

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 707**

51 Int. Cl.:
C02F 1/32

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09762109 .8**

96 Fecha de presentación: **04.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2288578**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Reactor fotoquímico y sistema de procesamiento fotoquímico**

30 Prioridad:
12.06.2008 EP 08158093

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2012

73 Titular/es:
**Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:
**CHITTKA, Uwe;
GREUEL, Georg y
GRUHLKE, Stefan**

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 381 707 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

Reactor fotoquímico y sistema de procesamiento fotoquímico

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un reactor fotoquímico para un fluido.

La invención se refiere además a un sistema de procesamiento fotoquímico.

10

Antecedentes de la invención

Los reactores fotoquímicos se conocen en sí mismos y se usan para procesar de manera fotoquímica, por ejemplo, un fluido. Los procedimientos de desinfección tanto químicos como físicos se han conocido y usado durante un largo periodo de tiempo para reducir organismos patógenos tales como bacterias, virus, hongos y protozoos. Los procedimientos químicos se basan en gran parte en el uso de compuestos de cloro y ozono. Los procedimientos físicos, tales como filtración, ultrasonidos, calentamiento o irradiación con luz ultravioleta constituyen una carga menor para el entorno ambiental. Además, la exposición de agua a radiación ultravioleta (también indicada adicionalmente como radiación UV) es un procedimiento relativamente libre de mantenimiento y continuo. Por tanto, el uso de reactores fotoquímicos para desinfectar agua está aumentando, especialmente ya que en los países en desarrollo la infraestructura de los suministros de agua municipales no acompañan a la creciente demanda.

15

20

25

Durante los últimos años, especialmente la eficacia de UV de lámparas de excímeros ha aumentando considerablemente. La radiación de excímeros no se reabsorbe por el gas de relleno de una lámpara de descarga, y por tanto las eficacias que pueden lograrse con tales lámparas de descarga de excímeros son comparativamente altas, incluso cuando se usan gases nobles en la lámpara de descarga. El xenón resultó ser el relleno de gas noble más eficaz. Sin embargo, debido a la longitud de onda corta de 172 nanómetros, esta radiación se absorbe fuertemente por el agua y por tanto es menos atractiva para sistemas acuosos.

30

35

Desarrollos recientes en materiales luminiscentes permiten el uso de una lámpara de excímeros junto con un material luminiscente que produce luz ultravioleta a una eficacia relativamente alta. Esto se da a conocer, por ejemplo, en la patente estadounidense US 6.398.970B1. Esta patente describe un dispositivo para desinfectar agua y da a conocer una lámpara de descarga de gas que comprende un relleno de xenón, en la que al menos parte de las paredes internas del recipiente de descarga se cubren por un fósforo que emite en el rango de UV-C. En un dispositivo de este tipo, la radiación UV tiene una composición espectral que se encuentra exclusivamente en el intervalo relevante para desinfectar, es decir entre 230 nanómetros y 300 nanómetros.

40

Un inconveniente de los reactores fotoquímicos conocidos es que la eficacia se reduce a lo largo del tiempo y que es relativamente caro mejorar la eficacia degradada.

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un reactor fotoquímico en el que la eficacia puede mejorarse a un coste relativamente bajo.

45

Según un primer aspecto de la invención, el objeto se logra por medio de un reactor fotoquímico para un fluido, comprendiendo el reactor fotoquímico:

50

un recipiente que comprende el fluido,

una fuente de luz para generar radiación UV y emitirla hacia el fluido, y

55

un material luminiscente dispuesto al menos parcialmente entre la fuente de luz y el fluido para convertir al menos parte de la radiación UV emitida por la fuente de luz en radiación UV adicional que tiene una longitud de onda aumentada en comparación con la radiación UV,

estando el material luminiscente conectado de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico y estando separado de la fuente de luz.

60

Los inventores han encontrado que el uso de la lámpara de descarga de gas excímero mejora la eficacia de la generación de la radiación ultravioleta, especialmente en el rango UV lejano (también indicado como VUV). Sin embargo, un inconveniente de esta eficacia mejorada es el flujo de radiación UV relativamente alto que incide sobre el material luminiscente. Esta radiación UV, especialmente la radiación VUV, normalmente tiene una longitud de onda relativamente corta y por tanto una energía relativamente alta por fotón. Como resultado, el uso de un emisor de luz que emite radiación UV de longitud de onda relativamente corta provoca que el material luminiscente se degrade más rápido que en lámparas fluorescentes convencionales, lo que reduce la eficacia del reactor fotoquímico

65

a lo largo del tiempo. En virtud del hecho de que el material luminiscente está conectado de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico y está separado de la fuente de luz, el material luminiscente puede cambiarse por nuevo material luminiscente si el material luminiscente actual se ha degradado debido a la radiación UV incidente. Cuando, por ejemplo, la eficacia del reactor fotoquímico ha disminuido hasta por debajo de, por ejemplo, un nivel predeterminado, el material luminiscente puede reemplazarse.

En el dispositivo conocido, el material luminiscente está dispuesto en la pared interna del recipiente de descarga de la lámpara de descarga. En una disposición de este tipo, ha de reemplazarse la lámpara de descarga completa cuando la eficacia del reactor fotoquímico se reduce debido a la degradación del material luminiscente. Este reemplazo de la lámpara de descarga puede requerirse aunque la eficacia de la fuente de luz que genera la radiación UV que va a absorberse por el material luminiscente, por ejemplo, apenas se haya degradado. En un caso de este tipo, la mejora de la eficacia del reactor fotoquímico es relativamente cara y normalmente más cara de lo necesario. En el reactor fotoquímico según la invención, sólo se reemplaza el material luminiscente, lo que reduce normalmente el coste de funcionamiento de un reactor fotoquímico de este tipo.

Un beneficio adicional del reactor fotoquímico según la invención es que permite a un usuario del reactor fotoquímico elegir un material luminiscente específico o mezcla específica de materiales luminiscentes adecuados para el procedimiento fotoquímico que va a realizarse en el reactor fotoquímico durante el funcionamiento. El uso de materiales luminiscentes para generar el espectro de radiación requerido ya se conoce, por ejemplo, a partir de la patente estadounidense US 6.398.970B1 tal como se describió anteriormente. Sin embargo, en esta configuración conocida del reactor fotoquímico, una única fuente UV está presente que emite radiación UV que tiene un espectro que se determina mediante la fuente UV en combinación con el material luminiscente aplicado sobre una pared del recipiente de descarga de la fuente UV. Como tal, el reactor fotoquímico conocido está dispuesto para realizar un procedimiento fotoquímico específico. En el reactor fotoquímico según la invención el material luminiscente está conectado de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico. En una disposición de este tipo, el material luminiscente puede elegirse para cumplir los requisitos del procedimiento fotoquímico actual que debe realizarse sobre el fluido presente actualmente en o que fluye a través del reactor fotoquímico. Cuando se requiere un procedimiento fotoquímico diferente que, por ejemplo, requiere radiación UV que tiene un espectro diferente, sólo es necesario cambiar el material luminiscente o la mezcla de materiales luminiscentes de manera que se genera el espectro requerido mediante la combinación de la fuente de luz y el material luminiscente para permitir que se realicen los diferentes procedimientos fotoquímicos por el reactor fotoquímico. Esto mejora la flexibilidad del uso del reactor fotoquímico mientras que limita el coste para implementar esta flexibilidad.

La fuente de luz puede ser cualquier emisor de luz que permita emitir radiación UV, por ejemplo, una lámpara de descarga de baja presión, una lámpara de descarga de alta presión, una lámpara de descarga de barrera dieléctrica o, por ejemplo, un elemento emisor de luz en estado sólido tal como un diodo emisor de luz, un diodo láser o un diodo emisor de luz orgánico.

En una realización del reactor fotoquímico, la fuente de luz está conectada de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico y está separada del material luminiscente. Un beneficio de esta realización es que la fuente de luz también puede reemplazarse de manera relativamente fácil. La fuente de luz, por ejemplo, también puede degradarse, reduciendo de ese modo la eficacia del reactor fotoquímico. Al permitir el reemplazo de la fuente de luz que está dispuesta separada del material luminiscente, realmente sólo se reemplaza el elemento que se requiere que se reemplace para mejorar la eficacia del reactor fotoquímico, reduciendo así el coste de reemplazo y/o coste de mantenimiento para el reactor fotoquímico.

Un beneficio adicional de esta realización es que, debido al hecho de que tanto la fuente de luz como el material luminiscente puede reemplazarse individualmente, un usuario puede elegir la fuente de luz para los requisitos exactos de la reacción fotoquímica y/o en los requisitos exactos del material luminiscente. El cambio del material luminiscente puede requerir que la fuente de luz emita una radiación UV diferente para proporcionar una conversión eficaz de la radiación UV en la radiación UV adicional. En el reactor fotoquímico según la invención, tanto la fuente de luz como el material luminiscente pueden cambiarse de manera que la fuente de luz pueda seleccionarse, por ejemplo, para emitir luz que se absorbe de manera eficaz por el material luminiscente para optimizar la eficacia del reactor fotoquímico. Además, el material luminiscente, por ejemplo, puede convertir sólo una parte de la luz emitida por la fuente de luz en la radiación UV adicional. El resto de la radiación UV emitida por la fuente de luz, por ejemplo, puede contribuir a la reacción fotoquímica en el reactor fotoquímico. Al tener tanto el material luminiscente como la fuente de luz conectados de manera que puede retirarse individualmente en el reactor fotoquímico, pueden elegirse una radiación UV y radiación UV adicional adecuadas según se requiera para la reacción fotoquímica que debe tener lugar en el reactor fotoquímico en el funcionamiento.

En una realización del reactor fotoquímico, el reactor fotoquímico comprende una pantalla luminiscente que comprende el material luminiscente. La pantalla luminiscente está conectada de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico para permitir el reemplazo relativamente fácil del material luminiscente. La pantalla luminiscente, por ejemplo, puede estar constituida por un material que sea al menos parcialmente transparente a la radiación UV adicional, por ejemplo, cuarzo. El material luminiscente puede estar dispuesto como una capa sobre la pantalla luminiscente. Alternativamente, las partículas de materiales luminiscentes pueden incrustarse en la pantalla

luminiscente. De manera adicionalmente alternativa, la pantalla luminiscente puede estar constituida por material luminiscente. La pantalla luminiscente puede tener cualquier forma adecuada para exponer de manera eficaz el material luminiscente a la radiación UV emitida por la fuente de luz.

5 En una realización del reactor fotoquímico, un fluido adicional puede fluir entre la fuente de luz y el material luminiscente. Este fluido adicional, por ejemplo, puede ser un gas de refrigeración o líquido de refrigeración que puede usarse para garantizar que la temperatura del material luminiscente y/o de la fuente de luz no supere un nivel predeterminado. Los materiales luminiscentes pueden degradarse relativamente rápido cuando se someten a temperaturas relativamente altas. Al aplicar el fluido adicional entre la fuente de luz y el material luminiscente, el
10 fluido adicional puede servir como un fluido de refrigeración que limita el aumento de temperatura y por tanto reduce la velocidad de degradación del material luminiscente.

Alternativamente, el fluido adicional puede ser un fluido que en sí mismo requiere una reacción fotoquímica. En esta reacción fotoquímica en el fluido adicional, principalmente la radiación UV emitida por la fuente de luz puede requerirse para generar la reacción fotoquímica. En una disposición de este tipo, la radiación UV emitida por la fuente de luz puede usarse inicialmente para generar la reacción fotoquímica en el fluido adicional. El resto de la radiación UV (que no se usa por el fluido adicional y que se transmite por el fluido adicional) incide en el material luminiscente en el que al menos una parte de la radiación UV incidente se convierte en radiación UV adicional que, por ejemplo, se usa en la reacción fotoquímica en el fluido. La reacción fotoquímica está dispuesta para realizar dos reacciones fotoquímicas diferentes en un único reactor. Esto puede usarse, por ejemplo, en un procedimiento de limpieza de dos etapas de un fluido, o para limpiar dos fluidos diferentes usando procedimientos fotoquímicos diferentes.

En una realización del reactor fotoquímico, el fluido adicional es idéntico al fluido. En una configuración de este tipo, el reactor fotoquímico puede tener, por ejemplo, dos cámaras de reacción en las que se realizan reacciones fotoquímicas diferentes: un procedimiento que es relativamente eficaz cuando tiene lugar iluminación por la radiación UV emitida directamente por la fuente de luz, y un segundo procedimiento que es relativamente eficaz cuando tiene lugar iluminación por la radiación UV adicional (que normalmente tiene una longitud de onda más larga) emitida por el material luminiscente. Además, esta configuración puede usarse para realizar el procedimiento de limpieza de dos etapas, es decir la radiación UV adicional emitida por el material luminiscente se usa para tener una etapa de limpieza previa del fluido, y la radiación UV emitida por la fuente de luz se usa para generar la segunda etapa de limpieza, es decir limpiar exhaustivamente el fluido para eliminar toda contaminación o bacterias restantes.

En una realización del reactor fotoquímico, el fluido fluye a través del reactor fotoquímico. Una configuración de este tipo permite acoplar el reactor fotoquímico, por ejemplo, en una tubería de suministro de fluido y limpiar continuamente el fluido que fluye mediante el procedimiento fotoquímico. Por ejemplo, pueden acoplarse tuberías de suministro de agua al reactor fotoquímico según la invención para limpiar el agua mientras que se está suministrando al usuario. Esto puede realizarse a una gran escala, por ejemplo, por el proveedor del agua. El reactor fotoquímico puede limpiar, por ejemplo, el fluido (por ejemplo, agua) mientras que fluye a través de las tuberías a una ubicación en la que es necesario el fluido limpio. Alternativamente, esto puede realizarse por un consumidor que instala el reactor fotoquímico en algún lugar en su domicilio para mejorar la calidad del agua potable en el domicilio.

En una realización del reactor fotoquímico, la fuente de luz es una lámpara de descarga de barrera dieléctrica (también denominada adicionalmente lámpara DBD). Un beneficio de usar la lámpara DBD, por ejemplo, una lámpara DBD de xenón, es que permite una fuente de luz UV de alto flujo, alta eficacia. Una lámpara de descarga de este tipo puede generar radiación UV a longitudes de onda de tan sólo 172 nm a eficacias relativamente altas. Usar una fuente de luz de este tipo tiene el beneficio que el reactor fotoquímico tiene una eficacia relativamente alta para generar la radiación UV, lo que puede dar como resultado, por ejemplo, una velocidad de flujo superior del fluido a través del reactor fotoquímico. Sin embargo, un inconveniente de este flujo alto de radiación UV es que la degradación del material luminiscente se acelera. Esta aceleración puede requerir el reemplazo y/o reabastecimiento del material luminiscente para recuperar una eficacia relativamente alta del reactor fotoquímico. En el reactor fotoquímico según la invención, el material luminiscente está conectado de manera que puede retirarse en el reactor fotoquímico y está separado de la fuente de luz. El uso de la lámpara DBD permitirá un reactor fotoquímico altamente eficaz, mientras que el reemplazo y/o mantenimiento para garantizar que la eficacia permanece dentro de ciertos límites requiere el reemplazo sólo del material luminiscente, que puede haberse degradado a lo largo del tiempo. Por tanto, el coste de funcionamiento de un reactor fotoquímico muy eficaz de este tipo puede reducirse.

En una realización del reactor fotoquímico, la fuente de luz está dispuesta en una cubierta protectora que tiene una pared al menos parcialmente transparente a radiación UV, estando el material luminiscente dispuesto en la pared de la cubierta protectora. A menudo una cubierta protectora está presente entre la fuente de luz y el fluido que, en funcionamiento, se expone a la radiación UV de la fuente de luz. Esta cubierta protectora impide que las lámparas de descarga normalmente de alta tensión entren en contacto con el fluido, mejorando así la seguridad. La cubierta protectora es normalmente transparente a la radiación UV de manera que el fluido puede iluminarse de manera relativamente fácil por una fuente de luz dentro de la cubierta protectora. Al aplicar el material luminiscente, por ejemplo, en la pared interna de la cubierta protectora, el material luminiscente puede retirarse independientemente de la fuente de luz, mientras que se mantiene un nivel de alta seguridad. En una configuración de este tipo, la

cubierta protectora constituye la pantalla luminiscente tal como se indicó anteriormente.

Un beneficio adicional de usar la cubierta protectora es que los electrodos, que en una lámpara DBD están dispuestos parcialmente fuera de la lámpara DBD, no necesitan necesariamente ser resistentes a la corrosión. Cuando se usa la cubierta protectora entre el fluido y la fuente de luz, la fuente de luz no está en contacto con el fluido. En la lámpara DBD uno de los electrodos puede estar dispuesto en la pared externa de la lámpara de descarga, dentro de la cubierta protectora. Debido a esta disposición, los electrodos no están en contacto con el fluido, por ejemplo, agua, y por tanto no necesitan ser resistentes a la corrosión.

El uso de la cubierta protectora aísla térmicamente de manera adicional la fuente de luz del recipiente que comprende el fluido. A menudo, el fluido es agua, que se limpia usando una reacción fotoquímica. Esta agua normalmente tiene una temperatura relativamente baja. Cuando la fuente de luz está en contacto con el agua que fluye a través del recipiente, la temperatura dentro de la fuente de luz se determina parcialmente por el agua que fluye, normalmente que enfría la fuente de luz. Como resultado, la temperatura en la fuente de luz puede ser demasiado baja, lo que puede reducir la eficacia de la generación de radiación UV en la fuente de luz. Además, la temperatura reducida de la fuente de luz debido al agua que fluye puede provocar que la fuente de luz se encienda más difícilmente y/o sólo tras un tiempo considerable. Un retardo de este tipo en el encendido de la fuente de luz puede provocar que pase agua, que no se limpia, por el reactor fotoquímico, contaminando el resto del suministro de agua. Esto se reducirá debido a la cubierta protectora que permite que la temperatura de la fuente de luz sea diferente de la temperatura del fluido que fluye a través del reactor fotoquímico.

En una realización del reactor fotoquímico, la radiación UV comprende una longitud de onda por debajo de 200 nanómetros, y la radiación UV adicional comprende una longitud de onda por debajo de 300 nanómetros.

La invención también se refiere a un sistema de procesamiento fotoquímico para procesar de manera fotoquímica la contaminación en un fluido, comprendiendo el sistema de procesamiento fotoquímico el reactor fotoquímico según cualquiera de las reivindicaciones y comprendiendo un procesador para controlar una intensidad de la luz emitida por la fuente de luz y/o para controlar una velocidad a la que el fluido fluye a través del reactor fotoquímico y/o para analizar el nivel de contaminación del fluido antes y/o después del procesamiento en el reactor fotoquímico.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos de la invención resultan evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

las figuras 1A y 1B muestran vistas en sección transversal de un reactor fotoquímico según la invención,

la figura 2 muestra una vista en sección transversal de una realización adicional del reactor fotoquímico según la invención,

la figura 3 muestra una vista en sección transversal de una realización incluso adicional del reactor fotoquímico según la invención, y

la figura 4 muestra un sistema de procesamiento fotoquímico según la invención.

Las figuras son puramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. Particularmente para fines de claridad, algunas dimensiones se exageran fuertemente. Componentes similares en las figuras se indican por los mismos números de referencia según sea posible.

Descripción detallada de realizaciones

Las figuras 1A y 1B muestran vistas en sección transversal de un reactor 10, 12 fotoquímico según la invención. El reactor 10, 12 fotoquímico está dispuesto para procesar de manera fotoquímica un fluido 30, y comprende un recipiente 20 que tiene una entrada 24 de fluido y una salida 26 de fluido. Durante el procesamiento fotoquímico del fluido 30, el fluido 30 puede fluir a través del recipiente 20, por ejemplo, desde la entrada 24 de fluido hasta la salida 26 de fluido. Alternativamente, el fluido 30 puede permanecer estacionario en el recipiente 20 mientras que se está procesando de manera fotoquímica. El reactor 10, 12 fotoquímico comprende además una fuente 40 de luz para generar y emitir radiación ultravioleta UV1 (también indicada adicionalmente radiación UV). La fuente 40 de luz puede ser cualquier emisor 40 de luz que pueda emitir radiación UV UV1, por ejemplo, una lámpara de descarga de baja presión, una lámpara de descarga de alta presión, una lámpara 40 de descarga de barrera dieléctrica o, por ejemplo, un elemento emisor de luz en estado sólido tal como un diodo emisor de luz, un diodo láser o un diodo emisor de luz orgánico. El reactor 10, 12 fotoquímico comprende además un material 50 luminiscente dispuesto al menos parcialmente entre la fuente 40 de luz y el fluido 30. El material 50 luminiscente convierte al menos parte de la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz en radiación UV UV2 adicional que tiene una longitud de onda

5 aumentada en comparación con la radiación UV UV1.

5 El material 50 luminiscente puede estar dispuesto en una pantalla 52 luminiscente. El material 50 luminiscente puede aplicarse como una capa en una pared de la pantalla 52 luminiscente, por ejemplo, entre la pantalla 52 luminiscente y la fuente 40 de luz. En una disposición de este tipo, la pantalla 52 luminiscente es al menos parcialmente translúcida a al menos una parte de la radiación UV UV2 adicional emitida por el material luminiscente. Alternativamente, el material luminiscente puede aplicarse en una pared de la pantalla 52 luminiscente que se orienta alejándose de la fuente 40 de luz, o el material 50 luminiscente puede incrustarse en la pantalla 52 luminiscente. En una disposición de este tipo, la pantalla 52 luminiscente es al menos parcialmente translúcida a al menos una parte de la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz, de manera que la radiación UV UV1 pueda incidir en el material 50 luminiscente para convertirse en radiación UV UV2 adicional. De manera todavía adicionalmente alternativa, la pantalla 52 luminiscente puede estar constituida por material 50 luminiscente.

15 El material 50 luminiscente está conectado de manera que puede retirarse en el reactor 10, 12 fotoquímico de manera que está separado de la fuente 40 de luz. Un beneficio de esta disposición es que el material 50 luminiscente puede reemplazarse mientras que el resto del reactor 10, 12 fotoquímico todavía puede usarse. Esto puede lograrse reemplazando la pantalla 52 luminiscente que comprende el material luminiscente. Especialmente cuando se usa una lámpara 40 DBD como la fuente 40 de luz, la radiación UV UV1 puede tener una longitud de onda de tan sólo 172 nanómetros lo que representa una energía relativamente alta por fotón. Además, las lámparas 20 40 DBD pueden generar radiación UV UV1 a una eficacia relativamente alta y un flujo relativamente alto. Este flujo relativamente alto junto con la energía relativamente alta por fotón provoca que el material 50 luminiscente se degrade relativamente rápido. Al disponer el material luminiscente de modo que está conectado de manera que puede retirarse en el reactor 10, 12 fotoquímico, el material 50 luminiscente puede reemplazarse sin necesidad de reemplazar el resto del reactor 10, 12 fotoquímico. Por tanto, puede lograrse mantener la eficacia del reactor 10, 12 25 fotoquímico a un nivel predeterminado de manera relativamente fácil reemplazando, por ejemplo, la pantalla 52 luminiscente.

30 En la realización mostrada en la figura 1A, el reactor 10 fotoquímico comprende una cubierta 22 protectora que protege la fuente 40 de luz de entrar en contacto con el fluido que fluye a través del reactor 10 fotoquímico. La cubierta 22 protectora es al menos parcialmente translúcida a la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz y/o es al menos parcialmente translúcida a la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente. La cubierta 22 protectora comprende una pared interna que es una pared de la cubierta 22 protectora que se orienta hacia la fuente 40 de luz. En la realización mostrada en la figura 1A, el material 50 luminiscente está dispuesto en la pared interna de la cubierta 22 protectora. Un beneficio de esta realización es que el material 50 luminiscente no 35 está en contacto directo con el fluido 30 y por tanto no puede contaminarse por el fluido 30. Alternativamente, el material 50 luminiscente puede incrustarse en la cubierta 22 protectora (no mostrada) o puede aplicarse en una pared externa de la cubierta 22 protectora que es una pared de la cubierta 22 protectora que se orienta alejándose de la fuente 40 de luz (no mostrada).

40 En la realización mostrada en la figura 1A, la fuente 40 de luz está dispuesta separada de la cubierta 22 protectora y por tanto separada del material 50 luminiscente. Debido a esta disposición, el material 50 luminiscente y la fuente 40 de luz pueden cambiarse por separado. Esto es muy beneficioso cuando el material 50 luminiscente y la fuente 40 de luz se degradan a una velocidad diferente entre sí. Sólo el material 50 luminiscente degradado (por ejemplo, junto con la cubierta 22 protectora) ha de reemplazarse, o la fuente 40 de luz degradada ha de reemplazarse. 45 Alternativamente, esta disposición puede usarse para seleccionar una fuente 40 de luz específica para que coincida con un material 50 luminiscente específico. Por ejemplo, puede elegirse un material luminiscente porque el material 50 luminiscente emite la radiación UV UV2 adicional que tiene una longitud de onda específica requerida para un procedimiento fotoquímico específico. Sin embargo, la fuente 40 de luz actualmente en uso emite la radiación UV UV1 que no puede convertirse de manera eficaz por el material 50 luminiscente en la radiación UV UV2 adicional. 50 En una situación de este tipo, puede reemplazarse la fuente 40 de luz por una fuente 40 de luz que emite radiación UV UV1 que cumple mejor los requisitos del material 50 luminiscente. Debido a la capacidad de reemplazo por separado tanto del material 50 luminiscente como de la fuente 40 de luz, se mejora la flexibilidad del reactor 10 fotoquímico en uso.

55 En la realización del reactor 12 fotoquímico tal como se muestra en la figura 1B, el material 50 luminiscente está dispuesto en la pantalla 52 luminiscente que está dispuesta al menos parcialmente entre la fuente 40 de luz y la cubierta 22 protectora. La pantalla 52 luminiscente está conectada de manera que puede retirarse en el reactor 12 fotoquímico. Un beneficio de esta disposición es que la pantalla 52 luminiscente puede cambiarse sin cambiar la fuente 40 de luz y sin reemplazar la cubierta 22 protectora. Generalmente, la cubierta 22 protectora define parte del flujo del fluido 30 a través del reactor 12 fotoquímico. Cuando el material 50 luminiscente está dispuesto en la 60 cubierta 22 protectora, la cubierta 22 protectora entera debe reemplazarse para reemplazar el material 50 luminiscente. Debido a este reemplazo debe retirarse el fluido del reactor 10 fotoquímico. Especialmente cuando el reactor 10, 12 fotoquímico está dispuesto para descontaminar el agua, el agua fluirá a través del reactor 10, 12 fotoquímico a una presión relativamente alta. Cuando la cubierta 22 protectora debe reemplazarse, se requiere una llave adicional (no mostrada) para bloquear (temporalmente) el flujo de agua hasta que se reemplace la cubierta 22 protectora que comprende el material 50 luminiscente. En la disposición tal como se muestra en la figura 1B, el 65

reactor 12 fotoquímico comprende una pantalla 52 luminiscente que comprende el material 50 luminiscente. La pantalla 52 luminiscente está dispuesta al menos parcialmente entre la pared interna de la cubierta 22 protectora y la fuente 40 de luz. En esta disposición la pantalla 52 luminiscente puede cambiarse según demanda sin tener que retirar o reemplazar la cubierta 22 protectora. Cuando el reactor 12 fotoquímico se usa para descontaminar el agua, el agua puede permanecer en el reactor 12 fotoquímico a su presión original mientras que la pantalla 52 luminiscente se está reemplazando de manera relativamente fácil.

La figura 2 muestra una vista en sección transversal de una realización adicional del reactor 14 fotoquímico según la invención. El reactor 14 fotoquímico mostrado en la figura 2 comprende además la entrada 24 de fluido y la salida 26 de fluido, una entrada 34 de fluido adicional y una salida 36 de fluido adicional. La entrada 34 de fluido adicional proporciona acceso a un recipiente 21 adicional ubicado sustancialmente entre la fuente 40 de luz y la cubierta 22 protectora. El recipiente 21 adicional puede comprender, en uso, un fluido 35 adicional, o bien que fluye a través del recipiente 21 adicional o bien está ubicado en el recipiente 21 adicional. Este fluido 35 adicional puede ser, por ejemplo, un fluido 35 de refrigeración que fluye entre la fuente 40 de luz y el material 50 luminiscente para enfriar la fuente 40 de luz y/o el material 50 luminiscente.

Alternativamente, el fluido 35 adicional también puede requerir procesamiento fotoquímico, por ejemplo, usando la radiación UV UV1 en lugar de la radiación UV UV2 adicional. La disposición tal como se muestra en la figura 2 permite que dos procedimientos fotoquímicos tengan lugar de manera sustancialmente simultánea, un procedimiento usando la radiación UV UV1 emitida directamente por la fuente 40 de luz y un procedimiento fotoquímico adicional usando la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente y que por tanto requiere radiación UV que tiene una longitud de onda más larga para un procedimiento fotoquímico eficaz. Generalmente, el fluido 35 adicional debe ser al menos parcialmente translúcido a la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz de manera que parte de la radiación UV puede incidir en el material 50 luminiscente para convertirse en la radiación UV adicional.

En la disposición del reactor 14 fotoquímico tal como se muestra en la figura 2, el reactor 14 fotoquímico permite realizar una distinción clara entre la radiación ultravioleta a la que se expone el fluido 30 y aquella a la que se expone el fluido 35 adicional. Por ejemplo, la cubierta 22 protectora puede no ser translúcida a la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz y sólo ser al menos parcialmente translúcida a la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente. En una disposición de este tipo, el fluido 30 sólo se expondrá sustancialmente a la radiación UV UV2 adicional, mientras que el fluido 35 adicional se expone tanto a la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz como a parte de la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente.

La figura 3 muestra una vista en sección transversal de una realización todavía adicional del reactor 16 fotoquímico según la invención. En el reactor 16 fotoquímico mostrado en la figura 3, el fluido 30 y el fluido 30 adicional son el mismo, fluyendo ambos sucesivamente a través del recipiente 20 y el recipiente 21 adicional. El reactor 16 fotoquímico comprende la entrada 24 de fluido a través de la cual el fluido 30 entra en el reactor 16 fotoquímico. Inicialmente el fluido 30 fluye a través del recipiente 20 y se expone a la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente. Normalmente esta radiación UV UV2 adicional tiene una longitud de onda reducida en comparación con la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz y por tanto la energía por fotón es diferente. La radiación UV UV2 adicional puede elegirse para cumplir los requisitos específicos de un primer procedimiento fotoquímico al cual se expone inicialmente el fluido 30. El fluido 30 fluirá posteriormente a través de medios 32 de conexión al recipiente 21 adicional. El recipiente 21 adicional normalmente rodea la fuente 40 de luz y principalmente comprende radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz. La radiación UV emitida por la fuente 40 de luz puede seleccionarse para cumplir los requisitos específicos de un segundo procedimiento fotoquímico al cual se expone posteriormente el fluido. Como el material 50 luminiscente generalmente emite la radiación UV UV2 adicional en todas las direcciones, la radiación UV UV2 adicional también estará presente en el recipiente 22 adicional, permitiendo todavía que tenga lugar el primer procedimiento fotoquímico en el recipiente adicional. Por tanto, cuando se usa el reactor 16 fotoquímico tal como se muestra en la figura 3, un fluido 30 puede exponerse sucesivamente a la radiación UV UV2 adicional y a la radiación UV UV1, permitiendo que se realicen dos procedimientos fotoquímicos sucesivamente en el mismo fluido 30.

Los medios 32 de conexión entre el recipiente 20 y el recipiente 21 adicional pueden formarse por medio de un manguito 32 de conexión entre el recipiente 20 y el recipiente 21 adicional. Alternativamente, los medios de conexión pueden ser un orificio (no mostrado) a través de la cubierta 22 protectora para conectar el recipiente 20 al recipiente 21 adicional. Además la forma del reactor 16 fotoquímico puede ser diferente y puede optimizarse para permitir un flujo eficaz del fluido 30 a través del reactor 16 fotoquímico, por ejemplo, mientras que reduce la caída de presión a través del reactor 16 fotoquímico. Esto puede ser beneficioso, por ejemplo, cuando el reactor 16 fotoquímico se usa para descontaminar el agua. Una caída de presión demasiado grande por el reactor 16 fotoquímico reducirá demasiado la presión de agua, lo que es inconveniente para el suministro de agua después que el agua haya abandonado el reactor 16 fotoquímico.

La figura 4 muestra un sistema 100 de procesamiento fotoquímico según la invención. El sistema 100 de procesamiento fotoquímico comprende el reactor 10 fotoquímico tal como se muestra en la figura 1A. El sistema 100 de procesamiento fotoquímico comprende además un procesador 110. El procesador 110 puede conectarse a la

fente 40 de luz para controlar una intensidad de la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz. El procesador 110 puede conectarse a una bomba 110 para controlar una velocidad a la que el fluido 30 fluye a través del reactor 10 fotoquímico. El procesador 110 también puede conectarse a un primer sensor 120 que detecta, por ejemplo, un nivel de contaminación del fluido 30 antes de que el fluido 30 entre en el reactor 10 fotoquímico y a un segundo sensor 125 que detecta, por ejemplo, un nivel de contaminación del fluido 30 después de que el fluido 30 se haya expuesto al procedimiento fotoquímico. Usando la intensidad de la radiación UV UV1, y/o la velocidad de flujo del fluido 30, el procesador 110 puede, por ejemplo, monitorizar constantemente la calidad de descontaminación del fluido 30 y puede usar estos parámetros para influir en la descontaminación. Cuando, por ejemplo, la eficacia del material 50 luminiscente disminuye, la descontaminación del fluido 30 se reduce. Cuando se mide esto por el procesador 110, el procesador 110 puede reducir la velocidad de flujo del fluido 30 para garantizar un nivel de descontaminación predefinido. Alternativamente, cuando la contaminación del fluido 30 cambia a lo largo del tiempo, el procesador 110 puede detectar esto y puede adaptar la intensidad de iluminación de la fuente 40 de luz y/o puede adaptar la velocidad de flujo del fluido para proporcionar todavía la descontaminación requerida.

Alternativamente, otros medios de control (no mostrados) pueden estar presentes para influir en el procedimiento fotoquímico del sistema 100 de procesamiento fotoquímico. Por ejemplo, la velocidad de flujo del fluido 30 puede controlarse por una válvula de presión (no mostrada) que puede usarse para reducir el flujo del fluido 30 cuando se requiere. Además, otros sensores (no mostrados) pueden estar presentes para detectar la contaminación del fluido 30, o para detectar la eficacia del reactor 10 fotoquímico, o para detectar la intensidad de la radiación UV UV1 emitida por la fuente 40 de luz, o para detectar la intensidad de la radiación UV UV2 adicional emitida por el material 50 luminiscente.

Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en vez de limitar la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no debe interpretarse como limitativo de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas además de los indicados en una reivindicación. El artículo "un" o "una" delante de un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. La invención puede implementarse por medio de hardware que comprende varios elementos distintos. En la reivindicación del dispositivo que indica varios medios, varios de estos medios pueden realizarse mediante un mismo elemento de hardware. El simple hecho de que se mencionen ciertas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no pueda usarse una combinación de esas medidas de manera ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico para un fluido (30), comprendiendo el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico:
- 5 un recipiente (20) que comprende el fluido (30),
una fuente (40) de luz para generar radiación UV (UV1) y emitirla hacia el fluido (30), y
10 un material (50) luminiscente dispuesto al menos parcialmente entre la fuente (40) de luz y el fluido (30) para convertir al menos parte de la radiación UV (UV1) emitida por la fuente (40) de luz en radiación UV (UV2) adicional que tiene una longitud de onda aumentada en comparación con la radiación UV (UV1),
15 estando el material (50) luminiscente conectado de manera que puede retirarse en el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico y separado de la fuente (40) de luz.
2. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según la reivindicación 1, en el que la fuente (40) de luz está conectada de manera que puede retirarse en el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico y separada del material (50) luminiscente.
3. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según la reivindicación 1 ó 2, comprendiendo el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico una pantalla (22, 52) luminiscente que comprende el material (50) luminiscente.
4. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según la reivindicación 1 ó 2, en el que un fluido (30, 35) adicional puede fluir entre la fuente (40) de luz y el material (50) luminiscente.
5. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según la reivindicación 3, en el que el fluido (30) adicional es idéntico al fluido (30).
6. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el fluido (30) fluye a través del reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico.
7. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente (40) de luz es una lámpara (40) de descarga de barrera dieléctrica.
8. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente (40) de luz está dispuesta en una cubierta (22) protectora que tiene una pared al menos parcialmente transparente a radiación UV (UV1), estando el material (50) luminiscente dispuesto en la pared de la cubierta (22) protectora.
9. Reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la radiación UV (UV1) comprende una longitud de onda por debajo de 200 nanómetros y en el que la radiación UV (UV2) adicional comprende una longitud de onda por debajo de 300 nanómetros.
10. Sistema (10) de procesamiento fotoquímico para procesar de manera fotoquímica la contaminación en un fluido (30), comprendiendo el sistema (10) de procesamiento fotoquímico el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico según las reivindicaciones 1 a 9 y que comprende un procesador (110) para controlar una intensidad de la luz emitida por la fuente (40) de luz y/o para controlar una velocidad a la que el fluido (30) fluye a través del reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico y/o para analizar el nivel de contaminación del fluido (30) antes y/o después del procesamiento en el reactor (10, 12, 14, 16) fotoquímico.

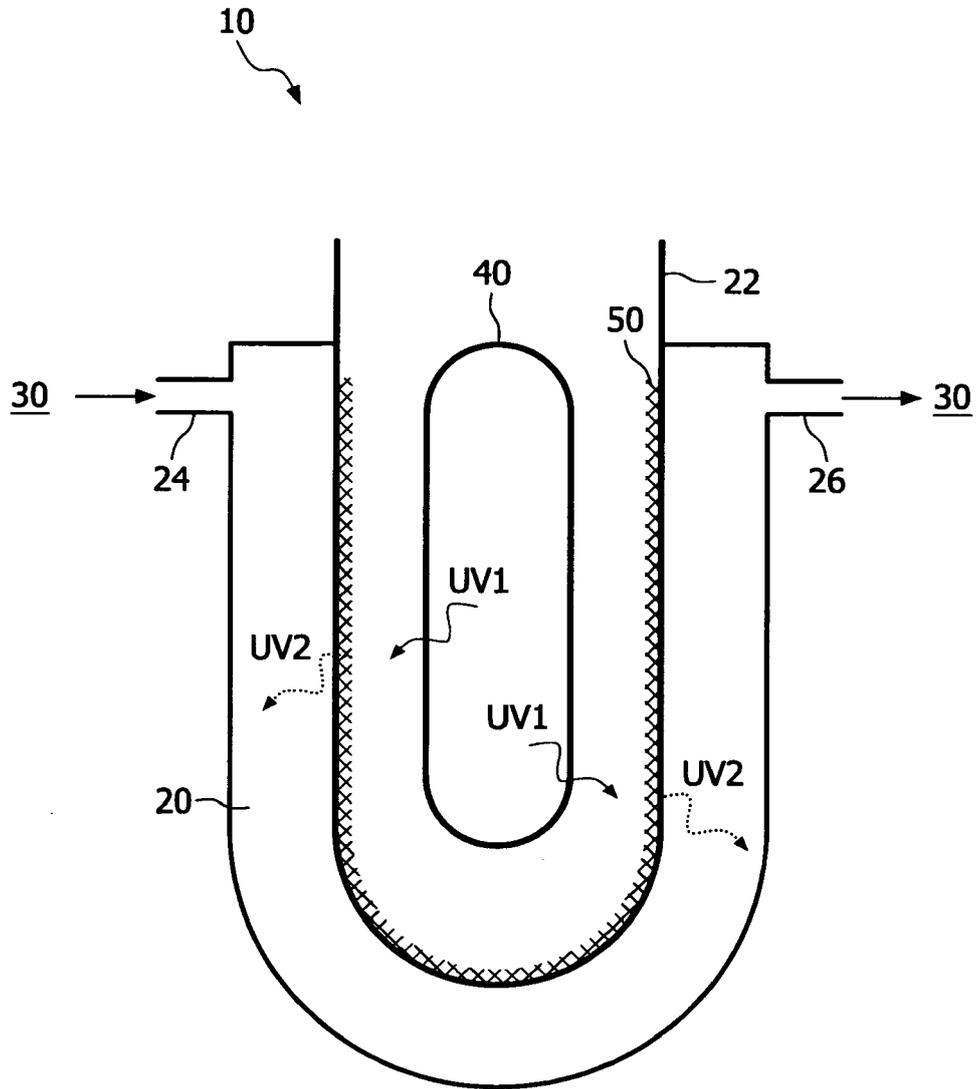


FIG. 1A

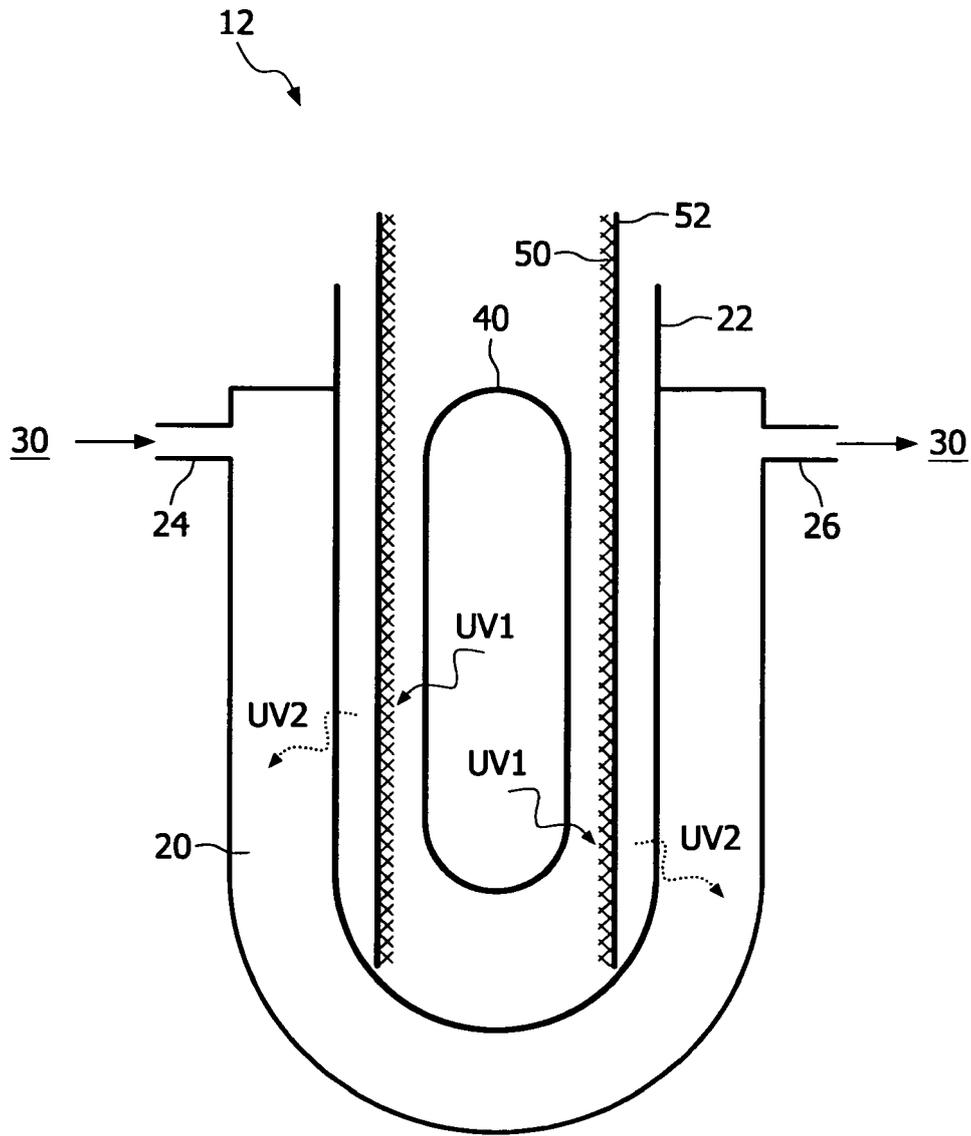


FIG. 1B

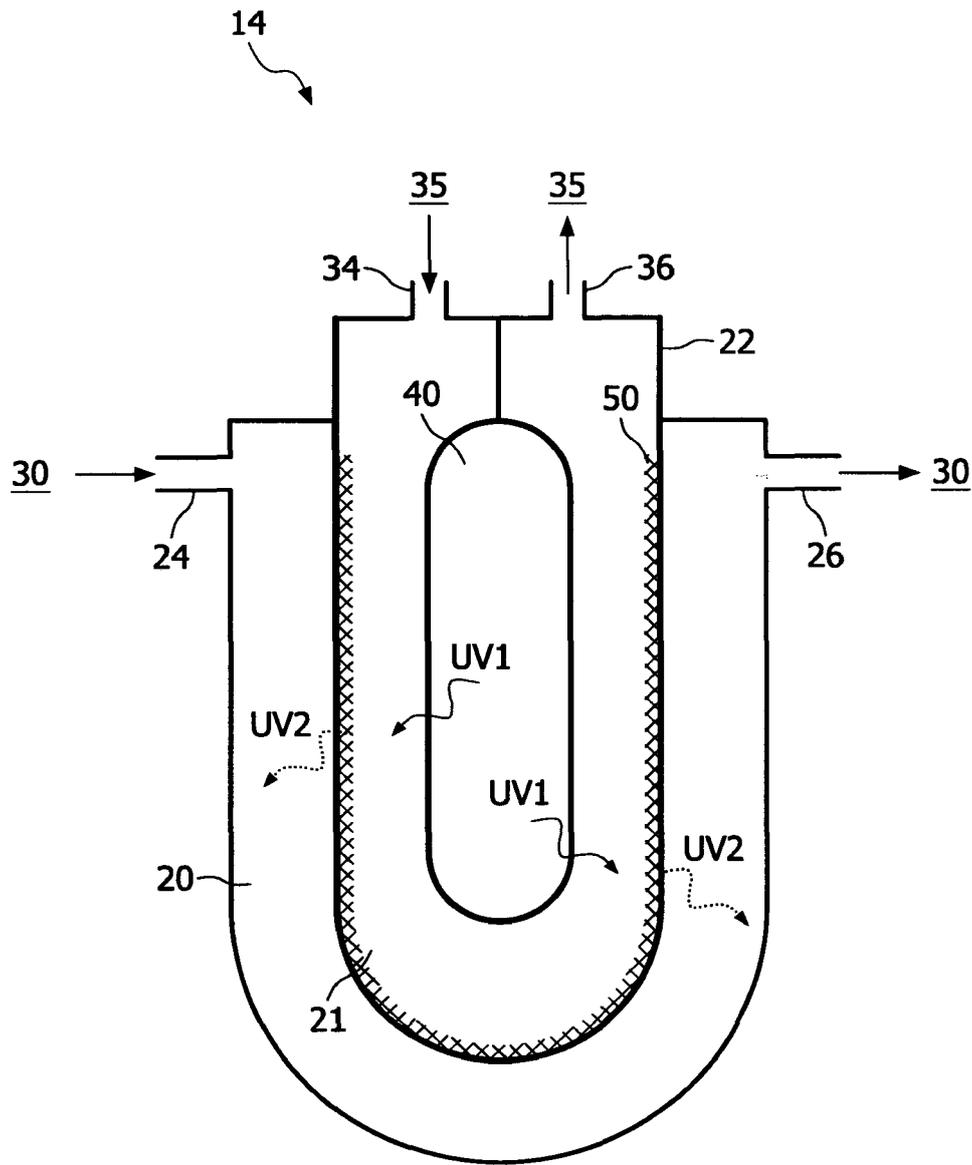


FIG. 2

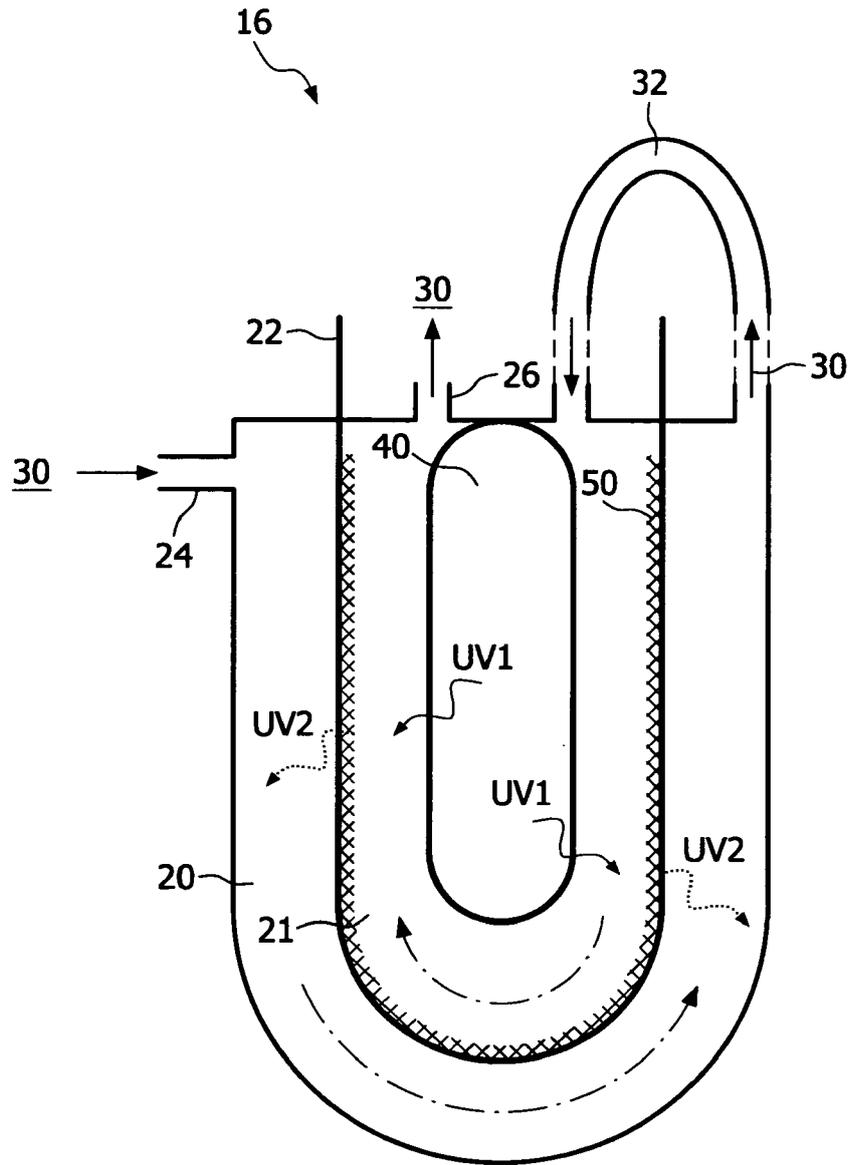


FIG. 3

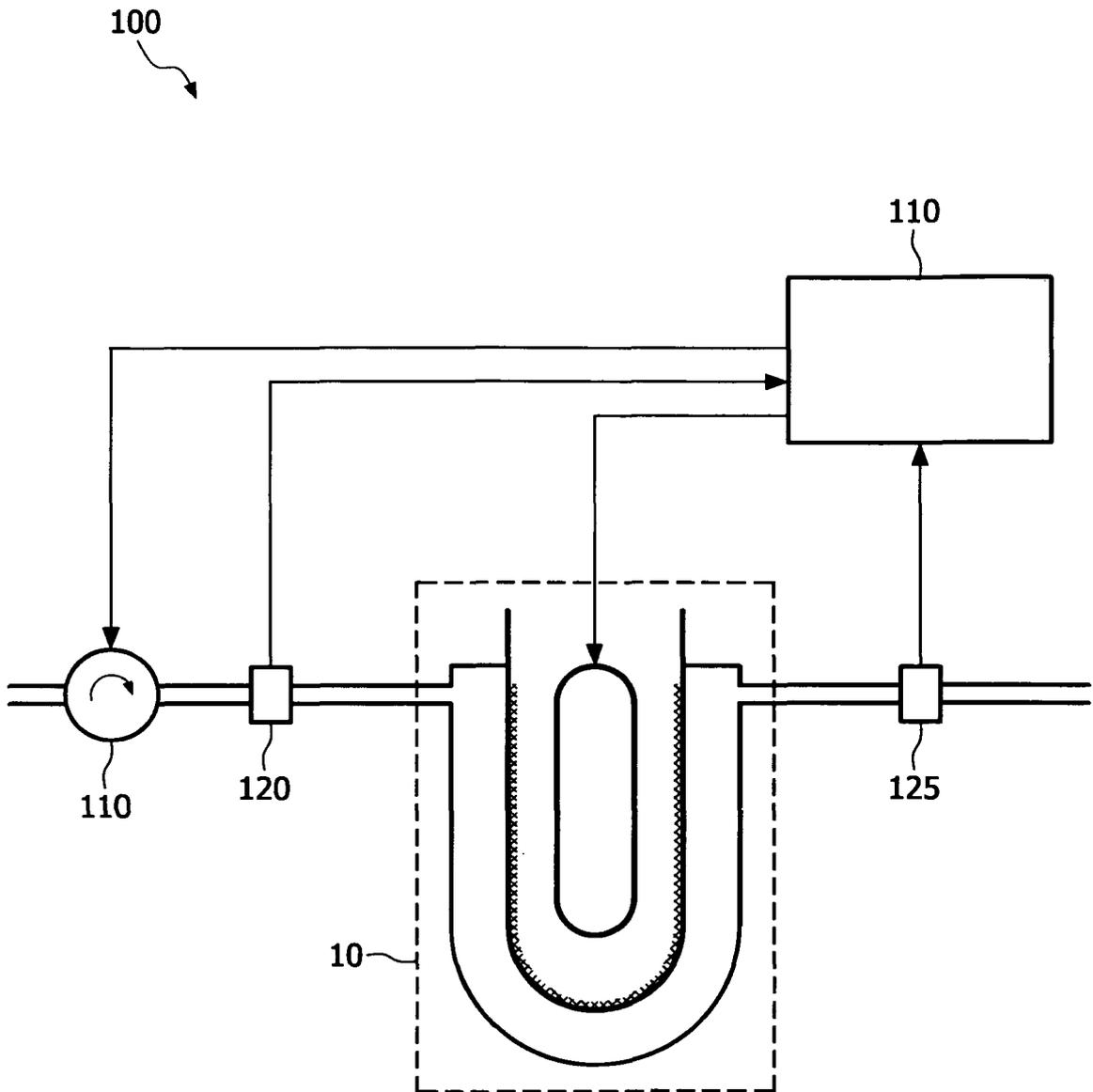


FIG. 4