

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 586**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2006.01)

A61L 2/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2002 E 02801696 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 1444168**

54 Título: **Aparato para desinfectar agua utilizando radiación ultravioleta**

30 Prioridad:

17.10.2001 US 330174 P
09.10.2002 US 268567

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2013

73 Titular/es:

HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
101 Columbia Road
Morristown, NJ 07960, US

72 Inventor/es:

SACCOMANNO, ROBERT, J.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 405 586 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

Aparato para desinfectar agua utilizando radiación ultravioleta

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un sistema de purificación de agua utilizando radiación ultravioleta intensa para romper enlaces químicos en compuestos tóxicos y desactivar patógenos. El método se puede aplicar también a cualquier transporte de masas, incluyendo la purificación del aire. Estos sistemas se pueden aplicar para purificar fluidos que contienen toxinas que existen naturalmente o aquéllas que resultan de agentes biológicos y químicos utilizados en la guerra.

10 **Técnica anterior**

La primera aplicación de una lámpara de descarga de vapor de mercurio a baja presión ultra-violeta (UV) para desinfectar agua fue en Marsella, Francia, en 1901. Sin embargo no fue hasta 1955 que se aplicó ampliamente desinfección UV en Europa para agua potable. En ese año, se instaló un equipo de desinfección UV en Suiza, Austria y Noruega. Después del descubrimiento de la formación de hidrocarburos halogenados durante la cloración, la desinfección UV se hizo desde entonces popular en la mayoría de los países europeos.

15 La patente US 1.196.481, publicada el 29 de Agosto de 1916 describía el uso de una lámpara de vapor de mercurio para generar luz ultravioleta suficiente (la mayoría de las veces 254-nm de longitud de onda) para purificar agua. Este método básico, basado en la eficacia UV de las lámparas a base de mercurio de servicio continuo de arco extendido, ha sido refinado en el transcurso de los años, tal como en la patente US 3.182.193 a nombre de Ellner publicada el 4 de Mayo de 1965, en la patente US 4.482.809 a nombre de Maarschalkerweerd publicada el 13 de Noviembre de 1984, la patente US 5.069.782 a nombre de Moyher publicada el 3 de Diciembre de 1991, la patente US 5.393.419 a nombre de Tiede publicada el 28 de Febrero de 1995, y la patente US 6.099.799 a nombre de Anderson publicada el 8 de Agosto de 2000. Mucha de la técnica posterior ha mejorado en aspectos relacionados con la viabilidad comercial, tal como la mejora de la uniformidad de la dosificación UV a través del uso de deflectores, bobinas transparentes UV, y turbulencia controlada; el incremento de la intensidad UV para caudales de flujo más altos incrementando el número de lámparas en un volumen dado; y la mejora del mantenimiento a través del uso de revestimientos de Teflón, mecanismos de barrido, y adición de turbulencia.

25 Los sistemas de desinfección de agua por UV de la técnica anterior exponen el agua a radiación UV, de tal manera que la radiación pasa a través del agua, incide en una superficie reflectante y entonces pasa a través del agua después de reflexión. Las superficies de reflexión absorben una cantidad significativa de radiación. Existe una necesidad sentida desde hace mucho tiempo de mejorar la eficiencia de tales sistemas.

30 En la solicitud de patente alemana DE 4307204A1, publicada el 15 de Septiembre de 1994, se utiliza un láser emisor UV para irradiar el líquido a tratar a través de una ventana.

Sumario de la invención

35 La presente invención proporciona un aparato como se define en la reivindicación 1.

El aparato puede incluir las características de una cualquiera o más de las reivindicaciones dependientes 2 a 9.

40 Mi invención es un aparato y método para desinfectar agua, u otro fluido, que canaliza agua a través de un extremo de un tubo y acopla energía ultravioleta (UV) desde una lámpara de alta intensidad a través del tubo desde el otro extremo. El agua, u otro fluido, actúa como el núcleo de un tubo de luz líquida, con un intersticio de aire que rodea el tubo actuado como un revestimiento de índice bajo. El propio tubo está construido de un materia no absorbente de UV, tal como un vidrio de sílice fundida de grado UV. Ventajosamente, el uso de tecnología de tubo de luz, que se basa en reflexión interna total (TIR), asegura que toda la radiación UV de entrada sea disipada en el agua. Con preferencia, el tubo es poligonal en la sección transversal, lo que se conoce en la técnica para incrementar al máximo la uniformidad del flujo de luz dentro de un tubo de luz.

45 Las formas de realización de mi invención con múltiples zonas manejan una amplia gama de coeficientes de absorción de agua, todos a la eficiencia práctica máxima. De acuerdo con un aspecto de mi invención, una de las tres zonas se define por un entubado concéntrico de grado UV, concéntricamente alrededor de sólo una porción del tubo a través de la cual el agua fluye y otras de estas zonas se definen entre estos tubos y el tubo exterior circundante.

50 **Breve descripción de las varias vistas de los dibujos**

La figura 1 ilustra un aparato para desinfectar agua utilizando radiación ultravioleta (UV) de acuerdo con una forma

de realización ilustrativa de mi invención.

La figura 2 ilustra una vista en sección del aparato de desinfección UV de la figura 1.

La figura 3 ilustra una zona de radiación de tubo de luz dentro del aparato de desinfección UV de la figura 1, que muestra cómo está contenida la radiación ultravioleta utilizando reflexión interna total (TIR).

5 Lista de números de referencia para los elementos principales en el dibujo

La siguiente es una lista de los elementos principales en los dibujos en orden numérico.

- 5 Fluido (a desinfectar)
- 10 Tubo de entrada de fluido
- 11 Extremo de entrada (tubo de entrada de fluido)
- 10 12 Extremo de salida (tubo de entrada de fluido)
- 13 Superficie interior (tubo de entrada de fluido)
- 14 Superficie exterior (tubo de entrada de fluido)
- 15 Intersticio concéntrico (entre el tubo de entrada y el tubo de revestimiento óptico)
- 20 Tubo de revestimiento óptico
- 15 30 Recipiente que contiene fluido
- 31 Espejo ultravioleta (superficie interior del recipiente que contiene fluido)
- 32 Intersticio de aire (recipiente que contiene fluido)
- 33 Tubo interior (del recipiente que contiene fluido)
- 35 Abertura de entrada ultravioleta
- 20 36 Superficie de ventana ultravioleta inferior
- 37 Superficie de ventana ultravioleta superior
- 40 Lámpara ultravioleta de alta intensidad
- 50 Tubo exterior de fluido
- 71 Primer rayo de luz UV (que sale de la superficie de ventana ultravioleta inferior)
- 25 72 Segundo rayo de luz UV (que sale del fluido)
- 73 Tercer rayo de luz UV (que entra en la superficie interior del tubo de entrada de fluido)
- 74 Cuarto rayo de luz UV (que sale de la superficie interior del tubo de entrada de fluido)
- 75 Quinto rayo de luz UV (que entra en el fluido)
- 100 Tubo de luz (formado de fluido, tubo de entrada de fluido, e intersticio concéntrico)
- 30 1 Ángulo de incidencia (refracción en la superficie interior del tubo de entrada de fluido)
- 2 Ángulo de reflexión interna (reflexión en la superficie exterior del tubo de entrada de fluido)

Descripción de la invención

Modo(s) de realización de la invención

35 Con referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra la construcción básica de un dispositivo de desinfección de agua ultravioleta (UV) de acuerdo con mi invención, que incluye un tubo de entrada de fluido 10 que actúa como un tubo de luz central, un tubo de revestimiento óptico 20 alrededor de la porción inferior del tubo de entrada de fluido 10 y que define con él un intersticio concéntrico 15, un recipiente 30 que contiene fluido, un tubo de salida de fluido 50, y una lámpara UV de alta intensidad 40, tal como una lámpara de flash.

ES 2 405 586 T3

Con referencia a continuación a la figura 2, el recipiente 30 que contiene fluido incluye una superficie interior configurada como un espejo ultravioleta 31; por ejemplo, el recipiente que contiene fluido puede estar construido de aluminio y la superficie interior puede ser de aluminio pulido. Un fluido 5 a desinfectar, tal como agua, entra en el tubo de entrada de fluido 10 a través de un extremo de entrada 11. El tubo de entrada de fluido 10 puede estar fabricado, por ejemplo, de sílice fundida de grado UV.

El fluido 5 circula a través del tubo de entrada de fluido 10 hacia la lámpara UV de alta intensidad 40 y sale por el tubo de salida de fluido 10 en el extremo de salida 12. El flujo de fluido 5 incide entonces en una superficie inferior 36 de una ventana ultravioleta (UV), que forma una porción del extremo inferior del recipiente 30 que contiene fluido. A continuación, el flujo de fluido 5 es redirigido hacia el tubo de salida de fluido 50, que está localizado en el extremo superior del recipiente 30 que contiene fluido.

El fluido 5 está contenido dentro de un recipiente 30 que contiene fluido. El recipiente 30 que tiene fluido incluye un tubo interior 33, que puede estar construido de sílice fundida de grado UV, contenida dentro de una carcasa de aluminio exterior con una superficie interior reflectante que define un espejo UV 31, con un intersticio de aire 32 entre la carcasa exterior y el tubo interior 33. Entonces los extremos del tubo exterior 30 son cerrados con la superficie inferior de ventana ultravioleta 36 y una superficie superior de ventana ultravioleta 37.

La orientación preferida del dispositivo de desinfección de agua ultravioleta (UV) es vertical, de manera que el flujo de fluido 5 se aproxima al fluido de tapón, y la posición del tubo de salida de fluido 50 está en o cerca del punto más alto, permitiendo una eliminación rápida y eficiente de burbujas de aire no deseables. Las burbujas de aire presentes en el fluido 5 pueden formar sitios de dispersión para la radiación UV, degradando de esta manera la eficiencia del sistema. Estos sitios de dispersión UV dan como resultado que la radiación UV sea dirigida en ángulos no óptimos, provocando reflexiones desde la superficie interior del recipiente que contiene fluido, y el espejo ultravioleta 31 es aproximadamente 86 % reflexivo cuando se compone de tubo de aluminio. Sin estos sitios de dispersión UV, la radiación ultravioleta se disipa la mayoría de las veces dentro del fluido 5, debido a que todas las reflexiones son casi sin pérdida, debido a la operación de reflexión interna total (TIR) de un tubo de luz.

Con referencia a continuación a la figura 3, se forma una región de tubo de luz 100 a partir del fluido 5, tal como agua, el tubo de entrada de fluido 10, tal como un tubo de sílice fundida de grado UV, y el intersticio concéntrico 15, tal como un intersticio de aire. El intersticio concéntrico 15 está aislado hidráulicamente del fluido 5, con el fin de permitir que el tubo de luz 100 funcione. El funcionamiento del tubo de luz se basa en que el índice de reflexión del intersticio concéntrico es menor que el índice de refracción del fluido 5. Los índices de refracción de sílice fundida y agua en la región UV del espectro de luz se muestran en la Tabla 1 siguiente.

Sílice fundida de grado UV (SiO ₂)		Agua	
Longitud de onda (nm)	Índice de refracción	Longitud de onda (nm)	Índice de refracción
170	1.615	172	1.568
185	1.575	185	1.549
200	1.550	200	1.543
214	1.534	215	1.513
280	1.494	280	1.492
302	1.487	305	1.475
436	1.467	450	1.344
546	1.460	550	1.336
656	1.456	650	1.331

Tabla 1 – Índices de refracción de sílice fundida y agua

Como se muestra en la Tabla 1, el agua tiene aproximadamente el mismo índice de refracción que el vidrio de sílice de grado UV en la porción ultravioleta (UV) del espectro de luz.

5 La radiación ultravioleta (UV) se transmite desde la lámpara ultravioleta de alta intensidad 40, pasa a través de la abertura de entrada ultravioleta 35 y entra en la superficie inferior de la ventana ultravioleta 36, como se muestra en la figura 2. Un primer rayo de luz UV 71 sale por la superficie inferior de la ventana ultravioleta, es flexionado por refracción y entra en el fluido 5, definiendo un segundo rayo ultravioleta 72. El segundo rayo de luz UV 72 incide sobre la superficie interior 13 del tubo de entrada de fluido 10, que está en contacto con el fluido 5, en un ángulo de incidencia 1, donde el ángulo de incidencia 1 se mide con referencia a la superficie normal de la superficie interior 13. A medida que el segundo rayo de luz UV 72 entra en una pared lateral del tubo de entrada de fluido 10, es flexionado por refracción y redirigido en un nuevo ángulo de reflexión interna 2, que define un tercer rayo de luz UV 73.

10 El valor del ángulo 2 es una función del ángulo de incidencia 1 y de los índices de refracción del fluido 5 y del material, tal como sílice de grado UV, a partir de la cual está construido el tubo de entrada de fluido 10. El tercer rayo de luz UV 73 continúa a través del material del tubo de entrada de fluido 10 e incide sobre la superficie externa 14 del tubo de entrada de fluido que está en contacto con el intersticio concéntrico 15. El tercer rayo de luz UV 73 es reflejado de retorno en la pared lateral del tubo de entrada de fluido 10, definiendo un cuarto rayo de luz UV 74, cuando los índices de refracción del material del tubo de entrada de fluido 10 y el intersticio concéntrico 15 cumplen ciertas condiciones, como se define por la Ley de Snell. El índice de refracción del intersticio concéntrico 15 se define por el material contenido en el intersticio concéntrico.

20 Una característica de mi invención es que existe una región de tubo de luz 100 para al menos parte de la longitud del tubo de entrada de luz 10. Por lo tanto, se requiere que el ángulo de incidencia 2 esté limitado a un rango predeterminado de acuerdo con los índices de refracción del fluido 5, del material del que el tubo de entrada de fluido 10 está construido, y del intersticio concéntrico 15. En una forma de realización preferida de mi invención, el tubo de entrada de fluido 10 está construido de vidrio de sílice de grado UV, el fluido 5 a desinfectar es agua, y el intersticio concéntrico 15 contiene aire.

Formas de realización alternativas

25 Se pueden contemplar formas de realización alternativas. Por ejemplo, los métodos descritos aquí se pueden aplicar no sólo al flujo de agua, sino también a otros fluidos que requieren purificación, tal como aire respirable.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato para purificar un fluido utilizando energía ultravioleta (UV) proporcionada por una lámpara UV de alta intensidad (40), comprendiendo dicho aparato:
- 5 un tubo de entrada (10) dentro del cual se purifica el fluido, estando construido dicho tubo de entrada de un material no absorbente UV y que tiene un índice de refracción diferente del índice de refracción del fluido; y
- una ventana UV (36) que separa la lámpara UV del fluido dentro de dicho tubo;
- 10 caracterizado porque el aparato comprende, además, un intersticio de aire alrededor de al menos una parte de la longitud de dicho tubo, teniendo dicho intersticio de aire un índice de refracción tal que dicho tubo y dicho intersticio de aire se combinan con el fluido dentro de dicho tubo para formar un tubo de luz (100) que guía la energía UV proporcionada por la lámpara UV dentro de dicha parte de la longitud de dicho tubo a través de reflexión interna total.
- 2.- El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho intersticio de aire es un intersticio de aire concéntrico.
- 3.- El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho tubo comprende sílice fundida de grado UV.
- 4.- El aparato de la reivindicación 1, en el que dicho tubo tiene una forma de la sección transversal poligonal.
- 15 5.- El aparato de la reivindicación 2, que comprende, además, un tubo de revestimiento óptico (20) dispuesto alrededor de dicha parte de la longitud de dicho tubo y separado de ella por dicho intersticio de aire concéntrico (15).
- 6.- El aparato de la reivindicación 1, que comprende:
- 20 (a) el tubo interior es un tubo interior de fluido (10), para transportar un fluido (5) a desinfectar, teniendo dicho fluido un primer índice de refracción, estando construido dicho tubo de entrada de fluido de un material no absorbente UV, que tiene un segundo índice de refracción y que comprende un extremo de entrada (11), una salida opuesta (12) a distancia y una superficie interior (13) en contacto con dicho fluido, y una superficie exterior (14);
- (b) un tubo de revestimiento óptico (20) dispuesto alrededor de la superficie exterior del tubo de entrada de fluido que define el intersticio de aire (15) entre dicho tubo de entrada de fluido y dicho tubo de revestimiento óptico, en el que dicho intersticio de aire tiene un tercer índice de refracción;
- 25 (c) un recipiente (30) que contiene fluido alrededor de dicho tubo de entrada de fluido y dicho tubo de revestimiento óptico, en el que una porción de dicho tubo de entrada de fluido se extiende desde dicho recipiente que contiene fluido y dicho intersticio de gas está aislado hidráulicamente de dicho recipiente que contiene fluido;
- (d) una apertura de entrada ultravioleta (35) dispuesta sobre y formando una porción de dicho recipiente que contiene fluido;
- 30 (e) una lámpara ultravioleta de alta densidad (40) que proporciona radiación ultravioleta que pasa a través de dicha apertura de entrada ultravioleta y que incide sobre dicha superficie interna de dicho tubo de entrada de fluido en un rango predeterminado de ángulos de incidencia;
- 35 (f) en el que dicho rango predeterminado de ángulos de incidencia está limitado de acuerdo con dichos primero, segundo y tercero índices de refracción, de tal manera que el tubo de entrada actúa como un tubo de luz, en el que sustancialmente toda la radiación ultravioleta es propagada a través de dicho tubo de entrada a través de reflexión interna total; y
- (g) un tubo de salida de fluido (50) que se extiende desde dicho recipiente que contiene fluido.
- 7.- El aparato de la reivindicación 6, en el que dicho fluido a purificar es agua potable.
- 8.- El aparato de la reivindicación 6, en el que dicho fluido a purificar es aire respirable.
- 40 9.- El aparato de la reivindicación 6, en el que una porción de dicho tubo de entrada de fluido localizado dentro de dicho recipiente que contiene fluido se extiende más allá de un extremo de dicho tubo de revestimiento óptico.

FIG. 1

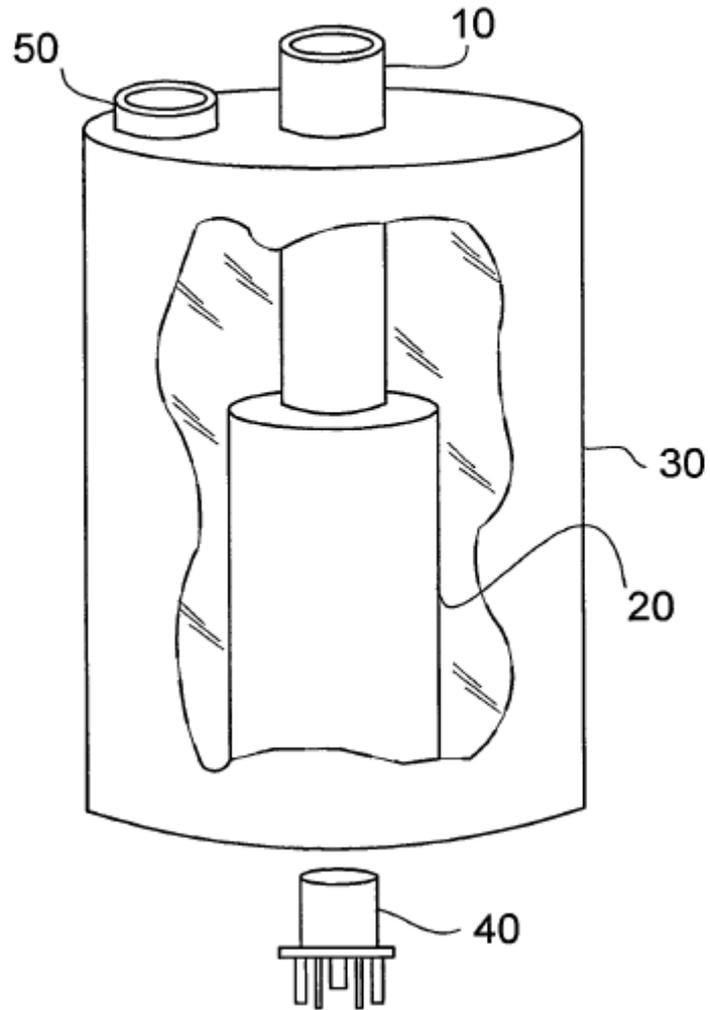


FIG. 2

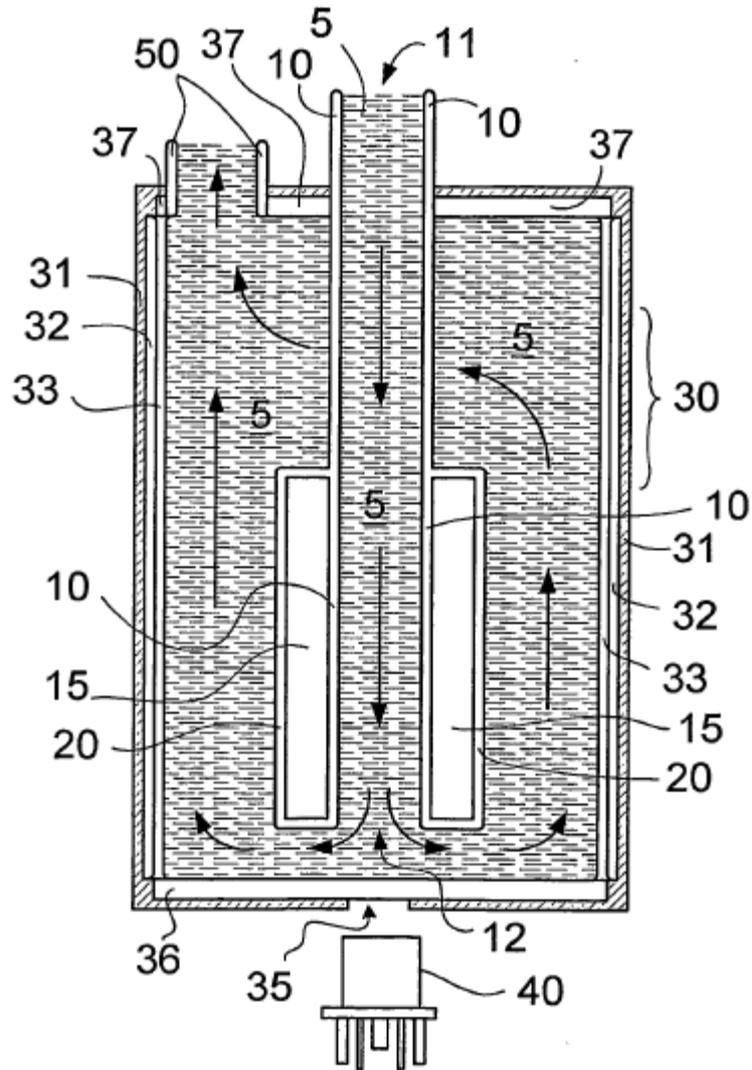


FIG. 3

