

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 299**

51 Int. Cl.:

A61L 2/10 (2006.01)

C02F 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06801427 .3**

96 Fecha de presentación: **11.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1938085**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Cámara de tratamiento de luz ultravioleta**

30 Prioridad:
31.08.2005 US 217772

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.10.2012

73 Titular/es:
**Ultraviolet Sciences, Inc.
5893 Oberlin Drive, Suite 104
San Diego, CA 92121 , US**

72 Inventor/es:
COOPER, James, Randall

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 388 299 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

Cámara de tratamiento de luz ultravioleta.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION**Campo de la invención**

- 5 Esta invención se refiere de manera general a métodos y aparatos para el tratamiento de líquidos y gases utilizando radiación ultravioleta.

Discusión de la técnica relacionada

- 10 Existe una necesidad particular de métodos y aparatos útiles para esterilizar y/o reducir la contaminación en líquidos y gases, tales como los suministros de agua potable municipales, sistemas de agua ultra-pura para procesos industriales y la industria farmacéutica, agua y reactivos para uso en experimentación, gases utilizados en esterilizar habitaciones y similares. Tales métodos y aparatos se pueden utilizar ventajosamente para reducir o eliminar la necesidad de aerosoles químicos, conservantes químicos, microfiltración y materiales y procesos similares para esterilizar líquidos y/o gases.

- 15 Se han descrito aparatos para irradiar medios mediante una radiación ultravioleta exterior a un cuerpo tubular, tales como los de la patente de Estados Unidos número 4,948,980. La patente de Estados Unidos número 4,948,980 incluye un aparato consistente en un cuerpo tubular a través del cual fluye un medio a irradiar, y al menos dos fuentes de radiación ultravioleta con reflectores instalados exteriormente al cuerpo tubular y que tienen ejes paralelos. El aparato descrito en la patente de Estados Unidos número 4,948,980 dispone de reflectores especulares para controlar la uniformidad del patrón de luz suministrado por las lámparas.

- 20 Las fuentes lámparas son relativamente planas y están alineadas en sus bordes dentro del reflector especular con el fin de minimizar los efectos ópticos en el reflector. La patente de Estados Unidos número 4,948,980 no contempla la utilización de un reflector difuso de alta reflectividad para tratar un líquido o un gas con una sección transversal de baja absorción, ni prevé la patente un gran incremento de la dosis suministrada a un objetivo a medida que la reflectividad neta de la totalidad de la cámara se aproxima al 100 por cien.

- 25 Otras publicaciones anteriores que muestran la utilización de una fuente de radiación ultravioleta para irradiar un flujo pasante de un líquido acuoso se pueden encontrar en WO 00/78681 y 99/50183, US-A-4769131 y 4871559 y DE-A1-19617467.

- 30 La publicación de la patente de Estados Unidos número 2004/0166018 describe una cámara ultravioleta de esterilización de aire que comprende en el interior superficies que tienen un comportamiento reflectante difuso. La cámara de esterilización incluye una abertura de entrada y una abertura de salida para que fluya el aire a través de la cámara y una fuente de radiación que emite radiación ultravioleta. La publicación de la patente de Estados Unidos número 2004/0166018 no trata de aumentar el volumen de contención transparente o translúcido comparado con el volumen total de la cámara para maximizar el rendimiento del aparato.

- 35 En la patente de Estados Unidos número 6,228,332 se utiliza radiación poli-cromática de impulsos de amplio espectro de alta intensidad y corta duración, para tratar agua para la desactivación de microorganismos. Como se describe en la patente de Estados Unidos número 6,228,332, la desactivación de microorganismos en el agua consiste en irradiar el agua con por lo menos una radiación poli-cromática de impulsos de amplio espectro de alta intensidad y corta duración. El sistema incluye un alojamiento estanco que tiene un orificio de entrada y un orificio de salida para el flujo de agua. Se dispone en el interior del alojamiento estanco una fuente de radiación tubular para la desactivación de microorganismos y una pantalla deflectora tubular para conducir el flujo de agua. El agua entra por el orificio de entrada y fluye entre el alojamiento estanco y la pantalla deflectora tubular en una dirección, alrededor del extremo de la pantalla tubular, y vuelve a través del centro de la pantalla deflectora tubular en una segunda dirección saliendo por el orificio de salida. En este caso, el agua fluye alrededor de la fuente de radiación tubular que proporciona por lo menos una radiación poli-cromática de impulsos de amplio espectro de alta intensidad y corta duración. Sin embargo, en la patente de Estados Unidos número 6,228,332 no se describe la utilización de una superficie reflectante brillante y que envuelve básicamente la cámara de tratamiento para lograr la máxima eficacia en el tratamiento de un líquido o gas objetivo.

La presente invención se dirige a lo descrito anteriormente y a otras necesidades.

Resumen de la invención

- 50 La presente invención se refiere de manera general a un aparato que define una cámara para el tratamiento de líquidos y gases utilizando radiación ultravioleta. Esto se define en las reivindicaciones independientes más adelante. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características opcionales y realizaciones preferentes.

El aparato comprende una cámara que está envuelta por lo menos en un 80 por ciento, una lámpara ultravioleta contenida en el interior de la cámara, un tubo transmisor de ultravioleta que discurre a través de la cámara para el

paso de un líquido o un gas a través del mismo y un revestimiento o forro de material reflectante en el interior de la cámara, en la que el material es por lo menos un 80 por ciento reflectante.

En una realización, la incidencia de la irradiación ultravioleta en el líquido o gas está en el intervalo de aproximadamente 0.01 W/cm^2 y 20 W/cm^2 .

5 En una realización, el material reflectante puede ser un reflector, tal como un reflector difuso o un reflector especular, que puede extenderse a una distancia más allá de la parte activa de la lámpara ultravioleta. El material reflector puede ser cualquiera de entre poli-tetra-flúor-etileno (PTFE), poli-tetra-flúor-etileno expandido (PTFEe), u otros plásticos similares; o aluminio revestido, anodizado o pulido.

10 En otra realización el material reflectante es un recubrimiento sobre el interior de la cámara, en el que el recubrimiento reflectante puede ser una mezcla de aglutinante y uno o más aditivos reflectantes tales como sulfato de bario, fluoruro magnésico, óxido de magnesio, óxido de aluminio, óxido de titanio, óxido de holmio, óxido de calcio, óxido de lantano, óxido de germanio, óxido de telurio, óxido de europio, óxido de erbio, óxido de neodimio, óxido de samario, óxido de iterbio, óxido de circonio, u otros óxidos cualesquiera, u otro material reflectante que se pueda depositar como una capa para producir una superficie de alta reflectividad.

15 La cámara puede tener un orificio de entrada y/o de salida para el tubo transmisivo ultravioleta para entrar y/o salir de la cámara. Los orificios de entrada y/o salida se pueden configurar en una vía con forma de serpentina.

Breve descripción de los dibujos

20 Se hará evidente lo mencionado anteriormente y otros objetivos y características de la presente invención y la manera de alcanzarlos, y se entenderán mejor las presentes realizaciones ellas mismas por medio de la referencia a la siguiente descripción en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de una cámara;

la figura 2 es un dibujo de una sección transversal axial de una cámara de tratamiento;

la figura 3 es una ilustración de una sección transversal longitudinal de una cámara que tiene una vía de flujo libre; y

25 la figura 4 es un dibujo de una sección transversal longitudinal de una parte de una realización que tiene pantallas reflectantes de radiación en la vía de flujo, de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

30 Lo que sigue a continuación es una descripción que incluye la mejor forma contemplada actualmente para la práctica de la invención. Esta descripción no se debe tomar en sentido limitativo, sino que se hace meramente con el propósito de describir los principios generales de la invención. El alcance de la invención se debería comprobar con referencia a las reivindicaciones que siguen.

35 El aparato descrito en la presente memoria proporciona una gran reducción del total de la potencia ultravioleta necesaria para tratar un líquido o gas objetivo a un nivel de dosis especificado. Esto se consigue confinando el objetivo y la fuente de radiación ultravioleta en el interior de una cámara que tiene paredes con un forro o revestimiento de una reflectividad extremadamente alta y minimizando el tamaño y el número de aberturas en la pared de la cámara y superficies absorbentes en el interior de la cámara. El diseño de la cámara permite incrementar la deposición de fotones ocasionando la mejora de la eficacia de la radiación ultravioleta. Se consiguen sinergias combinando ambos criterios porque la dosis suministrada al objetivo crece exponencialmente con la reflectividad de la pared de la cámara y con el acercamiento al 100 por cien del porcentaje de envoltura de la cámara. El efecto resultante de las sinergias es más eficiente que la suma individual de los efectos de cada uno de los criterios. Por ejemplo, una cámara completamente cerrada con el 99% de paredes reflectantes suministrará al objetivo 10 veces la dosis que suministrará una cámara idéntica con el 90% de paredes reflectantes.

45 El tratamiento de un líquido o un gas en el interior de un tubo transmisivo para separar el líquido o el gas de las paredes de la cámara tiene ventajas. Se podría introducir un tubo de esta clase en la cámara descrita anteriormente. Con el fin de maximizar la dosis suministrada al objetivo en el interior del tubo transmisivo y al medio transmisivo que transporta el objetivo en el interior del tubo, el tubo transmisivo debería confinar la mayor parte posible del volumen de la cámara. Esto minimiza la cantidad de radiación que se refleja entre las paredes sin pasar a través del tubo transmisivo y hacia el área objetivo.

50 La radiación ultravioleta, que tiene una longitud de onda más corta que la radiación visible, se considera a partir de longitudes de onda que miden entre 10 y 400 nm, que corresponden generalmente a frecuencias entre $7,5 \times 10^{14}$ y 3×10^{16} Hz. En el espectro electromagnético, la radiación ultravioleta tiene longitudes de onda menores que la radiación violeta en el espectro visible y longitudes de onda mayores que los rayos X. La radiación ultravioleta se divide en tres categorías, ultravioleta cercano (NUV), que está muy próximo a la radiación visible y que tiene longitudes de onda desde 400 a 100 nm; ultravioleta lejano (FUV) localizado después del NUV y que tiene longitudes de onda desde 300 a 200 nm; y ultravioleta extremo (EUV) que se localiza después del FUV y antes de los rayos X y

tiene longitudes de onda desde 200 a 100 nm. La radiación ultravioleta se divide también, en base a los efectos biológicos, en bandas UV-A onda larga (400 a 315 nm), UV-B onda media (318 a 280 nm) y UV-C onda corta (280 a 100 nm) que no se corresponden de forma directa con las designaciones anteriormente mencionadas.

5 Aunque la mayor parte de los procesos de irradiación ultravioleta pueden ocurrir cuando están estimulados por fotones UV con longitudes de onda mayores de 200 nm, en algunas aplicaciones utilizan radiación por debajo de 200 nm para aumentar la velocidad de los procesos. En este régimen, la eficiencia de la mayor parte de las fuentes de radiación es relativamente baja. Esta baja eficiencia conduce aún más a la necesidad de un sistema eficiente de suministro de fotones UV a su objetivo deseado.

10 De forma general, se describen a continuación en la presente memoria métodos y aparatos para el tratamiento de líquidos y gases utilizando radiación ultravioleta. Aunque la siguiente descripción se dirige específicamente al tratamiento de materiales líquidos y gaseosos, debe entenderse que el aparato de la presente realización se puede adaptar fácilmente para el tratamiento de materiales sólidos tales como partículas en suspensión o emulsiones, productos alimenticios, instrumental quirúrgico y similares. Por ejemplo, la cámara de tratamiento se puede adaptar para eliminar el material de tubería y los orificios de entrada y salida y reemplazarlos por una cavidad para colocar el material sólido. Esta disposición puede hacer que la cámara de tratamiento quede completamente o casi completamente cerrada. Además de los materiales sólidos, se pueden tratar líquidos y gases puestos en un contenedor, tales como viales de reactivos, bolsas de sangre y sus componentes, y otros líquidos y gases preenvasados, utilizando un aparato ligeramente modificado.

20 La radiación ultravioleta es útil para desactivar o matar microorganismos incluyendo bacterias, virus, hongos, esporas de moho, protozoos y materiales biológicos similares. La desactivación se produce cuando la radiación ultravioleta altera o muta moléculas biológicas como los ácidos nucleicos, es decir el ácido desoxirribonucleico (ADN) y/o el ácido ribonucleico (ARN) y proteínas, por ejemplo enzimas. Cuando el ADN natural se expone a un nivel suficiente de radiación ultravioleta, se producen mutaciones en el material genético. Las mutaciones más comunes son las 5, 6-ciclo-butil-di-pirimidinas, dímeros de pirimidina, aductos de pirimidina, hidratos de pirimidina y reticulaciones de ADN-proteína. El daño directo a la proteína es menos común pero el daño indirecto de otras moléculas biológicas vía proteínas que absorben longitudes de onda mayores de 290 nm es especialmente relevante; las proteínas absorbentes a estas longitudes de onda contienen generalmente triptófano y tirosina. En presencia de oxígeno, se produce una transferencia de energía desde un estado triplete excitado de triptófano a oxígeno produciendo un singlete de oxígeno. Por tanto, el triptófano en la proteína actúa como un fotosensibilizador endógeno en el intervalo de longitud de onda UVB produciendo un radical libre de oxígeno, que reacciona con proteínas, lípidos insaturados y bases en ácidos nucleicos. En cualquier caso la radiación ultravioleta fomenta la generación de singlete de oxígeno y radicales libres hidroxilo que pueden causar daños a las proteínas celulares, lípidos y carbohidratos.

35 Los microorganismos de membrana se desactivan o matan cuando la radiación ultravioleta penetra en la membrana del organismo y altera su material genético y, en menor medida, las proteínas (por ejemplo enzimas). En los casos en los que un organismo ha sufrido daños en moléculas biológicas significativos, el microorganismo puede morir. En los casos en los que el material genético y/o proteínico ha sido alterado, pero quizás no completamente destruido, el microorganismo ya no puede ser capaz de reproducirse. Sin la capacidad de reproducirse, junto con la corta esperanza de vida de la mayoría de los microorganismos, el tamaño de la población disminuirá rápidamente en el material tratado con radiación ultravioleta.

45 En el caso de virus, la radiación ultravioleta produce mutación del material genético de manera que el virus ya no es capaz de infectar células huésped y/o multiplicarse dentro de un organismo huésped utilizando la maquinaria celular del huésped. La dosis de UV para desactivar bacterias típicas como *Enterobacterias cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium A*, *Vibrio cholerae* y *Escherischia coli* está entre 20 y 30 mJ/cm². Para bacterias formadoras de esporas como el *Bacillus subtilis* en estado esporulado, la dosis es más alta, normalmente por lo menos 60 mJ/cm². La desactivación de virus tales como el de la polio y el rotavirus requieren una dosis entre 30 y 40 mJ/cm², pero otros virus pueden requerir dosis más altas. Protozoos tales como el *Cryptosporidium parvum* y *Giardia muris* se han matado con dosis tan bajas como 10 mJ/cm² (Manual de Aplicaciones Ultravioleta, 2ª edición, James R. Bolton, Bolton Photosciences, Inc., 2001, p. 37).

50 La radiación ultravioleta también se utiliza para descomponer productos químicos, especialmente productos químicos orgánicos, en componentes que son más seguros o que pueden ser más fácilmente eliminados mediante filtros de carbón activo, lechos de resinas u ósmosis inversa, cualquiera de los cuales tiene características que pueden ser utilizadas en conjunción con el aparato y los métodos descritos en la presente memoria. Esta descomposición es el resultado de la absorción directa de fotones o la descomposición mediante radicales OH⁻ que se producen en las proximidades de las moléculas químicas por la interacción de la radiación ultravioleta con moléculas de agua u otras posibles fuentes de radicales OH⁻.

Se presenta a continuación una tabla de longitudes de onda de disociación y la longitud de onda máxima que puede causar esta disociación de los enlaces químicos comunes en sustancias orgánicas.

Energía de disociación en enlaces entre átomos en sustancias inorgánicas		
Enlace químico	Energía de disociación(UV dosis [kcal/gmol])	Máxima longitud de onda para disociación (nm)
C-C	82.6	346.1
C=C	14.5	196.1
C≡C	199.6	143.2
C-Cl	81.0	353.0
C-F	116.0	246.5
C-H	98.7	289.7
C-N	72.8	392.7
C=N	147.0	194.5
C≡N	212.6	134.5
C-O	85.5	334.4
C=O (aldehidos)	176.0	162.4
C=O (cetonas)	179.0	159.7
C-S	65.0	439.9
C=S	166.0	172.2
H-H	104.2	274.4
N-N	52.0	549.8
N=N	60.0	476.5
N≡N	226.0	126.6
N-H (NH)	85.0	336.4
N-H (NH3)	102.2	280.3
N-O	48.0	595.6
N=O	162.0	176.5
O-O(O ₂)	119.1	240.1
-O-O-	47.0	608.3
O-H agua	117.5	243.3
S-H	83.0	344.5
S-N	115.2	248.6
S-O	119.0	240.3

5 Fuente: "La aplicación de tecnología UV en el tratamiento del agua farmacéutico," Bakthisaran, S., Revista Europea de Ciencias Parenterales, 3 (4), págs. 97-102, 1998.

10 Volviendo a la figura 1, se describe una representación de una cámara de tratamiento. Se muestran una cámara 100 (también cámara de multiplicar el flujo), una lámpara 102 ultravioleta, un tubo 104 transmisor ultravioleta, un líquido 106, un material 108 reflectante a la radiación y un tubo 110 transmisor opcional (o manguito de la lámpara). La cámara 100 contiene una lámpara 102 ultravioleta y un tubo 104 transmisor a la radiación. La lámpara 102 ultravioleta se puede envolver mediante el tubo 110 transmisor opcional. La cámara 100 se puede revestir o cubrir o forrar con un material 108 reflectante a la radiación, como se muestra en la figura 1. La lámpara 102 ultravioleta se puede localizar en una posición físicamente separada, como se muestra en la figura 1, del tubo 104 transmisor ultravioleta. El tubo 104 transmisor a la radiación discurre a través de la cámara 100 en la que se expone a la radiación ultravioleta suministrada por la lámpara 102 ultravioleta. El tubo 104 puede transportar cualquier tipo de líquido 106 o gas, incluyendo por ejemplo, agua, aire, reactivos experimentales, componentes de la sangre (por ejemplo glóbulos rojos, glóbulos blancos, plasma) bebidas para el consumo y similares. Por lo tanto, a medida que el líquido 106 pasa a través del tubo 104 transmisor ultravioleta, el líquido 106 se expone a fotones ultravioleta adecuados para esterilizar el líquido 106.

20 La cámara 100 de la figura 1 tiene un orificio de entrada y uno de salida (no mostrados) para que un tubo 104 transmisor ultravioleta pase a través de la cámara 100. Sin embargo, los orificios de entrada y salida se conforman

- de tal manera que la cámara 100 se presente tan básicamente cerrada como sea posible. Por ejemplo, los agujeros de entrada y/o salida pueden utilizar codos, serpentines u otros pasos con forma de serpentina para flujo de gas y/o líquido para aumentar la envolvente de la cámara. Para una mejora adicional de la envolvente, el paso del flujo se puede constreñir a un diámetro más pequeño y/o el reflector se puede extender a una distancia más allá de la zona en la cual se introduce la radiación. Adicionalmente, se incorporan pantallas en el aparato para optimizar la ocultación de la cámara. En cualquier caso, cualquier número y combinación de las técnicas y dispositivos anteriormente mencionados se pueden utilizar para aumentar el recubrimiento de la cámara. Como se describe de nuevo a continuación, el aparato alcanza la máxima eficiencia cuando la cámara 100 se acerca al 100 por cien de recubrimiento y el material reflectante se acerca al 100 por cien de reflectividad.
- 5 Aunque la cámara 100 representada en la figura 1 está cubierta con un material 108 reflectante, se entiende que se puede utilizar cualquier tipo de material reflectante o aparato. Por ejemplo, el material 108 reflectante que puede cubrir el interior de la cámara 100 puede ser cualquiera de entre poli-tetra-flúor-etileno (PTFE), poli-tetra-flúor-etileno expandido (PTFEe) u otros plásticos similares; o aluminio cubierto, anodizado o pulido. En otra realización, el material 108 reflectante puede ser un reflector tal como un reflector difuso o un reflector especular. Cualquier tipo de reflector especular, de cualquier tipo de forma, se puede utilizar en la presente realización. De cualquier forma, el material 108 reflectante debe tener un nivel alto de reflectividad. En una realización, el nivel de reflectividad del material 108 reflectante está en el intervalo del 80 por ciento al 100 por cien, y más preferiblemente, del 90 por ciento al 100 por cien.
- 10 Aunque el porcentaje exacto de reflectividad se puede cambiar dependiendo de las necesidades particulares de un aparato, se debe entender que cuanto mayor sea la reflectividad, mayor es la eficiencia de la cámara de tratamiento. Por ejemplo, una cámara completamente cerrada que comprenda un material con un 90 por ciento de reflectividad comparada con una cámara completamente cerrada que comprenda un material reflectante con un 99 por ciento de reflectividad tendrá una dosis más baja sobre el objetivo. Asumiendo que el objetivo del ejemplo y las paredes son los únicos absorbedores en la cámara, un fotón se reflejará de promedio en vaivén 10 veces más en la cámara reflectante de un 99 por ciento que en la cámara reflectante de un 90 por ciento, antes de ser absorbido por el material reflectante. Por lo tanto, los fotones tienen 10 veces más probabilidades de ser absorbidos por el objetivo en una cámara reflectante de un 99 por ciento que en una cámara reflectante de un 90 por ciento cuando la cámara está completamente cerrada. Por tanto, la cámara reflectante de un 99 por ciento proporciona 10 veces la dosis de radiación ultravioleta sobre el objetivo de la cámara reflectante de un 90 por ciento.
- 15
- 20
- 25
- 30 Similarmente, una cámara cerrada en un 99 por ciento proporcionará una mayor dosis de radiación ultravioleta sobre un objetivo que una cámara cerrada en un 90 por ciento. En una cámara menos cerrada, los fotones tienen más probabilidades de reflejarse fuera de la cámara, reduciéndose por lo tanto la probabilidad de que los fotones sean absorbidos por el objetivo. A modo de ejemplo, la dosificación de radiación ultravioleta proporcionada finalmente por el tratamiento a un material objetivo es inversamente proporcional a la absorbancia por lo que la reflectividad de los componentes del aparato y la proporción de cerramiento de la cámara afectan a la absorbancia.
- 35
- La lámpara 102 ultravioleta puede ser de cualquier tipo adecuada para proporcionar radiación ultravioleta. Por ejemplo, se pueden utilizar en la presente realización lámparas de mercurio de baja presión, lámparas de mercurio de media presión, lámparas excímer, lámparas de destellos con xenón y otras mezclas de relleno, y las lámparas accionadas por microondas. La lámpara ultravioleta proporciona al menos una longitud de onda menor que 400 nm a un objetivo para la desactivación o muerte de materiales biológicos del mismo. La lámpara 102 ultravioleta se puede encerrar por medio del tubo 110 transmisor opcional, lo que permite a un técnico cambiar la lámpara sin abrir la cámara principal. Este tubo es opcional y se puede aplicar en la presente realización por facilidad de operación; sin embargo, la presente realización funcionará con el manguito 110 de la lámpara.
- 40
- El tubo 104 transmisor ultravioleta puede ser de cualquier material que sea básicamente transmisor a la radiación ultravioleta. Para alcanzar la máxima eficiencia de la cámara de tratamiento, es preferible para un material de tubo transmisor ultravioleta acercarse lo más posible al 100 por cien de transmisividad. En los casos en que no es posible el 100 por cien de transmisividad, los materiales tales como sílice fundida (Heraeus Heralux, GE Cuarzo Supersil), sílice dosificada con flúor (Asahi Glass AQX) y zafiro (zafiro Saphikon EFG), que tienen por lo general una transmisividad por encima del 80 por ciento con longitudes de onda por debajo de 300 nm, son adecuados.
- 45
- La figura 2 es un dibujo de la sección transversal de una cámara de tratamiento. La cámara de tratamiento consta de una cámara 200, una lámpara 202 ultravioleta, un tubo 204 transmisor ultravioleta, un líquido 206 y un material 208 reflectante a la radiación. Esta cámara es funcionalmente la misma que la de la figura 1. Esta cámara maximiza el diseño de la parte del volumen total de la cámara que se llena mediante el líquido 206. Esto asegura que la radiación emplea la mayor parte de su tiempo entre las reflexiones dentro del líquido que contiene las moléculas u organismos objetivo. Esto aumenta la cantidad de radiación depositada en el objetivo comparada con los diseños en los que el volumen objetivo no es una mayor parte del total del volumen de la cámara de tratamiento.
- 50
- 55
- Volviendo ahora a la figura 3, una ilustración de una vía de flujo libre representa una parte de la sección transversal longitudinal de la misma cámara. Los componentes mostrados en esta representación son una cámara 300, una lámpara 302 ultravioleta, un tubo 304 transmisor ultravioleta, un líquido 306 y un material 308 reflectante a la radiación. La característica importante mostrada en este dibujo es que la cámara 300, el tubo 304 transmisor
- 60

5 ultravioleta y el reflector 308 son de una forma tal que el reflector 308 y el tubo 304 transmisor ultravioleta se extienden a lo largo del eje longitudinal mucho más allá de los extremos de la parte activa de la lámpara 302 ultravioleta. La extensión del reflector 308 y del tubo 304 transmisor ultravioleta sirve para redirigir la radiación que encuentra su camino fuera del volumen de la cámara que contiene la parte activa de la lámpara 302 ultravioleta de nuevo hacia el líquido 306. Es posible calcular la pérdida de radiación en una estructura como esta comparada con un simple agujero en la pared. Para un reflector especular, un simple trazador de rayos sería suficiente para cuantificar la pérdida. Para un reflector difuso el problema es más complicado. La radiación de la mayor parte de los reflectores difusos se dispersa según un patrón de Lambert. Esto es un beneficio, ya que tiende a reflejar más radiación de nuevo hacia la abertura de la cual procede que un reflector especular, pero incrementa el tiempo de cálculo en órdenes de magnitud. La mejor práctica es hacer la extensión tan larga como sea razonable.

10 La figura 4 ilustra una sección transversal de una cámara similar a la de la figura 3. Se muestran una cámara 400, una lámpara 402 ultravioleta, un tubo 404 transmisor ultravioleta, un líquido 406, y un material 408 reflectante a la radiación y pantallas 410 que reflejan la radiación instaladas en el extremo de las extensiones del tubo 404 transmisor ultravioleta y del material 408 reflectante a la radiación. Estas pantallas 410 reflejan parte o toda la radiación que incide en ellas de nuevo hacia la cámara de tratamiento. Se pueden fabricar completamente de o cubrirse con el mismo material que el material 408 reflectante a la radiación, o pueden tener una construcción diferente. Pueden estar cubiertas con sílice fundida u otro material transmisor ultravioleta para separar el material reflectante del líquido 406. Se muestran cuatro posibles tipos de pantalla como 410a, 410b, 410c y 410d. La 410a es una matriz con numerosos agujeros pequeños. La 410b es un diseño similar pero con menos y más grandes agujeros. La 410c tiene tres grandes aberturas. La 410d tiene ranuras que se muestran verticales pero que se podrían montar en cualquier ángulo. Se utilizan dos pantallas 410 para permitir la orientación de las aberturas para minimizar la cantidad de radiación que se escapa al dejar que el líquido 406 fluya a través de aquellas libremente. La porosidad de estas pantallas se define por los requerimientos de flujo del líquido 406 y el nivel deseado de contención de la radiación.

25

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato para el tratamiento de un líquido (406) que fluye a lo largo de una vía de flujo a través de una cámara, comprendiendo el aparato:
- una cámara (400), en la que por lo menos el 80 por ciento de la cámara está envuelto;
- 5 una lámpara (402) ultravioleta; y
- un tubo (404) transmisor ultravioleta que discurre a través de la cámara para el paso de líquido a través del mismo;
- un material (408) reflectante que cubre o forra la cámara, en el que el material es por lo menos un 80 por ciento reflectante,
- caracterizado porque
- 10 se han instalado pantallas (410) que reflejan la radiación en el extremo de las extensiones del tubo (404) transmisor ultravioleta y del material (408) reflectante de la radiación.
- 2.- El aparato de la reivindicación 1, en el que la lámpara es capaz de generar una irradiación ultravioleta que al incidir en el líquido está en el intervalo de 0,01 W/cm² a 20 W/cm².
- 3.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el material reflectante es un reflector.
- 15 4.- El aparato de la reivindicación 3, en el que el reflector es cualquiera del conjunto que consta de un reflector difuso y un reflector especular.
- 5.- El aparato de la reivindicación 3, en el que el reflector se extiende a una distancia más allá de la parte activa de la lámpara ultravioleta.
- 20 6.- El aparato de la reivindicación 4, en el que el reflector se compone de cualquiera del conjunto que consta de Poli-tetra-flúor-etileno (PTFE), poli-tetra-flúor-etileno expandido (PTFEe), aluminio recubierto, aluminio anodizado y aluminio pulido.
- 7.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el material reflectante es cualquiera de una mezcla de un aglutinante y una aditivo reflectante.
- 25 8.- El aparato de la reivindicación 7, en el que el aditivo reflectante es cualquiera del conjunto que consta de sulfato de bario, fluoruro de magnesio, óxido de magnesio, óxido de aluminio, óxido de titanio, óxido de holmio, óxido de calcio, óxido de lantano, óxido de germanio, óxido de telurio, óxido de europio, óxido de erbio, óxido de neodimio, óxido de samario, óxido de iterbio y óxido de circonio.
- 9.- El aparato de la reivindicación 1, en el que las pantallas son porosas.
- 30 10.- El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un orificio de entrada y uno de salida en los que el tubo transmisor ultravioleta entra y sale de la cámara.
- 11.- El aparato de la reivindicación 10, en el que el citado orificio de entrada está configurado en un recorrido en forma de serpentina.

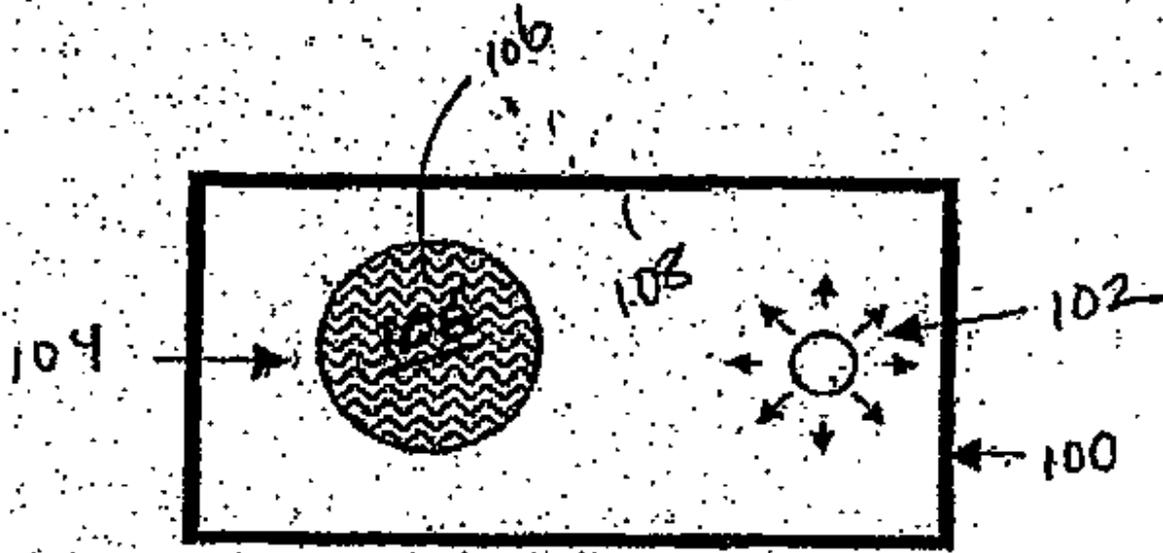
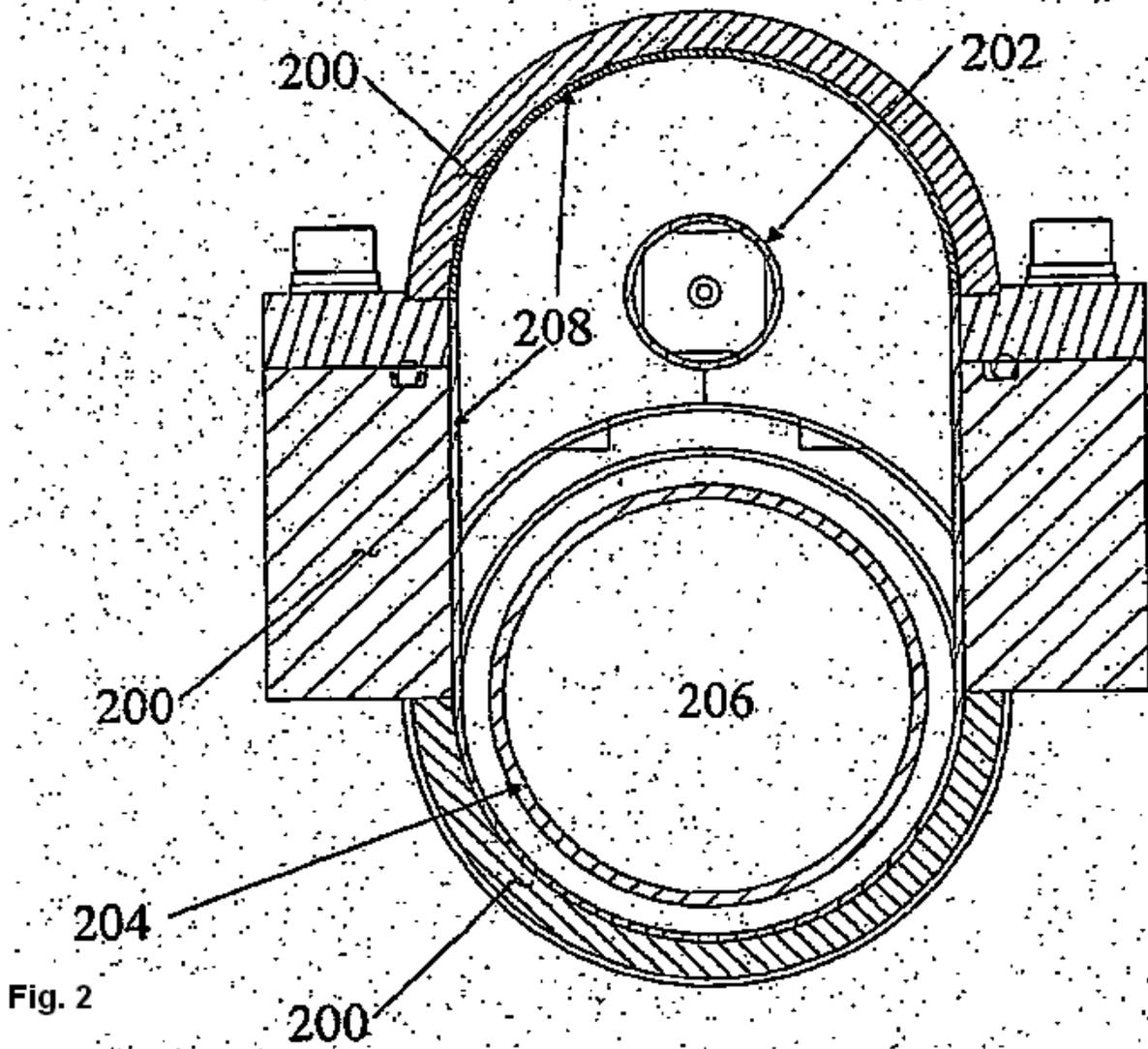


Fig. 1 Cámara esquemática



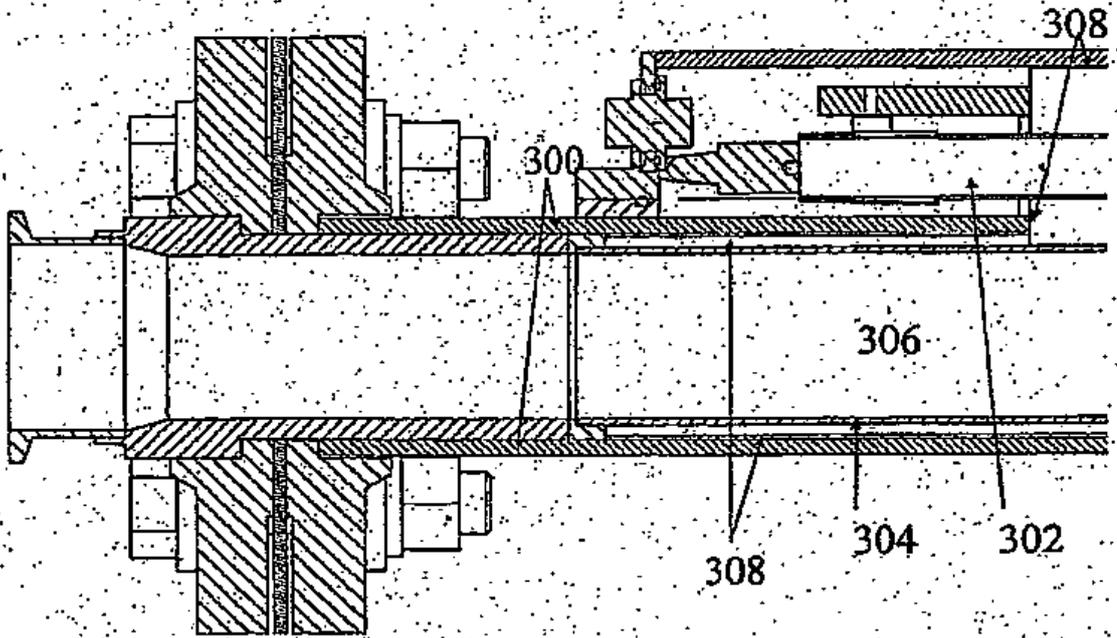


FIG. 3

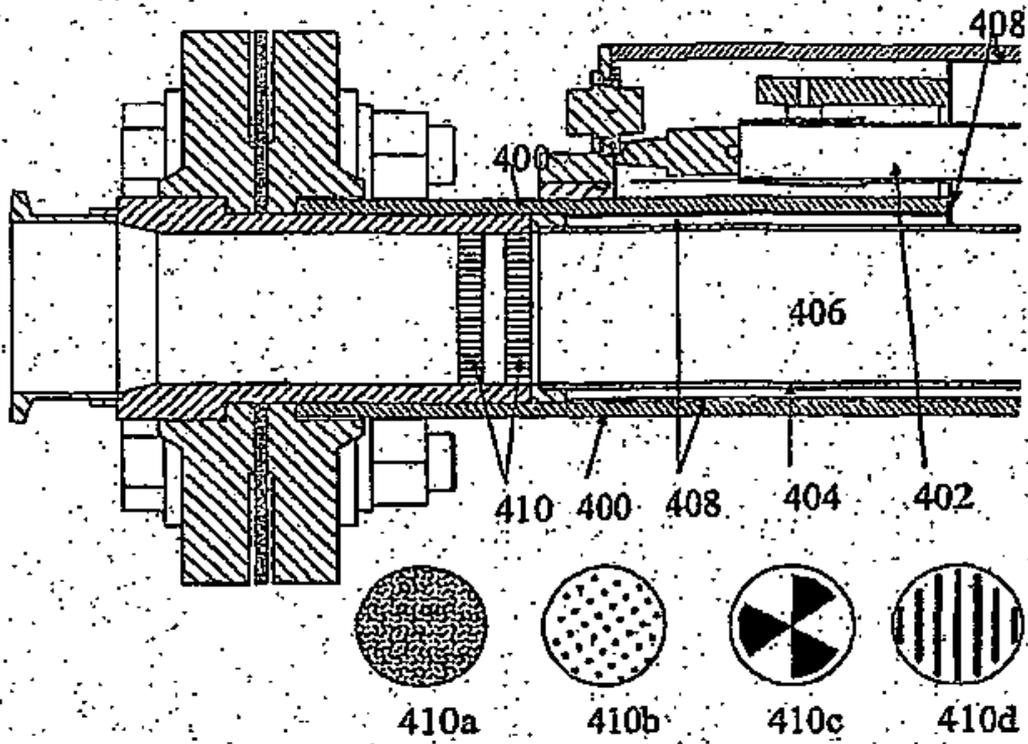


FIG. 4