

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 707**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2013.01)

B01J 19/12 (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/EP2018/054061**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018** **WO18153823**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2018** **E 18704993 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023** **EP 3585733**

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

30 Prioridad:

23.02.2017 EP 17290026

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

13.05.2024

73 Titular/es:

MERCK PATENT GMBH (100.0%)
Frankfurter Strasse 250
64293 Darmstadt, DE

72 Inventor/es:

ROITEL, PASCAL y
OCTAVE, JONATHAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 968 707 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, en el que se basa la porción de preámbulo de la reivindicación, divulga un esterilizador para agua y otros fluidos que utilizan 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. Otro documento relevante es el documento US 2011/318237 A1.

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.

Los dispositivos de purificación de fluido de flujo continuo existentes comúnmente tienen el recipiente formado a partir de un cuerpo cilíndrico unitario. Dado que diferentes niveles de pureza requieren diferentes niveles efectivos de exposición a la radiación y/o duración de la oxidación que, en vista del concepto de flujo continuo de tales dispositivos, requiere diferentes longitudes de reactor, el coste de crear diferentes dispositivos para diferentes niveles de pureza es alto.

Además, los dispositivos existentes requieren con frecuencia estructuras complicadas para montar la fuente de radiación en el dispositivo y el mantenimiento puede ser problemático.

Objeto de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo para purificar un fluido, preferentemente para producir agua pura o ultrapura, que puede simplificarse y producirse a bajo coste y/o facilita el mantenimiento, puede adaptarse a diferentes niveles de purificación y puede proporcionar una alta eficiencia de purificación.

Solución del problema

De acuerdo con la presente invención, este objeto se resuelve proporcionando un dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo con las características de la reivindicación 1 que comprende las características esenciales de la invención. Además, en las reivindicaciones dependientes 2 a 12 se describen las realizaciones preferentes.

El dispositivo de purificación de fluido de flujo continuo de la presente invención comprende un recipiente dispuesto de tal manera que el fluido puede fluir a través de un volumen del recipiente desde una entrada a una salida, y un cilindro interior insertado o insertable en el volumen del recipiente y que define una pared de interfaz permeable a la radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, preferentemente entre 150 nm y 200 nm, en donde el recipiente incluye una pluralidad de partes de cilindro dispuestas axialmente conectadas entre sí mediante soldadura para formar un conjunto de cilindro exterior.

Debido a que el conjunto de cilindro exterior se forma soldando las partes de cilindro dispuestas axialmente entre sí, se pueden obtener ventajas de coste con respecto a la fabricación y el mantenimiento. Además, una gama de dispositivos de purificación a escala con diferente tamaño, capacidad y rendimiento se pueden crear y producir con un pequeño número de componentes diferentes en una construcción modular. Los dispositivos que tienen una mayor longitud axial de la zona de oxidación para lograr un mayor nivel de purificación del agua purificada en la salida se pueden producir simplemente añadiendo/apilando más partes de cilindro al conjunto de cilindro.

El dispositivo puede prefabricarse sin el cilindro interior como una unidad autoportante y la fuente de radiación para purificar el fluido, por ejemplo, una lámpara de excímero, puede insertarse posteriormente en el cilindro interior y también retirarse para su mantenimiento.

En una realización preferida, el dispositivo tiene una tapa de extremo acoplada con un extremo axial abierto del conjunto de cilindro exterior para cerrar herméticamente el volumen del recipiente en el extremo donde está dispuesta la tapa de extremo y para mantener el cilindro interior en posición en el conjunto de cilindro exterior. En otra realización, el dispositivo tiene dos tapas de extremo, cada una acoplada con uno de los dos extremos axiales abiertos del conjunto de cilindro exterior para cerrar herméticamente el volumen del recipiente en los extremos, en donde al menos una de las dos tapas de extremo está dispuesta para mantener el cilindro interior en posición en el conjunto de cilindro exterior.

Debido a que los extremos axiales del conjunto de cilindro exterior están cerrados por tapas de extremo (una podría ser suficiente si el otro extremo está permanentemente cerrado), los elementos del dispositivo sujetos a desgaste como el cilindro interior y la fuente de radiación pueden montarse y reemplazarse fácilmente desde el exterior del dispositivo.

De acuerdo con una realización preferida, las partes de cilindro del conjunto de cilindro exterior incluyen una parte de cilindro de bloqueo en uno o ambos extremos axiales, en donde la(s) parte(s) de cilindro de bloqueo está(n) dispuesta(s) para acoplarse de manera liberable con la(s) tapa(s) de extremo. Preferentemente, el acoplamiento liberable es una conexión a presión, incluyendo preferentemente una pluralidad de protuberancias de bloqueo en una de la parte de cilindro de bloqueo y la tapa de extremo y aberturas de bloqueo coincidentes en la otra de la parte de cilindro de bloqueo y la tapa de extremo.

Al proporcionar el acoplamiento liberable entre la(s) tapa(s) de extremo y el conjunto de cilindro exterior, especialmente en forma de una conexión a presión, el dispositivo se puede montar/desmontar sin herramientas especiales y se reduce el número de elementos que forman el dispositivo.

Al proporcionar una conexión a presión con una pluralidad de protuberancias de bloqueo distribuidas alrededor de la circunferencia, se puede aplicar una alta presión sustancialmente uniforme mediante la(s) tapa(s) de extremo de modo que el dispositivo pueda soportar altas presiones operativas y permanezca estanco a los fluidos. Al mismo tiempo, la conexión a presión proporciona una fuerza de sujeción precisa y repetible de modo que las juntas tóricas mantenidas en su lugar por la(s) tapa(s) de extremo se comprimen por una fuerza nominal definida incluso si la(s) tapa(s) de extremo se desmontan/montan repetidamente para fines de mantenimiento.

De acuerdo con la invención, al menos algunas de las partes de cilindro incluyen una placa deflectora que sobresale radialmente hacia dentro desde una pared cilíndrica exterior.

De acuerdo con la invención, las partes de cilindro con la placa deflectora tienen sustancialmente forma de copa con la placa deflectora formando una parte inferior integral de la misma e incluyendo una abertura central que permite que el cilindro interior se inserte a través de las aberturas centrales alineadas axialmente de las partes de cilindro.

De acuerdo con una realización preferida, la abertura central en la parte inferior de las partes de cilindro está formada para adaptarse a la sección transversal exterior del cilindro interior, dejando un hueco preferentemente uniforme entre la pared exterior del cilindro interior y la placa deflectora, en donde el hueco es la distancia más corta entre la pared de interfaz y la placa deflectora y es igual o menor que 2,0 mm, preferentemente en el intervalo de 1,2 mm a 0,3 mm, más preferentemente en el intervalo de 1,0 mm a 0,5 mm.

Las placas deflectoras crean turbulencias en el flujo de fluido a purificar en su ruta desde la entrada hasta la salida y fuerzan el fluido a través de los estrechos huecos entre las placas deflectoras y la pared de interfaz del cilindro interior a la fuente de radiación recibida en el cilindro interior, creando así un pequeño espesor de capa de fluido a lo largo de la pared de interfaz. Este pequeño espesor de capa es necesario para determinar que sustancialmente todo el fluido que pasa a través del dispositivo está expuesto a la radiación de la fuente de radiación. Si se usa 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, la radiación 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 para que el flujo de fluido no sea laminar sino que se entremezcle 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 comparación con 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.

Dado que 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 logra una penetración completa de la radiación a través del flujo de fluido incluso en caso de que se use en el dispositivo la fuente de radiación con luz que tiene una transmisión relativamente baja a través del agua.

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, la caída de presión aumenta 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 una realización preferida, se proporciona una junta tórica entre la tapa de extremo o cada tapa de extremo y la(s) parte(s) de cilindro de bloqueo que incluyen el deflector para cerrar herméticamente el hueco entre el deflector y el cilindro interior.

La junta tórica proporciona el efecto de cerrar herméticamente el volumen del recipiente donde fluye el fluido y el efecto de mantener el cilindro interior en su lugar en el conjunto de cilindro exterior con una estructura comparativamente simple.

De acuerdo con una realización preferida, la distancia entre deflectores en la dirección de flujo a lo largo de la pared de interfaz está en el intervalo de 4 a 30 mm, preferentemente de 10 a 20 mm, más preferentemente aproximadamente 10 mm. Preferentemente, el conjunto de cilindro exterior incluye de 2 a 20, preferentemente 3 o 4 partes de cilindro que incluyen las placas deflectoras.

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 a través del dispositivo. Para caudales más altos, se puede realizar un aumento de escala del dispositivo simplemente agregando más partes de cilindro al conjunto de cilindro exterior debido a la estructura modular.

De acuerdo con una realización preferida, las partes de cilindro que forman el conjunto de cilindro exterior están formadas de metal, preferentemente de acero inoxidable, y se forman respectivamente deformando (por embutición profunda) un material laminar estampado.

Esta realización proporciona la posibilidad de fabricar de manera simple y eficiente las partes de cilindro que incluyen los deflectores en forma de placas inferiores integradas de las partes en forma de copa formadas a partir de material laminar estampado 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 con respecto a los fluidos que se procesan.

Además de la ventaja de tener estabilidad UV, el metal también proporciona la ventaja de disipar eficazmente el calor generado por el funcionamiento de la fuente de radiación al entorno, es decir, aire. Por tanto, se puede reducir un aumento en la temperatura del agua.

De acuerdo con una realización preferida, la pared de interfaz del cilindro interior está formada a partir de o incluye vidrio de cuarzo.

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

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 un ejemplo que sirve para explicar ciertos aspectos 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;

la figura 11 es una vista en perspectiva de las diferentes partes de cilindro usadas para componer el conjunto de cilindro exterior modular mediante soldadura.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán realizaciones de la presente invención y ejemplos que no están de acuerdo con la invención según se reivindica, pero que sirven para explicar ciertos aspectos de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Primero, se describirán los aspectos generales de los dispositivos de purificación de flujo continuo que usan radiación para efectuar la purificación.

El dispositivo de acuerdo con la invención es específicamente adecuado para reducir el contenido de TOC del agua

para producir agua pura o ultrapura utilizando una reacción de oxidación por exposición a luz UV, pero el concepto de la invención para construir un recipiente modular no se limita a este campo de aplicación y puede aplicarse en general a dispositivos de flujo continuo que exponen una corriente de fluido a otras fuentes de radiación o longitudes de onda, aunque la invención es particularmente ventajosa para la purificación de agua.

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 10 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 superiores o 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 un ejemplo que sirve para explicar ciertos aspectos con referencia a la figura 6, sin formar parte de la invención actual. 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 otro ejemplo que sirve para explicar ciertos aspectos mostrados 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 10a y la distancia entre deflectores D. Una vez insertados, los deflectores 91, 92 se mantendrán en posición en el cilindro exterior 5a. 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. El elemento deflector autoportante se puede usar con el concepto modular de la invención en el que el conjunto de cilindro exterior está formado por partes de cilindro (como se describe en detalle a continuación) que tienen esencialmente forma de anillo sin placas deflectoras integradas.

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. La figura 11 muestra las diversas partes de cilindro de las que está compuesto el dispositivo de la invención. 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 con una pluralidad de partes de cilindro 5b, 5c, 5d y 5e dispuestas axialmente conectadas entre sí mediante soldadura para formar el cilindro exterior 5a periféricamente hermético (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 dentro desde una pared periférica cilíndrica exterior 6a en forma de una placa inferior 6c provista de un orificio central 6b. La dimensión del orificio central 6b con respecto a la dimensión exterior del cilindro interior 10a insertado en los orificios centrales alineados define el tamaño del hueco G descrito anteriormente a través del cual el fluido debe fluir a lo largo de la pared de interfaz 11 formada por el cilindro interior.

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 la pared periférica 6a de 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 8 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 en los bordes periféricos axiales 6d 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
5 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 6c forma la placa deflectora 9 y la pared circunferencial periférica 6a forma parte de 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
10 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
15 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 6a pero que no tiene parte inferior 6c. En
20 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 dimensiones típicas de las partes de cilindro "de tipo taza o recipiente" para formar el dispositivo de purificación de flujo continuo incluyen un diámetro exterior de entre 10 cm y 3 cm, preferentemente de 4 cm y el diámetro del orificio central 6b para alojar el cilindro interior 10a (de cuarzo) puede estar entre 5 cm y 1,5 cm, preferentemente
25 2 cm. La dimensión exterior del cilindro interior se selecciona entonces en consecuencia para crear el hueco dentro de los límites dimensionales descritos anteriormente dependiendo de la longitud de onda de radiación deseada de la fuente de radiación, rendimiento y nivel de purificación.

Las tapas de extremo 20, 21 tienen un diseño en forma de tapón e incluyen un cuerpo principal anular cilíndrico 26 y cuatro patas elásticas 24 que sirven como porciones de conexión porque están provistas de protuberancias en forma
35 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 26, 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
40 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,
50 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.
60

Antes de insertar las tapas de extremo, una junta tórica 22, 23 se ajusta respectivamente en el cilindro interior 10a y
65

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.

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. También es posible cerrar ambos extremos proporcionando dos de esta parte de cilindro adicional (no mostrada) que tienen una parte inferior completamente cerrada y conectada por 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 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. Sin embargo, se prefiere la conexión de ajuste a presión axial ya que evita un movimiento de rotación relativo entre la junta tórica y la tapa de extremo y produce con repetibilidad niveles precisos de compresión y fuerza de sujeción.

Cabe señalar que las ventajas de la invención debido a la construcción modular se pueden realizar en una variedad de dispositivos de purificación de flujo continuo independientemente del uso de, por ejemplo, placas deflectoras o una lámpara de excímero como fuente de radiación.

Referencias

- 1 dispositivo
- 3 entrada
- 4 pared periférica interior
- 5 recipiente exterior
- 5a cilindro exterior
- 5b, 5c, 5d, 5e partes de cilindro
- 6a pared periférica
- 6b orificio central
- 6c placa inferior
- 6d borde periférico
- 7 salida
- 8 volumen
- 9,91 placa deflectora
- 10 receptáculo
- 10a cilindro interior
- 11 pared de interfaz
- 13 fuente de radiación (lámpara de excímero)
- 15 capa de oxidación activa
- 16, 17, 5b parte de cilindro de bloqueo
- 18 separadores
- 19 pernos
- 20, 21 tapa de extremo
- 22, 23 junta tórica
- 24 pata

- 5
- 24a proyección (protuberancia de bloqueo)
 - 25 orificio (abertura de bloqueo)
 - 26 cuerpo principal anular
 - D distancia entre deflectores
 - 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 pueda fluir a través de un volumen (8) del recipiente (5) desde una entrada (3) hasta una salida (7);
un cilindro interior (10a) insertado o insertable en el volumen (8) del recipiente (5) y que define 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; y
10 una fuente de radiación (13) para emitir radiación con una longitud de onda en el intervalo UV, 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),
caracterizado por que
el recipiente (5) incluye una pluralidad de partes de cilindro (5b, 5c, 5d, 5e) dispuestas axialmente conectadas entre
15 sí mediante soldadura para formar un conjunto de cilindro exterior (5a),
al menos algunas de las partes de cilindro (5b, 5c, 5e) incluyen una placa deflectora (9) que sobresale radialmente hacia dentro desde una pared cilíndrica exterior (6a), y
las partes de cilindro (5b, 5c, 5e) con la placa deflectora (9) tienen sustancialmente forma de copa con la placa deflectora (9) formando una parte inferior integral (6c) de la misma e incluyendo una abertura central (6b) que
20 permite que el cilindro interior (10a) se inserte a través de las aberturas centrales (6b) alineadas axialmente de las partes de cilindro (5b, 5c, 5e).

2. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo (1) tiene una tapa de extremo (20, 21) acoplada con un extremo axial abierto del conjunto de cilindro exterior (5a) para cerrar herméticamente el volumen (8)
25 del recipiente (5) en el extremo donde la tapa de extremo (20, 21) está dispuesta y para mantener el cilindro interior (10a) en posición en el conjunto de cilindro exterior (5a).

3. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo (1) tiene dos tapas de extremo (20, 21), cada una acoplada con uno de los dos extremos axiales abiertos del conjunto de cilindro exterior (5a) para cerrar herméticamente el volumen (8) del recipiente (5) en los extremos, en donde al menos una de las dos tapas de extremo (20, 21) está dispuesta para mantener el cilindro interior (10a) en posición en el conjunto de cilindro exterior (5a).

4. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2 a 3, en donde las partes de cilindro del conjunto de cilindro exterior (5a) incluyen una parte de cilindro de bloqueo (5b) en uno o ambos extremos axiales, en donde la(s) parte(s) de cilindro de bloqueo (5b) está(n) dispuesta(s) para acoplarse de manera liberable con la(s) tapa(s) de extremo (20, 21).

5. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el acoplamiento liberable es una conexión a presión, incluyendo preferentemente una pluralidad de protuberancias de bloqueo en una parte de cilindro de bloqueo (5b) y la
40 tapa de extremo (20, 21) y aberturas de bloqueo coincidentes en la otra parte de cilindro de bloqueo (5b) y la tapa de extremo (20, 21).

6. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la abertura central (6b) en la parte inferior (6c) de las partes de cilindro (5b, 5c, 5e) está formada para adaptarse a la sección transversal exterior del cilindro interior (10a) dejando un hueco (G) preferentemente uniforme entre la pared exterior del cilindro interior (10a) y la placa deflectora (9), en donde el hueco (G) es la distancia más corta entre la pared de interfaz (11) y la placa deflectora (9) y es igual o menor que 2,0 mm, preferentemente en el intervalo de 1,2 mm a 0,3 mm, más preferentemente en el intervalo de 1,0 mm a 0,5 mm.

7. El dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde se proporciona una junta tórica (22, 23) entre la al menos una tapa de extremo (20, 21) y la(s) parte(s) de cilindro de bloqueo (5b) que incluye el deflector (9) para cerrar herméticamente el hueco (G) entre el deflector (9) y el cilindro interior (10a).

8. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la distancia entre deflectores (D) en la dirección del flujo a lo largo de la pared de interfaz (11) está en el intervalo de 4 a 30 mm, preferentemente de 10 a 20 mm, más preferentemente aproximadamente 10 mm.

9. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el conjunto de cilindro exterior (5a) incluye de 2 a 20, preferentemente 3 o 4 partes de cilindro (5b, 5c, 5e) que incluyen la placa deflectora (9).

10. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde las partes de cilindro (5b, 5c, 5d, 5e) que forman el conjunto de cilindro exterior (5a) están formadas de metal, preferentemente de acero inoxidable, y se forman respectivamente deformando un material laminar estampado.

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

del cilindro interior (10a) está formada a partir de o incluye vidrio de cuarzo.

- 5 12. El dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la fuente de radiación (13) está configurada para emitir radiación con una longitud de onda entre 150 nm y 200 nm, preferentemente es una lámpara de excímero, más preferentemente una lámpara de excímero configurada para emitir radiación con una longitud de onda de $172 \text{ nm} \pm 8 \text{ nm}$.

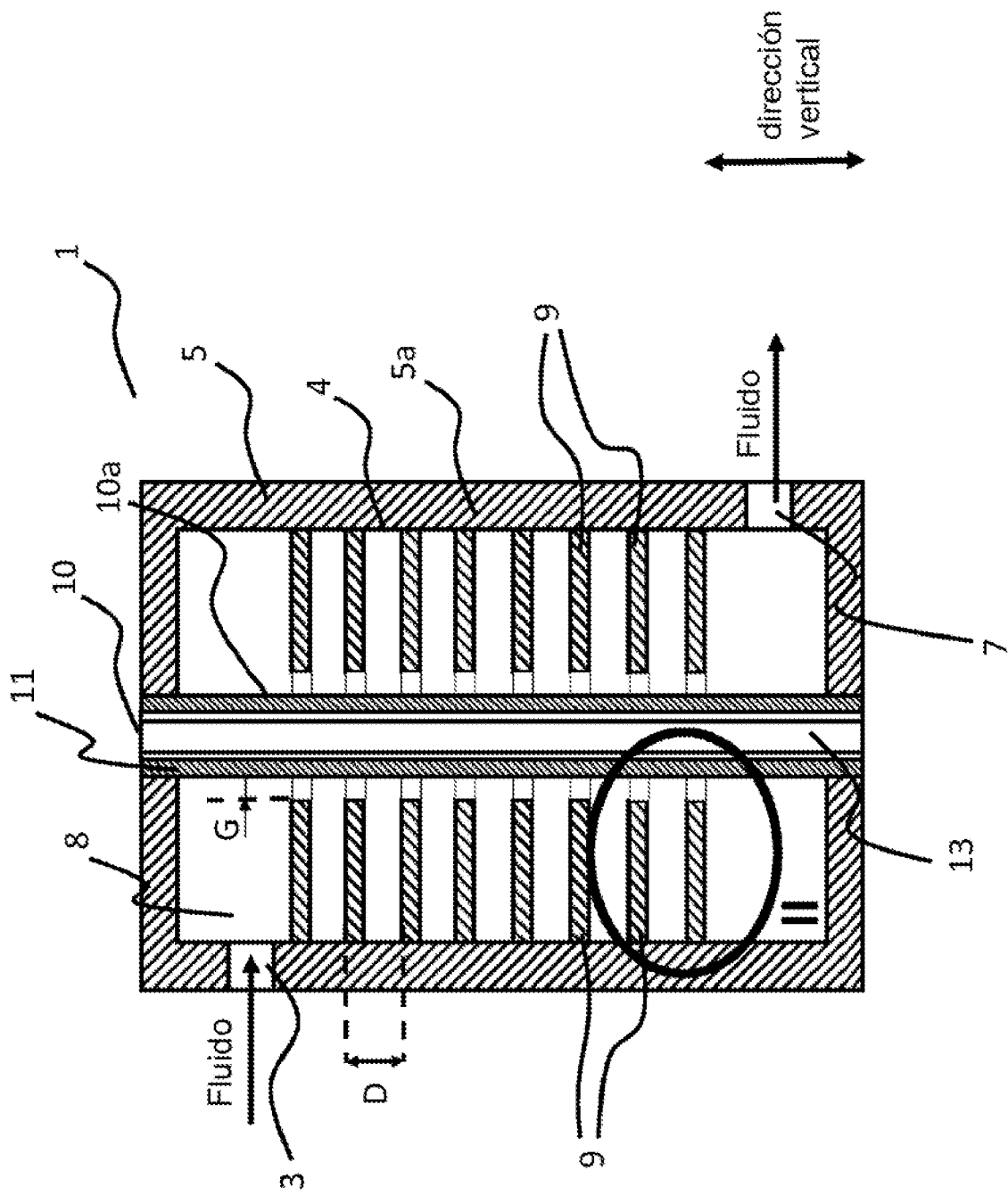


Fig. 1

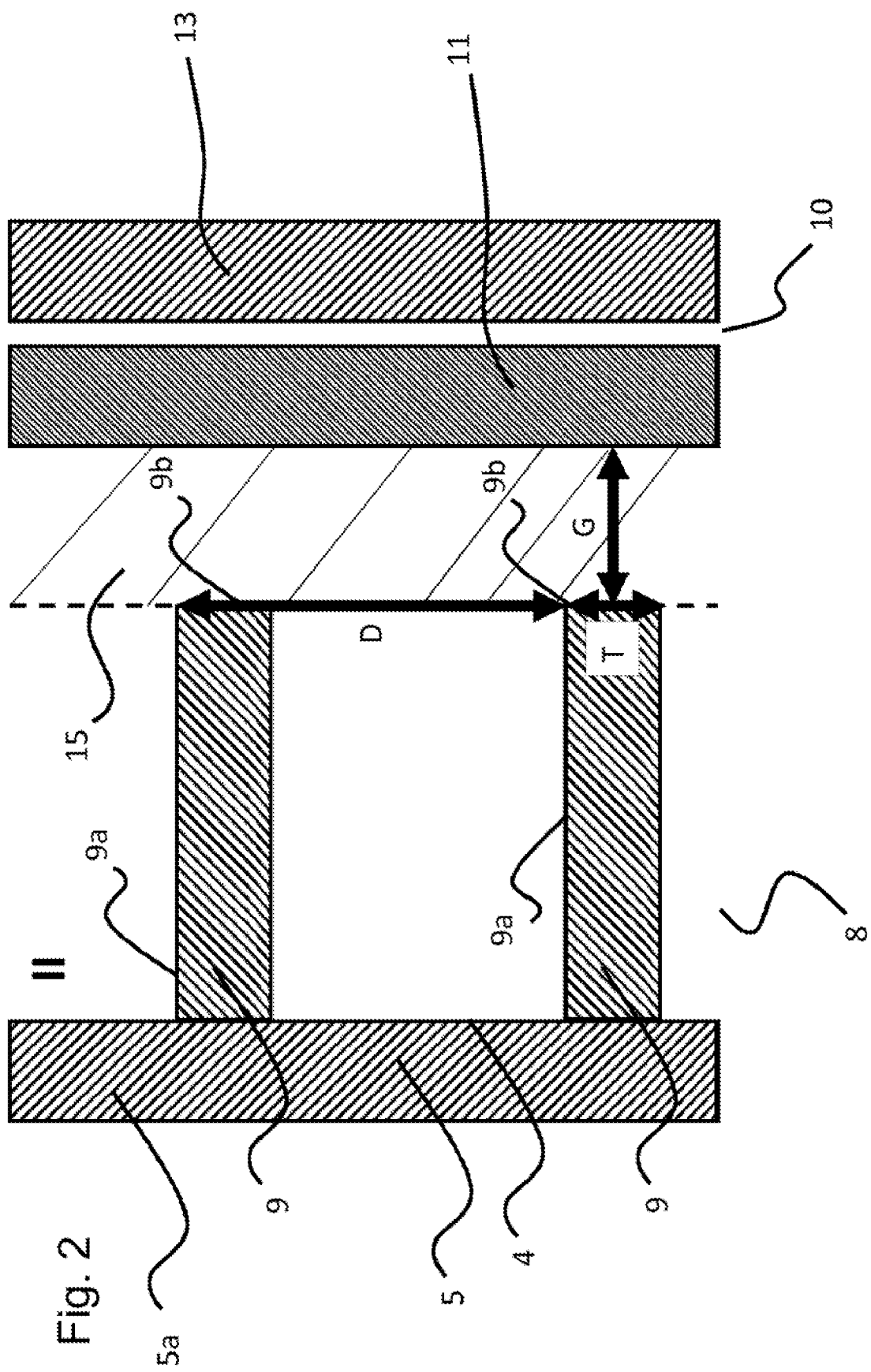


Fig. 4

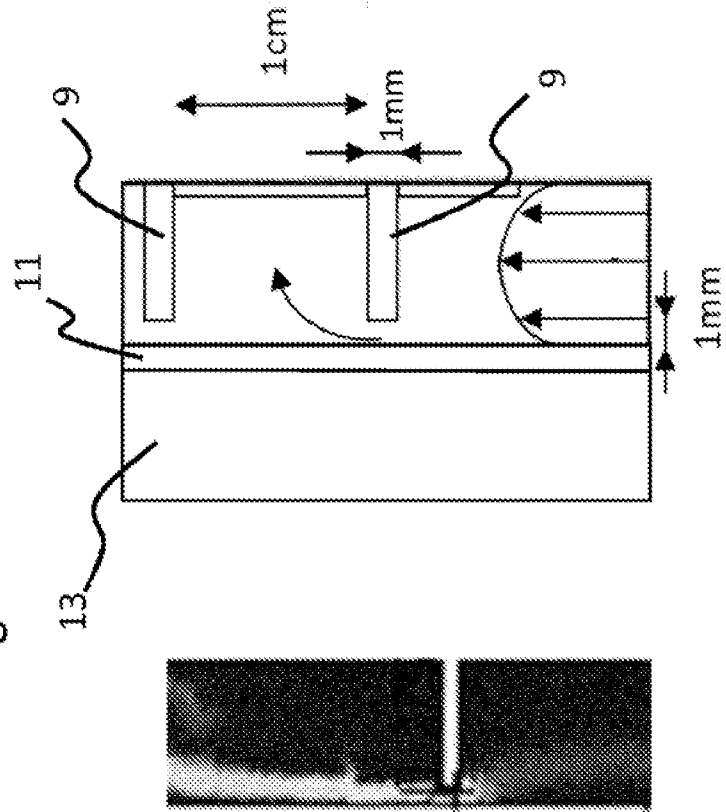


Fig. 3

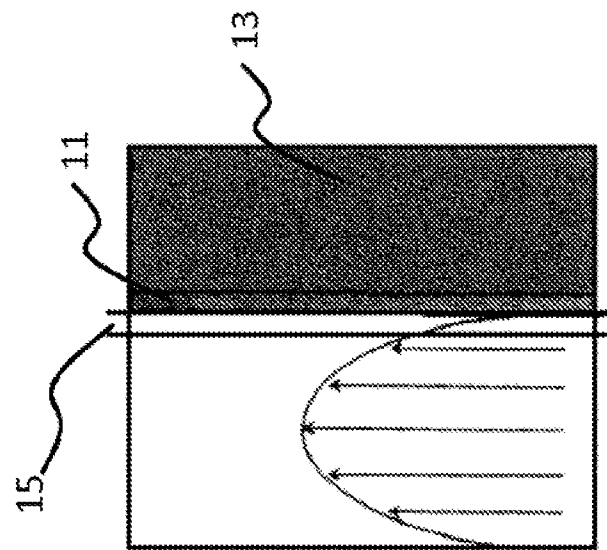
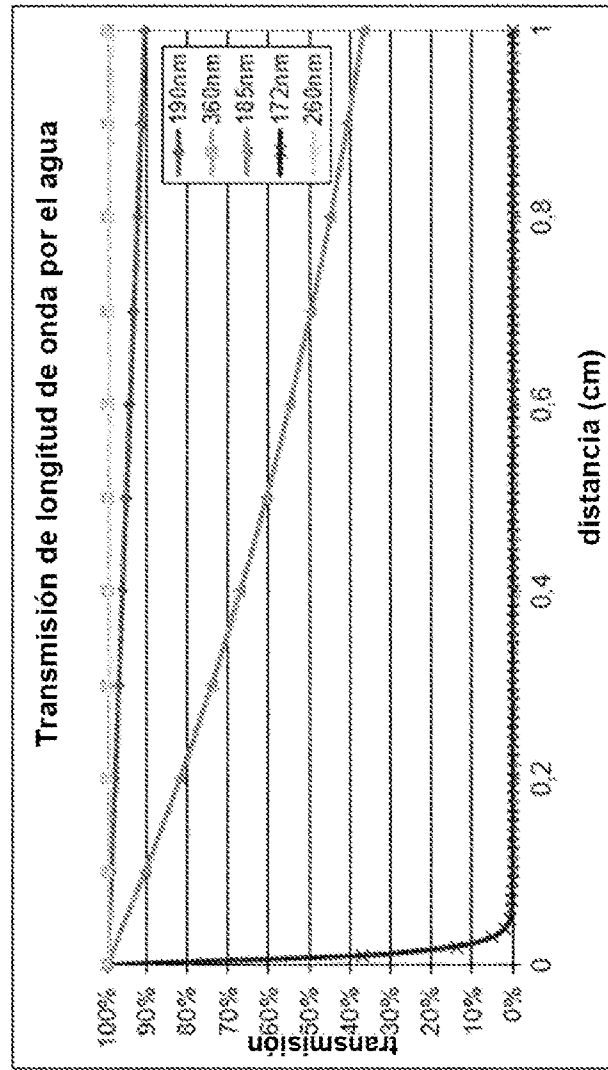


Fig. 5



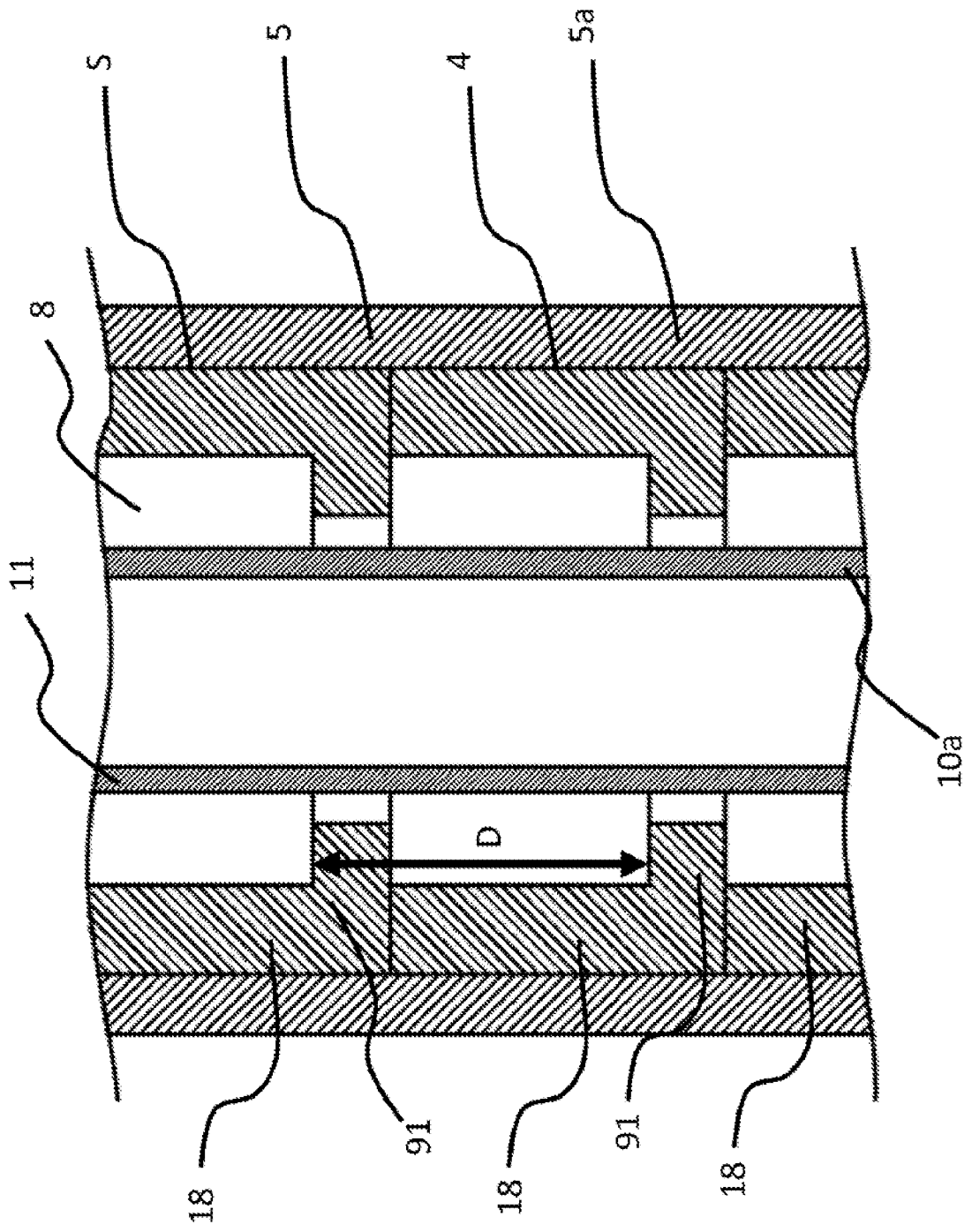


Fig. 6

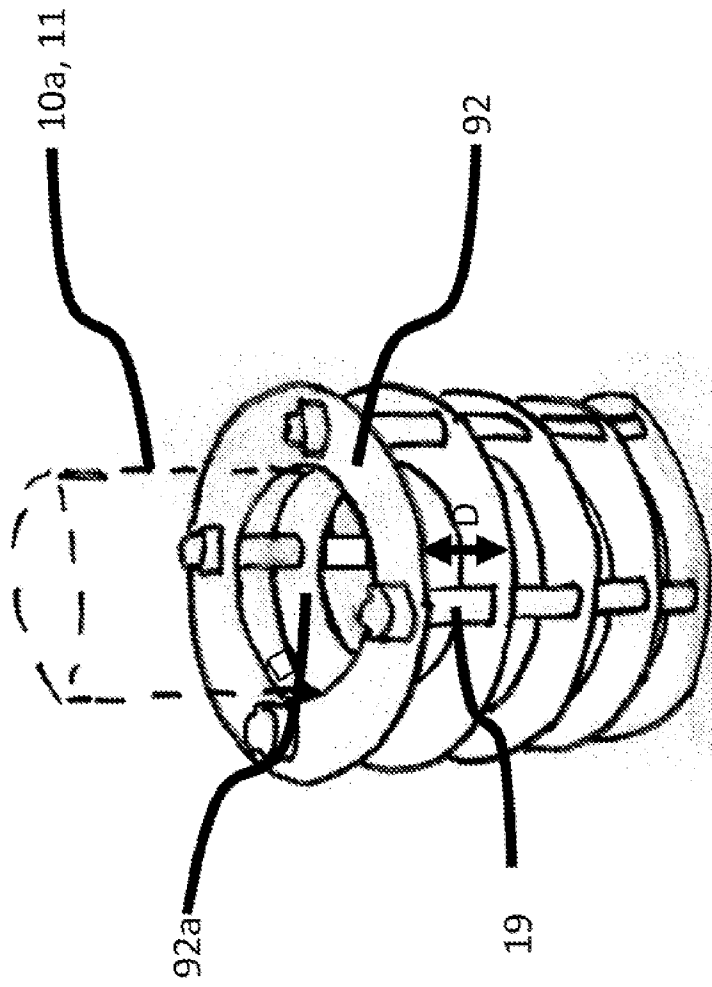


Fig. 7

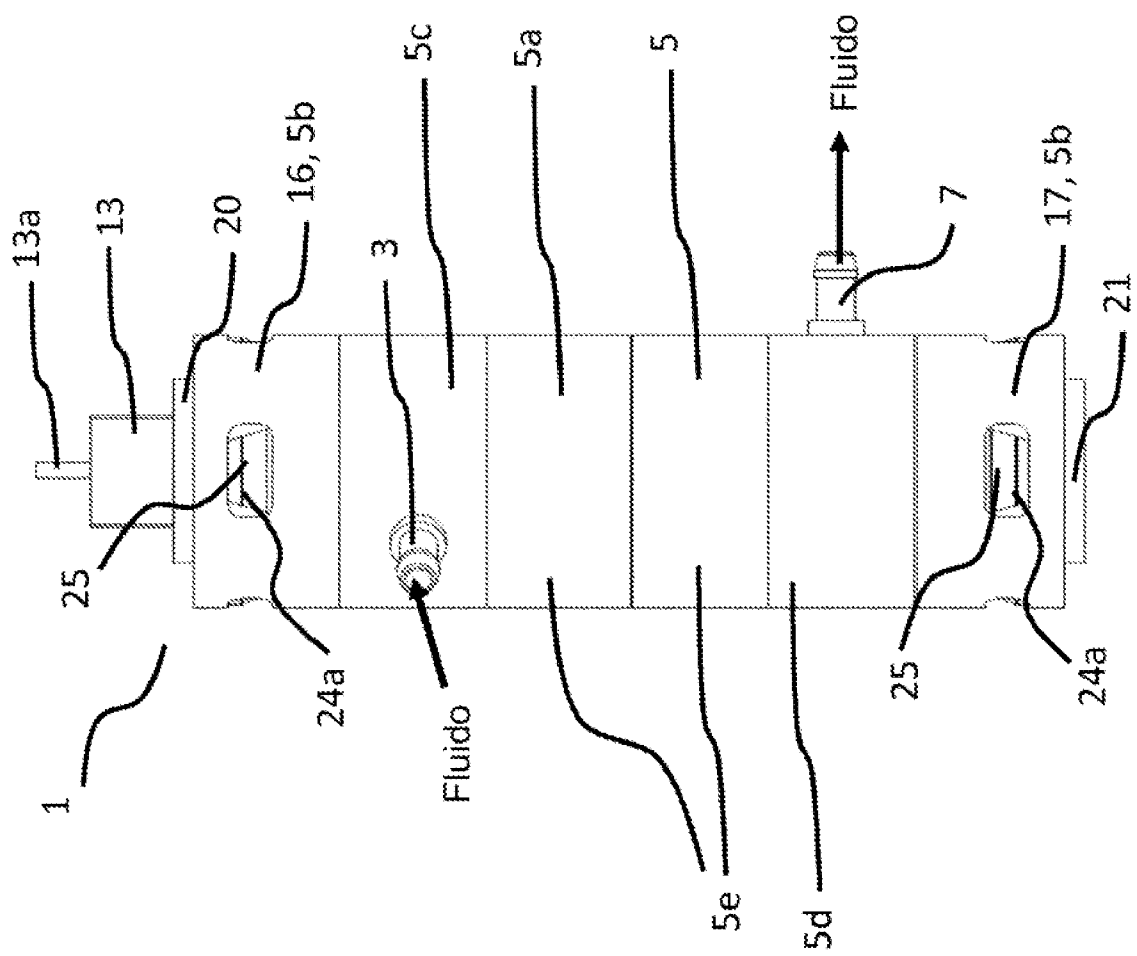
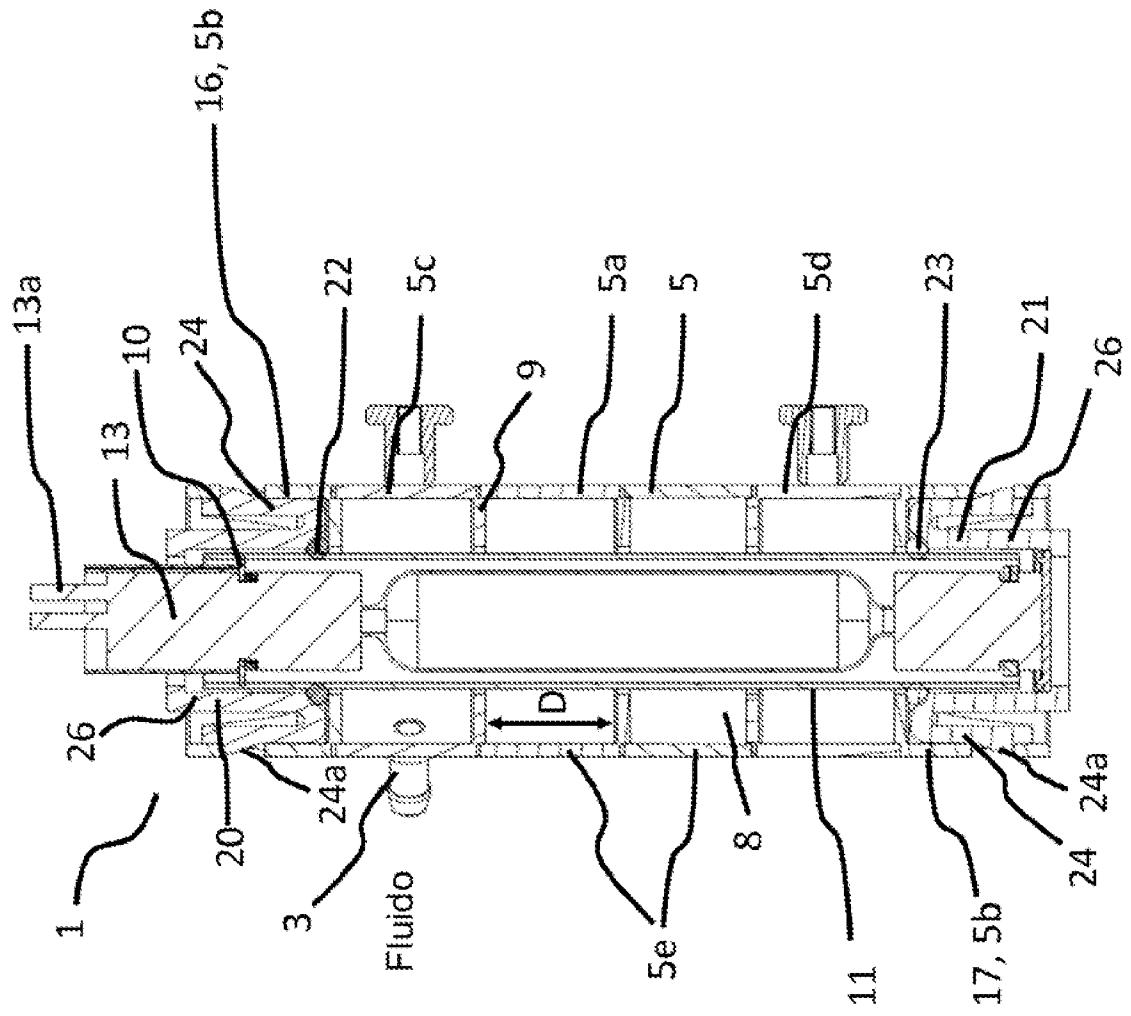


Fig. 8



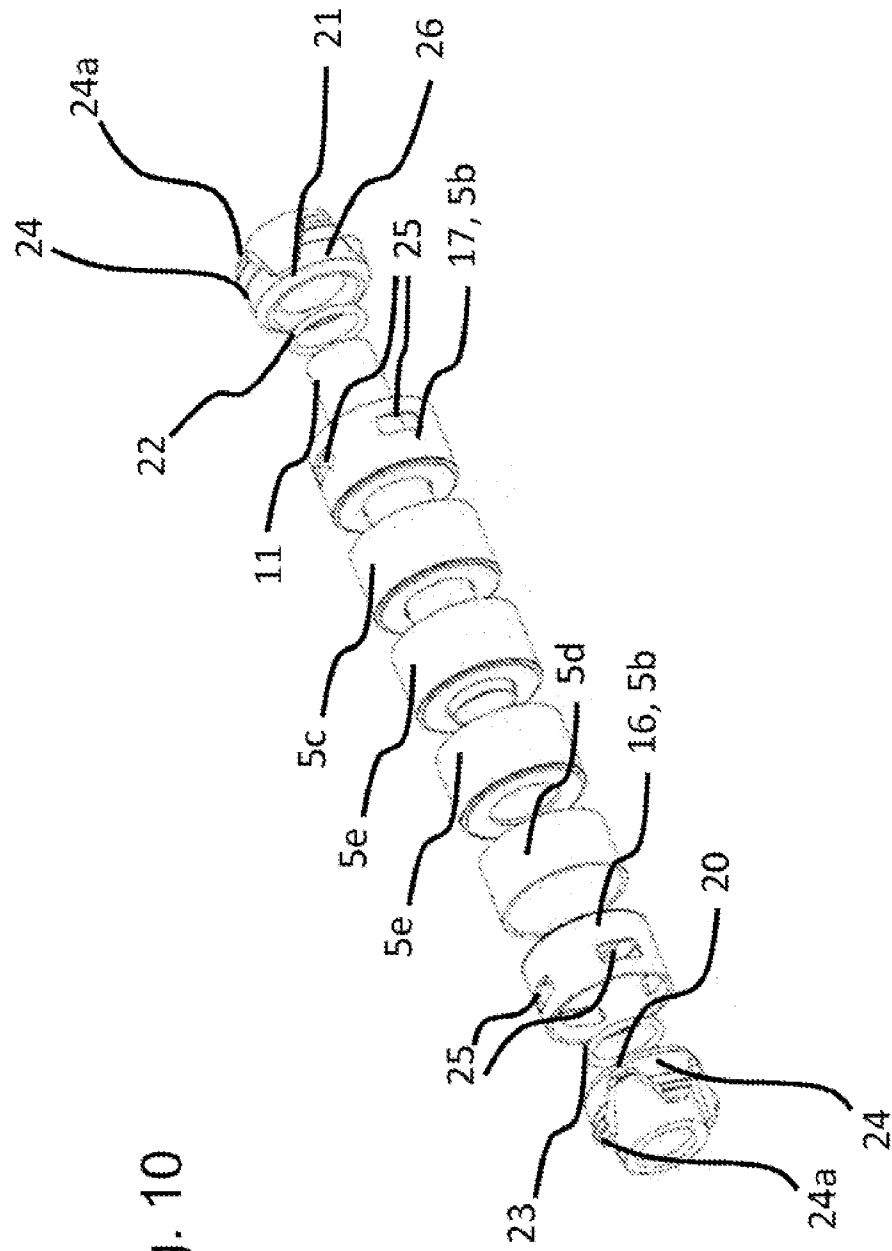


Fig. 10

Fig. 11

