras huecas por lo general están fijadas al menos por debajo en un soporte de membrana, habitualmente también por arriba en un segundo soporte de membrana. También los filtros de membrana con membranas planas presentan soportes de membrana en los que están fijadas las membranas planas. Las propias membranas tienen normalmente una permeabilidad de membranas de microfiltración o membranas de ultrafiltración. Es posible el uso de membranas para la ósmosis inversa o nanofiltración. Preferiblemente se utilizan membranas de fibras huecas en un intervalo de diámetros entre 0,5 y 3 mm.

35 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 lavado físico del filtro de membrana operan con un lavado a contracorriente de las membranas por el lado del permeado con líquido o gas combinado con un lavado de burbujas de gas por el lado exterior de las membranas. Con el ascenso de las burbujas de gas se genera también continuamente un flujo ascendente del líquido a ser filtrado, que es denominado efecto de bomba mamut. 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.

40 Tal filtro de membrana es conocido por el documento JP 10-066834. En él están dispuestos varios soportes de membrana con membranas no especificadas en detalle fijadas en su interior, por encima de un sistema de distribución de gas que presenta varias cubetas abiertas por debajo y cerradas por arriba, que presentan una pared con ranuras verticales abiertas por debajo para la distribución del gas en el líquido.

45 En los filtros de membrana conocidos la cubeta tiene la forma de un paralelepípedo o semicilindro abierto por debajo con ranuras transversales, abiertas por debajo colocadas lateralmente en la pared. El filtro de membrana conocido tiene varias entradas de gas en el sistema de distribución de gas, que se unen, respectivamente, por arriba a través de la cubierta de las cubetas al espacio interior de las cubetas.

50 A través de las entradas de gas fluye un gas desde arriba en las cubetas y llena estas hasta una parte de una altura de las ranuras con un cojín de gas. Así se llenan también las ranuras hasta la misma altura con gas y puesto que estas están abiertas por fuera, el gas fluye desde el cojín de gas a través de la parte de las ranuras llena de gas lateralmente fuera de la cubeta y entra así en varios lugares por debajo de las membranas en el líquido a ser filtrado.

55 Para poder compensar fluctuaciones de la cantidad de gas, las ranuras para el funcionamiento normal están dimensionadas por regla general, de manera que solo estén en parte llenas de gas. El grado de llenado de la cubeta con gas y, por tanto también el grado de llenado de las ranuras, depende del flujo volumétrico del gas que entra en el sistema de distribución de gas. En caso de grandes flujos volumétricos del gas, el gas se estanca en la cubeta

más alto y por tanto también una mayor parte de las ranuras está inundada de gas, es decir la sección transversal de flujo para el gas aumenta y una mayor cantidad de gas fluye a través de las ranuras. Hasta que la cubeta esté completamente llena, el gas fluye uniformemente por las ranuras. Una vez que la cantidad de gas es tan grande que la cubeta se desborda, sale la cantidad de gas adicional de forma incontrolada fuera de la cubeta.

5 Después de la salida del gas por las ranuras, este sube a continuación en el filtro de membrana y de esta forma genera un movimiento ascendente del líquido a través del filtro de membrana de acuerdo con el principio de bomba mamut. La alta fuerza de cizalla del flujo bifásico del líquido ascendente y el gas limpia así las membranas, desprendiéndose incrustaciones y depósitos y siendo evacuados del filtro.

10 Durante el flujo lateral a través de las ranuras, el gas genera un flujo de líquido dirigido paralelo al flujo de gas lateral en el límite de fases por debajo del cojín de gas que afluye por la parte de la pared entre las ranuras que sobresale por debajo por el cojín de gas. Con este flujo se depositan en los biorreactores de membrana, en particular en aplicaciones para el tratamiento de aguas residuales comunales, habitualmente también pelo y compuestos fibrosos.

15 En el filtro de membrana descrito en el documento JP 10-066834, los sectores de la pared entre ranuras que sobresalen por debajo por el cojín de gas actúan como un peine o rastrillo sobre el pelo y compuestos fibrosos contenidos en el líquido a ser filtrado, que de esta forma se fijan fácilmente en las ranuras. Si, por ejemplo, son introducidos pelos a través del flujo con un extremo en una ranura y con el otro en una ranura adyacente, entonces estos son retenidos en los cantos delanteros de la pared entre las ranuras, lo que puede conducir a un bloqueo de las ranuras. De esta forma, la cantidad de gas que fluye a través de estas ranuras se ve afectada hasta que  
20 sucumbe por completo. La consecuencia es una gasificación y una limpieza insuficientes de las zonas de membrana situadas por encima, con lo que existe el peligro de un bloqueo de estas zonas.

#### Objeto

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

#### Solución

25 Partiendo del filtro de membrana conocido se propone según la invención que la al menos una cubeta presente, respectivamente entre ranuras adyacentes, en al menos un corte vertical que se extiende ortogonalmente a la pared, un canto interior que al menos en la zona de una mitad inferior de las ranuras en cada punto presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°. Esta condición puede ser realizada o bien por un mayor bisel o un redondeado en este canto interior. De este modo se forma en los cantos interiores inferiores de la pared una zona  
30 delantera para el líquido que fluye por debajo del cojín de gas, en el que pueden ser desprendidos pelo y compuestos fibrosos con la corriente de líquido, con lo que se reduce la tendencia al bloqueo de las ranuras y por tanto también de las zonas de membrana que se encuentran por encima.

35 En una realización ventajosa del filtro de membrana según la invención, el sistema de distribución de gas está realizado en el lado inferior del al menos un soporte de membrana. En este caso el soporte de membrana y el sistema de distribución de gas son un componente. De esta forma el gas es distribuido directamente por el lado inferior del soporte de membrana en el líquido a ser filtrado, y de hecho exactamente en los lugares en los que sale del sistema de distribución de gas. Por tanto, las burbujas de gas fluyen directamente en su lugar determinado alrededor del soporte de membrana y las membranas fijadas en su interior. Por la realización del sistema de distribución de gas en el lado inferior del soporte de membrana se evitan potenciales fallas de flujo del gas.

40 Debido a la baja profundidad de inyección se reduce además el consumo de energía para la gasificación en comparación con sistemas en los que el sistema de distribución de gas está instalado separado por debajo del soporte de membrana. Otra ventaja son los bajos costes de fabricación, ya que por la realización del sistema de distribución de gas por debajo en el soporte de membrana, el filtro de membrana presenta un componente menos.

45 Para garantizar un desprendimiento de pelos y compuestos fibrosos en el canto interior inferior redondeado o biselado de la cubeta es necesaria una extensión horizontal de este canto interior de aproximadamente 10 a 15 mm. En el caso más simple este requisito tiene como resultado una pared configurada correspondientemente gruesa.

50 En el filtro de membrana según la invención alternativamente el sistema de gasificación como componente propio puede ser instalado por debajo del soporte de membrana, distanciado de este. El sistema de distribución de gas puede estar configurado en este caso como componente propio. Sin embargo, la distancia entre el sistema de distribución de gas y el soporte de membrana tiene también un inconveniente: en la zona de flujo llena de líquido entre el sistema de distribución de gas y el soporte de membrana, las burbujas de gas pueden ser desviadas por flujos perpendiculares en el biorreactor u otras perturbaciones y no incidir en el soporte de membrana en el lugar previsto, con lo que ya no puede asegurarse una gasificación uniforme de las membranas. Además, el consumo de energía para la gasificación aumenta debido a la mayor profundidad de inyección. En caso de una profundidad de inyección de 2 m, 20 cm de profundidad de inyección adicional suponen ya un 10 % más de consumo de energía.

55 En la realización del filtro de membrana es ventajoso que la al menos una cubeta tenga al menos un nervio vertical que se extienda desde la pared hacia dentro entre ranuras adyacentes respectivas, cuya extensión en la al menos

una cubeta disminuya hacia abajo. Si el sistema de distribución de gas y, por tanto también la cubeta, están realizados como una pieza moldeada por inyección, entonces la pared más gruesa tiene el inconveniente de acumulaciones de material. Representados gráficamente los nervios son la única parte de la pared engrosada que se mantiene, mientras que las otras zonas de la pared más gruesa han sido recortadas, de manera que ha quedado solo una pared en el espesor de pared del componente por lo demás habitualmente fino. Por los nervios se evitan acumulaciones de material en el componente y es posible una fabricación como pieza moldeada por inyección. En este caso, los nervios forman la parte de la pared entre ranuras adyacentes respectivas, en las que el pelo y los compuestos fibrosos pueden ser desprendidos hacia el exterior. El corte vertical, que tiene un canto interior, que al menos en la zona de la mitad inferior de las ranuras en cada punto presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°, se extiende en este caso longitudinalmente a través de los nervios.

Sin embargo, dado que los nervios son básicamente un remanente de la pared engrosada de la cubeta, estos requieren la misma extensión horizontal de aproximadamente 10 a 15 mm. Como resultado, se establecen límites para la configuración de la cubeta. Por tanto, ya no pueden ser configuradas cubetas con un ancho total menor de 3 cm por la técnica de flujo, ya que la sección transversal de flujo abierto que queda entre los nervios en el interior de la cubeta por regla general es demasiado pequeña para que pueda fluir la cantidad total de gas.

En un filtro de membrana según la invención, la cubeta del sistema de distribución de gas puede presentar diferentes formas de planta, desde redondas, pasando por aproximadamente rectangulares y poligonales hasta formas completamente libres. Si el sistema de distribución de gas y, por tanto también la cubeta, están realizados en el lado inferior del soporte de membrana, la cubeta asimila obligatoriamente algunos de los detalles geométricos y las dimensiones del soporte de membrana.

En una realización ventajosa del filtro de membrana según la invención, el sistema de distribución de gas presenta canales de conducción de gas abiertos por debajo que se unen por fuera al menos en una parte de las ranuras para la reconducción y distribución del gas fuera de la al menos una cubeta. En este caso, la ventaja de los canales de conducción de gas es que con ellos se pueden realizar también partes notablemente más estrechas del sistema de distribución de gas.

Así, el soporte de membrana de un filtro de membrana según la invención puede por ejemplo presentar un anclaje en el que estén colocados varios dedos, en los que están fijadas por arriba membranas. Si, por ejemplo, la cubeta según la invención está realizada por debajo del anclaje más ancho, entonces los canales de conducción de gas están realizados en el lado inferior de los dedos y permiten una reconducción del gas en zonas del filtro de membrana alejadas de la cubeta.

Los conductos de conducción de gas de un filtro de membrana según la invención tienen una base, que o bien se extiende horizontalmente, o bien presenta una inclinación con respecto a la horizontal, de manera que el extremo de los canales de conducción de gas está situado por encima de la posición de su inicio adyacente a las ranuras. Por la base inclinada, la reconducción del gas en los canales de conducción de gas se acelera y se reduce un peligro de bloqueo de los canales de conducción de gas.

En otra realización ventajosa de tal filtro de membrana según la invención, los canales de conducción de gas se unen a las ranuras desplazados verticalmente hacia arriba. Como resultado, la interacción entre las ranuras y los canales de conducción de gas que se unen a ellas se reduce significativamente, lo que garantiza un flujo más uniforme a través de las ranuras sin y con canales de conducción de gas conectados. Además, en el caso de canales de conducción de gas que se unen a las ranuras más desplazados hacia arriba se puede realizar una configuración más favorable a la tecnología de moldeo por inyección de los componentes debido a que se evitan acumulaciones de material en el componente.

En otra realización ventajosa del filtro de membrana según la invención, las ranuras son más anchas hacia abajo. Esto tiene la ventaja de que el área de la sección transversal de las ranuras aumenta de forma desproporcionada al aumentar el flujo volumétrico y, en consecuencia, el cojín de gas que se acumula por debajo en la cubeta. Como resultado, la presión de gas en la entrada de gas aumenta solo mínimamente, lo que mejora la autorregulación del flujo uniforme a través de las ranuras y, por tanto, la uniformidad de la gasificación. Las ranuras que se ensanchan hacia abajo forman así una "estrangulación" variable para la cantidad de gas que fluye a través de las ranuras con diferentes flujos volumétricos de gas. Debido a la forma de la sección transversal de la estrangulación, se puede influir en el nivel de llenado en las ranuras dependiente del flujo volumétrico.

En otra realización ventajosa del filtro de membrana según la invención, las ranuras tienen superficies de sección transversal de diferentes tamaños. Puesto que puede ser que, con una configuración geométrica diferente de la cubeta, en particular incluso si a algunas de las ranuras están conectados canales de conducción gas, con las cantidades de gas que fluyen a través de las diferentes ranuras deban ser limpiadas superficies de membrana de diferente tamaño, es ventajoso que la cantidad de aire que fluye a través de las ranuras se adapte a las diferentes cantidades de gas requeridas mediante la configuración geométrica de las ranuras. Por tanto, en las ranuras a las que se une un canal de conducción de gas, el gas es transportado a zonas del filtro de membrana que están más alejadas hacia fuera de la cubeta, son realizadas mayores superficies de sección transversal de las ranuras, presentando estas ranuras un mayor ancho.

En otra realización ventajosa del filtro de membrana según la invención, la al menos una entrada de gas se une lateralmente a la al menos una cubeta. Esto es particularmente ventajoso si el sistema de distribución de gas está realizado en el lado inferior del soporte de membrana. El suministro de gas se realiza en este caso a la altura de las ranuras, con lo que se evitan flujos verticales del gas y, por tanto, un rebosamiento del cojín de gas fuera de la cubeta.

5

En el caso de un sistema de distribución de gas separado del soporte de membrana, la entrada de gas también puede ser realizada alternativamente por arriba a través de la base de la cubeta situada por arriba. Alternativamente, una entrada de gas separada de la cubeta y del sistema de distribución de gas puede permitir que el gas fluya dentro de la cubeta, por ejemplo, desde un tubo separado posicionado por debajo de la cubeta.

10 Partiendo del procedimiento conocido se propone según la invención que el flujo de líquido generado por debajo del cojín de gas, respectivamente entre ranuras adyacentes, en al menos un corte vertical que se extiende ortogonalmente a la pared, afluya en un canto interior de la al menos una cubeta, que presenta al menos en la zona de una mitad inferior de las ranuras un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°. De esta forma son desprendidos pelos y compuestos fibrosos en el canto interior y se evitan en gran medida bloqueos de las ranuras y de las zonas de membrana situadas por encima. Como resultado, se reduce en conjunto la tendencia al bloqueo del filtro de membrana.

15

En una realización preferida del procedimiento según la invención, después de fluir a través de algunas de las ranuras, el gas fluye a través de canales de conducción de gas en zonas del filtro de membrana que están más alejadas de la al menos una cubeta. Como resultado, se logra en conjunto una distribución uniforme del gas a través de toda la sección transversal del filtro de membrana.

20

En otra realización preferida del procedimiento según la invención, el gas fluye desde un sistema de distribución de gas realizado en el lado inferior del al menos un soporte de membrana y, después de penetrar en el líquido, fluye alrededor del al menos un soporte de membrana. Esto tiene la ventaja de que el gas antes de llegar al soporte de membrana no tiene que fluir a través de ninguna zona de flujo adicional, en la que pueda ser retenido por influencias perturbadoras, para alcanzar su lugar determinado en el soporte de membrana.

25

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 a ser filtrado, 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 a ser filtrado 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.

30

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

35

En la realización de unidades de filtro mayores pueden ser montados varios filtros de membrana según la invención paralelos uno junto a otro 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 dotados individualmente con estrangulaciones para homogeneizar el suministro de aire a los filtros de membrana individuales. Es ventajoso asimismo posicionar estas 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.

45

### Ejemplos de realización

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

Figs. 1a-1e: un primer filtro de membrana según la invención (corte total, cortes parciales y vistas del elemento de pie),

50 Figs. 2a-2c: relaciones de flujo en el primer filtro de membrana,

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,
- Fig. 8a: vista y corte de una cubeta de un séptimo filtro de membrana según la invención,
- Fig. 8b: vista y corte de una cubeta de un octavo filtro de membrana según la invención,
- 5 Figs. 9a y 9b: vista y corte de un elemento de pie de un noveno filtro de membrana según la invención
- Figs. 10a a 10c: vista y cortes de un sistema de distribución de gas de un décimo filtro de membrana según la invención,
- Figs. 11a y 11b: variantes del sistema de distribución de gas de otros filtros de membrana según la invención.
- 10 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.
- Las figuras 1a a 1e muestran cortes y vistas de un primer filtro de membrana 1 según la invención. 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.
- 15 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.
- 20 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.
- 25 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.
- 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°.
- 35 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.
- 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.
- 45 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.
- 50 Asimismo, la figura 2a muestra un primer corte vertical a través de la parte inferior del filtro de membrana 1, discurriendo 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.
- 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.
- 10 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.
- 15 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.
- 20 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.
- 25 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.
- 30 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.
- 35 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.
- 40 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.
- 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.
- 45 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 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.
- 50
- 55 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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

La figura 5d muestra un corte a través del elemento de pie 39 del segundo filtro de membrana 36, en 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 tomada en cuenta en la definición del espacio de flujo 53. El espacio de flujo 53 termina arriba en la salida 54.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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°.

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:

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.

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 pelo 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.

5 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.

10 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  
15 con el estado de la técnica.

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.

20 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  
25 arriba sobre una capa de resina 79 con obturación frente al líquido a ser filtrado con su lumen abierto.

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  
30 funcionamiento sumergido y en funcionamiento con disposición en seco.

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  
35 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  
40 funcionamiento sumergido debido a los orificios 87 en el accesorio de tubo 86.

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  
45 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  
50 elemento de cabeza 94 es empleado solo en el funcionamiento sumergido.

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  
55 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.

Las figuras 8a y 8b muestran cubetas separadas de otros dos filtros de membrana según la invención, que no están unidos a un soporte de membrana.

La Fig. 8a muestra una cubeta 107 de un séptimo filtro de membrana según la invención del que no hay nada más representado, con una entrada de gas 108, que se une lateralmente a la cubeta 107 para la entrada de un gas en la cubeta 107. La cubeta 107 tiene una pared 109 con ranuras 110 verticales para el flujo de salida del gas de la cubeta 107. En la figura 8a está representado además un corte a través de la cubeta 107, que se extiende por el lado izquierdo en el centro entre dos ranuras 110, y en el lado derecho se extiende exactamente a través de una de las ranuras 110. La pared 109 tiene, tanto en la zona de las ranuras 110, como en la zona entre cada par de ranuras 110, en la parte superior un espesor uniforme 111 de 15 mm. En el corte vertical, representado por el lado izquierdo, a través de la cubeta 107 entre dos ranuras 110, la cubeta tiene un canto interior 112 que en la zona de una mitad inferior de las ranuras 110 en cada punto presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60° para desprender el pelo y los compuestos fibrosos contenidos en un líquido a ser filtrado.

La figura 8b muestra una cubeta 113 de un octavo filtro de membrana según la invención, que difiere de la cubeta 107 solo en que de la pared gruesa 109 de la cubeta 107, solo se han quedado los nervios 114. Los nervios 114 se encuentran, respectivamente, en el centro entre ranuras 115 adyacentes y tienen una extensión 116 en la cubeta 113, que disminuye hacia abajo. La extensión 116 de los nervios 114 corresponde al espesor 111 de la pared 109 de la cubeta 107 del séptimo filtro de membrana. En un corte representado a través del nervio 114, este y con él la cubeta 113 tienen un canto interior 117, que en la zona de una mitad inferior de las ranuras 115 en cada punto presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60° para desprender el pelo y los compuestos fibrosos contenidos en un líquido a ser filtrado. De este modo, en el octavo filtro de membrana según la invención, el nervio 114 asume la función de la pared gruesa 109 del séptimo filtro de membrana según la invención. El espesor 118 de la pared 119 del octavo filtro de membrana según la invención se reduce significativamente, con lo que se evitan acumulaciones de material desfavorables para una configuración de la cubeta 113 como pieza moldeada por inyección.

En una realización alternativa del octavo filtro de membrana, los nervios de los lados opuestos de la cubeta también pueden estar dispuestos desplazados entre sí, de modo que se pueden realizar también cubetas más estrechas. Sin embargo, en cubetas más largas esto tiene un efecto desfavorable sobre su pérdida de presión y, por lo tanto, para un flujo longitudinal uniforme del gas.

Las figuras 9a y 9b muestran una vista y un corte de un elemento de pie 120 de un noveno filtro de membrana según la invención. Este presenta un soporte de membrana 121 rectangular, en el que están fijadas por arriba membranas 122 vertidas en una capa de resina 123, con cuya ayuda puede ser filtrado un permeado líquido de un líquido a ser filtrado. El soporte de membrana 121 presenta además un espacio de recogida de permeado 124, al que se unen las membranas 122 abiertas por el lado del permeado, y una salida de permeado 125 para la descarga del permeado desde el espacio de recogida de permeado 124. Por debajo del soporte de membrana 121 está dispuesto un sistema de distribución de gas 126 que en este caso está realizado en el lado inferior del soporte de membrana 121. Por tanto, el soporte de membrana 121 y el sistema de distribución de gas 126 son un único componente. El sistema de distribución de gas 126 presenta una cubeta 127 abierta por debajo y cerrada por arriba, en la que desemboca lateralmente una entrada de gas 128. La cubeta 127 presenta además una pared 129 con ranuras 130 verticales abiertas por debajo para distribuir un gas en el líquido a ser filtrado. La pared 129 tiene en cada caso en el centro entre ranuras 130 adyacentes, un nervio 131 vertical que se extiende ortogonalmente a la pared 129, cuya extensión disminuye hacia abajo en la cubeta 127. Por tanto, en un corte ortogonal con respecto a la pared, el nervio 131 tiene un canto interior 132, que en la zona de una mitad inferior de las ranuras en cada punto presenta un ángulo menor de 60° con respecto a la horizontal para desprender el pelo y los compuestos fibrosos contenidos en el líquido a ser filtrado.

Las figuras 10a a 10c muestran un sistema de distribución de gas 133 separado de un décimo filtro de membrana según la invención. El sistema de distribución de gas 133 presenta una cubeta 134 redonda, que está abierta por debajo y cerrada por arriba. La cubeta 134 presenta una pared 135 con ranuras 136 verticales abiertas por debajo para el flujo de un gas fuera de la cubeta 134. El sistema de distribución de gas 133 presenta además canales de conducción de gas 137 abiertos por debajo, que se unen por fuera a cada una de las segundas ranuras 136, desplazados verticalmente hacia arriba. Los canales de conducción de gas 137 tienen por arriba una base 138 que se eleva partiendo de la conexión a la cubeta 134. El sistema de distribución de gas 133 presenta además una entrada de gas 139, que se une por arriba a la cubeta 134 a través de esta.

La figura 10c muestra un corte a través de la pared 135 de la cubeta 134. En este corte, la cubeta 134 tiene un canto interior 140 biselado por debajo, que en la zona de la altura de las ranuras 136 tiene un ángulo de 40° con respecto a la horizontal.

Las figuras 11a y 11b muestran un sistema de distribución de gas de otros dos filtros de membrana según la invención. La figura 11a muestra un corte a través de un sistema de distribución de gas 141 de un undécimo filtro de membrana según la invención. Este presenta una cubeta 142 redonda abierta por debajo y cerrada por arriba. La cubeta 142 tiene una pared 143 con ranuras 144 verticales abiertas por debajo para el flujo de salida de un gas de la cubeta 142. En un corte entre ranuras 144 adyacentes, la cubeta 142 presenta un canto interior 145, que en la zona

de una altura de la ranura 144 presenta un ángulo de 40° con respecto a la horizontal. El sistema de distribución de gas 141 tiene una entrada de gas 146, que se une a la cubeta 142 a través de esta.

5 La figura 11b muestra un sistema de distribución de gas 147 de un duodécimo filtro de membrana según la invención, que se diferencia del undécimo filtro de membrana solo en que la entrada de gas 149 no está unida a una cubeta 148, sino que está dispuesta por debajo de la cubeta 148 como empalme de tubo para la introducción de un gas en la cubeta 148.

En las figuras son:

- 1 filtro de membrana
- 2 elemento de pie
- 10 3 cubierta
- 4 soporte de membrana
- 5 membrana de fibras huecas
- 6 tubo
- 7 extremo superior
- 15 8 longitud
- 9 capa de resina
- 10 altura de filtro de membrana
- 11 altura de elemento de pie
- 12 altura de soporte de membrana
- 20 13 entrada de gas
- 14 salida de permeado
- 15 punto de anclaje
- 16 zona de flujo
- 17 salida
- 25 18 sistema de distribución de gas
- 19 cubeta
- 20 pared
- 21 ranura vertical
- 22 canto interior
- 30 23 mitad inferior
- 24 ángulo
- 25 espacio de recogida de permeado
- 26 gas
- 27 cojín de gas
- 35 28 líquido a ser filtrado
- 29 permeado
- 30 superficie
- 31 conducto de alimentación de gas

	32	estrangulamiento
	33	conducto de permeado
	34	primer conducto de líquido
	35	segundo conducto de líquido
5	36	filtro de membrana
	37	líquido a ser filtrado
	38	gas
	39	elemento de pie
	40	cubierta
10	41	soporte de membrana
	42	punto de anclaje
	43	membrana de fibras huecas
	44	permeado
	45	tubo
15	46	entrada de gas
	47	espacio de recogida de permeado
	48	salida de permeado
	49	altura de elemento de pie
	50	altura de filtro de membrana
20	51	capa de resina
	52	extremo superior
	53	espacio de flujo
	54	salida
	55	protuberancia
25	56	anclaje
	57	dedo
	58	canal de flujo
	59	ancho
	60	diámetro
30	61	altura del soporte de membrana
	62	sistema de distribución de gas
	63	cubeta
	64	pared
	65	ranura vertical
35	66	canal de conducción de gas
	67	nervio
	68	canto interior

	69	mitad inferior
	70	ángulo
	71	filtro de membrana
	72	elemento de pie
5	73	cubierta
	74	membrana de fibras huecas
	75	elemento de cabeza
	76	cubierta
	77	soporte de membrana
10	78	punto de anclaje
	79	capa de resina
	80	espacio de recogida de permeado
	81	salida de permeado
	82	espacio de flujo
15	83	filtro de membrana
	84	tubo
	85	elemento de pie
	86	accesorio de tubo
	87	orificio
20	88	elemento de cabeza
	89	membrana de fibras huecas
	90	espacio de recogida de permeado
	91	salida de permeado
	92	filtro de membrana
25	93	tubo
	94	elemento de cabeza
	95	extensión de tubo
	96	soporte de membrana
	97	espacio de recogida de permeado
30	98	membrana de fibras huecas
	99	salida de permeado
	100	elemento de pie
	101	filtro de membrana
	102	elemento de pie
35	103	elemento de cabeza
	104	tubo
	105	primer conducto de líquido

- 106 segundo conducto de líquido
- 107 cubeta
- 108 entrada de gas
- 109 pared
- 5 110 ranura
- 111 espesor
- 112 canto interior
- 113 cubeta
- 114 nervio
- 10 115 ranura
- 116 extensión
- 117 canto interior
- 118 espesor
- 119 pared
- 15 120 elemento de pie
- 121 soporte de membrana
- 122 membrana
- 123 capa de resina
- 124 espacio de recogida de permeado
- 20 125 salida de permeado
- 126 sistema de distribución de gas
- 127 cubeta
- 128 entrada de gas
- 129 pared
- 25 130 ranura
- 131 nervio
- 132 canto interior
- 133 sistema de distribución de gas
- 134 cubeta
- 30 135 pared
- 136 ranura
- 137 canal de conducción de gas
- 138 base
- 139 entrada de gas
- 35 140 canto interior
- 141 sistema de distribución de gas
- 142 cubeta

- 143 pared
- 144 ranura
- 145 canto interior
- 146 entrada de gas
- 5 147 sistema de distribución de gas
- 148 cubeta
- 149 entrada de gas

**REIVINDICACIONES**

1. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) para filtrar un líquido (28, 37) a ser filtrado con:
- a. al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121), en el que están fijadas membranas (122), con cuya ayuda puede ser filtrado un permeado líquido (29, 44) del líquido a ser filtrado, y que presenta un espacio de recogida de permeado (25, 47, 80, 90, 97, 124) al que están conectadas las membranas (122) abiertas por el lado del permeado, y una salida de permeado (14, 48, 81) para descargar el permeado (29, 44) del espacio de recogida de permeado (25, 47, 80, 90, 97, 124),
  - b. un sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147) dispuesto por debajo del al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121) con al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) abierta por debajo y cerrada por arriba, que tiene una pared (20, 64, 109, 119, 129, 135, 143) con ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) verticales abiertas por debajo para distribuir un gas (26, 38) en el líquido y
  - c. al menos una entrada de gas (13, 46, 108, 146, 149) en el sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147),  
caracterizado por que
  - d. la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) presenta, respectivamente entre ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) adyacentes, en al menos un corte vertical que se extiende ortogonalmente a la pared (20, 64, 109, 119, 129, 135, 143) un canto interior (112, 117, 132, 140, 145) que, al menos en la zona de una mitad inferior (23, 69) de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) tiene en cada punto un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°.
2. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147) está realizado en un lado inferior del al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121).
3. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) presenta, respectivamente entre ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) adyacentes, al menos un nervio (67, 114, 131) vertical que se extiende hacia el interior desde la pared (109, 119, 129, 135, 143), cuya extensión en la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) disminuye hacia abajo.
4. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147) presenta canales de conducción de gas (66, 137) abiertos por debajo que se unen al menos a una parte de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) por fuera para la reconducción y distribución del gas (26, 38) desde la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148).
5. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según la reivindicación anterior, caracterizado por que los canales de conducción de gas (66, 137) se unen a las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) desplazados verticalmente hacia arriba.
6. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) se ensanchan hacia abajo.
7. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) tienen superficies de sección transversal de diferentes tamaños.
8. Filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la al menos una entrada de gas (13, 46, 108, 146, 149) se une lateralmente a la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148).
9. Procedimiento para filtrar un líquido en un filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) con al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121), al menos una entrada de gas (13, 46, 108, 146, 149) y un sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147) con al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) abierta por debajo y cerrada por arriba, que presenta una pared (109, 119, 129, 135, 143) con ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) abiertas por debajo, en el que
- a. un gas (26, 38) fluye a través de la al menos una entrada de gas (13, 46, 108, 146, 149) en la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148),
  - b. el gas (26, 38) llena la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) y las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) hasta una parte de una altura de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) con un cojín de gas (27),

- c. el gas (26, 38) sale del cojín de gas (27) a través de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) lateralmente hacia afuera desde la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148) y penetra así en el líquido en varios puntos por debajo del al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121),
  - 5 d. durante el flujo lateral a través de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144), el gas (26, 38) genera un flujo de líquido dirigido paralelo al flujo de gas lateral en el límite de fases por debajo del cojín de gas (27),
  - e. el gas (26, 38) se eleva en el filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) y de esta forma genera un movimiento ascendente del líquido en el filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) y
  - f. el líquido ascendente y el gas (26, 38) limpian el al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121) y las membranas (122) fijadas al mismo,
  - 10 caracterizado por que
  - g. el flujo de líquido generado por debajo del cojín de gas (27) fluye sobre un canto interior (112, 117, 132, 140, 145) de la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148), respectivamente entre ranuras adyacentes (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144), en al menos un corte vertical que se extiende ortogonalmente a la pared (20, 64, 109, 119, 129, 135, 143), que al menos en la zona de una mitad inferior (23, 69) de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) presenta un ángulo con respecto a la horizontal menor de 60°.
  - 15
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que el gas (26, 38) después de fluir por algunas de las ranuras (21, 65, 110, 115, 130, 136, 144) a través de canales de conducción de gas (66, 137) fluye en zonas del filtro de membrana (1, 36, 71, 83, 92, 101) que están más alejadas hacia fuera de la al menos una cubeta (19, 63, 107, 113, 127, 134, 142, 148).
- 20 11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que el sistema de distribución de gas (18, 62, 126, 133, 141, 147) está realizado en el lado inferior del al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121), y por que el gas (26, 38) fluye alrededor del al menos un soporte de membrana (4, 41, 77, 96, 121) después de fluir dentro del líquido.

Fig. 1a

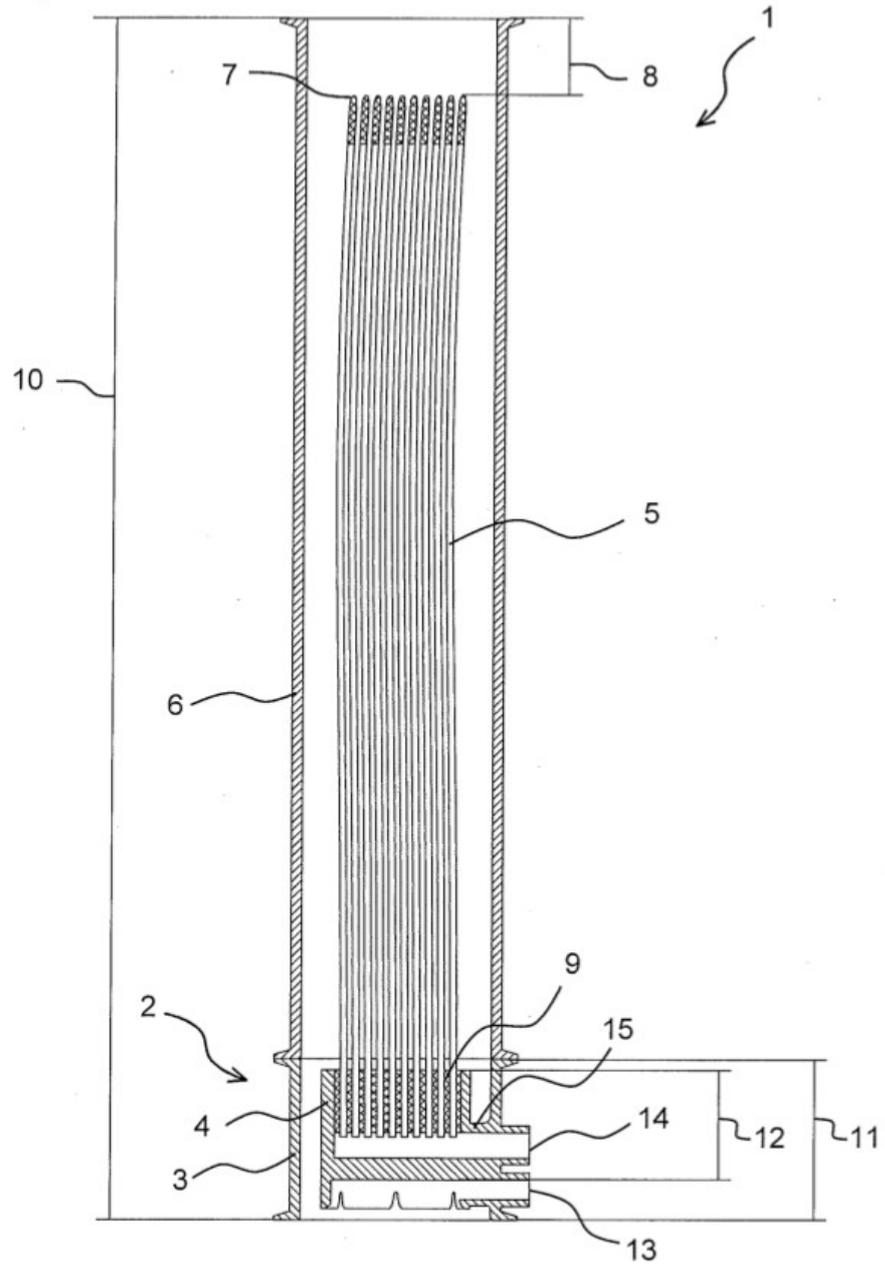


Fig. 1b

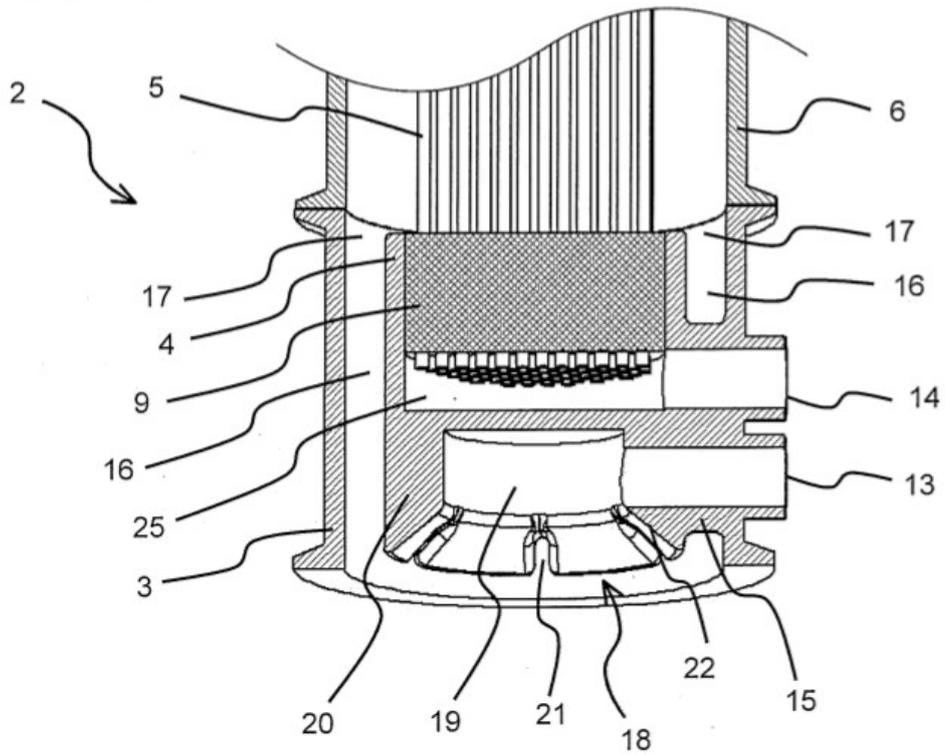


Fig. 1c

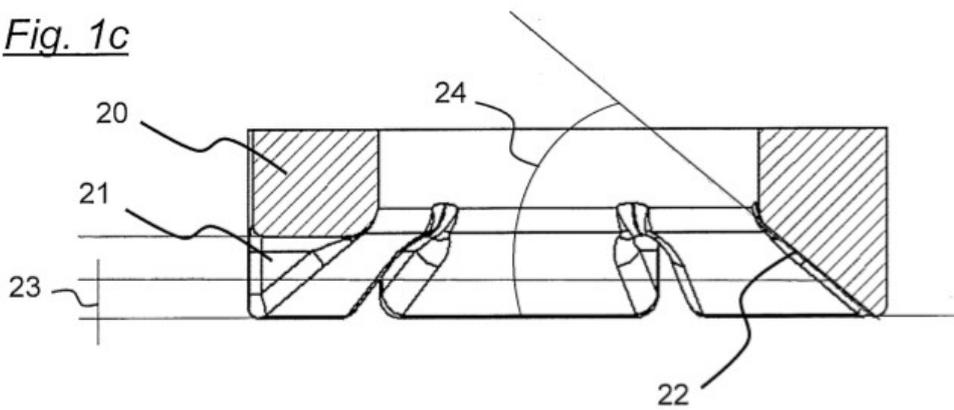


Fig. 1d

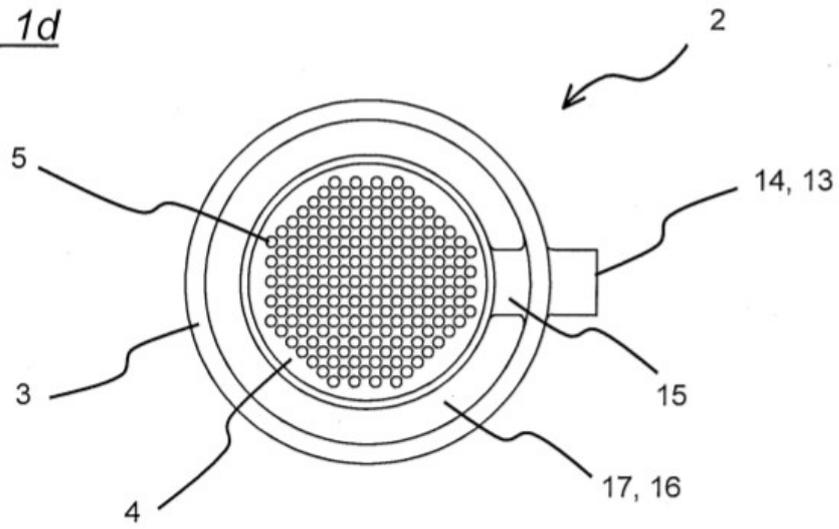
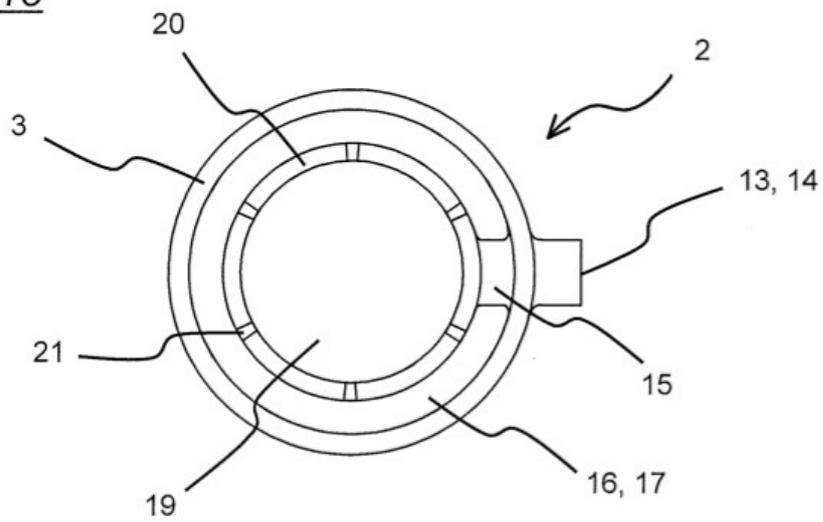
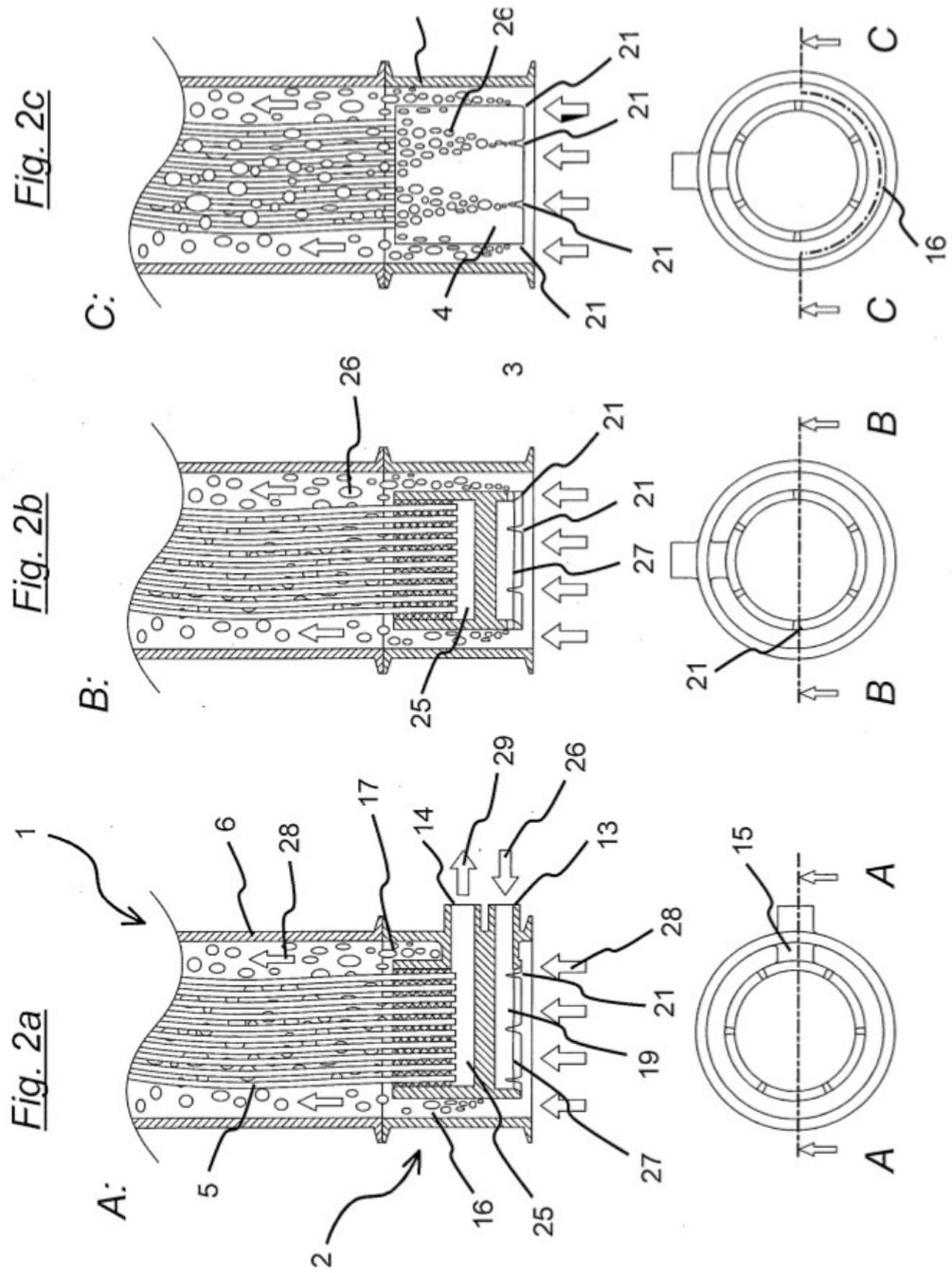


Fig. 1e





*Fig. 3*

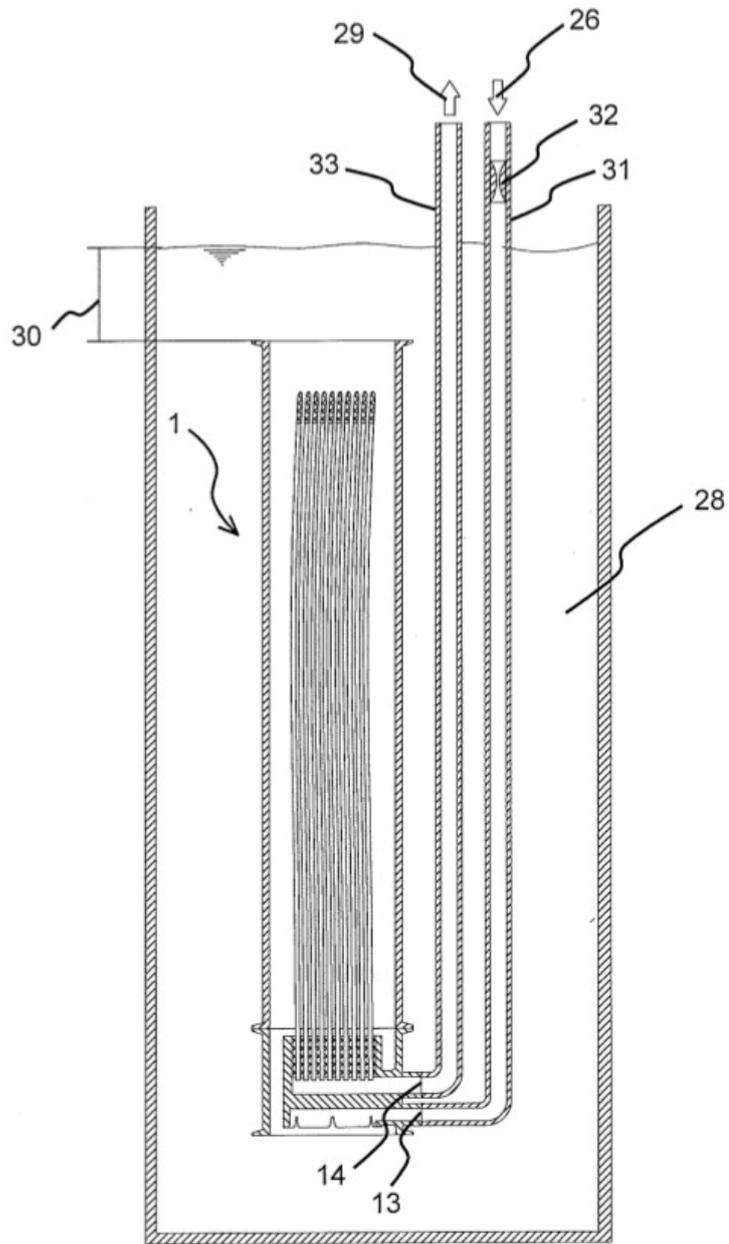


Fig. 4

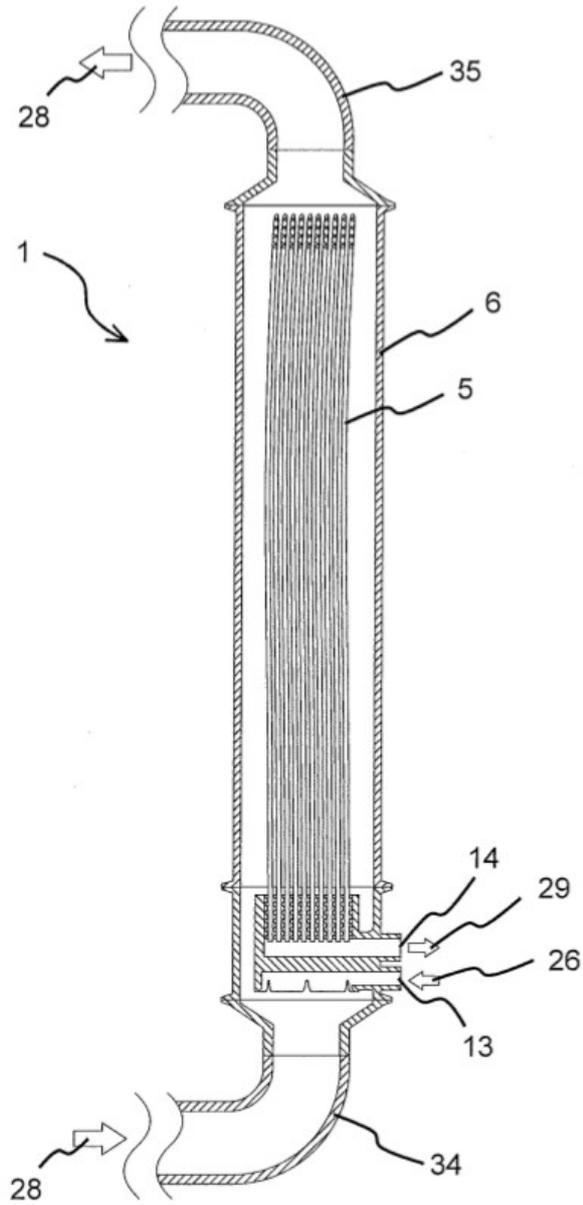




Fig. 5b

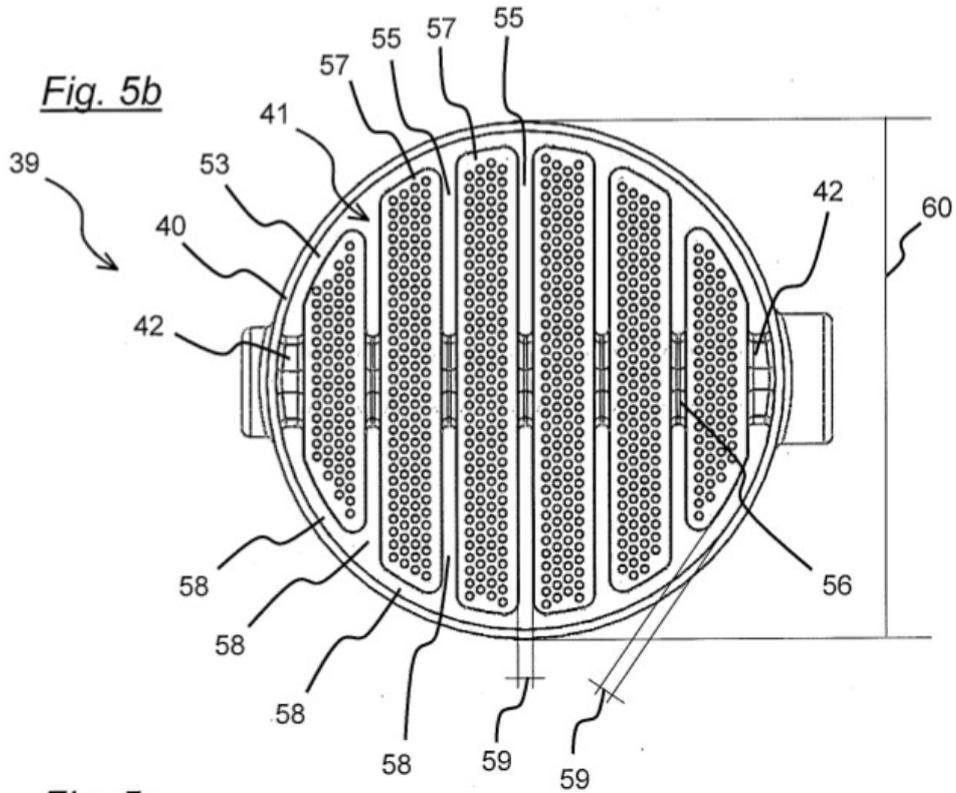
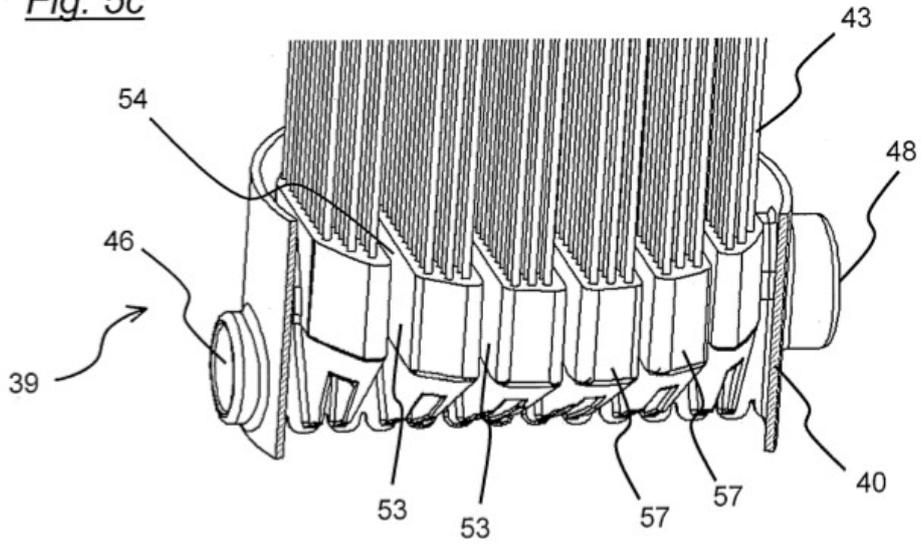
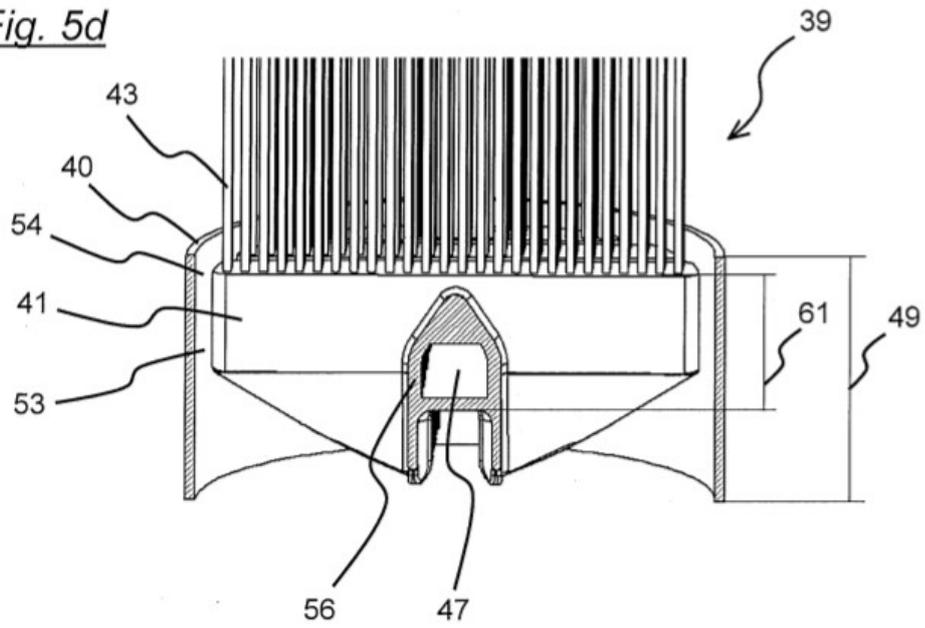


Fig. 5c



*Fig. 5d*



*Fig. 5e*

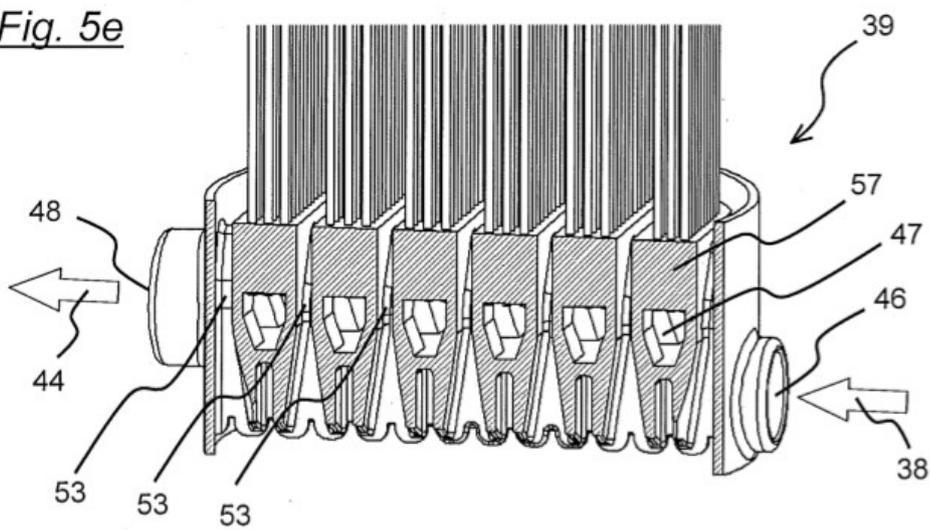


Fig. 5f

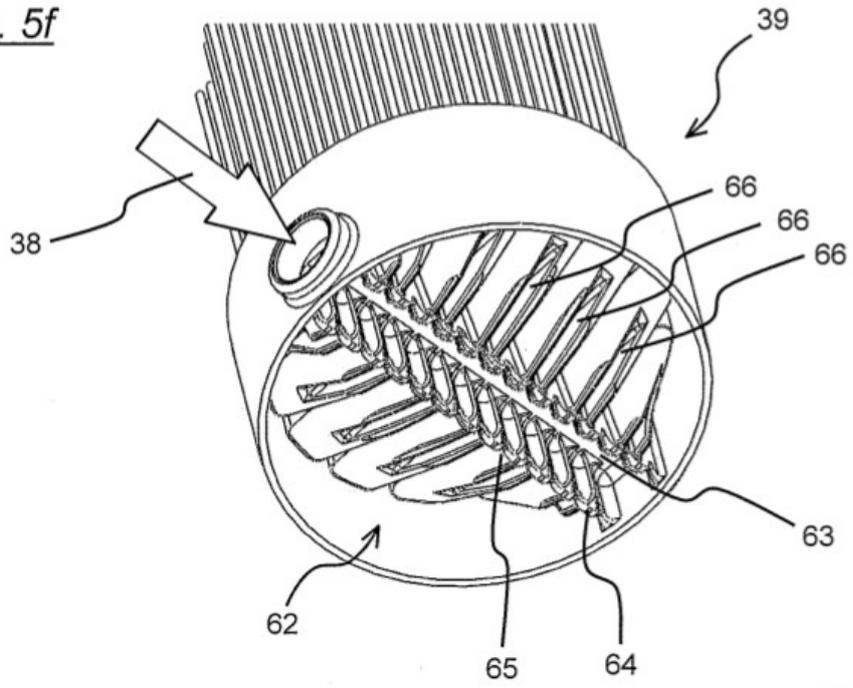


Fig. 5g

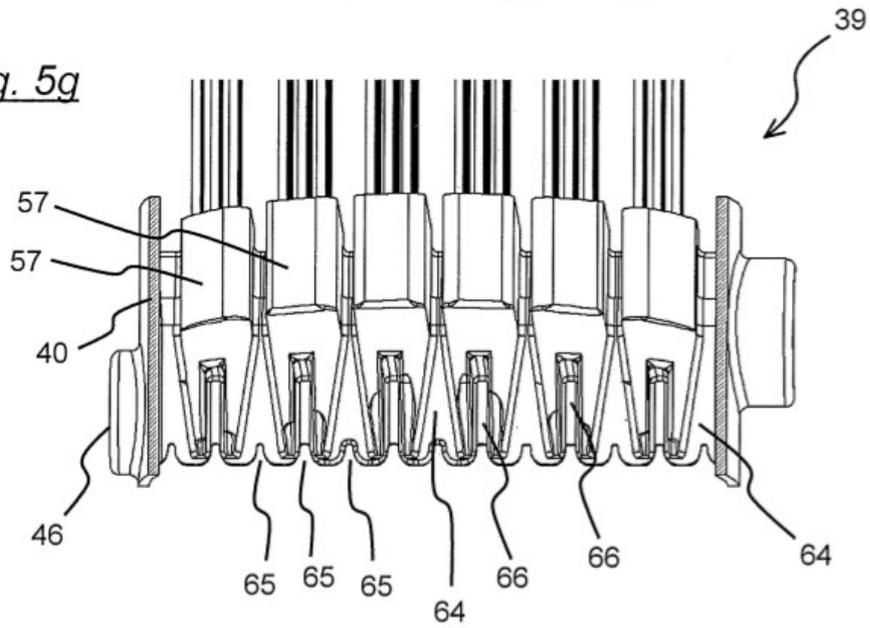


Fig. 5h

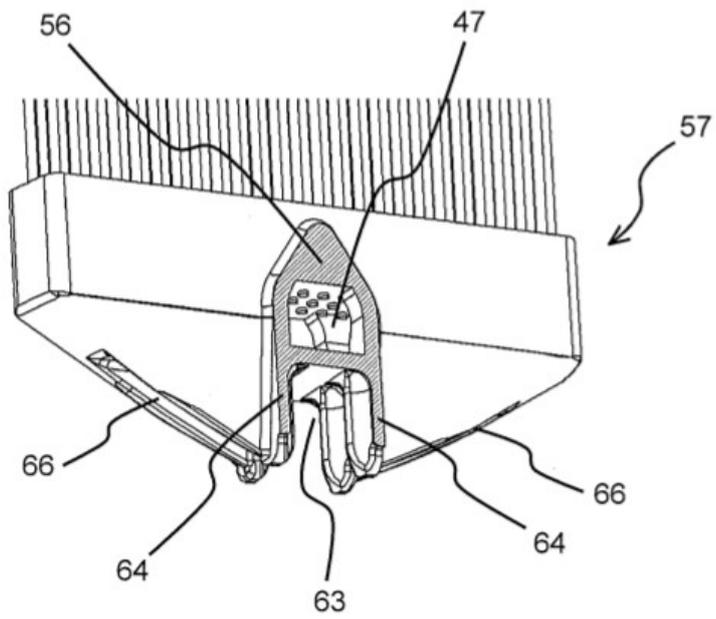
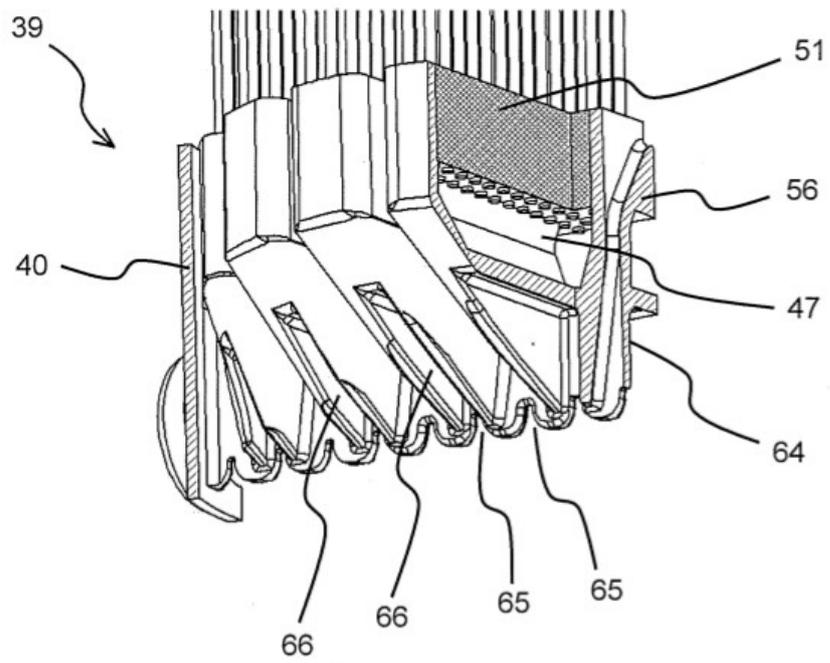
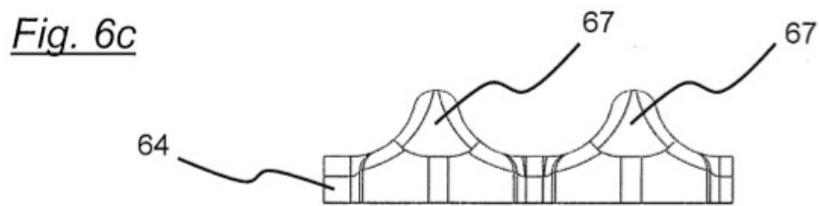
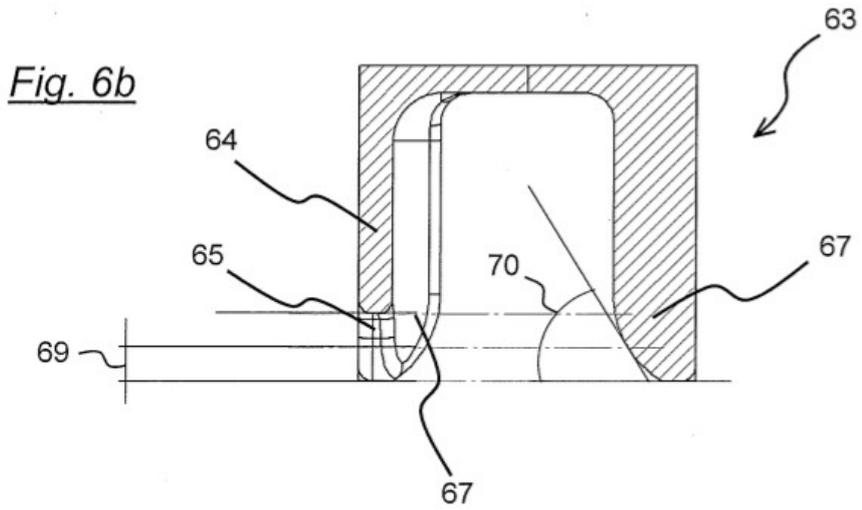
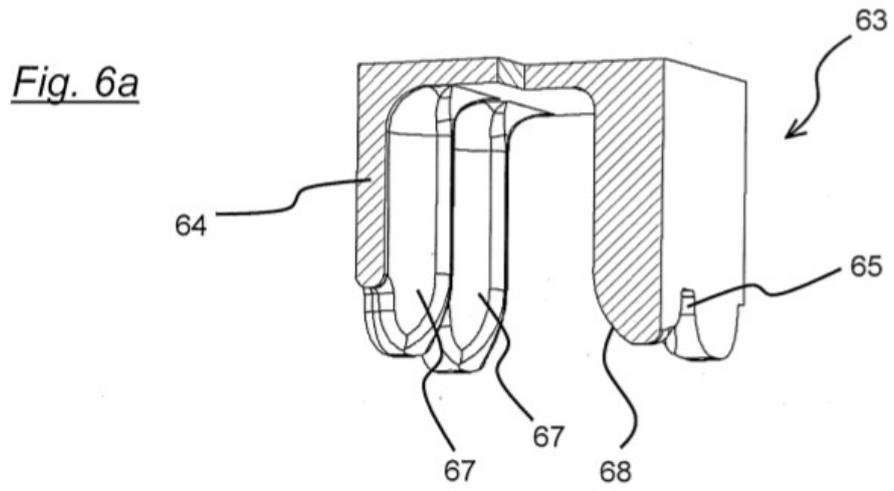
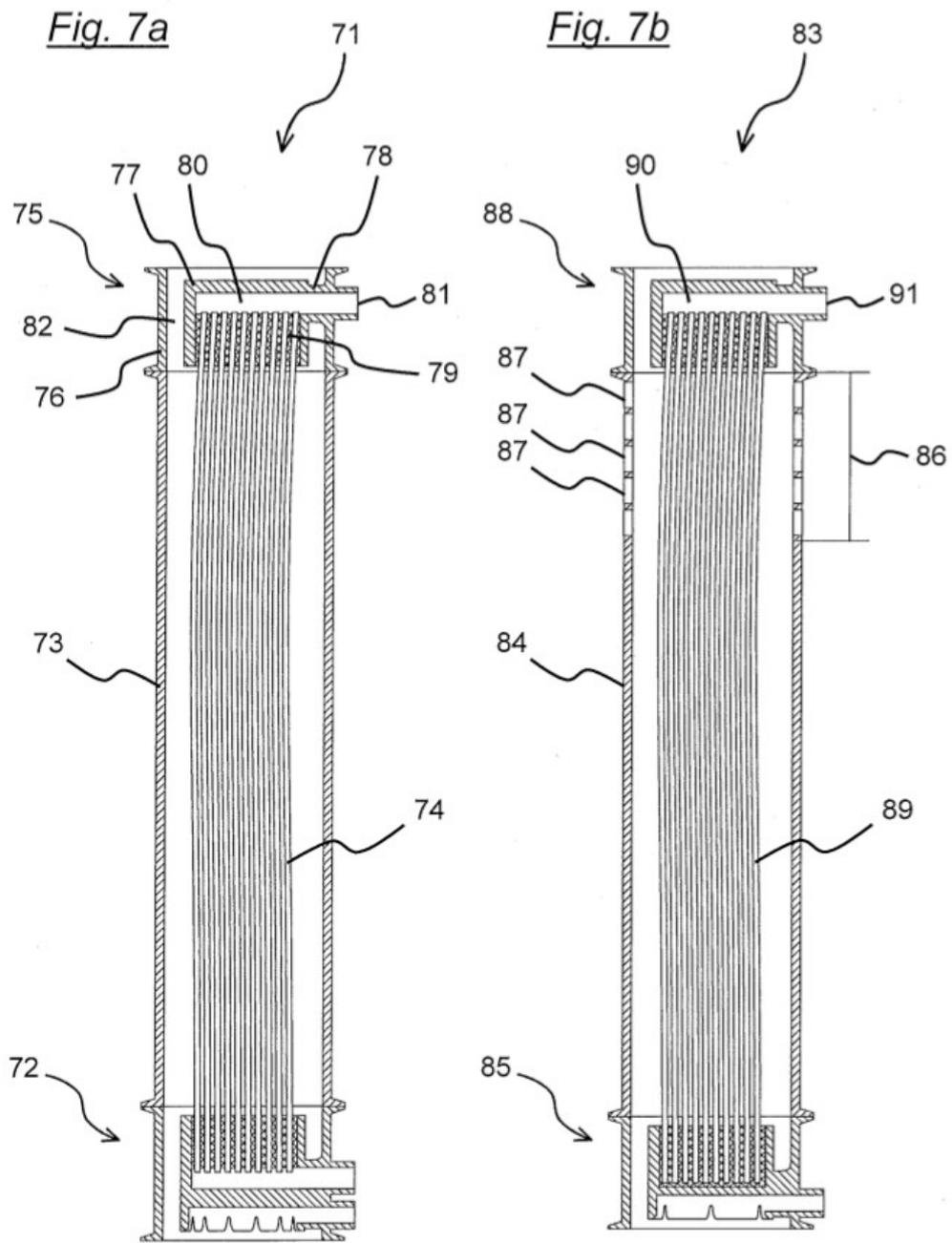
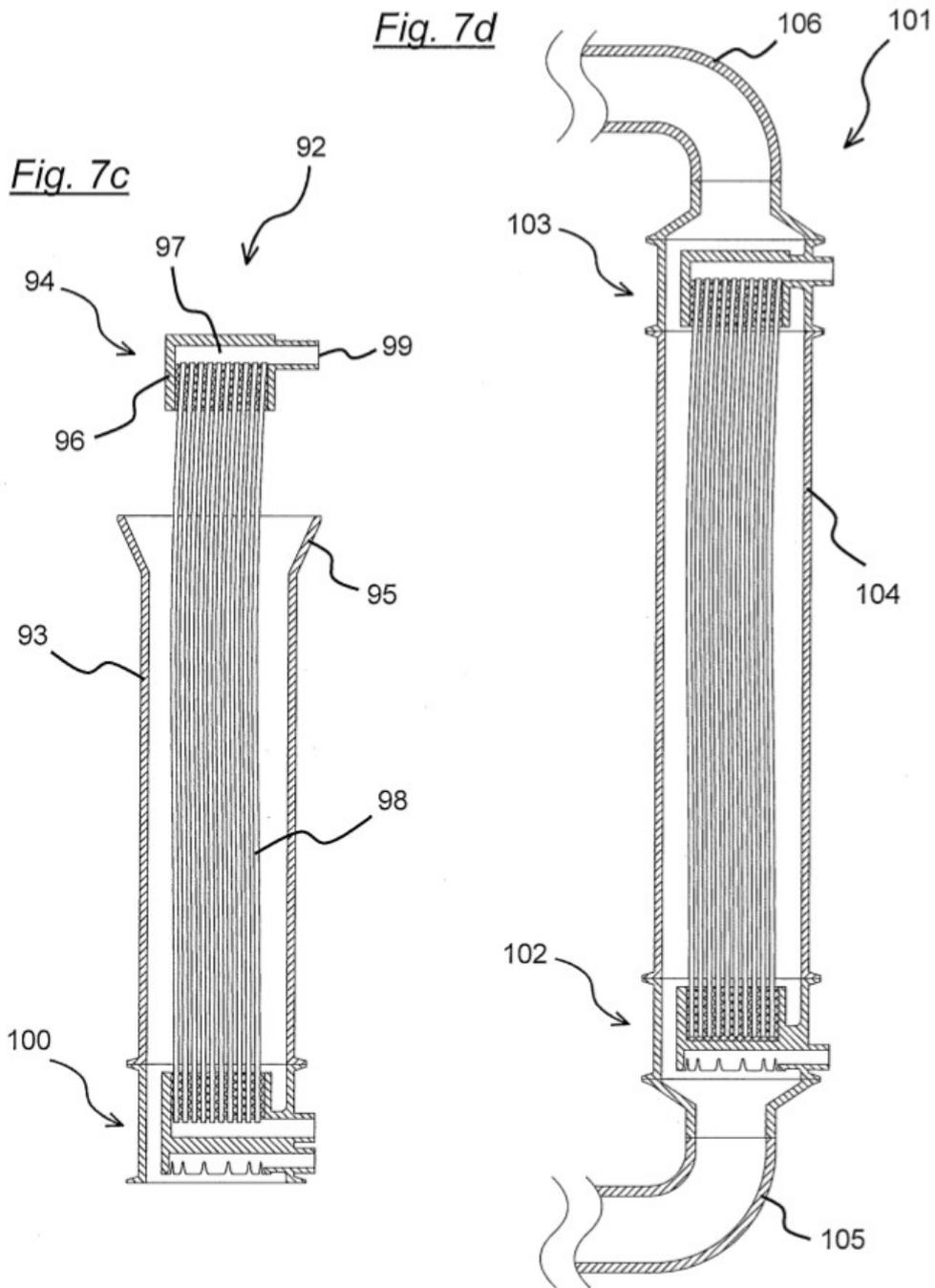


Fig. 5i

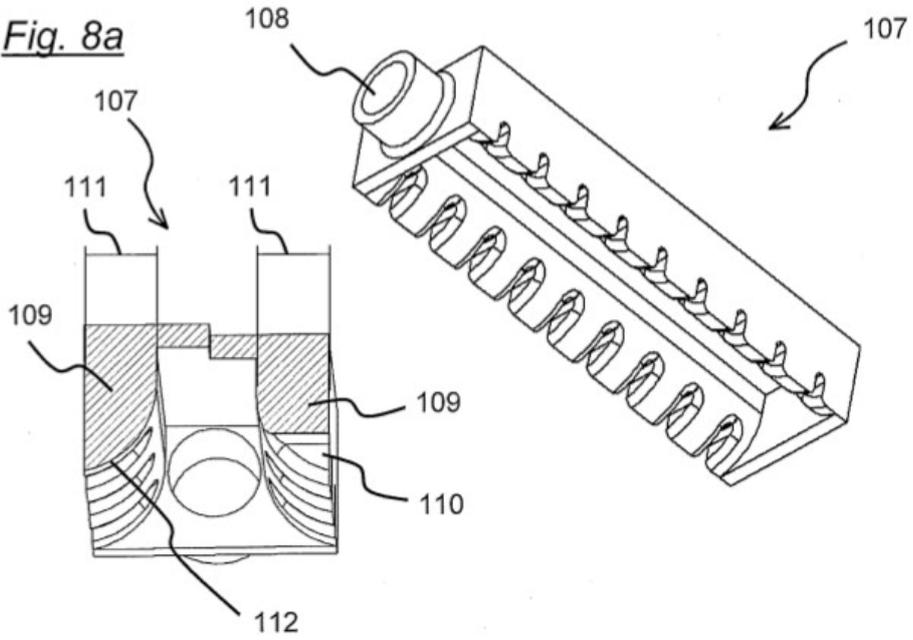








**Fig. 8a**



**Fig. 8b**

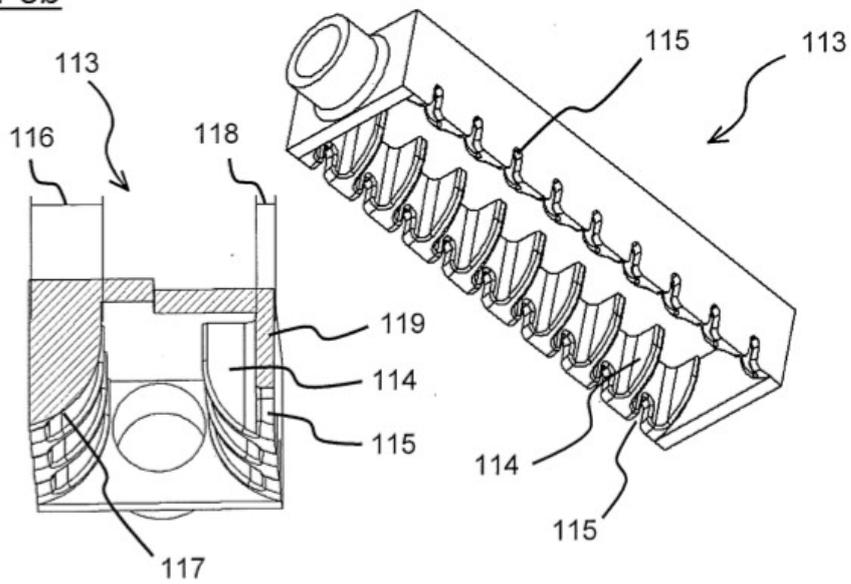


Fig. 9a

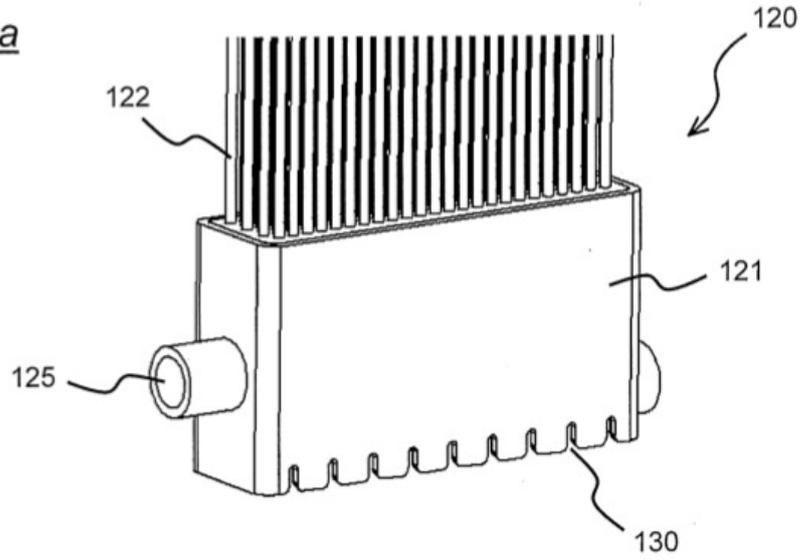


Fig. 9b

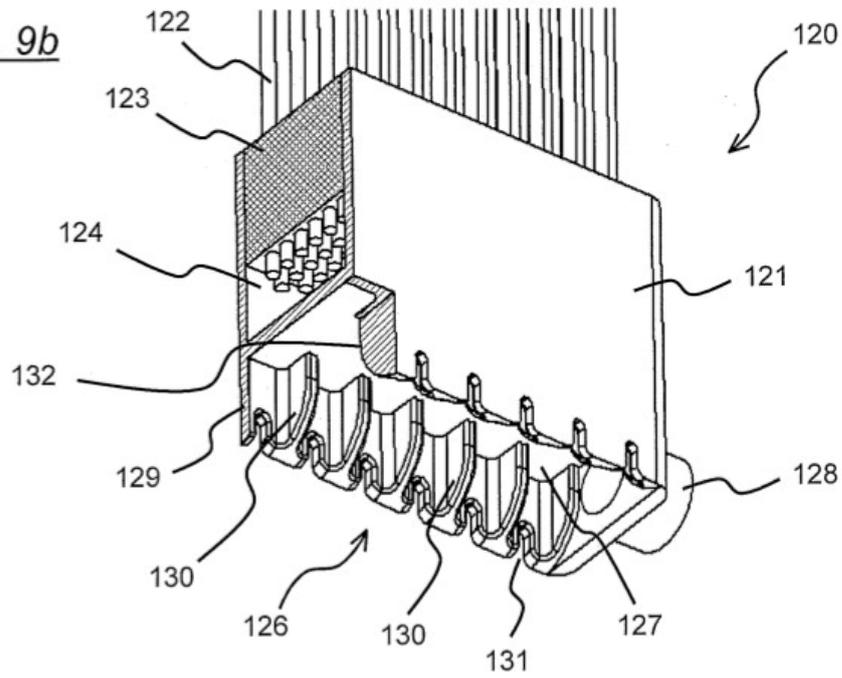


Fig. 10a

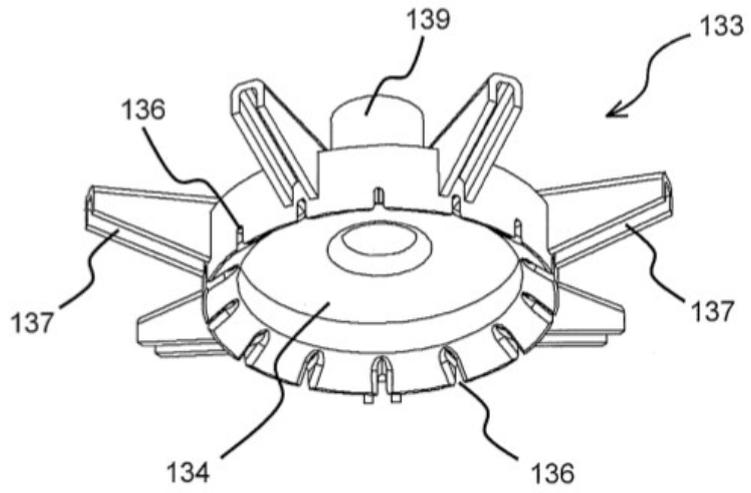


Fig. 10b

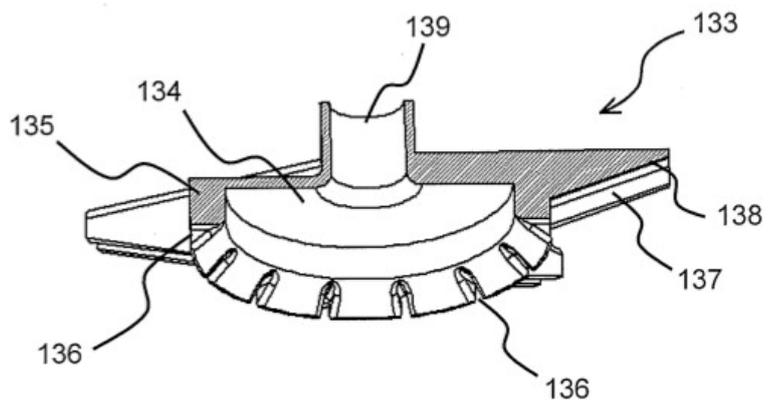


Fig. 10c

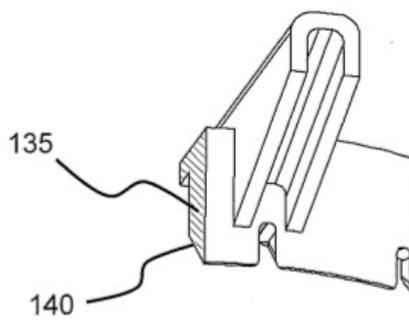


Fig. 11a

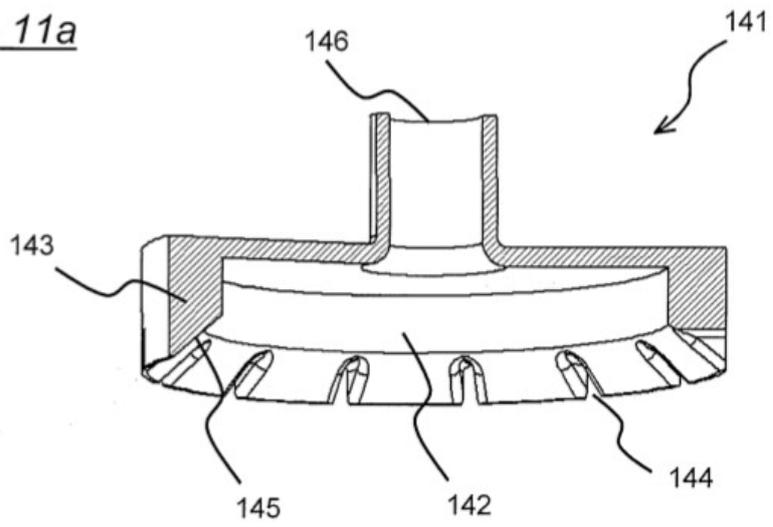


Fig. 11b

