

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 549**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2013.01)

C02F 101/30 (2006.01)

C02F 103/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2018** **PCT/EP2018/054073**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018** **WO18153827**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2018** **E 18704995 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 3585734**

54 Título: **Dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo**

30 Prioridad:

23.02.2017 EP 17290025

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

26.02.2025

73 Titular/es:

**MERCK PATENT GMBH (100.00%)
Frankfurter Strasse 250
64293 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**RAJAGOPALAN, PASCAL;
GROSS, JULIEN y
KANO, ICHIRO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 999 549 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

Dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo para purificar un fluido, preferentemente oxidando los compuestos orgánicos contenidos en agua pura o ultrapura. La invención también se refiere preferentemente a tales dispositivos de purificación de fluido de flujo continuo que están diseñados para aplicaciones de purificación de agua a escala de laboratorio con un volumen de rendimiento máximo de 2 l/min.

10 Antecedentes

Se conocen dispositivos que proporcionan la posibilidad de purificar un fluido, preferentemente para producir agua pura o ultrapura, oxidando los compuestos orgánicos contenidos en el fluido en el que el fluido se expone a la radiación UV-C mientras fluye a través de un recipiente del dispositivo.

- 15 El agua ultrapura se puede definir como el agua de grado reactivo de la más alta calidad que supera las normas ASTM D5127 y que tiene un carbono orgánico total (TOC) de menos de 5 partes por mil millones (ppb).

- 20 La radiación UV de acuerdo con DIN 5031 parte 7 se define como radiación que tiene una longitud de onda en un intervalo entre 100 nm y 380 nm. Un subintervalo de este intervalo que incluye longitudes de onda más cortas que 280 nm es el intervalo de UV-C y un subintervalo adicional que incluye longitudes de onda más cortas que 200 nm es el intervalo de UV-C de vacío (VUV).

- 25 La purificación, a la que pertenece la presente invención, tiene como objetivo reducir el contenido de TOC en el fluido que fluye a través del dispositivo a través de reacciones de oxidación orgánica inducidas por la radiación UV-C.

- Los dispositivos de purificación de flujo continuo comunes que se basan en la oxidación por radiación UV están usando, como fuente de radiación, una lámpara de gas de mercurio. La lámpara está dispuesta de tal manera que irradia el fluido que fluye a través de un recipiente. En la reacción de oxidación inducida por la irradiación UV, los compuestos orgánicos contenidos en el fluido se degradan en carbonatos y subproductos que comprenden iones intermedios distintos de los carbonatos y que pueden filtrarse del fluido después de la purificación. La reacción de oxidación incluye una etapa intermedia de descomposición de moléculas de agua en diferentes intermedios reactivos que incluyen intermedios radicales, neutros e iónicos. Los intermedios radicales oxidan posteriormente los compuestos orgánicos contenidos en el fluido en dióxido de carbono y agua. Se sabe que la luz UV con una longitud de onda de 185 nm genera eficazmente tales intermedios radicales.

- También se conoce el uso de lámparas de excímero para la purificación de agua germicida. Tales lámparas se basan en la excitación de, por ejemplo, un gas xenón a un estado excímero. La longitud de onda de la radiación emitida durante la excitación y la desexcitación es de 172 nm o inferior (dependiendo del gas usado en la lámpara). Esta longitud de onda es demasiado baja para usarse directamente para aplicaciones de purificación de agua y tiene una transparencia de agua muy baja.

- 45 El documento WO 2014/148325A1 divulga el uso de dicha lámpara de excímero en combinación con un revestimiento translúcido en la lámpara para cambiar la longitud de onda emitida a longitudes de onda más altas. El revestimiento adicional añade, sin embargo, costes, tiene una vida útil reducida debido a una degradación del revestimiento con el tiempo debido a la exposición a los rayos UV, y tiene un rendimiento reducido porque el revestimiento absorbe aproximadamente el 50 % de la radiación y restituye solo el 50 % de la energía absorbida.

- 50 El documento WO 95/15294A1 divulga un esterilizador para agua y otros fluidos que utiliza radiación UV ionizante como medio de esterilización. Una lámpara UV cilíndrica como fuente de radiación está alojada centralmente en una cámara de aire tubular que, a su vez, se coloca coaxialmente dentro del interior de un alojamiento que forma una cámara de exposición alargada a través de la cual el fluido fluye desde una entrada en una porción de extremo axial hasta una salida en una porción de extremo axial opuesta. Un conjunto de deflectores en forma de discos toroidales dispuestos coaxialmente se extiende por el interior de la cámara de exposición con cada deflector bloqueando parcialmente el paso de fluido a medida que fluye a través de la cámara a lo largo de la extensión axial. Cada deflector está provisto de un canal entre el borde del deflector y la pared periférica interior de la cámara para permitir que el fluido fluya más allá del deflector en una porción adyacente a la pared de la cámara y los canales de los deflectores vecinos están desplazados entre sí para generar un flujo sinuoso y turbulento del fluido a medida que atraviesa la longitud de la cámara. Por tanto, la corriente de fluido se desvía secuencialmente hacia y lejos de la fuente de radiación. Se puede canalizar un canal de aire a través de la cámara de aire para la coproducción de ozono y, a su vez, el ozono puede reaccionar con el agua antes o después del tratamiento del agua con la radiación UV. En este dispositivo de flujo continuo, porciones significativas del fluido a purificar pueden pasar a través del dispositivo con distancias relativamente grandes desde la fuente de radiación, por lo tanto, sufren potencialmente una purificación incompleta.

- 65 El documento US 2007/0003430A1 divulga un método para inactivar microorganismos tales como virus dentro de un

fluido. El proceso de inactivación se basa en el uso de una lámpara UV alargada que emite radiación entre 180 y 320 nm, preferentemente entre 225 y 290 nm, rodeada por una cámara de reacción alargada a través de la cual se genera un flujo primario dirigido a lo largo de la longitud de la lámpara UV desde una entrada hasta una salida. Un flujo secundario circulante se superpone al flujo primario y ambos, el flujo primario y secundario, se generan por un agitador giratorio dispuesto dentro de la cámara de reacción o por un tubo enrollado en espiral que rodea la lámpara UV y define un canal helicoidal que gira en espiral alrededor de la lámpara UV y se acerca pero no se acopla a la lámpara UV y tiene una sección transversal en forma de D. Esta purificación de flujo continuo es relativamente compleja y tiene altos costes de fabricación.

Los dispositivos de purificación de la técnica anterior que usan radiación UV emplean frecuentemente lámparas UV basadas en mercurio para producir la radiación de longitud de onda deseada. Las lámparas UV a base de mercurio, son, sin embargo, generalmente problemáticas, ya que requieren un cuidado extremo en la manipulación y un tratamiento o procedimientos de eliminación especiales debido a la naturaleza peligrosa del mercurio.

El documento WO 2010/125389 A1 divulga un dispositivo de mezcla para un aparato de desinfección de fluidos con un manguito tubular colocado longitudinalmente de forma central y concéntrica dentro de la cámara de reacción de tal manera que sobresale a través de las placas de extremo y a través de orificios en los colectores de entrada y salida. En el interior del manguito tubular se coloca una lámpara UV. Entre las bridas está interpuesto uno o una pluralidad de discos, actuando sustancialmente como deflectores del líquido en el hueco desviándolo fuera del mismo y hacia ranuras y orificios.

El documento US 2014/263090 A1 divulga una unidad de desinfección de fluidos que comprende una cámara, una fuente para iluminar dicha cámara con luces ultravioletas, y una pluralidad de deflectores dentro de dicha cámara para definir una multiplicidad de subcámaras, en donde se define una pluralidad de orificios a través de al menos uno de dichos deflectores. El documento divulga también un aparato y un método de purificación de fluidos utilizando luz ultravioleta C (UVC) que ilumina el fluido en una o más cámaras con una lámpara UV de presión media situada en el centro y además que la lámpara UV está situada dentro de un tubo de cuarzo. El documento también divulga que debe fluir más fluido por el centro de la cámara que por la periferia exterior de la cámara para optimizar el nivel de irradiación de fluido en la cámara, y que el patrón de orificios en el deflector, y los tamaños de estos orificios, se seleccionan para promover el flujo de fluido más cerca de la abertura central y, por tanto, más cerca del tubo de cuarzo.

El documento US 5 372 781 A divulga un conjunto de reactor para destruir contaminantes en fluidos únicamente mediante la aplicación de radiación UV para promover dicha destrucción, teniendo dicho conjunto de reactor una cámara de reactor orientada verticalmente con una lámpara emisora de radiación UV situada en el centro. Una pluralidad de deflectores de forma circular están provistos de una abertura central fijada a la superficie interior de la pared exterior del reactor.

El documento WO 2011/014717 A2 divulga un reactor para tratar un fluido, incluyendo el reactor un recipiente, una fuente de luz ultravioleta y placas deflectoras, con las placas deflectoras incluyendo orificios en un patrón predeterminado para proporcionar flujo de tapón en zonas del reactor cercanas a la fuente de luz ultravioleta. El documento divulga un sistema para el tratamiento ultravioleta (UV) de líquidos o gases, incluyendo el sistema una lámpara encerrada en una funda interior 24, que a su vez está encerrada en un tubo transmisor dispuesto en la cámara de tratamiento. Entre la cámara de tratamiento y el tubo transmisor se interpone un material reflectante. Un líquido o un gas atraviesa el tubo transmisor. Pueden incorporarse deflectores al aparato para optimizar la contención de la luz dentro de la cámara, respectivamente, ocultación de la cámara.

Objeto de la invención

Un objeto a solucionar es proporcionar un dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo para purificar un fluido, preferentemente para producir agua pura o ultrapura, que evita el uso de lámparas de mercurio, tiene una elevada eficacia de depuración y es rentable.

Solución del problema

De acuerdo con la presente invención, este objeto se logra mediante un dispositivo de purificación de fluidos de flujo continuo con las características de la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

El dispositivo de purificación de fluidos de flujo continuo de la presente invención comprende un recipiente dispuesto de tal manera que el fluido a purificar puede fluir a través de un volumen del recipiente desde una entrada hasta una salida; un receptáculo para alojar una fuente de radiación en forma de lámpara, de modo que el recipiente tiene una pared de interfaz permeable a la radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, más preferentemente de 172 ± 8 nm, y dispuesta para dejar pasar la radiación al volumen del recipiente; una pluralidad de placas deflectoras situadas en el volumen del recipiente con una distancia entre deflectores en la dirección del flujo desde la entrada hasta la salida, en donde las placas deflectoras están dispuestas para forzar al fluido que fluye desde la entrada hasta la salida a fluir sustancialmente a lo largo de la pared de interfaz y a través de

los huecos entre la pared de interfaz y las placas deflectoras que definen la distancia más corta entre la pared de interfaz y las placas deflectoras; y en donde cada una de las placas deflectoras tiene al menos una superficie en el lado aguas arriba en la dirección del flujo, que es perpendicular a la dirección de flujo.

- 5 De acuerdo con la invención, el número de placas deflectoras en la dirección del flujo a lo largo de la pared de interfaz es de 8 a 12.

De acuerdo con la invención, el recipiente tiene un cilindro exterior, la pared de interfaz del receptáculo está formada por una pared periférica exterior de un cilindro interior insertado en el volumen del cilindro exterior con las placas deflectoras situadas entre el cilindro exterior y el cilindro interior, y el dispositivo tiene al menos una tapa de extremo acoplada con un extremo axial del cilindro exterior, dispuesta para mantener el cilindro interior en posición en el cilindro exterior y para cerrar herméticamente el cilindro exterior. Los cilindros exterior e interior y las placas deflectoras son preferentemente concéntricos.

15 Las placas deflectoras en el dispositivo de acuerdo con la invención y los estrechos huecos entre las placas deflectoras y la pared de interfaz a la fuente de radiación generan un pequeño espesor de la pared de fluido a lo largo de la pared de interfaz de modo que sustancialmente todo el fluido está expuesto a la radiación, incluso si se utiliza una fuente de radiación libre de mercurio como una lámpara de excímero con una longitud de onda relativamente baja en el intervalo de 150 nm a 200 nm que tiene una transmisión relativamente baja a través del agua. Además, los deflectores generan turbulencias suficientes en el fluido en las inmediaciones de la pared de interfaz con la fuente de radiación, especialmente por tener al menos una superficie perpendicular a la dirección de flujo del fluido, que el flujo de fluido no es laminar, sino que se entremezcla sin reducir el caudal a lo largo de la longitud del dispositivo. La mezcla asegura tiempos de exposición uniformes del fluido a la radiación y produce un nivel de pureza uniforme, es decir, un TOC bajo, del fluido que ha pasado por el dispositivo y se puede lograr una mayor reducción de TOC para un caudal dado y un tamaño de lámpara dado.

Además, en un dispositivo existente, se puede usar una lámpara de menor intensidad o el envejecimiento de la lámpara afecta al rendimiento en menor medida. También, se mejora la capacidad de ionizar compuestos orgánicos más complejos.

30 Dado que sustancialmente todo el fluido se ve obligado a fluir en la zona estrecha a lo largo de la pared de interfaz por los huecos entre la pared de interfaz y las placas deflectoras que funcionan como constricciones y estrechan el flujo de fluido, se consigue una penetración completa de la radiación a través del flujo de fluido.

35 De acuerdo con una realización preferida, los huecos entre la pared de interfaz y las placas deflectoras, es decir, las distancias más cortas, son iguales o menores que 2,0 mm, preferentemente en el intervalo de 1,2 mm a 0,3 mm, más preferentemente en el intervalo de 0,5 mm a 1,0 mm. Preferentemente, las placas deflectoras tienen un espesor paralelo a la pared de interfaz, al menos en una porción adyacente al hueco, inferior a 1,5 mm, preferentemente inferior a 1,0 mm.

40 Cuanto más pequeña, es decir, más delgada es la capa de oxidación activa, más eficientemente se puede disminuir la concentración de TOC. Asimismo, un tamaño de hueco más pequeño conduce a una mejor producción de turbulencias. Por otro lado, el caudal total del fluido que atraviesa el dispositivo y, por tanto, la caída de presión se reduce con tamaños de hueco más pequeños y longitudes de hueco más largas definidas por el espesor de las placas deflectoras. Los tamaños y dimensiones de hueco preferidos proporcionan un equilibrio óptimo entre el caudal del fluido y el nivel de pureza en el fluido y, por tanto, aumentan la eficiencia general del dispositivo.

De acuerdo con la invención, la distancia entre deflectores en la dirección del flujo entre las superficies aguas arriba de dos placas deflectoras consecutivas, al menos adyacente al hueco, está en el intervalo de 4 y 30 mm, preferentemente entre 10 y 20 mm, más preferentemente 10 mm.

La distancia entre deflectores y el número de deflectores en estos intervalos se han determinado para proporcionar el mejor rendimiento y eficiencia de purificación a un caudal de 120 litros por hora (l/h) a través del dispositivo. Para caudales superiores, se puede ampliar el dispositivo.

55 De acuerdo con otra realización preferida, las placas deflectoras están dispuestas en una pila y están interconectadas entre sí, preferentemente a través de espaciadores que definen la distancia entre los deflectores, para formar un elemento autoportante que pueda prefabricarse por separado del recipiente y montarse fácilmente en el volumen del recipiente. Preferentemente, se proporciona un sello entre la pared periférica interior del recipiente y las placas deflectoras y el sello puede proporcionarse como un componente o material separado o puede formarse por el material de las placas deflectoras si tiene una cierta elasticidad y las dimensiones exteriores son ligeramente mayores que las dimensiones interiores del recipiente.

65 La estructura autoportante de las placas deflectoras ofrece ventajas en cuanto a facilidad y coste de fabricación y mantenimiento. Además, una gama de dispositivos de distinto tamaño, capacidad y rendimiento se pueden configurar fácilmente con un pequeño número de componentes diferentes en una construcción modular.

De acuerdo con otra realización preferida, las placas deflectoras están formadas como discos interconectados con espaciadores, en donde los deflectores pueden ser de metal, preferentemente acero inoxidable.

5 Esta realización ofrece la posibilidad de cambiar fácilmente la distancia entre deflectores utilizando diferentes espaciadores y de fabricar simplemente los deflectores, es decir, estampándolos a partir de un material laminar como metal. En particular, el acero inoxidable es un material preferido para su uso en la industria farmacéutica, la industria alimentaria y similares y, en el contexto de la presente invención, el metal (especialmente el acero inoxidable) tiene una buena estabilidad UV con respecto a las longitudes de onda de la fuente de radiación y es inerte para no interactuar con el fluido.

De acuerdo con otra realización preferida, las placas deflectoras están formadas integralmente con la pared periférica interior del recipiente. Preferentemente, las placas deflectoras están formadas por materiales plásticos que tienen estabilidad UV, preferentemente de materiales de fluoropolímero, especialmente politetrafluoretileno (PTFE), PVDF, PEEK, PFA o polieterimida (PEI) o PE, preferentemente provistos de un revestimiento metálico.

El uso de material plástico como material para las placas deflectoras hace innecesario cumplir estrictas tolerancias de fabricación, en comparación con el metal o similares, debido a la elasticidad del material que puede, en un intervalo determinado, superar pequeños fallos de fabricación. Como efecto secundario, la flexibilidad del material plástico puede proporcionar automáticamente un sello entre las placas deflectoras y la pared del recipiente, junto con un dimensionamiento adecuado de las placas deflectoras en relación con las dimensiones del recipiente.

Preferentemente, la estabilidad UV puede alcanzarse mediante estabilizadores UV, tales como las benzofenonas, contenidos en el material plástico y puede impedir la formación de radicales libres y prolongar la vida útil del dispositivo.

Adicionalmente, el revestimiento metálico proporciona la mencionada ventaja de utilizar un metal como materia prima para las placas deflectoras, pero este efecto puede alcanzarse con menores costes gracias a un uso más eficaz de la materia prima metálica, comparativamente más cara.

De acuerdo con otra realización preferida, la pared de interfaz comprende o está formada sustancialmente en su totalidad por vidrio de cuarzo.

De acuerdo con otra realización preferida, la fuente de radiación es una lámpara de excímero configurada para emitir radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, más preferentemente de 172 ± 8 nm, en donde la fuente de radiación está ubicada para estar separada del fluido en el volumen del recipiente por la pared de interfaz.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en sección esquemática de un dispositivo de purificación de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 2 es una vista aumentada de un área II de la figura 1;
la figura 3 es un diagrama esquemático que muestra la situación de flujo en las proximidades de la pared de interfaz entre la fuente de radiación (lámpara) y el volumen de flujo continuo del recipiente sin los deflectores;
la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la situación de flujo en las proximidades de la pared de interfaz entre la fuente de radiación (lámpara) y el volumen de flujo continuo del recipiente con los deflectores a la derecha y una simulación de flujo a la izquierda;
la figura 5 es un diagrama que muestra una intensidad de luz UV en función de una longitud de onda de la luz y una profundidad de penetración en el agua;
la figura 6 es una vista en sección esquemática ampliada de un dispositivo de purificación con una pila de placas deflectoras de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 7 es una vista en perspectiva de una pila de deflectores autoportantes;
la figura 8 es una vista lateral de un dispositivo de purificación de flujo continuo de acuerdo con una realización preferida; y
la figura 9 es una vista en sección transversal del dispositivo de purificación de flujo continuo de la figura 8;
la figura 10 es una ilustración de explosión en perspectiva del dispositivo de purificación de flujo continuo de la figura 8.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En lo sucesivo en el presente documento, las realizaciones de la presente invención se describirán haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

El dispositivo de acuerdo con la invención es específicamente adecuado para reducir el contenido de COT del agua para producir agua pura o ultrapura utilizando una reacción de oxidación, pero la invención no está limitada a este campo de aplicación, sino que puede aplicarse en general a dispositivos de flujo continuo que exponen una corriente

de fluido a una fuente de radiación.

Una reacción de oxidación inducida por radiación, que también se conoce como reacción de fotooxidación, puede tener lugar en un fluido que contiene carbono orgánico cuando se expone a radiación, en el presente contexto a la radiación con una longitud de onda por debajo de 200 nm que se puede producir usando lámparas de excímero como fuente de radiación que están libres de mercurio. Tras la exposición a la radiación, los compuestos orgánicos de carbono contenidos dentro del fluido se oxidan y se forman carbonatos y subproductos que comprenden iones intermedios distintos de los carbonatos.

Como se muestra esquemáticamente en la figura 1, el dispositivo de purificación 1 generalmente tiene un recipiente 5 cilíndrico axialmente alargado con un cilindro exterior 5a que tiene una entrada 3 para un fluido a purificar ubicado en una porción de extremo axial del recipiente 5 (en un lado superior vertical del recipiente exterior 5a en la postura de la figura 1), y una salida 7 para un fluido purificado ubicado en una porción de extremo axial opuesta del recipiente 5 (en un lado inferior vertical del cilindro exterior 5a en la postura de la figura 1). Una zona de exposición para el fluido a purificar está ubicada entre la entrada 3 y la salida 7 y define una longitud de reactor activo. La estructura y ubicación específicas de la entrada 3 y la salida 7 no son particularmente relevantes siempre que se pueda crear un flujo continuo a través de la zona de exposición del dispositivo 1.

Para hacer uso de la gravitación para forzar al fluido a fluir a través de la zona de exposición, el dispositivo 1 puede disponerse de tal manera que la entrada 3 esté en el lado superior vertical y la salida 7 esté ubicada en el lado inferior vertical como se muestra en la figura 1. Más preferentemente, el dispositivo 1 se opera boca abajo empleando una bomba (no mostrada) para forzar el fluido desde una entrada 3 en el lado vertical inferior del dispositivo 1 hasta una salida 7 en el lado vertical superior para suprimir de manera eficiente la acumulación de aire burbujas en el fluido. Se prefiere la postura vertical ya que iguala la distribución alrededor de la circunferencia donde las placas deflectoras que se describirán más adelante son sustancialmente perpendiculares a la dirección longitudinal del recipiente 5.

En esta realización esquemática, ocho placas deflectoras 9 están dispuestas en la zona de exposición dentro del cilindro exterior 5a del recipiente 5. Cada placa deflector 9 tiene dos superficies horizontales que son sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal del cilindro exterior 5a que corresponde a la dirección de flujo del fluido a través del recipiente 5. Las placas deflectoras 9 también tienen una superficie vertical paralela a la dirección de flujo de fluido y orientada hacia una pared (pared de interfaz 11) de un recipiente o receptáculo interior que se describirá más adelante. La invención no se limita a ocho placas deflectoras 9 y puede incluir, por ejemplo, cuatro, preferentemente de ocho a doce placas deflectoras. El número óptimo de placas deflectoras 9 se puede determinar en relación con la longitud y el diámetro del recipiente, es decir, el volumen de flujo deseado. Por ejemplo, en un dispositivo con una zona de exposición (longitud de reactor activo) de aproximadamente 10 cm y un diámetro interior del cilindro exterior de aproximadamente 25 mm, se ha determinado que 10 placas deflectoras proporcionan un rendimiento óptimo.

Las placas deflectoras 9 tienen un espesor T de menos de 1,5 mm, preferentemente menos de 1,0 mm y pueden formarse a partir de material de lámina o placa de metal, preferentemente acero inoxidable, o de materiales plásticos que tienen estabilidad UV, preferentemente de materiales de fluoropolímero, especialmente politetrafluoretileno (PTFE), PVDF, PEEK, PFA o polieterimida (PEI) o PE, preferentemente provistos de un revestimiento metálico.

Las placas deflectoras 9 están, en esta realización, formadas integralmente con una superficie de una pared periférica interior 4 del cilindro exterior 5a y tienen un orificio céntrico con un diámetro interior que es mayor que un diámetro exterior del cilindro interior 10a insertado en el cilindro exterior 5a y sellado en el recipiente de manera que ningún fluido puede entrar en el espacio interior del cilindro interior 10a. El cilindro interior 10a forma por tanto la pared de interfaz 11 a la zona de exposición en el volumen 8 del cilindro exterior 5.

El cilindro interior 10a está ubicado concéntrico dentro del cilindro exterior 5 y forma un receptáculo 10a para alojar una fuente de radiación (lámpara de excímero) 13 en el interior y separarla de la zona de exposición en el volumen 8 del recipiente 5 donde fluye el fluido a purificar. La pared de interfaz 11 del cilindro interior 10a es, por lo tanto, permeable al menos para la radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente al menos entre 150 nm y 200 nm, más preferentemente de 172 ± 8 nm.

Las placas deflectoras 9 están dispuestas con una distancia predeterminada (distancia entre deflectores) D en la dirección axial del recipiente 5 entre las superficies horizontales aguas arriba de las respectivas placas deflectoras adyacentes. La distancia entre deflectores D en la dirección del flujo entre las superficies aguas arriba a lo largo de la pared de interfaz 11 está entre 4 y 30 mm, preferentemente entre 10 y 20 mm, más preferentemente aproximadamente 10 mm.

Para cumplir con los requisitos de transmisividad y estabilidad UV, el cilindro interior 10a o al menos la pared de interfaz 11 del mismo están hechos preferentemente de o al menos incluyen en porciones relevantes un material de cuarzo que es permeable a la radiación en el intervalo ultravioleta, preferentemente en el intervalo de al menos entre 150 nm y 200 nm. El vidrio de cuarzo (cuarzo fundido) se forma a partir de sílice en forma amorfa (no cristalina) y se diferencia del vidrio tradicional en que no contiene otros ingredientes que normalmente se agregan al vidrio para reducir la temperatura de fusión. Por tanto, el vidrio de cuarzo tiene un punto de fusión alto (en comparación con el

vidrio ordinario), una alta pureza química y resistencia, una alta resistencia térmica, una baja expansión térmica con alta resistencia a los choques térmicos y una alta resistencia a la radiación. El cuarzo fundido usado preferentemente es un cuarzo fundido sintético. Adicionalmente, el cuarzo fundido (sintético) puede comprender un cierto contenido de monóxido de hidrógeno (OH) que evita la solarización en el intervalo UV y tiene algunos picos de absorción en el intervalo infrarrojo.

La fuente de radiación es una lámpara de excímero 13 (o "excilamp") que es una fuente de luz ultravioleta producida por emisión espontánea de moléculas de excímero (exciplex). La longitud de onda principal que emite la lámpara de excímero 13 en funcionamiento depende del llenado de gas de trabajo de la lámpara de excímero. Los gases de trabajo elegibles que producen radiación en el intervalo deseado son Ar, Kr, I₂, F₂ y Xe₂. Las lámparas de excímero son fuentes de luz cuasi monocromáticas que pueden operar en un amplio intervalo de longitudes de onda en las regiones espectrales ultravioleta (UV) y ultravioleta de vacío (VUV) con densidad espectral de alta potencia. El funcionamiento de las lámparas de excímero se basa en la formación de dímeros excitados (excímeros) y la transición del estado de excímeros excitados unidos a un estado fundamental débilmente unido que da como resultado una radiación de fotones UV. El gas de trabajo especifica una longitud de onda de radiación de lámpara de excímero también conocido como molécula de excímero. Una lámpara de excímero particularmente preferida para su uso en el dispositivo de la invención es una que usa gas xenón (Xe₂). La lámpara de excímero no contiene mercurio, ni electrodos y la descarga se basa en energía de radiofrecuencia. Por tanto, esta lámpara no tiene ningún efecto de envejecimiento vinculado al número de ciclos de encendido/apagado. En comparación con una lámpara de mercurio que requiere un tiempo de precalentamiento de aproximadamente 30 s, la lámpara de excímero es esencialmente operativa instantáneamente, es decir, en menos de 10 ms. Por ejemplo, si el gas xenón (Xe₂) se usa como gas de trabajo, la radiación emitida tiene una longitud de onda principal de 172 nm. Por otro lado, si se usa criptón como gas de trabajo, la longitud de onda principal sería 146 nm. Asimismo, la lámpara de excímero se puede desechar como residuo eléctrico general y no requiere un tratamiento especial o procedimientos de eliminación como las lámparas de mercurio.

La longitud de onda principal de la radiación de la lámpara de excímero 13 usada preferentemente en la invención es preferentemente inferior a 200 nm, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, lo más preferentemente 172 nm en caso de que se use gas xenón puro, preferentemente con un ancho de banda medio de +/- 8 nm en relación con la intensidad máxima, en donde todavía hay más del 50 % de la intensidad máxima en el intervalo de 164 nm a 180 nm.

Entre la pared de interfaz 11 del cilindro interior 10a y las superficies frontales, es decir, las superficies verticales 9b de las placas deflectoras 9, se forman huecos G a través de los cuales el fluido debe pasar en su camino a través de la zona de exposición desde la entrada hasta la salida. Estos huecos G (medidos en una dirección perpendicular a la superficie periférica exterior de la pared de interfaz 11, es decir, radial en el caso de una estructura cilíndrica), son iguales o menores que 2,0 mm, preferentemente en el intervalo de 1,2 mm a 0,3 mm, más preferentemente en el intervalo de 0,5 mm a 1,0 mm.

Como se muestra en las figuras 2 y 3, la lámpara de excímero 13 emite radiación, p. ej., luz ultravioleta, en un área (capa de oxidación activa) 15 adyacente a la pared de interfaz 11 en el fluido. Debido a la longitud de onda (corta) de la lámpara de excímero 13, la intensidad de la luz emitida disminuye rápidamente con la profundidad de penetración creciente de la luz en el fluido, como se muestra en la figura 5. Por lo tanto, el tamaño del hueco G entre las placas deflectoras 9 y la pared de interfaz se establece en un valor relativamente pequeño para irradiar y penetrar en todo el espesor de la capa de fluido creada al forzar el fluido a través de los huecos G y a lo largo de la pared de interfaz 11. Además, dado que las superficies aguas arriba 9a de las placas deflectoras 9 están configuradas para tener un ángulo recto con respecto a la dirección del flujo a lo largo de la pared de interfaz 11, se generan pequeñas turbulencias en el fluido. Cuanto menor sea la distancia, mayor será la turbulencia. Estas turbulencias internas entremezclan el fluido en la capa de oxidación activa 15 cerca de la pared de interfaz forzando partes del fluido en intervalos alternos hacia y lejos de la pared de interfaz del cilindro interior 11 y, por lo tanto, entrando y saliendo de la capa de oxidación activa 15. Por tanto, se puede evitar un flujo laminar y todo el flujo de fluido que pasa por las placas deflectoras recibe sustancialmente el mismo nivel de exposición UV. La figura 4 muestra un diagrama conceptual del comportamiento de flujo esperado a caudales de 120 l/h (a la derecha) y el resultado de una simulación de la vida real del flujo a 40 l/h (a la izquierda). Para la invención, es importante que todo el fluido que entre en el dispositivo 1 pase a través de los huecos G, es decir, evitar los flujos de derivación a través del volumen 8 en las porciones donde el fluido no está expuesto a la radiación.

A continuación se describirá otra realización preferida haciendo referencia a la figura 6. En la figura 6, elementos como la fuente de radiación, la entrada y la salida se omiten por conveniencia de explicación. A diferencia de la realización anterior, las placas deflectoras 91 no están formadas integralmente con la superficie interior del cilindro exterior 5a, sino que las placas deflectoras 91 están dispuestas en una pila con un espaciado predeterminado (distancia entre deflectores) D para formar un elemento autoportante que está montado en el volumen interior 8 del recipiente 5 (cilindro exterior 5a) para rodear la pared de interfaz 11 del cilindro interior 10a. En esta realización, el espaciado entre deflectores se mantiene mediante espaciadores 18 que están formados integralmente con una respectiva de las placas deflectoras 91.

En otra realización mostrada en la figura 7, el elemento autoportante está formado por deflectores hechos de un

material laminar, es decir, acero inoxidable o material plástico, en forma de discos 92 con un orificio central 92a que están interconectados axialmente por pernos 19 que sirven como espaciadores dispuestos entre los discos adyacentes 92 para mantener una distancia constante entre deflectores D y distribuidos alrededor de la circunferencia. El orificio central 92a está dimensionado de tal manera que tiene un diámetro suficientemente mayor que la pared circunferencial exterior del cilindro interior 10a que sirve como pared de interfaz 11 para formar los huecos G deseados para el flujo del fluido. La periferia exterior de los discos 92 puede sellarse contra la pared circunferencial interior 4 del cilindro exterior 5 mediante el dimensionamiento exacto del material que da como resultado un ligero ajuste a presión del elemento en el cilindro exterior 5, por una cierta resiliencia (en el caso de material plástico donde los discos están dimensionados ligeramente más grandes que la sección transversal del cilindro exterior) o por sellos separados unidos a los bordes periféricos exteriores.

Para un soporte estable, un mínimo de tres pernos 19 en una distribución regular sería suficiente, pero se pueden usar más. Esta realización no se limita a la solución mostrada y son posibles diferentes combinaciones de espaciadores 18 y medios de conexión para lograr la estructura "en forma de escalera" del elemento deflector autoportante. La estructura no tiene que ser necesariamente autoportante de manera rígida. Solo debe proporcionar suficiente estabilidad para que pueda insertarse, como una unidad premontada, en el cilindro exterior 5a del recipiente 5 y sellar con respecto a la superficie periférica interior 4 del mismo mientras se mantiene el hueco G al cilindro interior 11 y la distancia entre deflectores D. Una vez insertados, los deflectores 91,92 se mantendrán en posición en el cilindro exterior 5. Otra modificación que proporciona tiempo y coste de ensamblaje reducidos sería troquelar discos deflectores 92 de un material laminar que tenga una serie de orejetas o tiras que sobresalgan radialmente integralmente desde la periferia exterior. Estas orejetas o tiras se pueden doblar posteriormente desde el plano de los discos y luego pueden servir como espaciadores 18 para mantener la distancia entre deflectores D. Los discos con las orejetas se pueden insertar en el cilindro exterior sin conectar o las orejetas pueden servir para conectar los discos adyacentes entre sí de antemano para formar una unidad. La construcción modularizada autoportante puede reducir el coste y el esfuerzo de fabricación y mantenimiento y puede proporcionar un gran número de variantes del dispositivo 1 con un número reducido de partes diferentes.

Las figuras 8, 9 y 10 muestran un ejemplo real del dispositivo de la invención en una vista lateral desde el exterior, en una vista en sección transversal parcial y en una ilustración de explosión sin mostrar la lámpara de excímero. Los diversos elementos del dispositivo se identifican con los mismos signos de referencia que en las realizaciones esquemáticas descritas anteriormente.

El recipiente 5 está formado por una pluralidad de partes de cilindro 5b, 5c, 5d y 5e dispuestas axialmente conectadas entre sí mediante soldadura para formar el cilindro exterior 5a hermético a fluidos (conjunto de cilindro exterior). Preferentemente, las partes de cilindro están conectadas entre sí mediante soldadura de gas inerte de tungsteno (TIG). La soldadura TIG es un proceso de soldadura por arco que usa un electrodo de tungsteno no consumible para producir la soldadura y que se puede realizar junto con o sin un metal de aporte, por lo que el último caso se conoce como soldadura autógena y es el método de soldadura más preferible para la realización. La zona de soldadura está protegida de la contaminación atmosférica por un gas de protección inerte que conduce a conexiones fuertes y limpias, y la soldadura TIG proporciona un alto nivel de control del proceso y, por tanto, es especialmente adecuada para soldar materiales delgados. Aquí, la soldadura orbital es el método de soldadura más preferido para la soldadura TIG debido a la forma cilíndrica de las partes de cilindro que se van a conectar. En la soldadura orbital, el arco rota mecánicamente 360° alrededor de una pieza de trabajo estática.

Las partes de cilindro 5e que forman la zona de exposición del cilindro exterior 5a tienen las placas deflectoras 9 formadas integralmente y que sobresalen radialmente hacia el interior desde una pared periférica cilíndrica exterior.

La entrada 3 y la salida 7 (no visibles en la posición rotada en la figura 9) están formadas en partes de cilindro separadas 5c, 5d colocadas adyacentes a las porciones de extremo axial del cilindro exterior 5a que definen la zona de oxidación y se unen a las partes de cilindro que forman la zona de exposición mediante conectores separados o se conectan integralmente mediante soldadura (como se muestra en las figuras 8 y 9).

Dos tapas de extremo 20, 21, cada una dispuesta para cerrar uno de los dos extremos axiales del cilindro exterior 5a, se acoplan de manera liberable con las partes de cilindro de bloqueo 16 (o 5b), 17 (o 5b) del cilindro exterior 5a a través de una conexión a presión (descrita más adelante). Por tanto, las tapas de extremo cierran herméticamente el volumen interior del cilindro 5 donde el fluido fluye en los extremos axiales del mismo hacia el entorno.

Las partes de cilindro 5b, 5c y 5e conectadas entre sí mediante soldadura para formar el cilindro exterior hermético 5a (conjunto de cilindro exterior) pueden, excepto la parte de cilindro 5d, tener todas el mismo diseño básico "de tipo taza o recipiente" y dimensiones exteriores esencialmente idénticas. Para este diseño básico, las partes de cilindro 5b, 5c y 5e están formadas respectivamente de metal, preferentemente, acero inoxidable, deformando (por embutición profunda) un material laminar estampado en la forma "de tipo taza o recipiente" donde la parte inferior forma la placa deflector 9 y la pared circunferencial periférica forma la pared exterior del cilindro exterior 5a. Además de la ventaja de la estabilidad UV, el metal también proporciona la capacidad de disipar el calor generado por la operación de la fuente de radiación al entorno, es decir, aire. Por tanto, se puede suprimir un aumento en la temperatura del agua.

Las partes de cilindro de bloqueo 16, 17 (5b) son partes de cilindro con el diseño "de tipo taza o recipiente" similar a las partes de cilindro 5e que forman la zona de exposición y la parte de cilindro 5c provista de la entrada con la diferencia de tener cuatro orificios 25 que sirven como aberturas de bloqueo en la pared periférica. Las partes de cilindro de bloqueo 16, 17 (5b) en la realización son idénticas pero están conectadas en el cilindro exterior 5a en orientación opuesta de modo que su parte inferior está ubicada en ambos casos hacia el interior.

Esto requiere el uso de una única parte de cilindro diferente 5d que puede ser idéntica a las otras partes de cilindro "de tipo taza o recipiente" con respecto a la pared circunferencial periférica pero que no tiene parte inferior. En este caso, la salida 7 se proporciona en esta parte de cilindro en forma de anillo 5d. Por supuesto, también es posible usar la parte de cilindro en forma de anillo (sin la parte inferior) en lugar de una de las partes de cilindro 5e que forman la zona de exposición y orientar la parte de cilindro adyacente, ya sea una parte de cilindro 5e o una parte de cilindro 5c con una entrada/salida, con la parte inferior en una orientación invertida en la pila de piezas de cilindro que forman el cilindro exterior 5a.

Las tapas de extremo 20, 21 tienen un diseño en forma de tapón e incluyen un cuerpo principal anular cilíndrico y cuatro patas elásticas 24 que sirven como porciones de conexión porque están provistas de protuberancias en forma de gancho 24a que sobresalen radialmente hacia fuera desde los extremos libres de las patas 24 en disposición para acoplarse con los orificios 25 de las partes de cilindro de bloqueo 16, 17 para unir de manera liberable las tapas de extremo a las partes de cilindro de bloqueo 16, 17. Las patas 24 están distribuidas equidistantemente alrededor de una periferia exterior del cuerpo principal anular cilíndrico, sobresalen hacia arriba de la misma y están inclinadas radialmente hacia fuera. El cuerpo principal cilíndrico de la tapa de extremo 20, 21 tiene un diámetro exterior ligeramente menor que un diámetro interior de la parte de cilindro de bloqueo 16, 17 y el diámetro interior del cuerpo principal es ligeramente mayor que el diámetro exterior del cilindro interior 10a. Las patas están conectadas integralmente al cuerpo principal de la tapa de extremo 20, 21, de modo que el diámetro exterior de la tapa de extremo 20, 21 en su conjunto se vuelve mayor que un diámetro interior de la parte de cilindro de bloqueo 16, 17. Al insertar la tapa de extremo 20, 21 en la parte de cilindro de bloqueo 16, 17, las patas se presionan radialmente hacia dentro contra su elasticidad y, cuando la tapa de extremo 20, 21 está completamente insertada en la respectiva parte de cilindro de bloqueo 16, 17 y las protuberancias en forma de gancho 24a están alineadas con los respectivos orificios, las protuberancias se ajustan, es decir, encajan en su lugar en los orificios respectivos de la tapa de extremo 20, 21 y se mantienen de forma bloqueada en los orificios.

La presión dentro del recipiente, es decir, las fuerzas de reacción que se producen debido a esta presión actúan sobre las porciones de conexión. Por lo tanto, las dimensiones de las proyecciones, su forma y la resistencia y elasticidad de las patas y su número deben seleccionarse para resistir estas fuerzas y evitar que las patas se rompan o que las proyecciones se salgan de los orificios en funcionamiento. La presión dentro del recipiente en funcionamiento puede ser de hasta 2400 kPa (24 bar), que es equivalente a 3000 N actuando sobre las porciones de conexión. Por supuesto, la invención no se limita a cuatro patas. Las tapas de extremo pueden formarse como un componente integral de material plástico, preferentemente aquellos que tienen estabilidad UV como los materiales descritos anteriormente en relación con las placas deflectoras.

Antes de que se inserten las tapas de extremo 20, 21, el cilindro interior 10a que sirve como receptáculo para la fuente de radiación (lámpara de excímero) 13 se inserta en el cilindro exterior 5. La lámpara de excímero 13 puede insertarse en el cilindro interior antes o después de que la misma se inserte en el cilindro exterior. La lámpara de excímero se puede fijar en el cilindro interior mediante conectores adecuados, ya sea liberable o fija. Como se muestra en las figuras 8 y 9, la lámpara de excímero 13 tiene conectores eléctricos 13a que sobresalen de una de las porciones de extremo axial del dispositivo 1 de modo que se pueda aplicar la corriente para operar el mismo.

Antes de insertar las tapas de extremo, una junta tórica 22, 23 se ajusta respectivamente en el cilindro interior 10a y se coloca en su lugar hasta que cubre el hueco provisto entre el orificio central en la parte inferior de las partes de cilindro de bloqueo 5b y el cilindro interior 10a (véanse las figuras 9 y 10). Cuando las tapas de extremo están completamente insertadas y acopladas con las partes de cilindro de bloqueo, la junta tórica se comprime en su lugar para proporcionar estanqueidad al fluido del volumen interior del recipiente 5 donde fluye el fluido a procesar. Al mismo tiempo, la junta tórica comprimida también sujeta y fija el cilindro interior 10a (que recibe la lámpara de excímero 13) en su lugar en el cilindro exterior 5.

Por tanto, la abertura de inserción del cilindro interior para insertar/retirar la lámpara de excímero 13 es accesible desde el exterior del dispositivo incluso después de cerrar el volumen interior del recipiente entre los cilindros interior y exterior uniendo las tapas de extremo para facilitar el mantenimiento y la fabricación. En otras palabras, todo el dispositivo puede prefabricarse sin la lámpara de excímero 13 que puede montarse posteriormente en el dispositivo o la lámpara de excímero puede cambiarse y/o retirarse temporalmente para limpiar o reparar las otras partes del dispositivo. También, se pueden usar diferentes fuentes de radiación con el mismo dispositivo siempre que encajen en el receptáculo formado por el cilindro interior.

Estar formada la estructura del cilindro exterior 5a a partir de partes de cilindro apiladas, es decir, alineadas axialmente y soldadas de diseño básico sustancialmente idéntico proporciona ventajas con respecto a la simplicidad y el coste de fabricación. Además, una gama de dispositivos con diferente longitud axial, capacidad y rendimiento se pueden

configurar fácilmente con un pequeño número de componentes diferentes en una construcción modular. Los dispositivos que tienen una longitud axial más larga de la zona de oxidación pueden proporcionar un TOC más bajo del agua purificada en la salida.

- 5 Como se ha descrito anteriormente, el cilindro exterior 5a se cierra proporcionando dos tapas de extremo 20, 21 en ambos extremos axiales del mismo. No obstante, también es posible proporcionar solo una tapa de extremo 20, 21 en un extremo axial del cilindro exterior 5a y cerrar el otro extremo proporcionando una parte de cilindro adicional (no mostrada) que tiene una parte inferior completamente cerrada y conectada mediante soldadura a la penúltima parte de cilindro en la pila de partes de cilindro que forman el cilindro exterior 5a. Adicionalmente, la(s) tapa(s) de extremo
- 10 20, 21 también se pueden conectar al cilindro exterior 5a mediante otros medios de conexión liberables como una conexión de tipo bayoneta o rosca que proporciona una aplicación de la fuerza axial requerida para comprimir la junta tórica o puede unirse de manera fija de modo que no pueda retirarse sin destruirse, es decir, mediante soldadura o pegado.

15 Referencias

- 1 dispositivo
3 entrada
4 pared periférica interior
- 20 5 recipiente exterior
5a cilindro exterior
5b, 5c, 5d, 5e parte de cilindro
7 salida
8 volumen
- 25 9,91 placa deflectora
10 receptáculo
10a cilindro interior
11 pared de interfaz
13 fuente de radiación (lámpara de excímero)
- 30 15 capa de oxidación activa
16, 17 parte de cilindro de bloqueo
18 separadores
19 pernos
20, 21 tapa de extremo
- 35 22, 23 junta tórica
24 pata
24a proyección
25 orificio
D distancia entre deflectores
- 40 G hueco
T espesor

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo (1) que comprende:

5 un recipiente (5) dispuesto de tal manera que el fluido a purificar pueda fluir a través de un volumen (8) del recipiente (5) desde una entrada (3) hasta una salida (7),

en donde el recipiente (5) tiene un cilindro exterior (5a) y un cilindro interior (10a) insertado en el volumen (8) del cilindro exterior (5a),

10 en donde el dispositivo (1) tiene al menos una tapa de extremo (20,21) acoplada a un extremo axial del cilindro exterior (5a), dispuesta para mantener el cilindro interior (10a) en posición en el cilindro exterior (5a) y para cerrar herméticamente el cilindro exterior (5a), y

15 en donde el cilindro interior (10a) forma un receptáculo (10) para alojar una fuente de radiación (13) en forma de lámpara (13), en donde una pared periférica exterior del cilindro interior (10a) tiene una pared de interfaz (11) permeable para la radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, más preferentemente de 172 ± 8 nm, y dispuesta para dejar pasar la radiación al volumen (8) del recipiente (5) por donde circula el fluido a purificar en funcionamiento;

20 una pluralidad de placas deflectoras (9) situadas en el volumen (8) del recipiente (5) entre el cilindro exterior (5a) y el cilindro interior (10a) con una distancia entre deflectores (D) en la dirección de flujo desde la entrada (3) hasta la salida (7),

en donde el número de placas deflectoras (9) en la dirección de flujo a lo largo de la pared de interfaz (11) es de 8 a 12,

25 en donde las placas deflectoras (9) están dispuestas para forzar al fluido que fluye desde la entrada (3) hasta la salida (7) a fluir sustancialmente a lo largo de la pared de interfaz (11) y a través de los huecos (G) entre la pared de interfaz (11) y las placas deflectoras (9) que definen la distancia más corta entre la pared de interfaz (11) y las placas deflectoras (9),

en donde cada una de las placas deflectoras (9) tiene una superficie en el lado aguas arriba en la dirección de flujo que es perpendicular a la pared de interfaz (11), y

30 en donde la distancia entre deflectores (D) entre las superficies aguas arriba de dos placas deflectoras consecutivas (9), al menos adyacente al hueco (G), está en el intervalo de 4 a 30 mm, preferentemente en el intervalo de 10 mm a 20 mm, más preferentemente 10 mm.

35 2. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los huecos (G) son iguales o inferiores a 2,0 mm, preferentemente en el intervalo de 1,2 mm a 0,3 mm, más preferentemente en el intervalo de 0,5 mm a 1,0 mm.

40 3. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde las placas deflectoras (9) tienen un espesor (T) paralelo a la pared de interfaz (11), al menos en una porción adyacente al hueco (G), inferior a 1,5 mm, preferentemente inferior a 1,0 mm.

4. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las placas deflectoras (9) están interconectadas entre sí, preferentemente a través de espaciadores (18) que mantienen la distancia entre deflectores (D).

45 5. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde las placas deflectoras (9) forman un elemento autoportante.

50 6. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en donde un sello (S) está provisto entre una pared periférica interior (4) del cilindro exterior (5a) del recipiente (5) y el lado periférico exterior (9a) de las placas deflectoras (9) y/o un lado periférico exterior (17a) de los espaciadores (18).

7. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las placas deflectoras (9) están formadas integralmente con una pared periférica interior (4) del cilindro exterior (5a) del recipiente (5).

55 8. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las placas deflectoras (9) están formadas de metal, preferentemente acero inoxidable.

60 9. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las placas deflectoras (9) están formadas por materiales plásticos que tienen estabilidad UV, preferentemente de materiales de fluoropolímero, especialmente politetrafluoretileno (PTFE), PVDF, PEEK, PFA o polietierimida (PEI) o PE, preferentemente provistos de un revestimiento metálico.

65 10. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la pared de interfaz (11) comprende o está formada por vidrio de cuarzo.

11. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la fuente de radiación

(13) es una lámpara excímero (13) configurada para emitir radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, más preferentemente de 172 ± 8 nm, en donde la fuente de radiación (13) está ubicada en el cilindro interior (10a) para estar separada del fluido en el volumen (8) del recipiente (5) por la pared de interfaz (11).

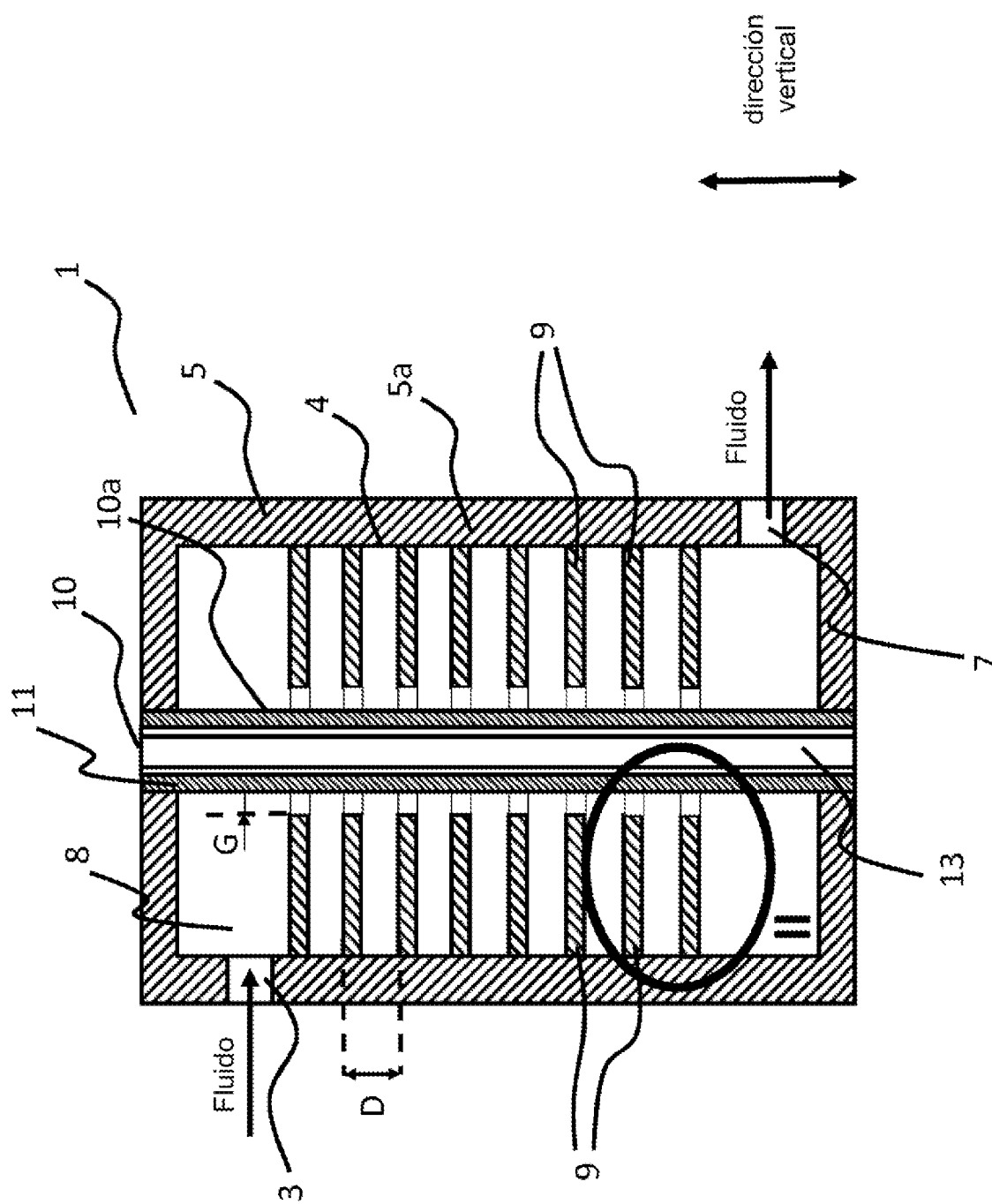


Fig. 1

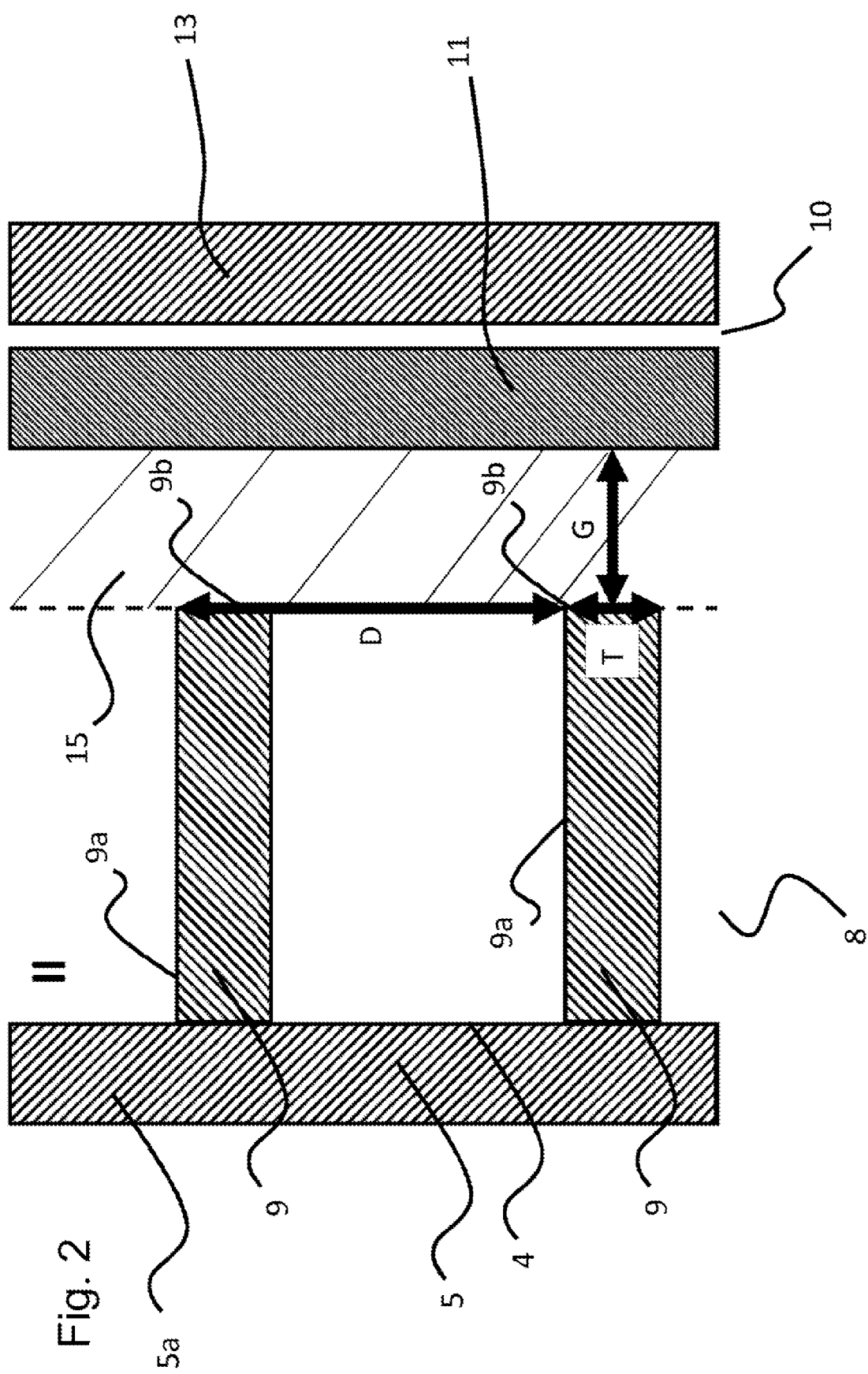


Fig. 4

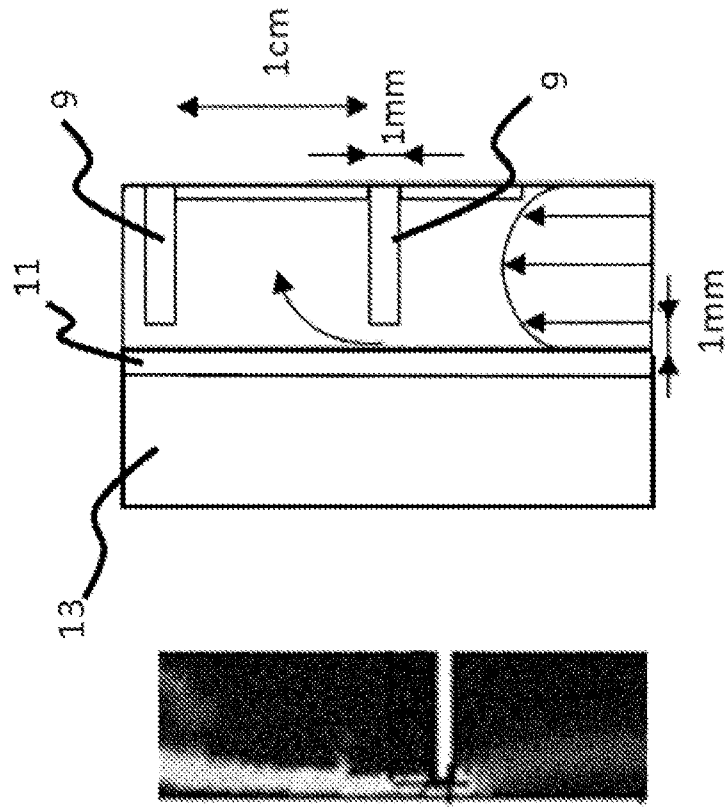


Fig. 3

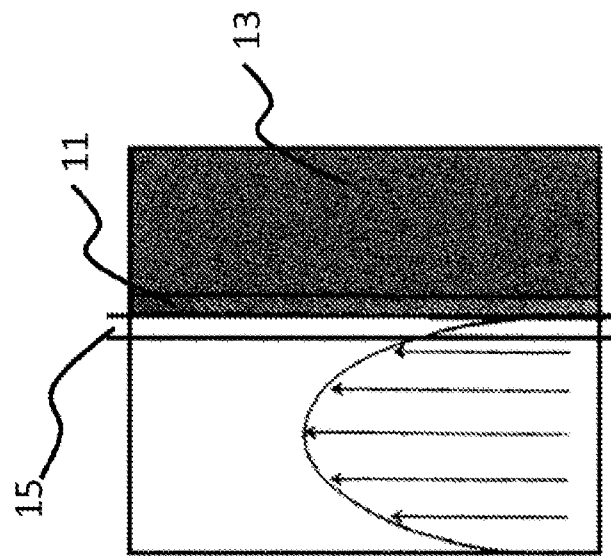
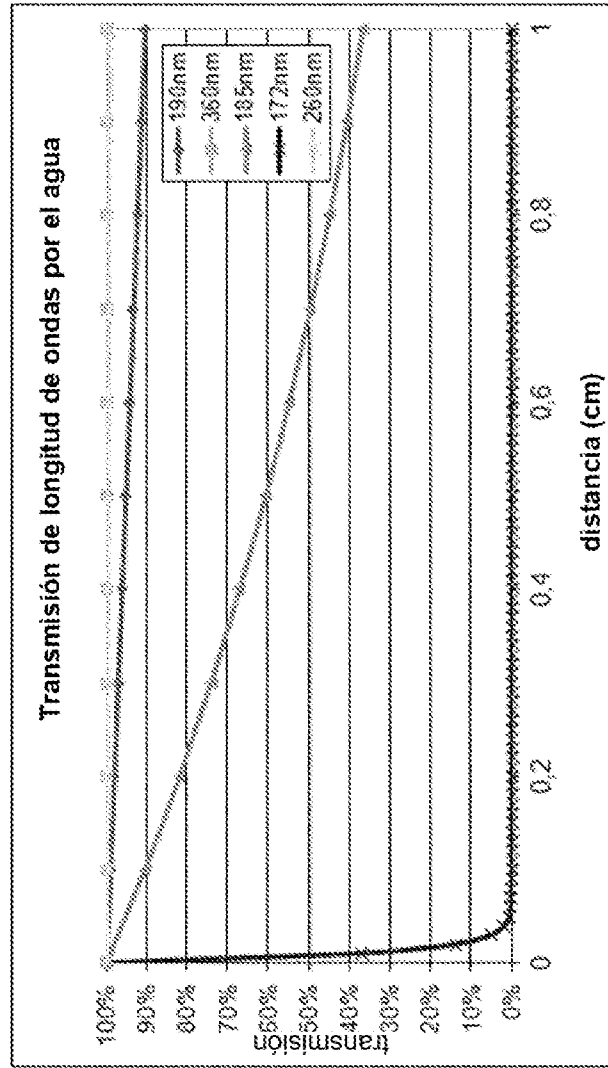


Fig. 5



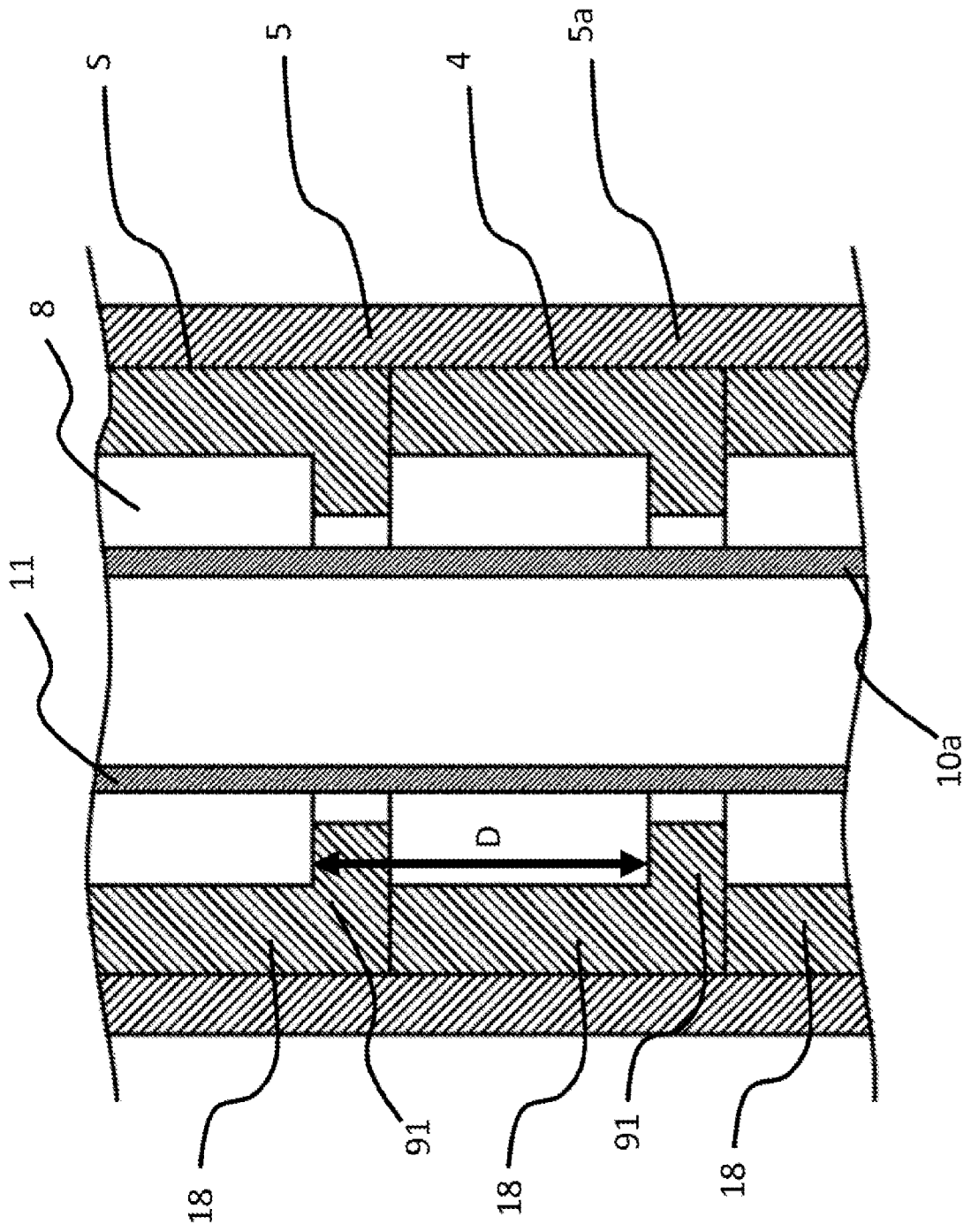


Fig. 6

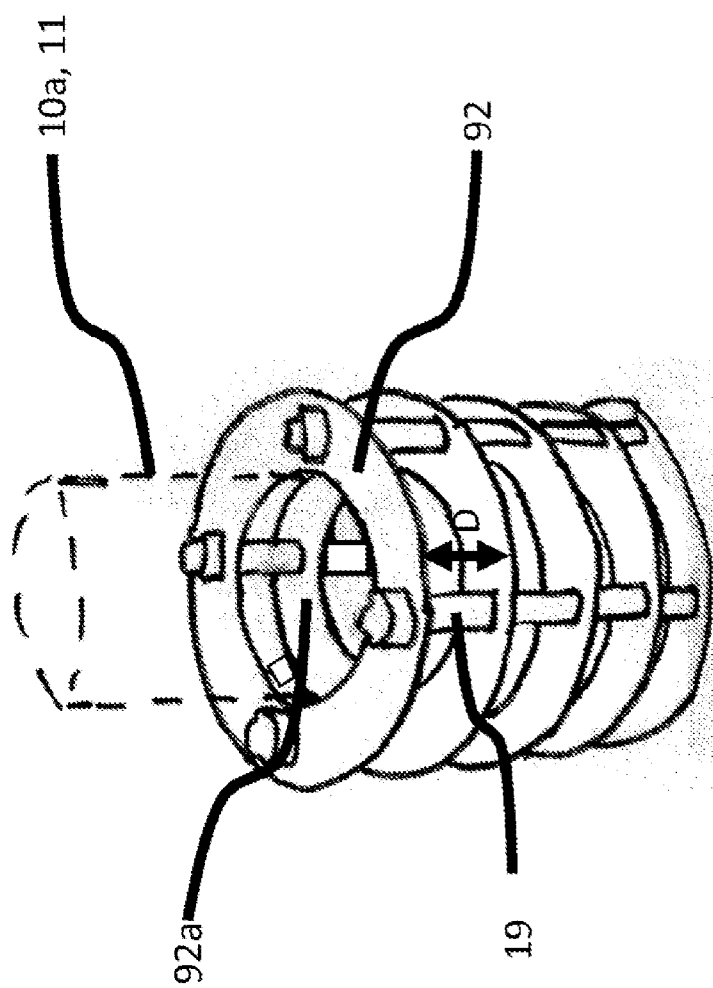


Fig. 7

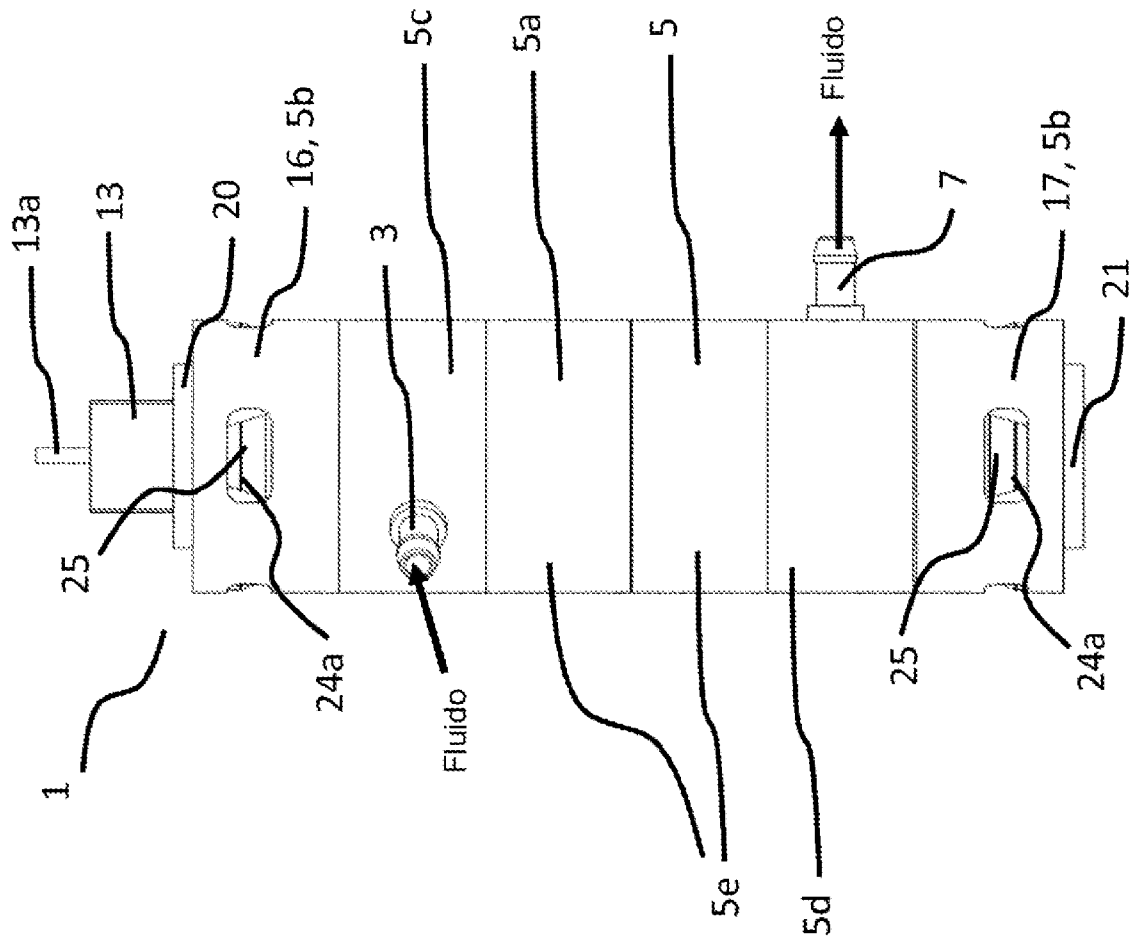


Fig. 8

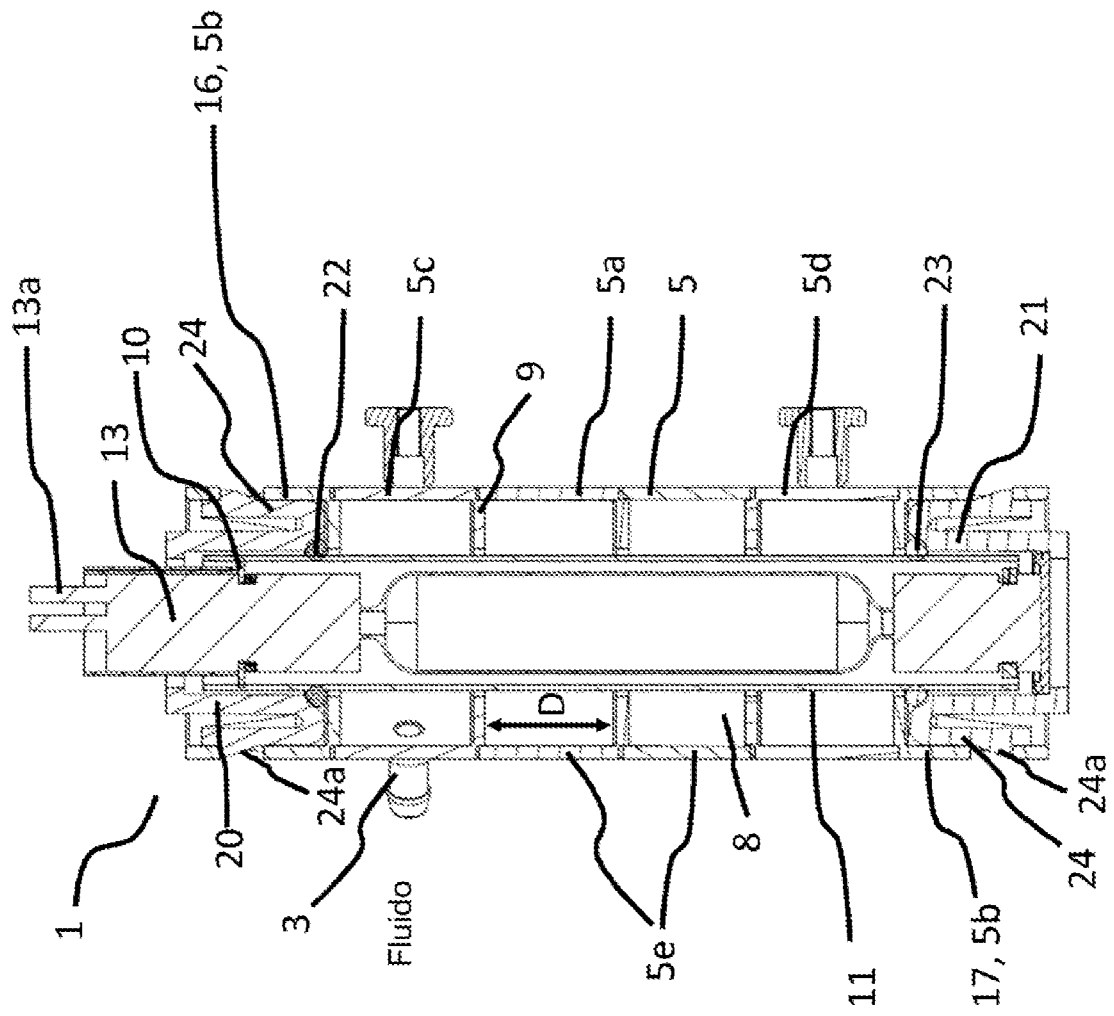


Fig. 9

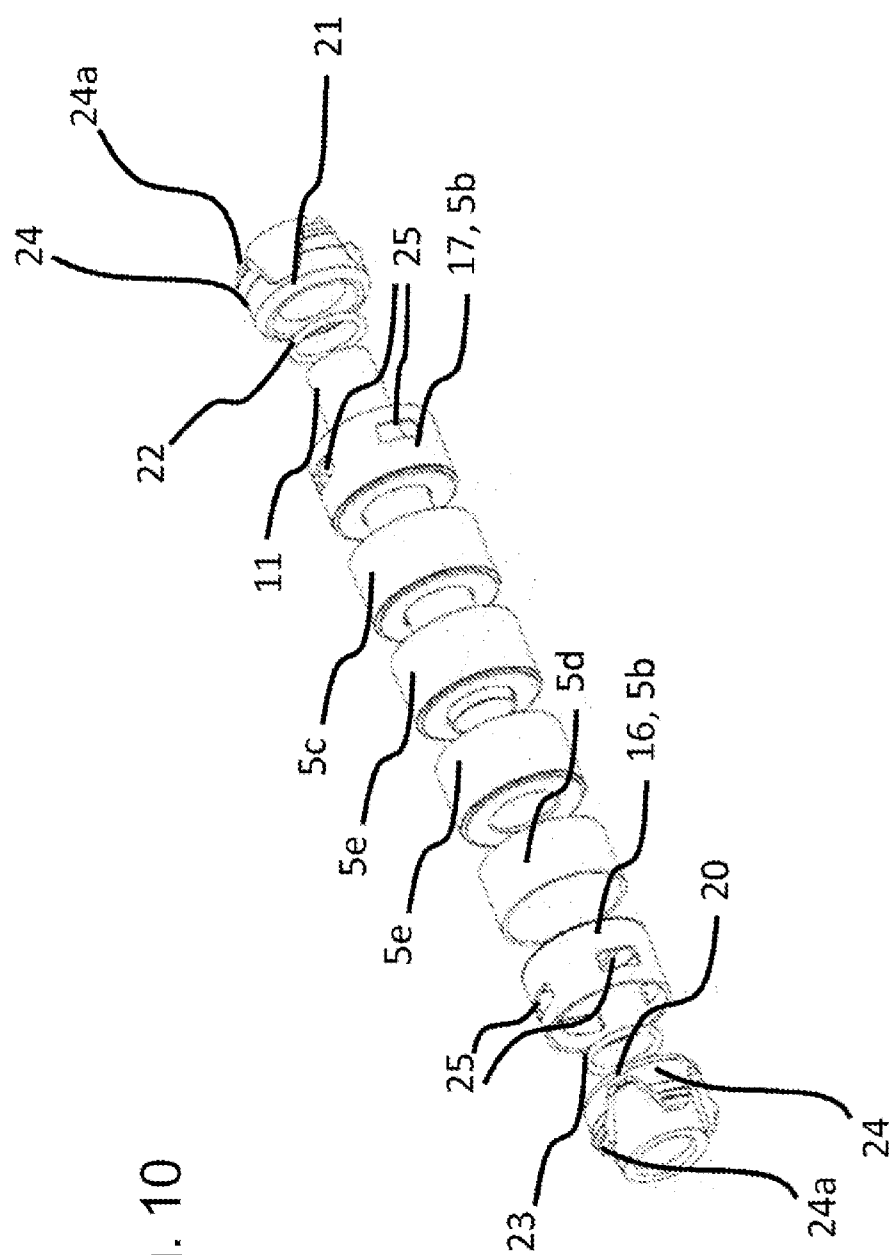


Fig. 10