

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 100**

51 Int. Cl.:

A61L 2/10 (2006.01)

C02F 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2007 E 07863815 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 2089064**

54 Título: **Reactor para el tratamiento de UV**

30 Prioridad:

02.11.2006 US 555930

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

11.06.2014

73 Titular/es:

**CALGON CARBON CORPORATION (100.0%)
500 CALGON DRIVE
PITTSBURGH, PA 15230, US**

72 Inventor/es:

BIRCHER, KEITH G.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 467 100 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 para el tratamiento de UV

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato para tratar fluidos con luz ultravioleta ("UV") y, en particular, proporciona un aparato que distribuye de manera eficiente una dosis UV para obtener una efectividad de tratamiento aumentada.

Antecedentes de la invención

10 El uso de radiación UV para desactivar microorganismos en un fluido es conocido. Hay varios tipos de sistemas UV que incluyen aquellos que están presurizados, semipresurizados o no presurizados. Tales sistemas, en general, rely on lámparas situadas en filas sumergidas en el fluido a ser tratado, tal como agua potable. Con independencia del tipo de sistema UV, es importante entregar tan cerca como sea posible de una cantidad igual de luz UV (dosis o fluencia) a todo el fluido que fluye a través del sistema para desactivar todos los microorganismos. Esta dosis o fluencia es igual al producto de la intensidad por el tiempo. Según pasan los microorganismos a través del sistema UV son sometidos a un rango de intensidades UV y tiempos que dan como resultado una distribución de las dosis. 15 Idealmente, la luz UV y el flujo están distribuidos uniformemente a través del reactor UV dando como resultado que todos los microorganismos reciben la misma dosis. El objeto al diseñar reactores UV es obtener una distribución de dosis estrecha en donde todos los elementos del fluido están expuestos tan cerca como sea posible a esta dosis ideal.

20 Para alcanzar tal distribución de dosis ideal, algunos sistemas tienen filas sucesivas desviadas de lámparas UV se forma que el fluido pasa a través de espacios entre las lámparas de la primera fila y hace contacto con las lámparas de la segunda fila. No obstante, una preocupación en tales sistemas es la absorción de luz UV por lámparas adyacentes porque la luz no puede pasar aguas arriba y aguas abajo sin obstrucción. Este método puede, también, imponer pérdida de carga más elevada y requerir más lámparas, no obstante de potencia inferior.

25 Reactores de tratamiento UV que tienen filas sucesivas de lámparas UV están descritos en los documentos de patente europea EP-A-893411, de EE.UU. US-A- 2005/0023482 e internacional WO-A-2005/087277.

30 Otro método para asegurar que el fluido que fluye está sometido a un rango de intensidades UV es colocar un deflector plano paralelo a las lámparas. El documento de patente de EE.UU. US-A-2005/0092932 describe un reactor de tratamiento UV que tiene deflectores. En algunos métodos se sitúan deflectores entre cada juego de lámparas UV. Los deflectores dirigen el fluido para pasar relativamente cerca de la lámpara o lámparas. Este método de como resultado una mayor caída de presión a través del reactor y deja zonas detrás de los deflectores con un flujo bajo o virtualmente sin flujo lo que da como resultado dosis elevadas en estas áreas, especialmente cuando la transmitancia UV del agua es elevada. Por ello se hace difícil diseñar un reactor que obtenga una distribución de dosis estrecha sobre todo el rango de transmitancias UV del agua que el reactor está llamado a tratar.

35 Otros sistemas, sitúan lámparas en una formación predominantemente circular para mejorar la distribución de dosis UV (según se muestra, por ejemplo, en la figura 3a). Sin embargo, incluso en estos sistemas, y sistemas UV que usan patrones similares, hay áreas en las que el agua no recibe una exposición mínima al campo de intensidad de fluencias UV. Tales sistemas proporcionan una distribución de campo en la que algo del fluido recibe una dosis UV baja y otro fluido recibe una dosis elevada produciendo una distribución de dosis ancha y con ello el potencial para que microorganismos que reciban dosis inferiores atravesen sin que sean desactivados.

40 Sistemas configurados con una formación circular de fuentes de luz UV pueden también tender a carecer de capacidad de regulación de las lámparas eficiente. Típicamente, los sistemas con formación circular requieren que los controles del sistema apaguen pares de lámparas, más bien que lámparas individualmente, para mantener la simetría tan cerca como sea posible a una distribución de dosis uniforme. Además, en la formación circular, el apagar dos lámparas da como resultado espacios vacíos de irradiación en la corriente de flujo en áreas en las que las lámparas están apagadas, si se compara con el flujo radiante emitido en áreas en las que las lámparas restantes pueden estar cerca unas a otras. La distribución de dosis no uniforme produce una eficiencia pobre y, en algunos casos, niveles de tratamiento inadecuados o agua sin tratar. Algunos sistemas anteriores requieren grandes unidades para administrar las dosis requeridas. 45

50 Así, hay una necesidad de eliminar los inconvenientes de la técnica anterior que incluyen los efectos indeseables de una distribución de dosis de tratamiento no uniforme. Además, es deseable proporcionar un reactor UV que tenga un diseño compacto, buena eficiencia de operación, regulación flexible eficiente cuando se apagan las lámparas y sea de coste bajo.

Resumen de la invención

55 La presente invención se refiere a un aparato para tratar fluidos que comprende una carcasa que tiene una entrada de fluido, una salida de fluido y una cámara de reacción. La cámara de reacción contiene un conjunto de fuentes UV

dispuestas sustancialmente en paralelo entre ellas y sustancialmente en perpendicular a la dirección del flujo de fluido. El conjunto incluye, al menos, dos pares de fuentes, cada uno de los pares está colocado en un plano perpendicular a la dirección del flujo de fluido. Las fuentes del primer par de fuentes UV están situadas a una distancia entre ellas, o vano, una con respecto a la otra que es mayor que el vano entre las fuentes del segundo par de fuentes UV. El plano creado por las dos fuentes UV, una de cada uno de los primer y segundo pares que están situadas cerca de una pared común de la cámara de reacción (por ejemplo, fuentes UV superiores), interseca con el plano creado por las fuentes UV opuestas (por ejemplo, fuentes UV inferiores) de los primer y segundo pares de fuentes UV. Pueden añadirse al conjunto uno o más pares de fuentes UV subsiguientes situados a lo largo de cualquiera de los planos que intersecan y una fuente UV única puede ser colocada en la línea en la que los planos intersecan. Uno o más conjuntos de fuentes UV adicionales pueden estar contenidos en la cámara y una o más cámaras que contienen cada una uno o más conjuntos de fuentes UV pueden formar un reactor UV. Opcionalmente, deflectores superior e inferior están situados aguas arriba de y adyacentes a las fuentes UV más superiores e inferiores, es decir, el par que está más cerca de la pared del reactor. Los términos "superior" e "inferior" se refieren únicamente a la situación de las fuentes y deflectores con respecto a su orientación en el reactor según se muestra en los dibujos adjuntos y de ningún modo se pretende que limiten su posición en un reactor orientado de manera diferente. Por ejemplo, las fuentes UV y los respectivos deflectores pueden estar orientados con respecto a paredes laterales opuestas.

De esta manera, la presente invención representa un avance sustancial sobre los dispositivos de tratamiento UV anteriores. Una realización de la invención ofrece la ventaja de un reactor UV para tratamiento de agua que es eficiente en diseño, flexible en operación y de coste relativamente bajo. Otra ventaja de la invención es proporcionar un conjunto de fuentes UV en el que las fuentes UV están dispuestas para proporcionar una dosis generalmente uniforme de luz UV que está siendo emitida a través de la sección transversal del reactor, obteniendo con ello una dosis generalmente uniforme, o distribución de dosis estrecha. Otro objeto de una realización de la presente invención es proporcionar un dispositivo que tiene capacidades de regulación eficientes, es decir, las lámparas funcionan a una potencia reducida o nula para proporcionar una regulación eficiente. Una realización de la invención funciona con sólo tantas lámparas como sean necesarias para obtener una dosis requerida, y puede funcionar con un número inferior de lámparas que el requerido en sistemas de reactor UV tradicionales. Es un objeto de una realización de la presente invención proporcionar una disposición de deflectores que causa que el fluido fluya en proximidad cercana a las fuentes UV, mejorando con ello la distribución de la dosis.

Otros objetos, particularidades, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor o quedarán más claros a partir de la descripción detallada que sigue, los dibujos y las reivindicaciones anexas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en isométrica de un reactor UV de acuerdo con aspectos de la presente invención.

La figura 2 es una vista en alzado frontal en sección transversal de una realización de la presente invención.

La figura 3a es una vista en alzado lateral de una sección transversal de un reactor que usa una formación circular tradicional de fuentes UV.

La figura 3b muestra una vista en alzado lateral de una sección transversal de un reactor que usa cinco lámparas en una formación circular.

La figura 4 es una vista en alzado lateral de una sección transversal de un reactor que muestra un conjunto de fuentes UV dispuestas de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las figuras 5-7 ilustran vistas en alzado lateral adicionales de una sección transversal de un reactor que contiene un conjunto de fuentes UV y pares de fuentes UV dispuestos de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

Las figuras 8-9 ilustran un alzado lateral de un reactor de acuerdo con ejemplos comparativos.

La figura 10 muestra otra realización más de la invención.

Descripción detallada de ejemplos de la invención

Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con una realización de la presente invención está ilustrado, por ejemplo, en las figuras 1, 2 y 4. El dispositivo 10 de tratamiento de fluidos comprende una carcasa 11 que recibe un flujo de fluido. La dirección del flujo está indicada por la flecha A. La carcasa comprende una entrada de fluido 12 en la cual entre el fluido, una cámara de reacción 13 para tratar el fluido y una salida de fluido 14 de la cual sale el fluido tratado. La cámara de reacción 13 contiene un primer conjunto que comprende al menos dos pares de fuentes UV 15 y 16. El primer par 15a, 15b y el segundo par 16a, 16b están situados en paralelo entre sí y en perpendicular al flujo de fluido. Las fuentes UV 15a, 15b del primer par están separadas entre sí por un vano que es mayor que el vano que separa cada una de las fuentes UV 16a, 16b. Según se usa en este documento, el término "vano" se refiere a la distancia entre dos lámparas de un par. Con propósito ilustrativo, cada par se muestra, por ejemplo en la figura 4, a lo largo de una línea discontinua vertical V_1 , V_2 . El vano es la distancia a lo largo de esa línea vertical

entre lámparas. Los pares primero y segundo están alineados de forma que una fuente del primer par (por ejemplo, la fuente superior) y la fuente del segundo par que está situada más cerca de un lado común de la cámara 13 como la del primer par (por ejemplo, también la fuente superior) forman un plano. Junto con las respectivas segundas fuentes de cada uno de ellos, ambos pares crean dos planos que sustancialmente se intersecan.

- 5 Las fuentes UV 15a, 15b, 16a, 16b son lámparas UV, preferiblemente, lámparas UV de descarga de mercurio de media presión. Como alternativa, son lámparas UV de baja presión, lámparas UV pulsantes, diodos emisores de luz UV (UVLEDs) o cualquier otra fuente UV. Las fuentes UV están contenidas usualmente en el interior de un tubo de cuarzo o una camisa para sellarlas con respecto al fluido.

10 Según se muestra, por ejemplo en la figura 4, en una realización de la invención el segundo par de fuentes UV 16a, 16b está dispuesto más cerca de la entrada 12 que el primer par de fuentes UV 15a, 15b. Las fuentes UV 15a, 15b y 16a, 16b están separadas en la carcasa una distancia suficientemente alejada como para que la velocidad de fluido entre ellas no sea suficientemente elevada como para alcanzar una caída de presión excesiva en el reactor, pero sea suficientemente cercana como para que la fluencia UV no sea demasiado baja para obtener una dosis adecuada para el fluido en el punto más alejado de las lámparas. Según se usa en este documento, el término "distancia" se refiere a la distancia entre una fuente UV sola o un par de fuentes UV y otro par de fuentes UV (discutido más abajo) en la dirección del flujo de fluido. Con propósito ilustrativo, líneas discontinuas horizontales, h_1 y h_2 en la figura 4, representan la dirección del flujo de fluido. La distancia entre fuentes UV se mide a lo largo de las líneas horizontales y está representada a lo largo de esa línea como el espaciado entre dos líneas discontinuas verticales, tales como V_1 , V_2 . Las distancia desde el primer par de fuentes UV 15a, 15b y el segundo par de fuentes UV 16a, 16b es aproximadamente 0'2 y 1'25 veces el incremento del vano entre las fuentes UV 15a, 15b y las fuentes UV 16a, 16b. En un ejemplo de un reactor con dos pares de fuentes UV (como en la figura 4), el vano entre el segundo par de fuentes UV 16a, 16b es alrededor de un tercio del vano entre el primer par de fuentes UV 15a, 15b. En un ejemplo, la distancia entre las lámparas 15a y 16a es la misma que el vano entre las fuentes UV 16a, 16b y la distancia entre las fuentes UV 16b y 15b. El fluido que fluye horizontalmente en el punto medio entre las líneas h_1 y h_2 , por ejemplo, recibe alrededor de la misma dosis que el fluido que se desplaza en el punto medio entre las líneas h_2 y h_3 y también que el fluido entre h_3 y h_4 .

En otro ejemplo, con cinco fuentes UV (como en la figura 5), el vano entre el segundo par de fuentes UV 16a, 16b es alrededor de la mitad del vano entre el primer par de fuentes UV 15a, 15b.

30 Esta colocación del conjunto de lámparas permite al fluido fluir de una manera generalmente sin impedimentos entre las fuentes UV, pero no tanto como para permitir que el fluido que pasa lo más alejado de las fuentes UV circule lejos de las otras fuentes UV, lo cual causaría que el fluido recibiera una dosis insuficiente. Por ello, el ángulo entre los dos planos de fuentes UV formado por el juego superior de fuentes UV 15a, 16a y el juego inferior de fuentes UV 15b, 16b, según se muestra por el ángulo α en la figura 4, puede ser aproximadamente desde 40 grados hasta 140 grados. Estos ángulos y distancias a los cuales las lámparas y las respectivas camisas están dispuestas entre sí es la geometría de lámparas. Como alternativa, en otra realización un segundo juego de fuentes UV 16 está situado aguas abajo y más lejos de la entrada 12 que el primer juego 15, todavía a un vano más corto que el primer juego 15 y proveyendo un ángulo α .

40 Otra realización del dispositivo 10 incluye, además, una tercera fuente UV 18 situada en perpendicular a la dirección del flujo de fluido A, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 5. Opcionalmente, la tercera fuente UV 18 consta de un par de fuentes UV 18a, 18b, según se ilustra en la figura 6, dispuestas sustancialmente en paralelo entre sí y separadas un vano más corto una de la otra con respecto al vano entre los primer y segundo pares de fuentes UV 15a, 15b y 16a, 16b. En un ejemplo, el tercer par de fuentes UV 18a y 18b está situado aguas arriba de los primer y segundo pares de fuentes UV 15a, 15b y 16a, 16b.

45 En una realización, el tercer par de fuentes UV 18a y 18b está separado a una distancia del segundo par de fuentes UV 16a, 16b que es aproximadamente igual a la distancia entre el primer par de fuentes UV 15a, 15b y el segundo par de fuentes UV 16a, 16b. Así, las fuentes superiores de cada uno de los pares 18a y 16a, y 16a y 15a están dispuestas a aproximadamente distancias iguales entre ellos, como sus respectivos pares inferiores 18b y 16b, y 16b y 15b. En un ejemplo, el vano es aproximadamente un tercio del vano entre 16a y 16b y un quinto del vano entre 15a y 15b. En otro ejemplo, con seis fuentes UV (como en la figura 6) el vano entre el segundo par de fuentes UV 16a, 16b es alrededor de tres quintos del vano entre el primer par de fuentes UV 15a, 15b; y el vano entre el tercer par de fuentes UV 18a, 18b es alrededor de un quinto del vano entre el primer par de fuentes UV 15a, 15b. Esto mantiene la misma separación entre sucesivas líneas horizontales h_1 , h_2 , etc. que proporciona una distribución de dosis generalmente uniforme.

55 En una realización, la fuente UV 18 comprende una fuente UV dispuesta en el interior del conjunto de primer y segundo pares de fuentes UV 15a, 15b y 16a, 16b en el punto de intersección de los dos planos, con un ángulo α , para formar una disposición de fuentes UV y pares de fuentes UV que recuerda un patrón en "V". El ápex del V apunta aguas arriba en el flujo de fluido, según se muestra en la figura 5, o, en otra disposición según se muestra en la figura 7, aguas abajo con el flujo de fluido A.

Opcionalmente, según se muestra en la figura 5, la cámara 13 incluye un deflector 20a superior y un deflector 20b

inferior. En una realización preferida, los deflectores 20a y 20b superior e inferior están situados aguas arriba de y adyacentes a las fuentes UV 15a, 15b, las cuales son las fuentes UV situadas en el vano mayor y más cercanas a los lados superior e inferior de la cámara de reacción 13, respectivamente. Los desviadores o deflectores 20a y 20b están dispuestos para desviar el flujo de fluido hacia las fuentes UV 15a, 15b con el fin de asegurar que se recibe una dosis adecuada por el fluido que se desplaza a lo largo de la parte superior y la parte inferior de la cámara de reacción 13. La geometría del conjunto de lámparas y deflectores actúa como un mecanismo de desvío para dirigir el flujo de fluido con el fin de incrementar la uniformidad de la distribución de dosis al causar que el fluido fluya por un área en la que recibirá tratamiento uniforme. El vano entre el flanco terminal o borde más interno de los deflectores 20a y 20b superior e inferior es mayor que el vano entre las fuentes UV 15a, 15b en aproximadamente un cuarto del incremento en el vano entre pares sucesivos de fuentes UV 16a, 16b y 15a, 15b. No obstante, el vano entre el flanco terminal o borde más interno de los deflectores 20a y 20b superior e inferior puede ser mayor que el vano entre las fuentes UV 15a, 15b en entre aproximadamente 0'1 y 0'5 veces el incremento del vano entre pares sucesivos de fuentes UV 16a, 16b y 15a, 15b. Los flancos terminales o bordes más internos de los deflectores 20a y 20b están situados horizontalmente de tal forma que la distancia desde el flanco terminal o borde más interno hasta las fuentes UV 15a, 15b es menor de aproximadamente la mitad de la distancia horizontal entre sucesivos pares de fuentes UV 16a, 15a y 16b, 15b. Los deflectores 20a y 20b pueden estar angulados en unos 90 grados con cada una de las paredes opuestas de la cámara de reacción (dependiendo de la orientación, paredes superior e inferior), representados por el ángulo β en la figura 5. Más preferiblemente, el ángulo β está entre 20 y 90 grados. En la realización preferida según se muestra en las figuras 5 y 6, el ángulo β es de 45 grados y de tal forma que el plano formado por los deflectores interseca con las fuentes UV 15a, 15b respectivamente.

Otra realización comprende dos conjuntos de fuentes UV. Ambos conjuntos pueden estar dispuestos en la misma cámara de reacción 13. Como se muestra, por ejemplo en la figura 10, cada conjunto comprende cinco fuentes UV y apunta hacia aguas arriba. El segundo conjunto no necesita tener el mismo número de fuentes UV que el primero, pero está dispuesto generalmente siguiendo los mismos principios que el primero para tener vanos decrecientes y formar dos planos que intersecan.

El conjunto de fuentes UV está diseñado de tal forma que el fluido es distribuido uniformemente y así expuesto uniformemente a la luz UV para proporcionar una distribución de dosis más estrecha que los reactores UV tradicionales y produce una eficiencia relativamente buena.

El flujo de fluido controlado ofrecido por una realización proporciona unas características hidráulicas idénticas independientemente de si todas las fuentes UV comprenden fuentes UV en funcionamiento. Así, para minimizar costes, no todas las cuatro, cinco, seis, nueve, diez o dieciocho fuentes UV (en las realizaciones mostradas en las figuras 4 a 7 y 10) contienen lámparas que necesitarían necesariamente estar alimentadas o apagadas. Esto es una opción atractiva a la vista de los elevados costes de los ensayos de validación de estos reactores de acuerdo con un método de ensayo estandarizado tal como el prescrito en la UVDGM (US EPA UV Disinfection Guidance Manual, November 2006). Para este ensayo, el reactor debe ser validado en todas las combinaciones posibles de parámetros operacionales, que incluyen: flujo, potencia de lámparas, transmitancia UV del agua y número de lámparas encendidas. Por esta razón, es más efectivo en coste el validar una única configuración de reactor, por ejemplo con todos los cinco tubos de cuarzo y lámparas instalados (15a, 15b, 16a, 16b y 18), y suministrar un reactor UV para una planta de tratamiento de agua con entre una y cinco lámparas instaladas en los tubos de cuarzo, minimizando con ello el coste de validación y reduciendo el coste de los sistemas si se necesita menos que la totalidad de las cinco lámparas.

Además, cuando todas las cinco lámparas UV son suministradas, el dispositivo ha mejorado las capacidades de regulación porque puede operar de manera eficiente con sólo tantas lámparas como se necesiten. De esta manera, como el reactor ha sido validado con entre una y cinco de las cinco lámparas instaladas funcionando, pueden apagarse lámparas para ahorrar en energía eléctrica y costes de mantenimiento de lámparas.

El dispositivo 10 es capaz de operar con un número menor de lámparas que el requerido en sistemas de reactor UV tradicionales reduciendo con ello los costes operacionales de esos sistemas tradicionales. Por ejemplo, elimina la necesidad de los reactores de la técnica anterior de apagar lámparas en pares para mantener la simetría requerida para una distribución de dosis uniforme. En la formación circular tradicional (mostrada para ilustración en la figura 3a), apagar dos lámparas produce espacios vacíos en la corriente de flujo cuando las lámparas están apagadas y la consiguiente infradosificación. Las lámparas que permanecen operativas están cerca unas de otras con la consiguiente irradiación elevada y sobredosisificación, dando como resultado una distribución de dosis no uniforme y por tanto una eficiencia pobre.

Además de la flexibilidad ofrecida por la presente invención debido a que pueden apagarse lámparas para obtener una, dos, tres, cuatro o cinco lámparas funcionando, más bien que en pares para obtener sólo dos, cuatro o seis lámparas funcionando, una realización de la presente invención hace esto al tiempo que mantiene una buena distribución de dosis y mejor eficiencia operacional. Durante el funcionamiento, si el caudal a través del reactor es bajo o la calidad del agua es alta, no todas las fuentes UV necesitan estar funcionando reduciendo con ello el coste de operación del reactor. Este alto grado de regulación en el reactor es atractivo tanto en el dimensionamiento del reactor para una aplicación dada como en la operación del reactor para reducir los costes operacionales. El ensayo de validación mencionado arriba da como resultado un juego de ecuaciones de operación mediante las cuales

puede calcularse la irradiación necesaria para obtener una dosis específica con cualquier número de lámparas en funcionamiento. Esta dosis corresponde entonces a la desactivación log de un organismo objetivo específico. Por tanto, a flujo reducido o a transmitancia UV del agua elevada, la potencia de lámpara de las lámparas que permanecen en funcionamiento puede ser reducida para obtener la irradiación necesaria en el agua según es medida mediante un sensor UV reduciendo los costes aún más. Aunque apagar lámparas da como resultado un espaciado más ancho entre lámparas que en los sistemas tradicionales, la única disposición de la presente invención permite una distribución de dosis que es aún más uniforme y por ello más efectiva.

Esto es particularmente así si sólo dos lámparas de una realización con cinco lámparas se necesitan para obtener la dosis requerida. En una realización de este tipo las lámparas 16a y 16b permanecerían encendidas y las lámparas 18, 15a y 15b serían apagadas. Estas dos lámparas están situadas simétricamente en el flujo de fluido con una lámpara 18 dispuesta entre ellas y una lámpara 15a por encima y una lámpara 15b por debajo, manteniendo con ello una distribución de dosis uniforme a transmitancia UV más elevada y/o flujo inferior. En una formación circular, con seis lámparas, por ejemplo, dejar dos lámparas encendidas da como resultado o bien un espacio vacío mayor en el centro del reactor si lámparas a_1 y a_2 permanecen encendidas o dos espacios vacíos en la parte superior y en la parte inferior del reactor si las dos lámparas adyacentes b_1 y b_2 que quedan son dejadas encendidas. En ambos casos, el resultado es una distribución de dosis no uniforme.

Además, en una realización la única disposición de fuentes UV 15a, 15b, 16a, 16b y 18 elimina la necesidad de muchos reactores comparativos que requieren hasta tres bancos en serie. Por ejemplo, otros dispositivos de tratamiento requieren hasta tres bancos que contengan dos o tres lámparas cada uno. Tales reactores multibanco pueden tener regulación y eficiencia bastante buenas, pero son más largos y por ello voluminosos y más costosos. Otro inconveniente de los reactores con múltiples bancos en serie es que necesitan desviadores de flujo más grandes para llevar al fluido a la proximidad con el mínimo número de lámparas en cada banco, dando como resultado una velocidad del fluido, y por ello una caída de presión, más elevadas que las de la presente invención. La presente invención proporciona resultados eficientes con sólo una zona de tratamiento de fluido o banco de lámparas.

Ejemplo 1

Un reactor con una formación circular típica fue modificado para comparación con una realización de la presente invención. Tales reactores requieren al menos seis o más lámparas. Con propósito de comparación con la presente invención, se preparó un reactor que tenía una "formación circular" para contener una geometría de lámpara UV que usaba solo cinco lámparas como se ilustra en la figura 3b. En esta formación de lámparas, b_1 y b_2 están situadas aguas debajo de las fuentes UV a_1 y a_2 para efectuar una disposición esencialmente circular si se compara con un reactor de cinco lámparas en la formación en V como se realiza en la figura 5. El vano entre los pares de lámparas se mantuvo. El modelado con Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) combinado con el modelado de campo de fluencia se usó para determinar el comportamiento de este reactor cuando funcionaba con cinco lámparas y con cuatro lámparas. Ensayos similares fueron llevados a cabo sobre una realización de la presente invención que usaba cinco lámparas dispuestas en un patrón en V como se muestra en la figura 5. Los resultados fueron comparados y están resumidos en la Tabla 1 abajo.

Tabla 1

Flujo, m ³ /día (MGD)	23.470 (6'2)	18.549 (4'9)
Transmitancia UV	80	80
Número de lámparas funcionando	5	4
Dosis con patrón en V	51'4	31'7
Dosis con patrón circular	43'4	27'6
% de reducción de la dosis	- 16%	- 13%

Los resultados de la comparación demostraron la efectividad de la presente invención a la vista de una formación circular que usa cinco lámparas. Con cinco lámparas funcionando, un caudal de 23.470 m³/día (6'2 millones de galones por día (MGD)) y una transmitancia UV del agua del 80%, el reactor configurado en V de la presente invención dio como resultado una dosis UV entregada a los organismos que residían en el flujo de fluido de agua de 51'4 mJ/cm². En cambio, la disposición de la formación de lámparas del dispositivo mostrado en la figura 3b dio como resultado una dosis de 43'4 mJ/cm² usando las mismas condiciones de flujo y transmitancia del agua. Con cuatro lámparas funcionando (lámpara 18 apagada en la figura 5, lámpara c apagada en la figura 3b) y un flujo de 18.550 m³/día (4'9 MGD), 80% de transmitancia, la dosis fue de 31'7 mJ/cm² con la formación en V, mientras que la dosis fue sólo de 27'6 mJ/cm² con la formación circular de cinco lámparas. Esto es una reducción en el rendimiento del 16% y 13% con cinco lámparas y cuatro lámparas respectivamente con la formación circular comparada con la de la presente invención con la formación en V.

Así, los datos de arriba muestran una mejora de 16% cuando el reactor es operado en una formación en V sobre el que tiene formación circular con cinco lámparas. Esto indicaría que las cinco lámparas en una formación en V tendrían el rendimiento equivalente de 5'8 lámparas (5 x 1'15) en una formación circular. Se espera por ello que cinco lámparas dispuestas en un patrón de V de acuerdo con una realización de la presente invención funcionarían casi tan bien como una formación circular con seis lámparas.

Ejemplo 2

En un ejemplo de la invención, un reactor 10 con cinco lámparas UV dispuestas sustancialmente en una configuración en V de acuerdo con esta invención fue validado usando el bioensayo de acuerdo con la UVDGM para medir el rendimiento. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2

Flujo, m ³ /día (MGD)	37.855 (10)	30.285 (8)	22.710 (6)	15.140 (4)	3.785 (1)
Transmitancia UV	85	88	88	88	95
Número de lámparas funcionando	5	4	3	2	1
Dosis requerida, mJ/cm ²	40	40	40	40	40
Dosis real a 10 kW/lámpara	44'9	44'9	49'4	40'2	42'1
Potencia de lámparas para obtener Dosis 40, kW	8'9	8'8	7'8	10'0	9'3

Con cinco lámparas funcionando a un flujo de 37.855 m³/día (10 millones de galones al día) y una transmitancia UV del 85%, se obtiene una dosis de 44'9 mJ/cm². Las lámparas pueden ser reguladas hasta 8'9 kW/lámpara para obtener la dosis requerida de 40 mJ/cm². Se apagaron lámparas alternas, una lámpara o par de lámparas a un tiempo, para demostrar la eficacia de regulación. Primero, fue apagada la lámpara 18 frontal para proporcionar cuatro lámparas en funcionamiento. Estas lámparas fueron suficientes en esta situación a un caudal de 30.285 m³/día (8 MGD) y transmitancia UV del 88% de tal forma que sólo cuatro lámparas se necesitan para proporcionar dosis suficiente. A continuación, el segundo par de lámparas 16a y 16b fueron apagadas con la lámpara 18 vuelta a encender dejando tres lámparas UV funcionando. Un escenario de tres lámparas puede ser aceptable si, por ejemplo, el caudal es 22.710 m³/día (6 MGD) con una transmitancia del 88% para obtener una dosis UV de más de 40 mJ/cm² y, por consiguiente, la desinfección de los microorganismos objetivo. Adicionalmente, el suministro de un dispositivo con sólo tres de las cinco lámparas posibles instaladas es anticipado para posibilitar un dispositivo más eficiente y menos costoso que un diseño comparativo de cuatro lámparas necesitado en una formación circular tradicional cuando el flujo (pico) de diseño y la transmitancia UV son tales que se necesitan sólo tres lámparas para obtener la dosis deseada. A continuación, fueron apagadas tanto la lámpara 18 frontal como el primer par de lámparas 15a y 15b dejando dos lámparas funcionando lo cual es efectivo a una flujo más reducido de 15.140 m³/día (4 MGD) en este ejemplo y una transmitancia UV del 88%. Finalmente, todas las lámparas excepto la lámpara 18 frontal fueron apagadas dejando sólo una lámpara en funcionamiento. Este escenario dio como resultado la reducción máxima y en estas condiciones una sola lámpara puede obtener la dosis requerida con un flujo de 3.785 m³/día (1 MGD) y el 95% de transmitancia. Según se demuestra mediante este ejemplo, la presente invención proporciona un dispositivo de tratamiento UV con lámparas UV que están dispuestas específicamente de manera simétrica en el agua en un diseño que da como resultado una buena distribución de dosis y eficiencia para el fluido que está siendo tratado en él.

Una ventaja adicional de una realización de la presente invención es que las lámparas están concentradas en una mitad de la placa de extremo circular que proporciona soporte para la inserción de las lámparas y tubos de cuarzo que forman las fuentes UV. Esto deja la otra mitad despajada para la inclusión de una boca de mano que puede ser quitada para proporcionar acceso a los elementos internos del reactor para mantenimiento. En reactores con disposiciones circulares hay menos espacio libre para una boca de mano haciendo más difícil el servicio.

Cuando se usa un reactor más grande con fuentes UV de longitud de arco relativamente más larga, opcionalmente en un ejemplo, la fuente UV 15b más cercana al fondo funciona a un nivel de potencia más elevado que el de las otras fuentes de lámpara UV 16, 18a, 18b y 15a para compensar la irradiación relativamente inferior que la lámpara irradia hacia abajo comparada con la que da hacia arriba. A longitud de arco más larga será mayor la ventaja que los inventores anticipan que esto proveería. Como alternativa, el deflector 20b inferior puede ser extendido más allá dentro de la cámara 13 para crear un vano más pequeño con la fuente 15b más cercana al fondo que el vano entre el deflector 20a superior y la fuente UV 15b más superior desplazando así el fluido aguas arriba y compensando con ello la irradiación relativamente inferior que irradia la lámpara hacia abajo comparada con la que da hacia arriba.

Adicionalmente, aunque puede ser más eficiente mantener un incremento estrictamente uniforme del vano entre lámparas o pares de lámparas sucesivos para el funcionamiento con 5 lámparas, la realización preferida de la invención incrementa el vano de las lámparas 16a, 16b en hasta un 10% mientras que reduce el vano de las lámparas 15a, 15b en hasta el 10% para mejorar la distribución de dosis y, por consiguiente, el rendimiento con sólo

dos lámparas (16a, 16b) o 3 lámparas (18, 15a, 15b) respectivamente. Esto puede ser hecho con pequeño sacrificio en el rendimiento con 5 lámparas funcionando.

5 Aunque se han mostrado y descrito las realizaciones preferidas en este momento de la invención, debe entenderse que las realizaciones detalladas y las figuras se presentan para aclaración y no limitación. La invención puede ser
10 variada, modificada o cambiada de otra manera dentro del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas. Además, un experto en la técnica reconocería que el presente reactor podría ser montado verticalmente de tal forma que el fluido fluya hacia arriba en vertical o hacia abajo. Si se usa tal orientación, el uso de los términos vertical y horizontal, y superior e inferior, en los ejemplos anteriores se intercambiaría. No hay límite para el número de lámparas que podrían ser usadas para formar los dos planos que sustancialmente se intersecan según la formación en V, descrita en este documento. Adicionalmente, zonas de tratamiento de fluido sucesivas que contengan cada una de ellas planos que se intersecan de lámparas también se podrían usar para obtener dosis mayores si eso es deseable para una aplicación en particular.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos que comprende:
- a. un reactor para tratar un flujo de fluido, teniendo dicho reactor una entrada de fluido (12), una salida de fluido (14) y al menos una cámara (13) entre aquellas; y
- 5 b, al menos un primer (15a, 16a) y un segundo (16a, 16b) pares de fuentes UV dispuestas en dicha cámara (13), comprendiendo cada par de fuentes UV una fuente UV superior (15a, 16a) e inferior (15b, 16b), en el que dichas fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de dichas fuentes UV están situadas con un vano mayor que el vano entre dichas fuentes UV superior e inferior de dicho un segundo par (16a, 16b) de fuentes UV, estando situado de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV adyacente a dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV
- 10 aguas arriba o aguas abajo del flujo de fluido, estando situados dichos primer (15a, 15a) y segundo (16a, 16b) pares de fuentes UV sustancialmente en perpendicular a la dirección del flujo de fluido y todas las fuentes UV (15a, 15b, 16a, 16b, 18a, 18b, 25a, 25b, 26a, 26b, 28) están dispuestas en una configuración en V.
- 2.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo comprende, además, dos deflectores (20a, 20b) fijados a paredes opuestas de dicha cámara (13), un deflector superior (20a) dispuesto por encima de y adyacente a la fuente UV (15a) superior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV y un deflector inferior (20b) situado por debajo de y adyacente a la fuente UV (15b) inferior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV.
- 15 3.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo comprende, además, una fuente UV (18) única adicional situada aguas arriba o aguas abajo de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV y opuesto a dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV a una distancia de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV que es aproximadamente igual a la distancia entre dichos primer (15a, 15b) y segundo (16a, 16b) pares de fuentes UV.
- 20 4.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo comprende, además, un tercer par (18a, 18b) de fuentes UV que comprende una fuente UV superior (18a) y una inferior (18b) y que está situado aguas arriba o aguas abajo de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV, y opuesto a dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV a una distancia de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV que es aproximadamente igual a la distancia entre dichos primer (15a, 15b) y segundo (16a, 16b) pares de fuentes UV, un vano entre dichas fuentes UV superior (18a) e inferior (18b) de dicho tercer par (18a, 18b) de fuentes UV menor que el vano entre dichas fuentes UV superior (16a) e inferior (16b) de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV).
- 25 5.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el vano entre las fuentes superior e inferior de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV es aproximadamente un tercio del vano entre las fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV.
- 30 6.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el vano entre las fuentes superior e inferior de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV es aproximadamente la mitad del vano entre las fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV.
- 35 7.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el vano entre las fuentes superior (16a) e inferior (16b) de dicho segundo par de fuentes UV es aproximadamente tres quintos del vano entre las fuentes superior (15a) e inferior (15b) de dicho primer par, de fuentes UV y el vano entre las fuentes superior (18a) e inferior (18b) de dicho tercer par de fuentes UV es aproximadamente un quinto del vano entre las fuentes superior (15a) e inferior (15b) de dicho primer par de fuentes UV.
- 40 8.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el vano entre las fuentes superior e inferior de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV es aproximadamente dos tercios del vano entre las fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV y el vano entre las fuentes superior e inferior de dicho tercer par (18a, 18b) de fuentes UV es aproximadamente un tercio del vano entre las fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV.
- 45 9.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas fuentes UV comprenden lámparas UV de media presión, lámparas UV de baja presión, lámparas UV pulsantes, diodos emisores de luz UV, o una combinación de los mismos.
- 50 10.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo comprende, además, un conjunto de fuentes UV que incluye al menos dos pares de fuentes UV, un primer par (15a, 15b) de dichas fuentes UV en el que dichas fuentes están situadas una con respecto a la otra con un vano mayor que el vano entre las fuentes UV de dicho segundo par (16a, 16b) de dichas fuentes UV estando situadas dichas fuentes UV sustancialmente en perpendicular al flujo de fluido.
- 55 11.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la distancia entre dicho

primer par (15a, 15b) de fuentes UV y dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV está en el rango de unas 0'2 a 1'5 veces el incremento en el vano desde dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV hasta dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV.

5 12.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un plano creado por las fuentes UV superiores (15a, 16a) de dichos primer y segundo pares de fuentes UV interseca con un plano creado por las fuentes inferiores (15b, 16b) de dichos primer y segundo pares de fuentes UV interseca en ángulos de desde unos 40 hasta 140 grados.

10 13.- Un dispositivo de tratamiento de fluidos de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada uno de dichos deflectores (20a, 20b) está angulado en unos 20 hasta unos 90 grados desde una pared opuesta de la cámara de reacción.

15 14. Un método para tratar un flujo de fluido que usa un dispositivo de tratamiento de fluidos que comprende el entrar dicho fluido en una cámara (13) y exponer dicho fluido a al menos un primer (15a, 15b) y segundo (16a, 16b) pares de fuentes UV dispuestos en dicha cámara (13), comprendiendo cada uno de los pares de fuentes UV una fuente UV superior (15a, 16a) y una inferior (15b, 16b), en el que dichas fuentes superior e inferior de dicho primer par (15a, 15b) de dichas fuentes UV están situadas con un vano mayor que el vano entre dichas fuentes UV superior e inferior de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV, estando situado de dicho segundo par (16a, 16b) de fuentes UV adyacente a dicho primer par (15a, 15b) de fuentes UV aguas arriba o aguas abajo del flujo de fluido, estando situados dichos primer y segundo pares de fuentes UV sustancialmente en perpendicular a la dirección del flujo de fluido y todas las fuentes UV (15a, 15b, 16a, 16b, 18, 18a, 18b, 25a, 25b, 26a, 26b, 28) están dispuestas en una configuración en V.

20 15. Un método para tratar un flujo de fluido que comprende hacer fluir el fluido a través del dispositivo de tratamiento de fluidos descrito en la reivindicación 3 y exponer dicho fluido a dichas fuentes UV, en el que uno, dos, tres, cuatro o cinco de dichas lámparas UV están funcionando.

25 16. Un método para tratar un flujo de fluido que comprende hacer fluir el fluido a través del dispositivo de tratamiento de fluidos descrito en la reivindicación 4 y exponer dicho fluido a dichas fuentes UV y apagar uno o dos pares de dichas fuentes UV.

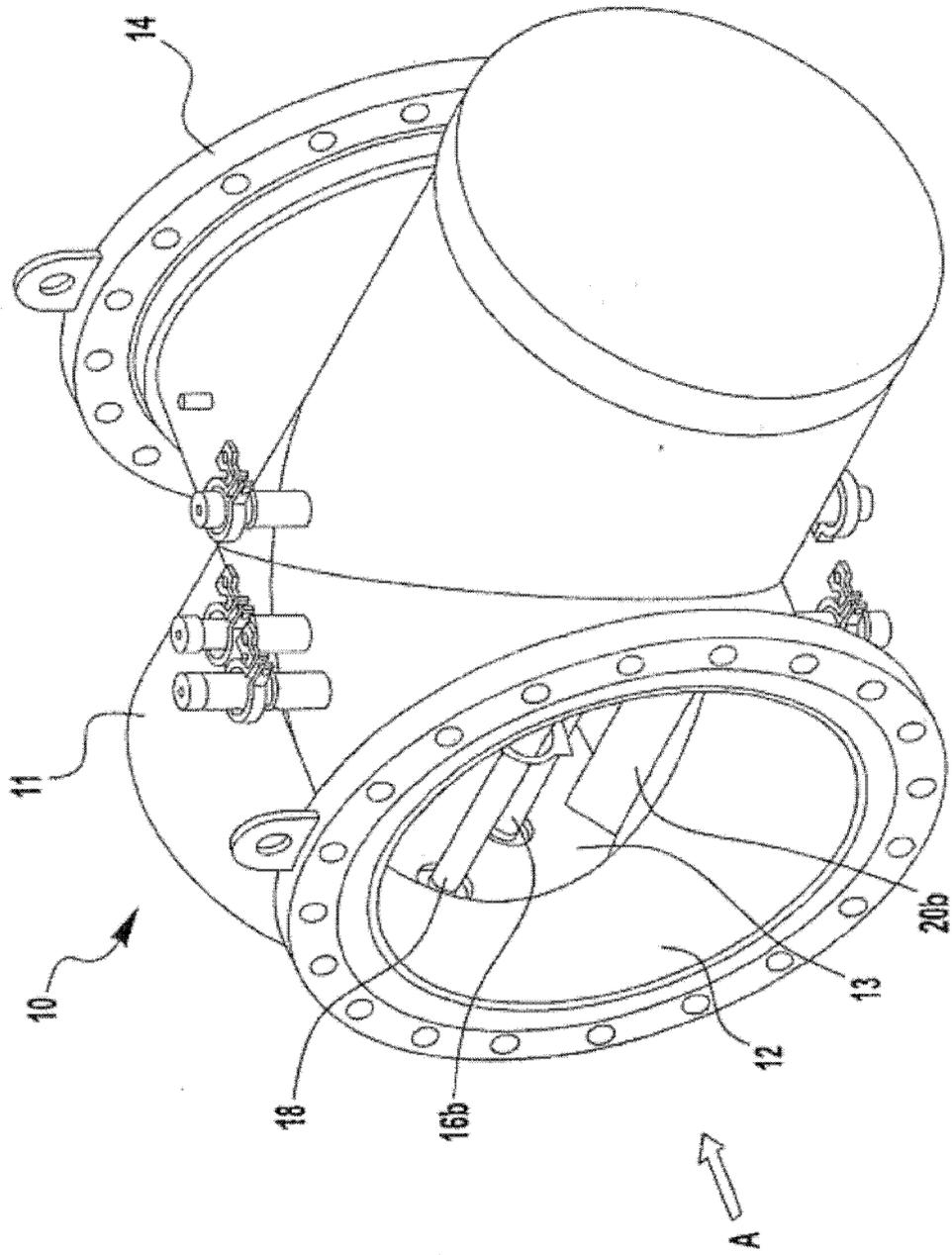
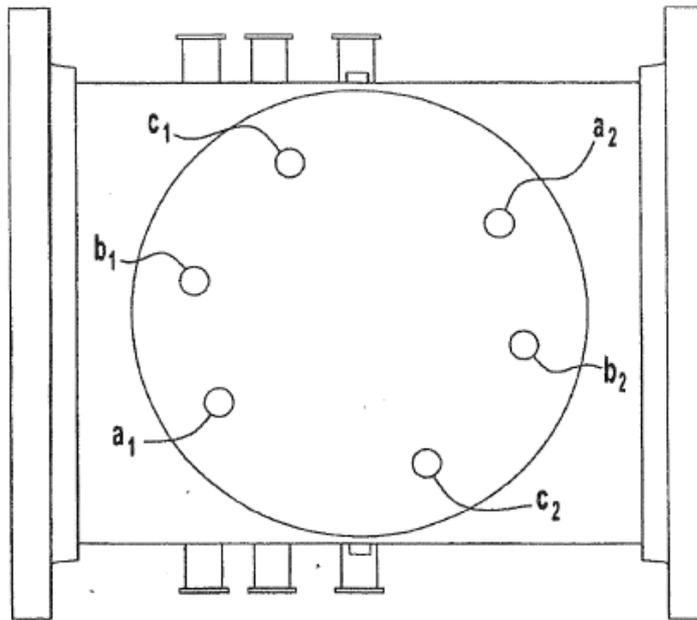
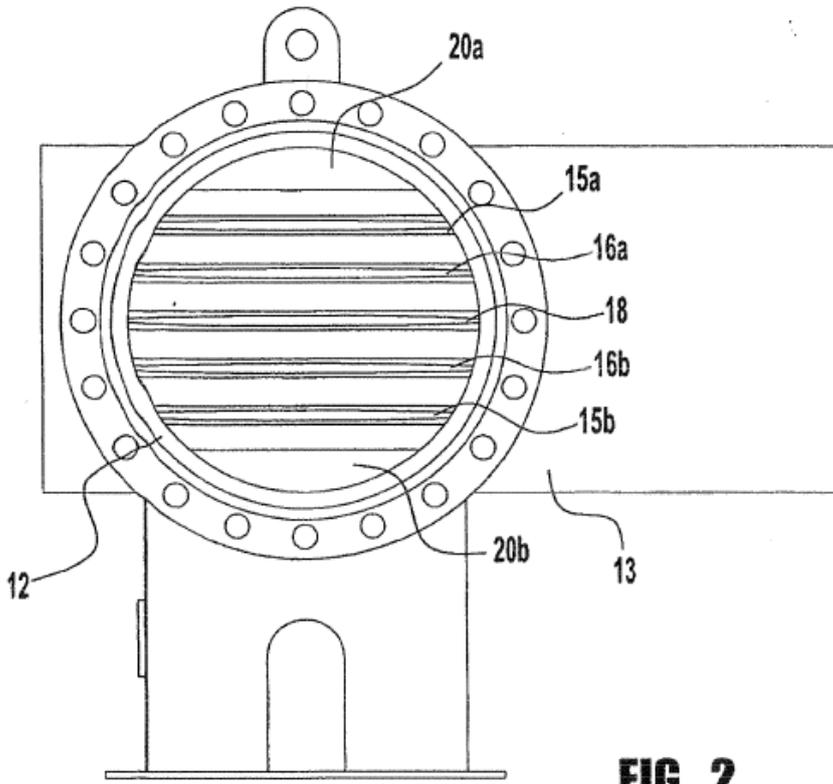


FIG. 1



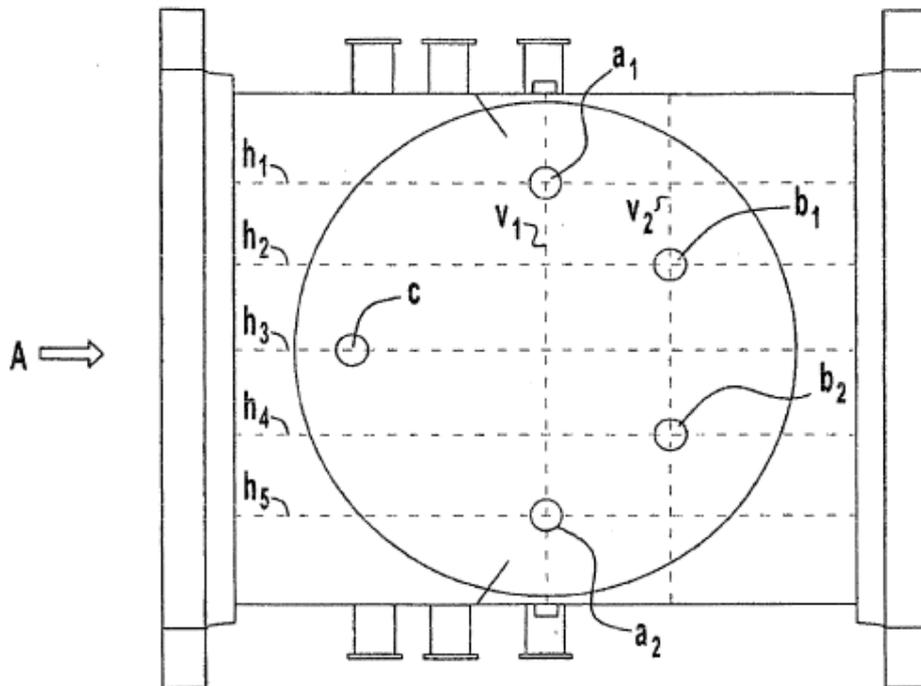


FIG. 3B
Ejemplo comparativo

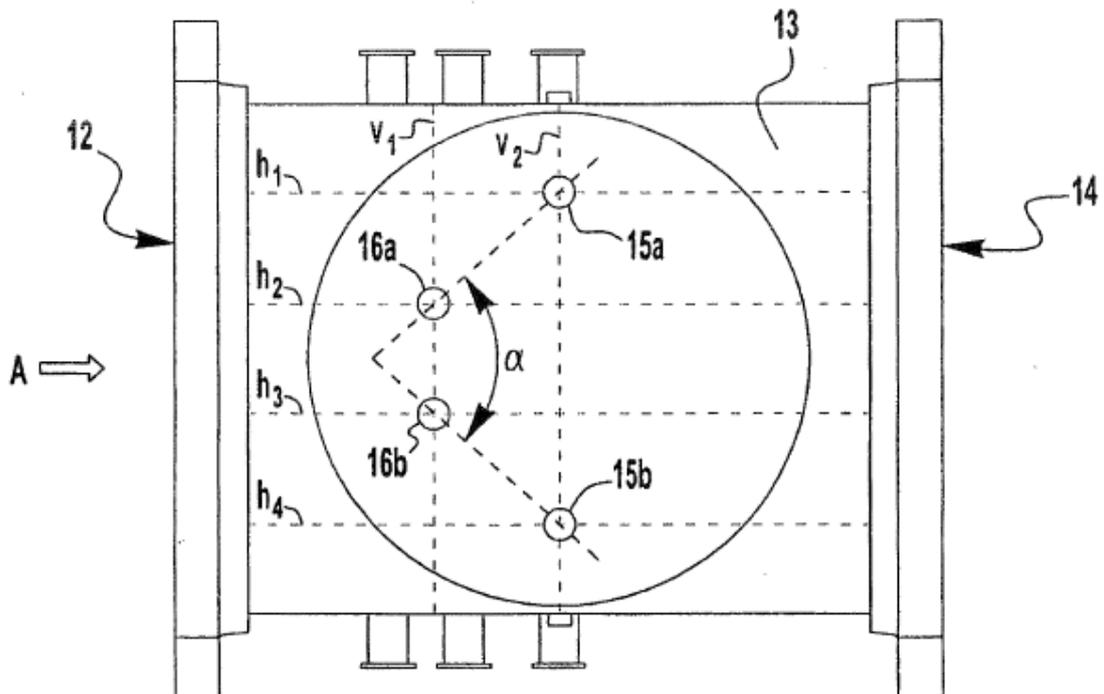


FIG. 4

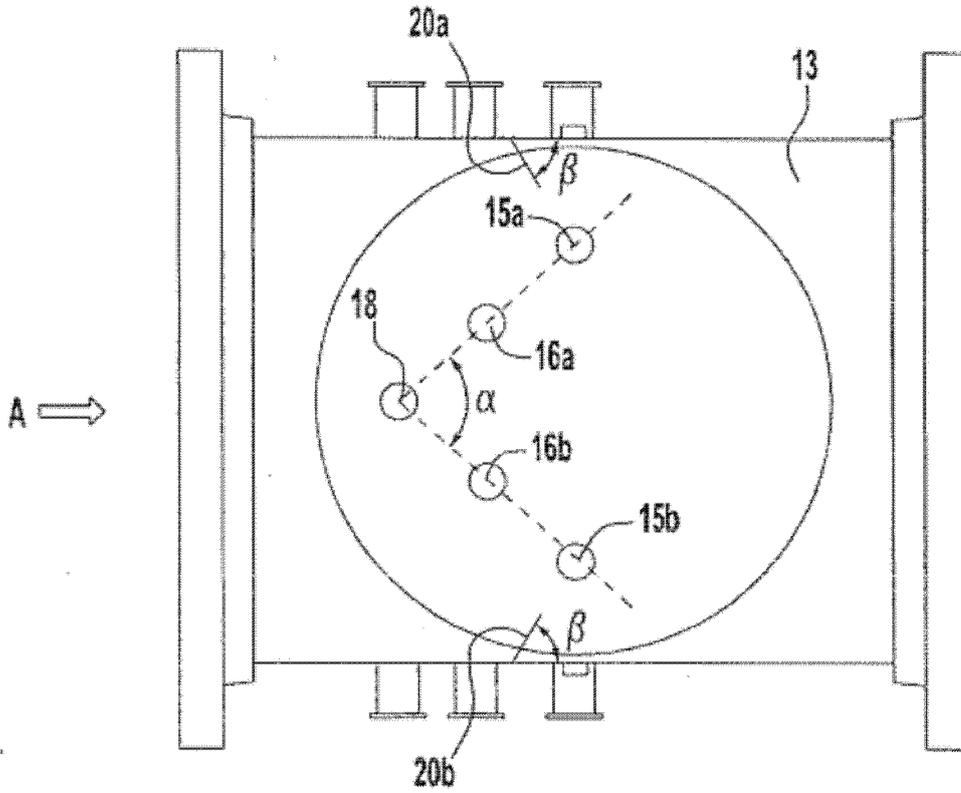


FIG. 5

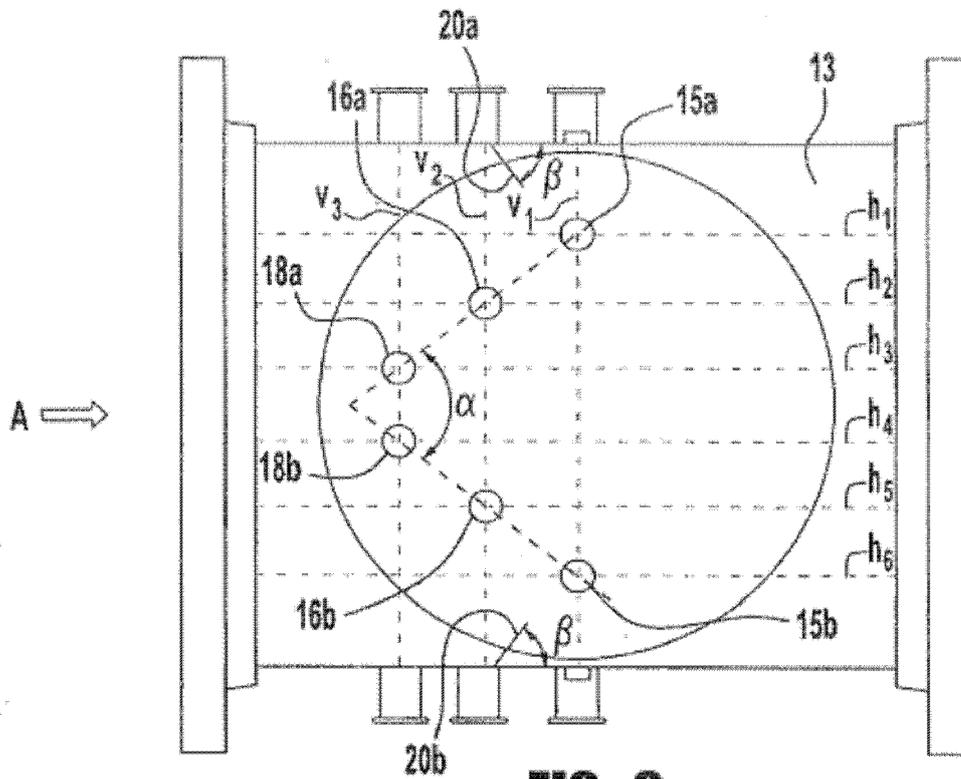


FIG. 6

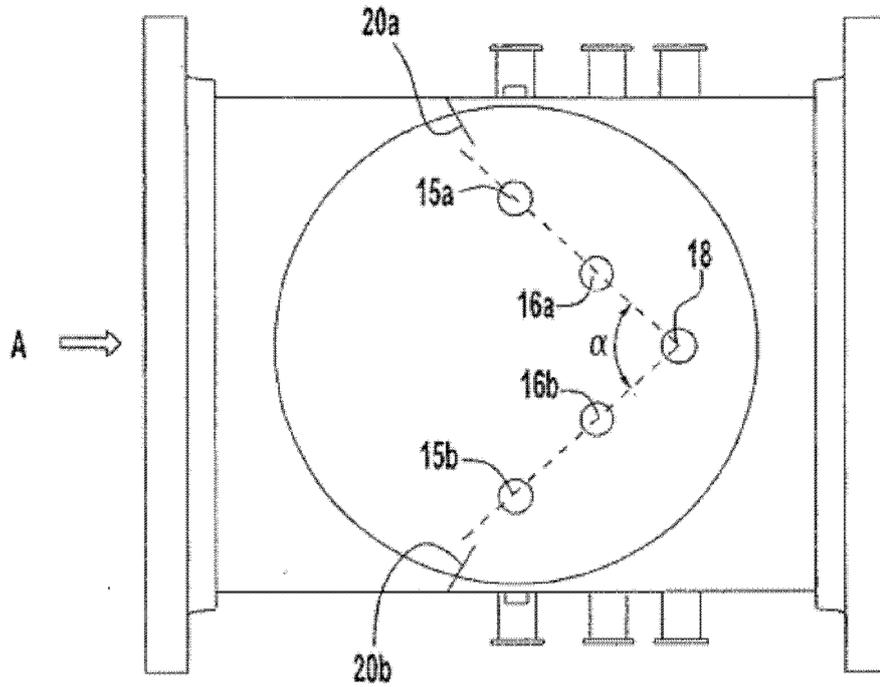


FIG. 7

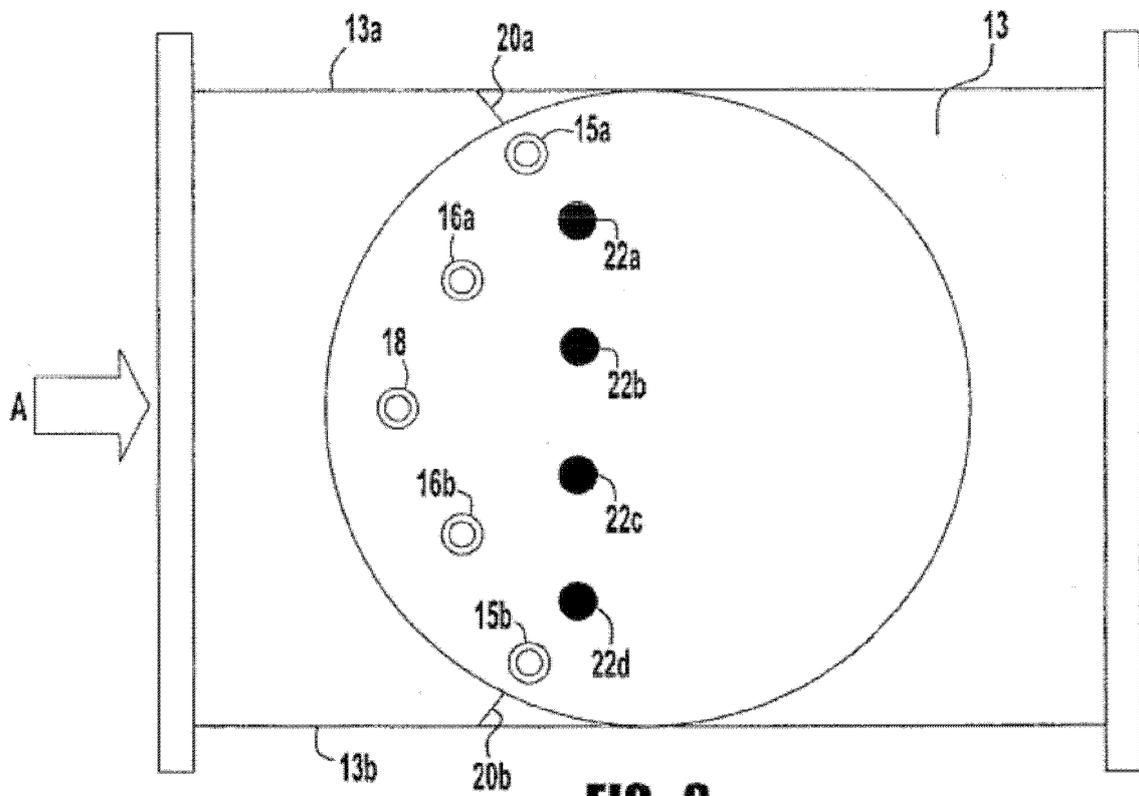


FIG. 8

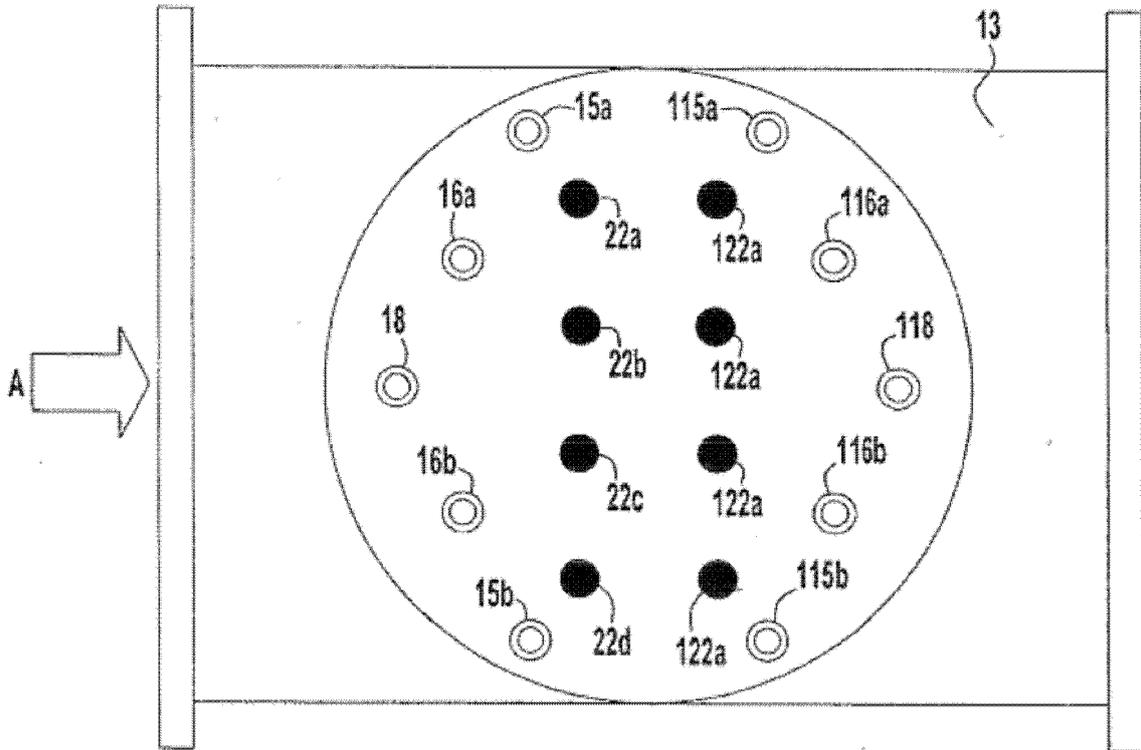


FIG. 9

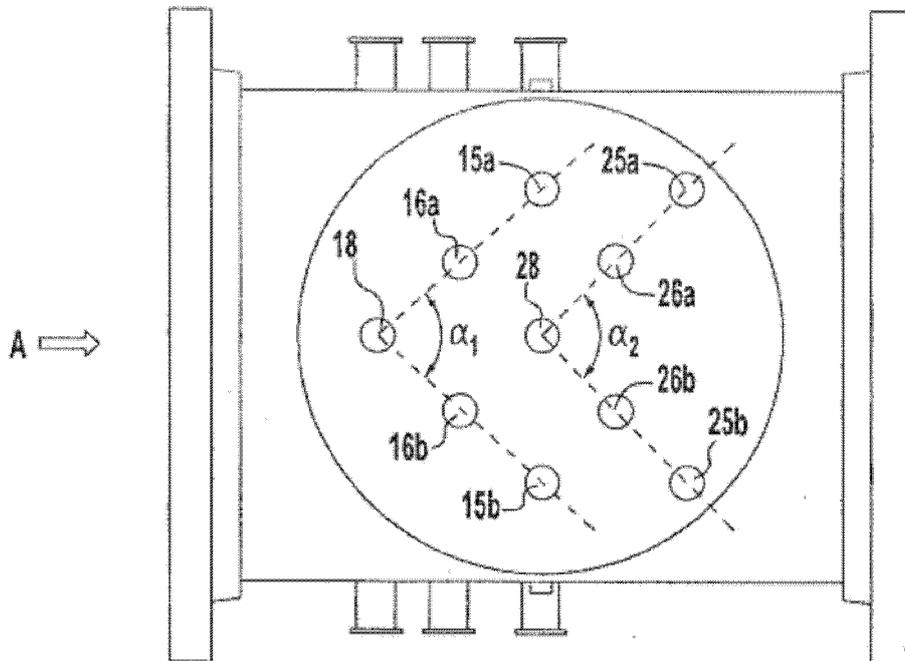


FIG. 10