(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 466 348**

(51) Int. CI.:

B01J 19/08 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2009 E 09829775 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2365873**

(54) Título: **Método y aparato para utilizar en elementos de mezclado en un sistema de desinfección por UV de agua residual/agua reciclada**

(30) Prioridad:

26.11.2008 US 200292 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.06.2014

(73) Titular/es:

CALGON CARBON CORPORATION (100.0%)
500 Calgon Carbon Drive
PittsburghPennsylvania 15205, US

(72) Inventor/es:

BIRCHER, KEITH

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

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

Método y aparato para utilizar en elementos de mezclado en un sistema de desinfección por UV de agua residual/agua reciclada

CAMPO DE LA INVENCIÓN

Esta invención se refiere, en general, a sistemas que utilizan luz ultravioleta (UV) para el control de organismos, y en particular para el mezclado de fluidos en sistemas que utilizan luz UV para la desinfección de fluidos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Las plantas de tratamiento de agua residual utilizan a menudo bastidores de lámparas orientados horizontalmente en la dirección del flujo en un canal abierto. Las lámparas emiten luz ultravioleta (UV) que desactiva microorganismos patógenos dejando el agua apta para su descarga a un cuerpo de recepción de agua o para la reutilización del agua (riego, reutilización potable indirecta, utilización industrial, agua gris para utilización no potable, etc.). Los bastidores sostienen lámparas en una matriz distribuida sobre la sección transversal del canal, de manera que ninguna parte del agua que fluye corriente abajo por el canal pasa demasiado lejos de alguna lámpara. Se conocen dispositivos de tratamiento de fluidos de canal abierto, por ejemplo, en las patentes U.S.A. números 4 482 809; y 5 006 244.

Existe un límite práctico sobre lo lejos que el agua puede pasar de una lámpara y seguir recibiendo una desinfección adecuada. La figura 1 es un diagrama que muestra la disminución de la irradiancia UV con la distancia desde la lámpara, en agua con transmitancia UV de 55 %T y 65 %T.

Habitualmente, los sistemas UV que utilizan lámparas de arco de mercurio de baja presión tienen una separación entre lámparas de aproximadamente 7,5 cm en una matriz cuadrada. Con tubos de cuarzo de 2,5 cm de diámetro, esto significa que la distancia máxima entre cualquier lámpara es de aproximadamente 4 cm. Esto proporciona suficiente espacio para que el agua pase entre las lámparas sin una pérdida de carga excesiva, y lo suficientemente cerca como para conseguir una penetración adecuada de los UV en todas las áreas y, por lo tanto, una desinfección adecuada. Estos sistemas de baja presión tienen lámparas con un consumo total de energía por debajo de 100 vatios y una salida UVC (UV germicida) por debajo de 50 vatios.

Avances más recientes en la tecnología de las lámparas han producido lámparas de baja presión con una salida superior. Una mayor salida de la lámpara significa que se puede desinfectar más agua por cada lámpara, y por lo tanto el flujo de agua se puede aumentar proporcionalmente a la salida UVC de la lámpara. Sin embargo, debido a límites de la pérdida de carga a través de un panel de lámparas (una pérdida de carga demasiado elevada significa que el nivel de agua, aguas arriba del panel, debe aumentar y parte del agua se desbordará por la parte superior del panel de lámparas y no será tratada adecuadamente), es necesario aumentar la separación entre lámparas para dar cabida a un flujo mayor de agua. Por ejemplo, las lámparas con un consumo eléctrico de 250 vatios y una salida UVC de aproximadamente 100 vatios, se deben disponer en matrices con una separación entre lámparas de 10 cm. El área adicional para el flujo de agua limita la velocidad y, por lo tanto, la pérdida de carga a través del panel de lámparas. Esto tiene como resultado una reducción en la irradiancia UV en el punto más alejado de todas las lámparas, tal como se muestra en la figura 2.

Está irradiancia reducida en el punto más alejado de las lámparas tiene como resultado cierta disminución en la eficiencia de funcionamiento asociada con esta mayor separación entre lámparas, especialmente a transmitancias UV menores (55 %T), pero las ventajas de poder utilizar menos lámparas superan el aumento resultante de consumo eléctrico.

El desarrollo más reciente de lámparas de potencia aún mayor (500 vatios, con salida UVC de 200 vatios) tendría potencialmente como resultado la reducción del número de lámparas necesarias, a la mitad del de los sistemas que utilizan lámparas de 250 vatios. Sin embargo, esto significa que se tiene que duplicar el flujo por lámpara, lo que tiene como resultado cuadruplicar la pérdida de carga a través de un panel de lámparas (la pérdida de carga es proporcional al cuadrado de la velocidad) salvo que se aumente aún más la separación de las lámparas. Sin embargo, aumentar la separación por encima de 10 cm tiene como resultado una reducción adicional en la eficiencia del tratamiento, que anula las ventajas potenciales de menos lámparas de potencia superior.

Una manera de superar esto es bloquear la parte superior del panel de lámparas, de tal modo que el agua no se

pueda desbordar sobre la parte superior del panel y esté forzada a fluir a mayor velocidad y con la consiguiente pérdida de presión más allá de las lámparas, con la menor separación de lámparas de 10 cm (4 pulgadas) o inferior. Esto se ha utilizado satisfactoriamente cuando se usan lámparas de presión media (MP, medium pressure) de potencia mucho mayor (2500 vatios/lámpara, UVC de 370 vatios) (patente U.S.A. número 5 590 390) y en un sistema que utiliza elementos de mezclado de forma triangular o de ala delta con una separación aún mayor y lámparas de 5000 vatios (UVC de 750 vatios) (patente U.S.A. número 6 015 229). Incluso a pesar de que el sistema dado a conocer en la patente U.S.A. número 6 015 229 tenía la parte superior cerrada, seguía siendo necesario aumentar la separación entre lámparas para reducir la velocidad global y la pérdida de carga. En el sistema dado a conocer en la patente U.S.A. número 6 015 229, las lámparas MP de 5000 W son relativamente cortas (60 cm de longitud). Un inconveniente del sistema dado a conocer en la patente U.S.A. número 6 015 229 es que, si se utilizan lámparas más largas, se desvanecen los vórtices generados por las alas delta y se reduce la eficacia. Por lo tanto, el sistema dado a conocer en la patente U.S.A. número 6 015 229 se utiliza mejor con lámparas MP relativamente cortas (60 cm de longitud, frente a la longitud habitual de 1,8 m para lámparas LP).

Con una matriz de ala delta situada al principio de un panel de lámparas LP, los vórtices se desvanecen esencialmente después de aproximadamente 40 cm. Esto se ha modelado utilizando modelado de dinámica de fluidos computacional (CFD, Computational Fluid Dynamic Modeling) y se muestra en las figuras 3 y 4. La figura 3 es un diagrama de vórtices de velocidad que muestra vórtices 2 cm más abajo de las alas delta. La figura 4 es un diagrama de vórtices de velocidad que muestra vórtices 40 cm más abajo de las alas delta.

La velocidad rotacional y, por lo tanto, la capacidad de los vórtices para mezclar el agua más alejada de las lámparas está representada por los vectores de velocidad en las figuras 3 y 4, con flechas más largas y, por lo tanto, velocidades rotacionales superiores inmediatamente después de la lámpara (figura 3), y flechas menores y, por lo tanto, velocidades rotacionales menores 40 cm más abajo de las deltas.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a un aparato y un método para mezclar por lo menos un fluido que fluye a través de un sistema de fluidos, que comprende:

una matriz de filas y columnas de elementos alargados, en la que cada elemento alargado está alineado horizontalmente con elementos alargados en columnas adyacentes y alineado verticalmente con elementos alargados en filas adyacentes de elementos alargados, y en el que el eje de cada elemento alargado está alineado sustancialmente con la dirección del flujo de fluido; y

una serie de pares de elementos de mezclado de forma triangular que tienen un vértice que apunta aguas arriba y en un ángulo con respecto a la dirección del flujo, y dispuestos a intervalos separados a lo largo de la longitud de cada elemento alargado, estando dispuesto cada par de elementos de mezclado de forma triangular de tal modo que el lado más largo de cada elemento de mezclado de forma triangular es paralelo y adyacente al lado más largo del otro elemento de mezclado de forma triangular del par.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se hace referencia a continuación a los dibujos, en los que los numerales similares indican partes idénticas o correspondientes a través de las vistas mencionadas.

La figura 1 es un gráfico que muestra la irradiancia UV relativa frente a la distancia, a partir de una combinación de lámpara/cuarzo, mostrada a una transmitancia del agua del 55 (línea de trazos) y 65 % por centímetro.

La figura 2 es un gráfico que muestra la irradiancia relativa en el punto central entre 4 lámparas en una matriz cuadrada de lámparas frente a la separación de las lámparas, entre lámparas adyacentes en la matriz.

La figura 3 es un diagrama de vórtices de velocidad que muestra vórtices 2 cm más abajo de las alas delta.

La figura 4 es un diagrama de vórtices de velocidad que muestra vórtices 40 cm más abajo de las alas delta.

La figura 5a es un gráfico del efecto de cero, uno, tres y cuatro matrices de deltas equidistantes en la longitud de la lámpara, sobre el rendimiento de desactivación microbiana.

La figura 5b son datos de prueba del ensayo biológico piloto de la dosis equivalente de reducción MS2 ("RED", Reduction Equivalent Dose) con y sin alas delta (línea de trazos) a 67 %T, frente al caudal por lámpara, de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 son datos de prueba del ensayo biológico piloto de la MS2 RED con y sin alas delta (línea de trazos) a 60 %T, de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 son datos de prueba del ensayo biológico piloto de la MS2 RED con y sin alas delta (línea de trazos) a 50 %T, de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 muestra realizaciones de la técnica anterior sobre la utilización de alas delta, que han empleado una matriz de alas delta que genera 8 vórtices alrededor de cada lámpara. Esta figura se toma de la figura 4 de la patente U.S.A. 6 015 229.

La figura 9 muestra una estructura de vórtices propuesta en la patente 6 015 229, con menor relación del diámetro del cuarzo frente a la separación de las lámparas, que muestra la zona de agua muy tratada próxima a la lámpara, no barrida por los vórtices.

La figura 10 es una estructura de vórtices con cuatro vórtices alrededor de cada lámpara, que muestra un barrido mejorado del agua próxima a la lámpara, de acuerdo con la presente invención.

La figura 11 muestra elementos de mezclado de forma triangular que producen la estructura de vórtices mostrada en la figura 10.

La figura 12 es un dibujo de un bastidor de lámparas con elementos de mezclado de forma triangular, de acuerdo con la presente invención.

La figura 13 es una vista en sección transversal con tres bastidores de lámparas juntos que muestran el armazón, el brazo de accionamiento del limpiador, los tubos de cuarzo y elementos de mezclado de forma triangular, de acuerdo con la presente invención.

La figura 14 es una vista en sección transversal del bastidor de lámparas que muestra un armazón ancho que dirige más cantidad del flujo de agua después de los tubos de cuarzo, de acuerdo con la presente invención.

La figura 15 es una sección transversal de un bastidor de lámparas que presenta un armazón estrecho que dirige el flujo de agua alejándolo de los tubos de cuarzo, según la técnica anterior.

La figura 16a muestra un elemento de mezclado de forma triangular con la punta retirada, de acuerdo con la presente invención.

La figura 16b muestra un elemento de mezclado de forma triangular, sin la punta retirada.

La figura 17 muestra elementos de mezclado de forma semitriangular en la parte inferior del canal, de acuerdo con la presente invención.

La figura 18 es un dibujo de un elemento de mezclado de forma semitriangular, de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 19a y 19b son vistas lateral y desde el extremo, que muestran un bastidor de lámparas en un canal abierto, con elementos de mezclado de forma semitriangular al nivel del agua en la parte superior y en la parte inferior del canal, de acuerdo con la presente invención.

La figura 20 es una disposición alternativa de soporte de elementos de mezclado de forma triangular, con barras o varillas de soporte verticales fijas, de acuerdo con la presente invención.

La figura 21 es una disposición alternativa de soporte de elementos de mezclado de forma triangular, con barras o varillas de soporte verticales extraíbles, de acuerdo con la presente invención.

La figura 22 es una posible disposición para un reactor de vasija cerrada, con una matriz de cuatro lámparas, de acuerdo con la presente invención.

La figura 23 muestra una vista en perspectiva de un reactor de vasija cerrada, de acuerdo con la presente invención.

La figura 24 es una vista en sección transversal longitudinal, del reactor de vasija cerrada de la figura 23.

La figura 25 es una vista desde el extremo, en sección transversal, del reactor de vasija cerrada de la figura 23.

La figura 26 es una vista desde el extremo, en sección transversal, del reactor de vasija cerrada, que muestra un mecanismo de limpieza de cuarzo, de acuerdo con la presente invención.

La figura 27 es una disposición para un reactor de vasija cerrada con una matriz dieciséis lámparas, de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Las realizaciones de la invención utilizan más de una matriz de alas delta (elementos de mezclado de forma triangular), a intervalos separados a lo largo de la longitud de una lámpara UV, en un sistema que utiliza luz UV para la desinfección de fluidos. Las disposiciones de matrices de elementos de mezclado de forma triangular se probaron utilizando modelado computacional de dinámica de fluidos, combinado con un modelo de campo de irradiancia para simular la desactivación microbiana. En la figura 5a, se muestra el efecto de cero, uno, tres y cuatro matrices de elementos de mezclado de forma triangular, equidistantes a lo largo de la longitud de la lámpara, sobre el rendimiento de desactivación microbiana. Puede observarse que una distribución de tres elementos de mezclado de forma triangular separados a lo largo de la lámpara tiene un rendimiento mejorado sobre una disposición que tenga solamente una matriz de elementos de mezclado de forma triangular.

Esta disposición de tres matrices de elementos de mezclado de forma triangular separadas a lo largo de la longitud de las lámparas de UV se probó con un sistema piloto en una planta de tratamiento de agua residual utilizando microorganismos equivalentes bacteriófagos MS2 y bacteriófagos T1 (organismos equivalentes conocidos, utilizados en pruebas de ensayos biológicos), con y sin elementos de mezclado de forma triangular. La separación de las lámparas en el sistema piloto fue de 6 pulgadas (15 cm).

Además en la prueba, para el agua no tratada de transmitancia UV del 67 % aproximadamente, la transmitancia se reguló a 60 %T y 50 %T utilizando ácido húmico para simular aguas normales de baja transmitancia. Las figuras 5b, 6 y 7 muestran la mejora en el rendimiento que se consiguió con y sin las tres matrices de elementos de mezclado de forma triangular.

Las realizaciones anteriores de la utilización de elementos de mezclado de forma triangular han utilizado una matriz de elementos de mezclado de forma triangular que genera ocho vórtices alrededor de cada lámpara. Esto se muestra en la figura 4 de la patente U.S.A. 6 015 229, reproducida en el presente documento como figura 8, en la que las lámparas UV (5) están rodeadas por un tubo (13), y cada elemento de mezclado de forma triangular produce un par de vórtices (10) que rotan en sentido inverso.

La idea que se propuso en la patente U.S.A. 6 015 229 fue tomar agua muy tratada en estrecha proximidad con la lámpara y alejarla de la lámpara, y tomar agua no tratada o agua tratada marginalmente lejos de la lámpara y acercarla mucho a la lámpara.

Esta disposición no es adecuada para un sistema en el que la proporción del diámetro del cuarzo respecto de la separación de las lámparas sea menor que en el sistema propuesto en el documento U.S.A. 6 015 229, dado que los vórtices no barren una gran parte del agua muy tratada que está próxima a la lámpara, tal como se muestra en la figura 9. Específicamente, la figura 9 muestra lo que ocurriría si se utilizara la disposición dada a conocer en la patente U.S.A. 6 015 229 con una proporción menor de diámetro de cuarzo frente a separación de las lámparas. Tal como se muestra, la estructura de vórtices presenta regiones de agua muy tratada cerca de la lámpara, que no están afectadas por los vórtices, o no son barridas por los mismos.

La disposición de las realizaciones de la invención es más adecuada para un sistema en el que la proporción del diámetro de cuarzo frente a la separación de las lámparas es menor que en el sistema propuesto en la patente U.S.A. 6 015 229. En las realizaciones de la invención, cuatro vórtices mayores (20) rodean cada lámpara (22), tal

como se muestra en la figura 10, formando una matriz cuadrada de vórtices. Tal como se puede observar, los vórtices están dispuestos cerca de la lámpara (22) tomando dicha agua muy tratada y alejándola de la lámpara (22), y a la inversa, toman el agua alejada de la lámpara (en el punto central (24) entre cuatro lámparas (22)) y la aproximan a la lámpara (22).

En la figura 11 se muestra una disposición de la invención que tiene alas delta o elementos de mezclado de forma triangular (26) que producen una estructura de vórtices que tiene cuatro vórtices (20) dispuestos próximos a la lámpara. Cada elemento de mezclado de forma triangular (26) está dispuesto con un vértice que apunta aguas arriba y en un ángulo respecto de la dirección del flujo. Tal como se muestra en la figura 11, los pares de elementos de mezclado de forma triangular (26) están dispuestos dándose la espalda, de tal modo que el lado más largo (28) de cada elemento de mezclado de forma triangular (26) está dispuesto en paralelo y adyacente al lado más largo (borde de salida) (28) del otro elemento de mezclado de forma triangular (26) del par.

Cada elemento de mezclado de forma triangular (26) produce un par de vórtices (20) de rotación inversa, y los elementos de mezclado de forma triangular (26) que se dan la espalda producen cuatro vórtices (20) que rotan en sentido inverso, que esencialmente hacen girar todo el agua comprendida en el espacio entre las cuatro lámparas (22) que rodean cada par. Esta rotación inversa es importante porque los vórtices (20) se refuerzan entre sí para una mayor velocidad de rotación y una sostenibilidad más prolongada. Esta disposición de elementos de mezclado de forma triangular (26) se prefiere asimismo desde el punto de vista mecánico, porque los elementos de mezclado de forma triangular (26) pueden estar acoplados a su respectivo bastidor de lámparas, y se puede retirar el conjunto completo del bastidor de lámparas sin afectar a los bastidores de lámparas adyacentes. Esto es importante para el mantenimiento rutinario de sistemas de desinfección por UV en canal. Las varillas de soporte (30) que mantienen los elementos de mezclado de forma triangular (26) en su posición se muestran asimismo en la figura 11. Tal como se puede observar, estas varillas (30) están situadas de modo que están fuera del barrido de los dos vórtices de rotación inversa (20) producidos por cada elemento de mezclado de forma triangular (26), pero en una buena posición para poder fijar el borde de salida del elemento de mezclado de forma triangular (26).

En la figura 12 se muestra un bastidor de lámparas (32) montado, con tres lámparas (22) por bastidor (32), en la realización preferida de este sistema. Un soporte adicional (34) está situado más arriba hacia la punta (ángulo de entrada) (35) de cada elemento de mezclado de forma triangular (26). Este segundo soporte (34) se utiliza para alinear correctamente el ángulo de los elementos de mezclado de forma triangular (26) con la dirección del flujo (ángulo de ataque), y fijar adicionalmente los elementos de mezclado de forma triangular (26) en su posición. Está situado asimismo en el eje longitudinal de los elementos de mezclado de forma triangular (26), de manera que no interfiere con el barrido rotacional de los vórtices (20).

En una realización de la invención, la disposición de bastidor de lámparas (32) está dotada de cuatro, seis u ocho lámparas verticales (22) por bastidor (32). Sin embargo, se puede incluir cualquier número de lámparas (22) en un único bastidor (32). Varios bastidores (32) están dispuestos adyacentes entre sí a efectos de formar una matriz de lámparas para su utilización en un sistema de desinfección por UV de canal abierto. La figura 13 muestra una vista de sección transversal de tres bastidores de lámparas (32) que muestran conjuntamente el armazón (36), brazos de accionamiento de limpiadores (38), tubos de cuarzo que contienen lámparas (22) y elementos de mezclado de forma triangular (26). En ésta y otras realizaciones dadas a conocer, las lámparas (22) están dispuestas en una matriz cuadrada, de tal modo que cada lámpara (22) está alineada horizontalmente con lámparas (22) en columnas adyacentes de lámparas, y alineada verticalmente con lámparas (22) en filas adyacentes de lámparas.

La mayor parte de los sistemas de UV montados en bastidor de canal abierto tienen elementos de soporte verticales (40) en cada extremo del bastidor de lámparas, para sostener los tubos de cuarzo y las lámparas (22). En los sistemas de la técnica anterior, este soporte vertical se dispone en estrecha proximidad con la lámpara, tal como se muestra en la vista de sección transversal de la figura 15. Esto tiende a alejar el agua de las lámparas acercándola al área entre lámparas, y tiene como resultado un rendimiento menor del sistema de UV.

Una mejora sobre esto, en una realización de la invención, tiene un armazón ancho (36) que impide que el agua, en el plano vertical, se aleje más de las lámparas (22), y dirige más agua en el plano vertical de las lámparas (22), tal como se muestra en la figura 14. La figura 14 muestra asimismo el punto en que el área abierta está alrededor de las lámparas (22), y los obstáculos al flujo (patas del armazón) se mantienen alejados de las lámparas (22).

Un sensor de UV (no mostrado), para medir la irradiancia de UV en el agua, está situado entre dos tubos de cuarzo, en un bastidor de lámparas. Es deseable limpiar este sensor así como los tubos de cuarzo con un elemento rascador o limpiador que recorra periódicamente la longitud de la lámpara. El conjunto de limpiador puede ser

accionado por un brazo de accionamiento vertical de limpiador (38) unido a un husillo accionado por motor (41). Se da a conocer un ejemplo de un rascador en la patente U.S.A. número 7 159 264. Una realización de la invención tiene un elemento de mezclado de forma triangular modificado (260), del que se ha retirado la punta. El elemento de mezclado de forma triangular modificado (260) proporciona una separación suficiente entre el limpiador del sensor y el elemento de mezclado de forma triangular (260). La punta del elemento de mezclado de forma triangular (260) podría interferir con el movimiento de limpiador del sensor UV. El elemento de mezclado de forma triangular con (260) y sin (26) la punta retirada, se muestra en las figuras 16a y 16b. En la figura 13 se muestra la separación necesaria para el brazo de accionamiento del limpiador (38).

Se ha llevado a cabo CFD y un modelado por ordenador del campo de intensidad de irradiancia, para mostrar que la eliminación de esta punta tiene un efecto muy pequeño sobre la desactivación microbiana a través del reactor.

Las realizaciones de la invención utilizan asimismo elementos de mezclado de forma semitriangular (42) en las partes superior e inferior del bastidor de lámparas. Esto genera un único vórtice completo mostrado en la figura 17, del mismo modo que un elemento de mezclado de forma triangular completo genera un par de vórtices. Dado que la parte inferior del canal está en el punto medio entre dos lámparas, el elemento de mezclado de forma semitriangular (42) se sube aproximadamente 0,7 cm para acomodar la varilla de soporte (30). La figura 18 muestra un elemento de mezclado de forma semitriangular (42). Las figuras 19a y 19b muestran un bastidor de lámparas en un canal abierto con elementos de mezclado de forma semitriangular (42) al nivel del agua en la parte superior, y en la parte inferior del canal.

Una realización alternativa para soportar los elementos de mezclado de forma triangular (26), es mediante la utilización de barras o varillas de soporte verticales (44), tal como se muestra en la figura 20. Esto tiene algunas desventajas y ventajas sobre la disposición de soporte horizontal descrita anteriormente. Los soportes verticales (44) producen más de un obstáculo para el flujo de agua, lo que tiene como resultado una mayor pérdida de carga a través del reactor, e interrumpe asimismo los vórtices en cierta medida. Sin embargo, en un bastidor de lámparas grande (por ejemplo, ocho lámparas apiladas verticalmente), cada varilla contiene siete elementos de mezclado de forma triangular completos y dos elementos de mezclado de forma semitriangular. Esto contrasta con los tres elementos de mezclado de forma triangular por varilla de la disposición de soporte horizontal. Por lo tanto, esto reduce el coste del sistema. Además, utilizar varillas de soporte vertical (44) posibilita extraer elementos de mezclado de forma triangular (por ejemplo, para limpieza) sin tener que extraer todo el bastidor. Esto es importante en aguas muy sucias en las que los elementos de mezclado de forma triangular tienen tendencia a acumular ristras de detritos (algas), lo cual es común en los vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales secundarias.

En la figura 21 se muestra una disposición de soporte alternativa con barras o varillas de soporte verticales extraíbles (440). Además, es posible que una única varilla soporte ambos pares de elementos de mezclado de forma triangular entre bastidores de lámparas, en cuyo caso, una única varilla soporta catorce elementos de mezclado de forma triangular completos y cuatro elementos de mezclado de forma semitriangular, en el ejemplo de bastidor de ocho lámparas mencionado anteriormente, reduciendo costes adicionalmente.

Las realizaciones de la invención incluyen disposiciones en reactores de vasija cerrada, tal como se muestra en las figuras 22 a 27. Se puede generar una matriz de vórtices, similar a la que se ha descrito en las anteriores realizaciones de canal abierto, en un sistema de desinfección por UV en vasija cerrada, en el que las lámparas están encerradas en una vasija tubular, con el flujo en la dirección de la longitud de la vasija y las lámparas paralelas al flujo.

La figura 22 muestra un reactor tubular (46) de cuatro lámparas (22). El mezclado adicional proporcionado por los elementos de mezclado de forma triangular (26) permite utilizar este reactor para agua con menor transmitancia UV dado que, tal como en la disposición de canal abierto, los vórtices (20) generados por los elementos de mezclado de forma triangular (26) traen el agua que está más alejada de las lámparas (22), acercándola en estrecha proximidad con las lámparas (22), y alejan el agua más próxima a las lámparas (22) separándola de las lámparas (22). Dicho reactor (46) podría tener una entrada (48) con agua fluyendo en paralelo a las lámparas, y una salida (50) con el agua fluyendo transversal a las lámparas, tal como se muestra en la figura 23.

Tal como en el reactor de canal abierto, uno o varios conjuntos de elementos de mezclado de forma triangular (26) están situados a intervalos separados a lo largo de la longitud de las lámparas. La figura 24 muestra tres conjuntos. Un husillo (410) (figuras 24 a 26) para accionar los elementos de limpieza de cuarzo (52) recorre la longitud del reactor (46) en el centro.

La figura 27 muestra una matriz de dieciséis lámparas con cuatro filas de cuatro lámparas (22). De manera similar, se podrían producir matrices de nueve, veinticinco o treinta y seis lámparas, con tres filas de tres lámparas (22), cinco filas de cinco lámparas (22) o seis filas de seis lámparas (22), respectivamente. En matrices mayores, se podrían incluir algunas pantallas (no mostradas) para impedir que el agua fluya a las zonas próximas a la pared no cubiertas por los vórtices.

Deberá apreciarse que los aparatos y métodos de la invención pueden se configurar y realizar según corresponda para cualquier contexto en cuestión. Las realizaciones descritas anteriormente se deben considerar a todos los efectos solamente como ilustrativas y no limitativas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para mezclar por lo menos un fluido que fluye a través de un sistema de fluido, que comprende:

una matriz de filas y columnas de elementos alargados, en la que cada elemento alargado está alineado horizontalmente con elementos alargados en columnas adyacentes y alineado verticalmente con elementos alargados en filas adyacentes de elementos alargados, y en el que el eje de cada elemento alargado está alineado sustancialmente con la dirección del flujo de fluido; y

una serie de pares de elementos de mezclado de forma triangular que tienen un vértice que apunta aguas arriba y en un ángulo con respecto a la dirección del flujo, y dispuestos a intervalos separados a lo largo de la longitud de cada elemento alargado, estando dispuesto cada par de elementos de mezclado de forma triangular de tal modo que el lado más largo de cada elemento de mezclado de forma triangular es paralelo y adyacente al lado más largo del otro elemento de mezclado de forma triangular del par.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada elemento alargado es una fuente de luz ultravioleta.

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos de mezclado incluyen elementos de mezclado que tienen una forma semitriangular, y en el que dichos elementos de mezclado de forma semitriangular están dispuestos a lo largo del elemento alargado en áreas del aparato no rodeadas por cuatro elementos alargados.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de fluido es un sistema de canal abierto, y en el que los elementos de mezclado están montados en varillas de soporte horizontales.

5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de fluido es un sistema de canal abierto, y en el que los elementos de mezclado están montados en varillas de soporte verticales.

6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de fluido es un sistema de canal abierto, y en el que los elementos alargados están dispuestos verticalmente en bastidores para su extracción del canal, y los elementos de mezclado están montados en varillas de soporte extraíbles de los bastidores independientemente.

7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cada bastidor incluye un armazón que tiene barras verticales separadas, en el que dichas barras verticales separadas crean un área abierta alrededor de los elementos alargados.

8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que se ha retirado un vértice delantero de uno o varios elementos de mezclado de forma triangular.

9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de fluido es un sistema de canal cerrado que tiene el aparato dispuesto en una vasija cilíndrica.

10. Un método para el mezclado de, por lo menos, un fluido que fluye a través de un sistema de fluido:

sumergiendo un aparato en el flujo de fluido, en el que dicho aparato comprende:

una matriz de filas y columnas de elementos alargados, en la que cada elemento alargado está alineado horizontalmente con elementos alargados en columnas adyacentes y alineado verticalmente con elementos alargados en filas adyacentes de elementos alargados, y en el que el eje de cada elemento alargado está alineado con la dirección del flujo de fluido;

una serie de pares de elementos de mezclado de forma triangular que tienen un vértice que apunta aguas arriba y en un ángulo con respecto a la dirección del flujo, y dispuestos a intervalos separados a lo largo de la longitud de cada elemento alargado,

estando dispuesto cada par de elementos de mezclado de forma triangular de tal modo que el lado más largo de cada elemento de mezclado de forma triangular es paralelo y adyacente al lado más largo del otro elemento de mezclado de forma triangular del par.

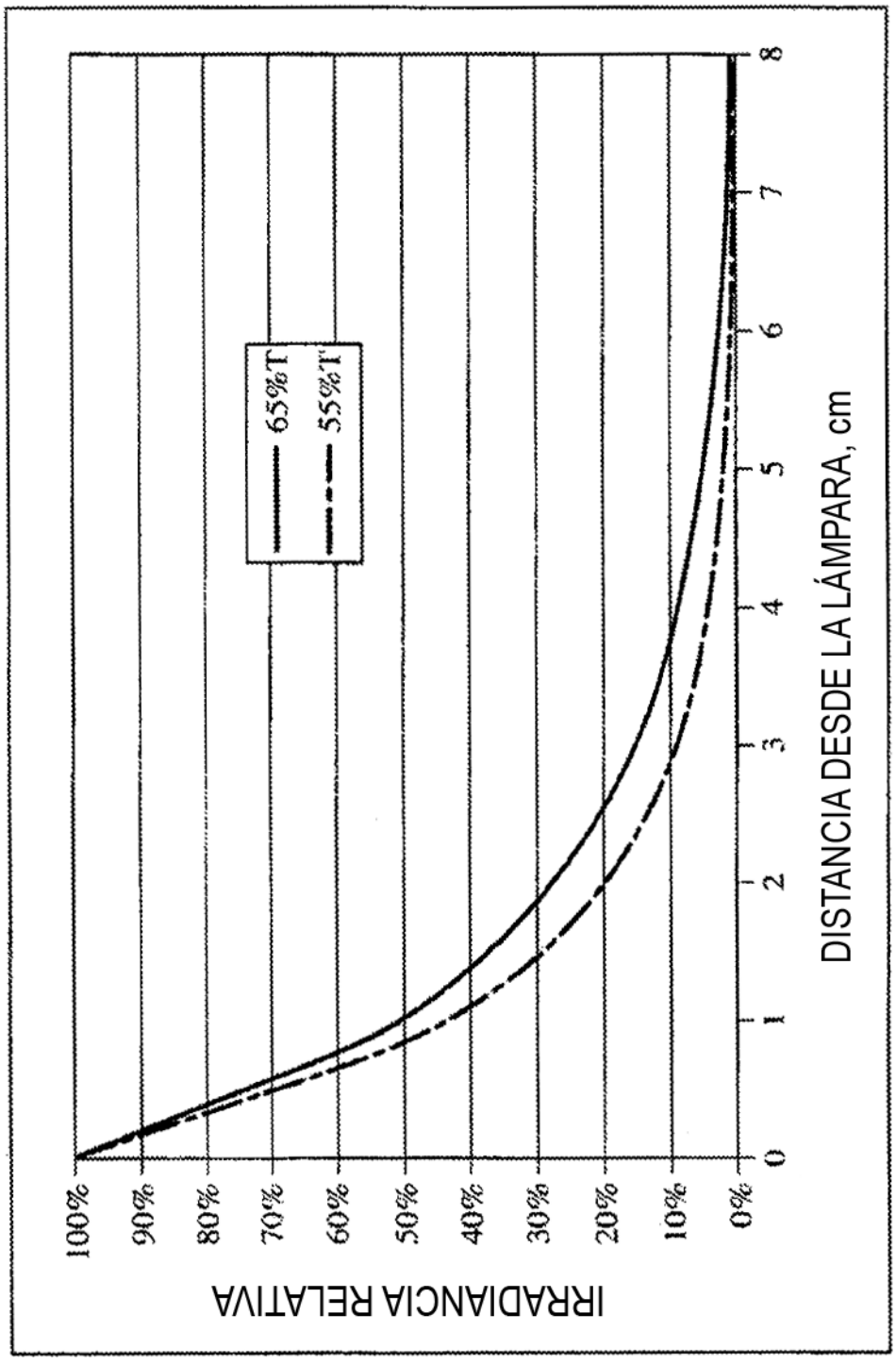

IRRADIANCIA RELATIVA
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
0
1
2
3
4
5
6
7
8
DISTANCIA DESDE LA LÁMPARA, cm
65%T
55%T

FIG. 1

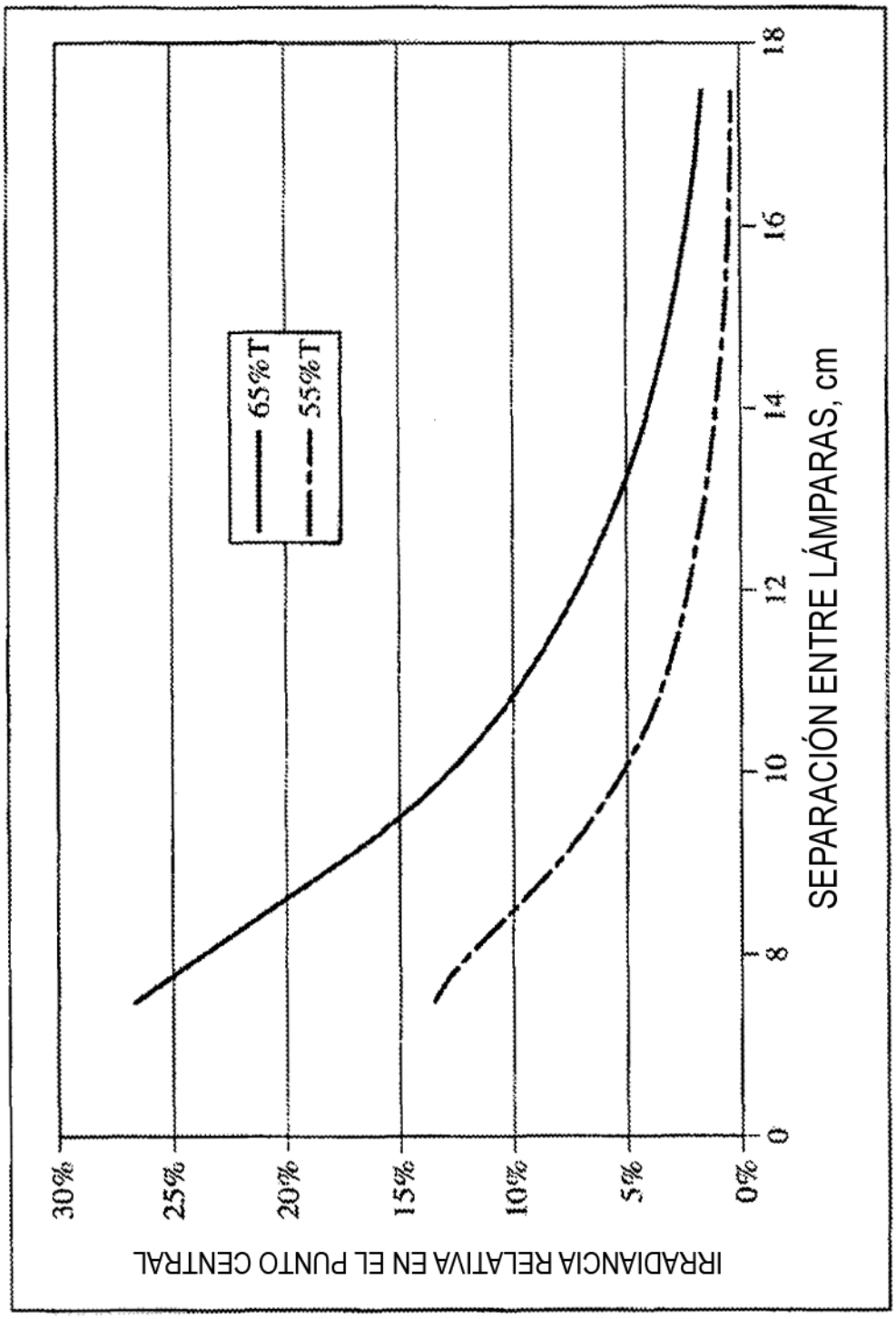

IRRADIANCIA RELATIVA EN EL PUNTO CENTRAL
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
0
8
10
12
14
16
18
SEPARACIÓN ENTRE LÁMPARAS, cm
65%T
55%T

FIG. 2

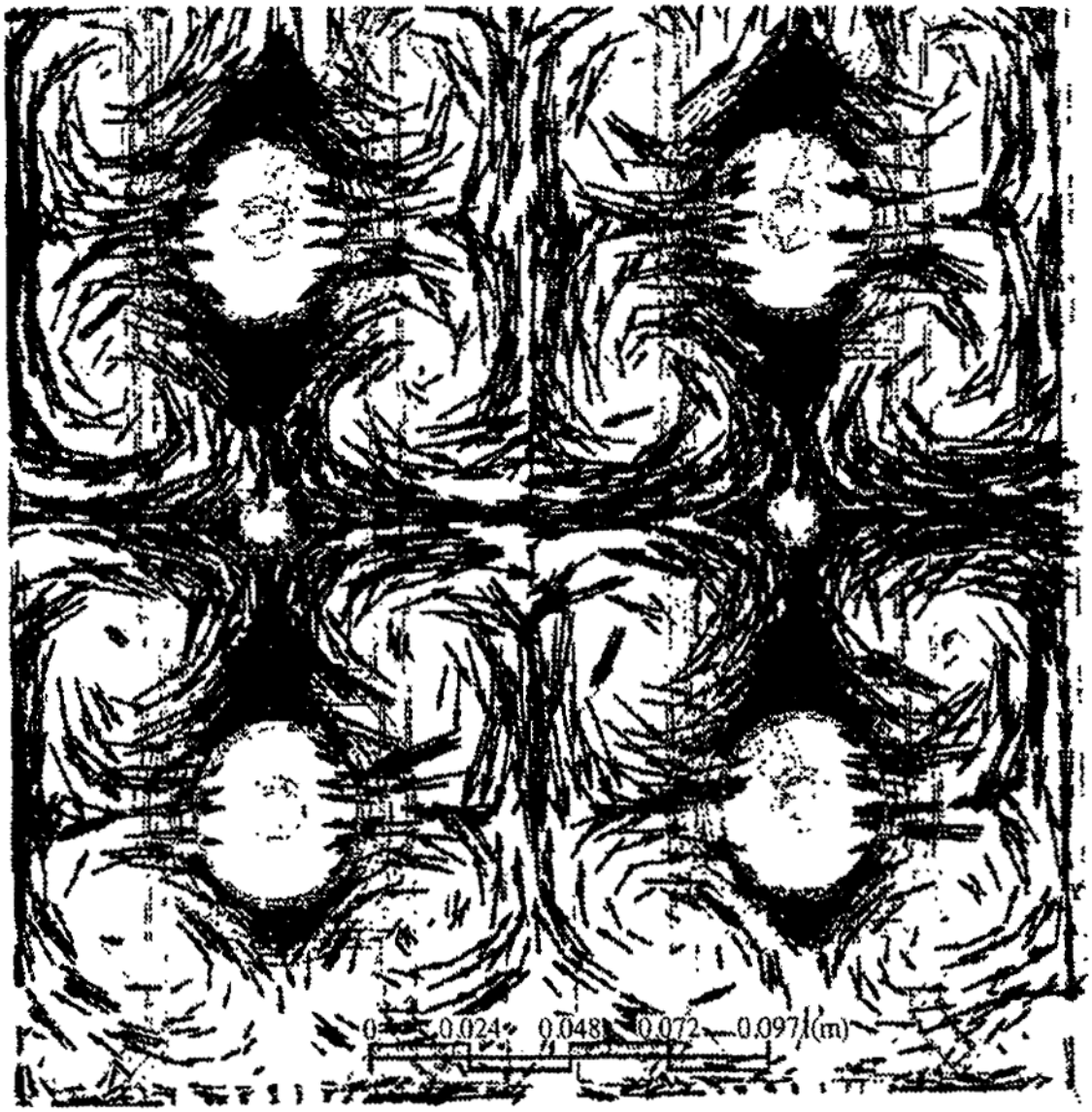


FIG. 3

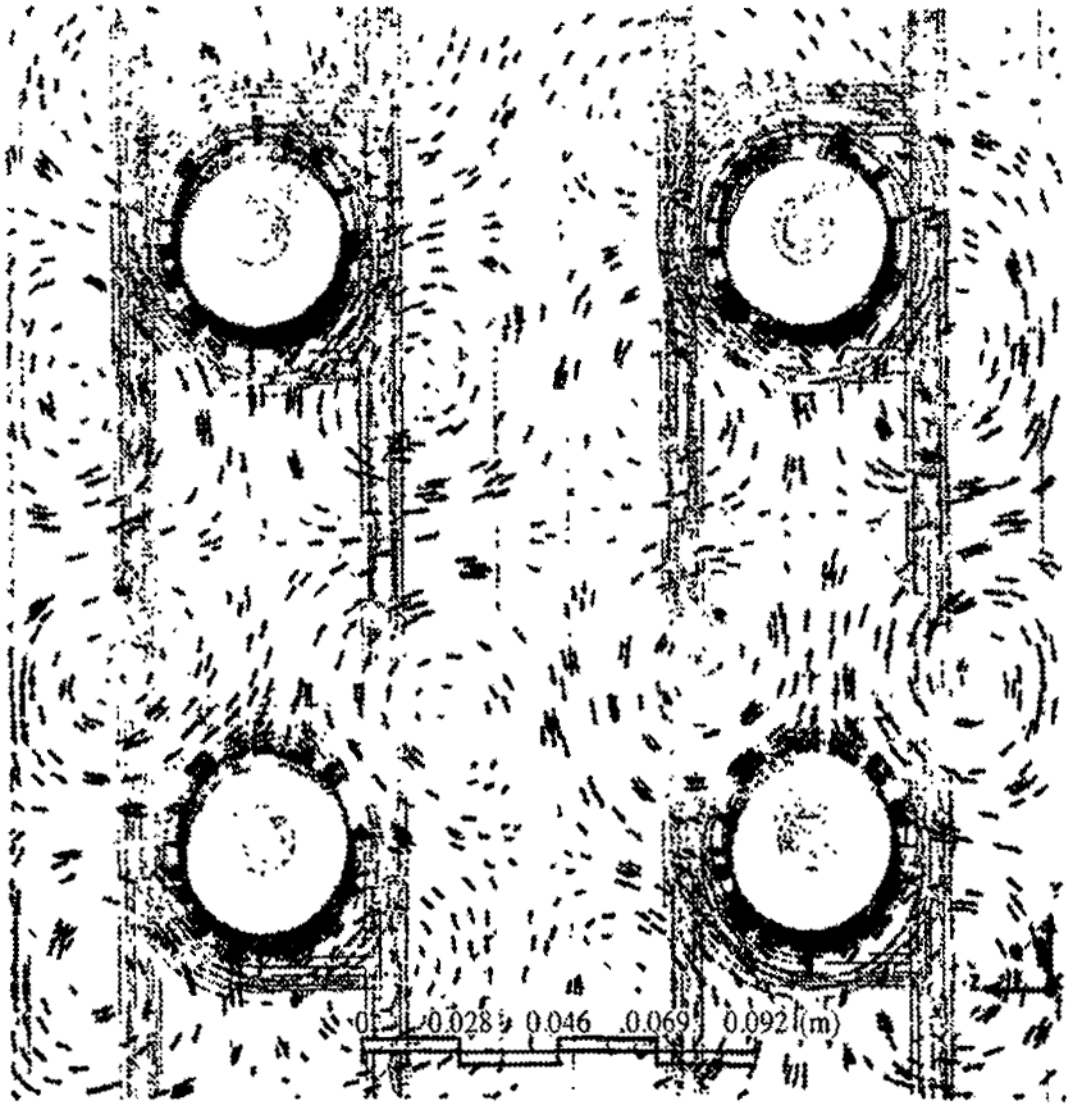


FIG. 4

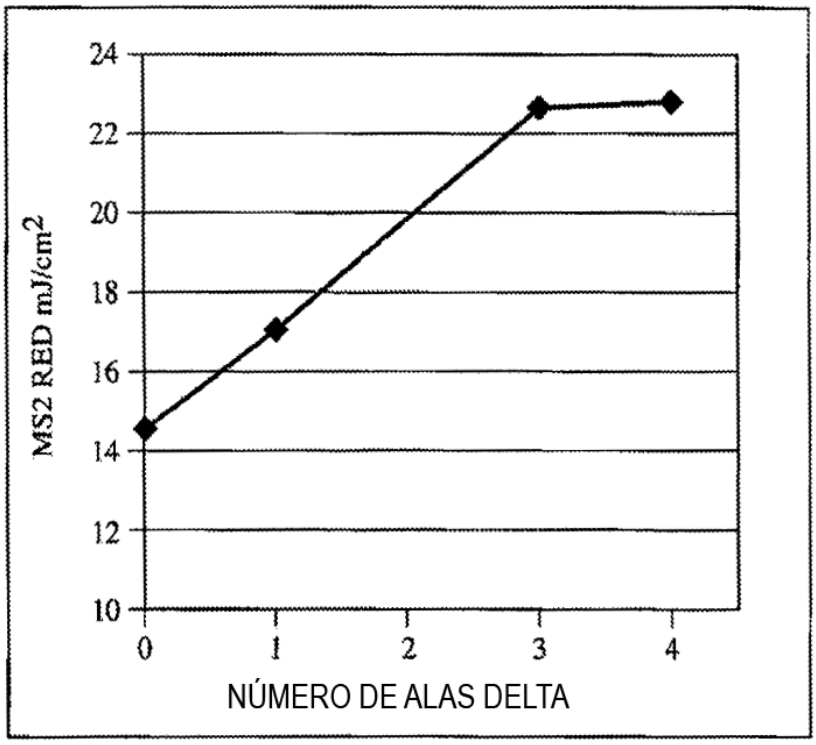

MS2 RED mJ/cm2
24
22
20
18
16
14
12
10
0
1
2
3
4
NÚMERO DE ALAS DELTA

FIG. 5a

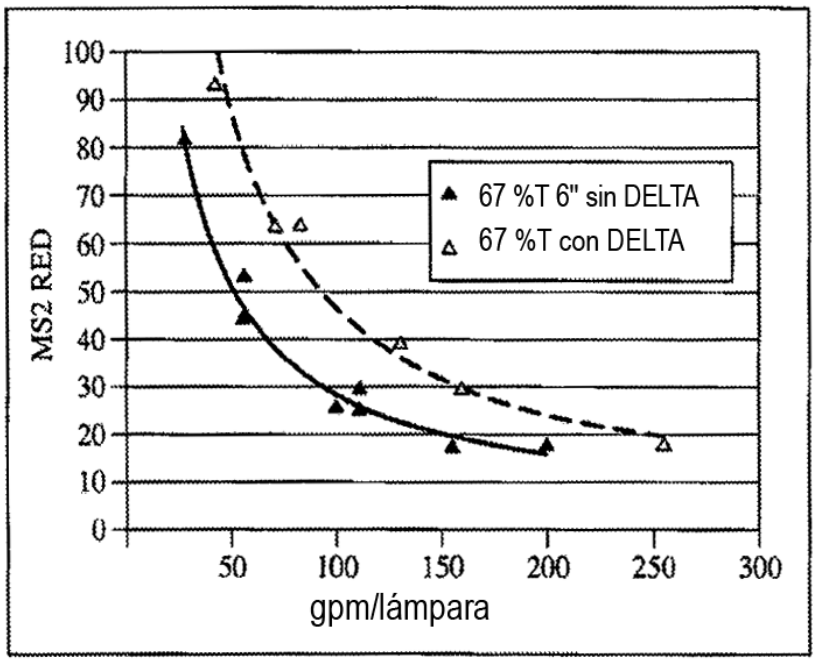

MS2 RED
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
50
100
150
200
250
300
gpm/lámpara
67 %T 6" sin DELTA
67 %T con DELTA

FIG. 5b

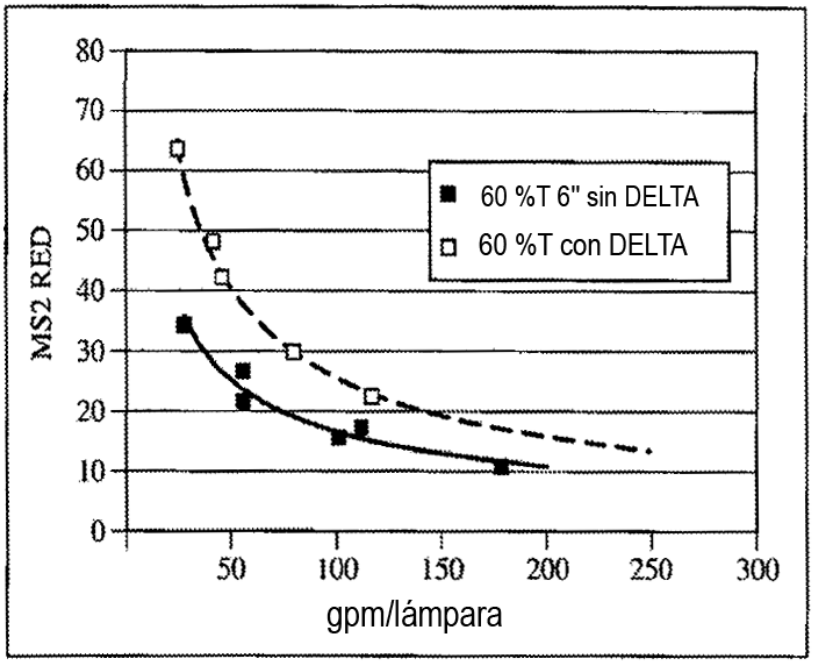

MS2 RED
80
70
60
50
40
30
20
10
0
50
100
150
200
250
300
gpm/lámpara
60 %T 6" sin DELTA
60 %T con DELTA

FIG. 6

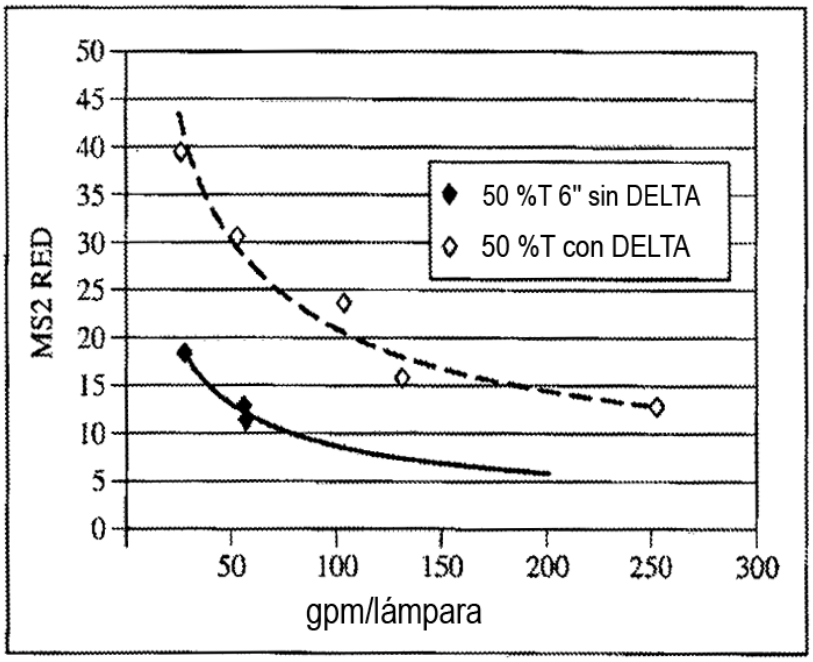

MS2 RED
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
50
100
150
200
250
300
gpm/lámpara
50 %T 6" sin DELTA
50 %T con DELTA

FIG. 7

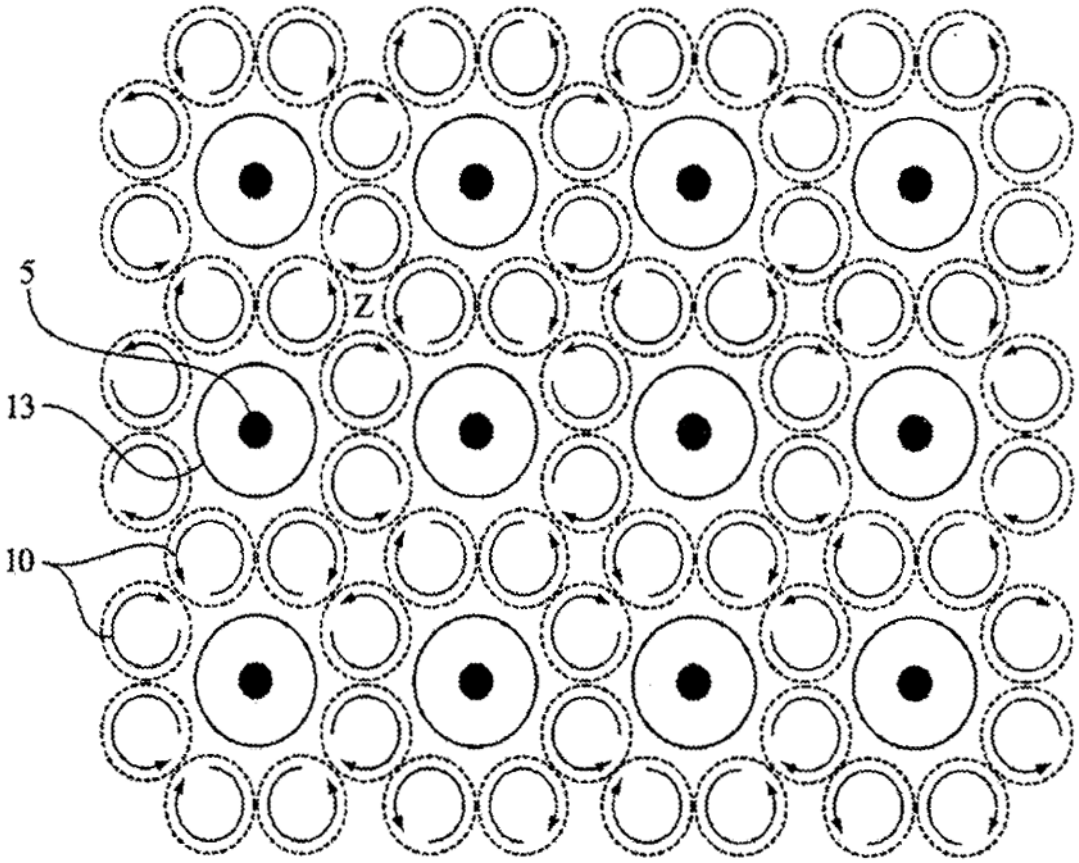


FIG. 8
(TÉCNICA ANTERIOR)

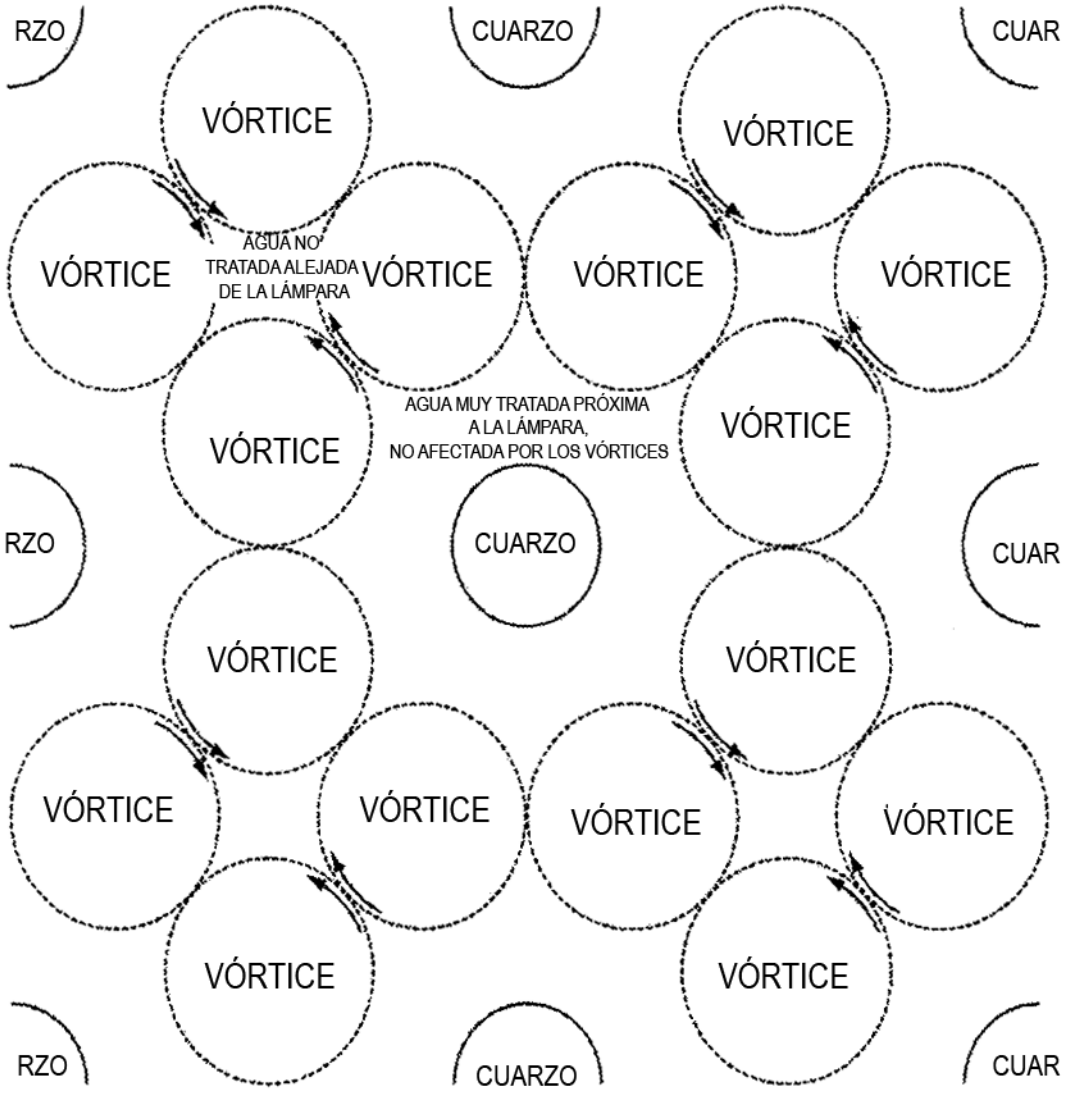


FIG. 9
(TÉCNICA ANTERIOR)

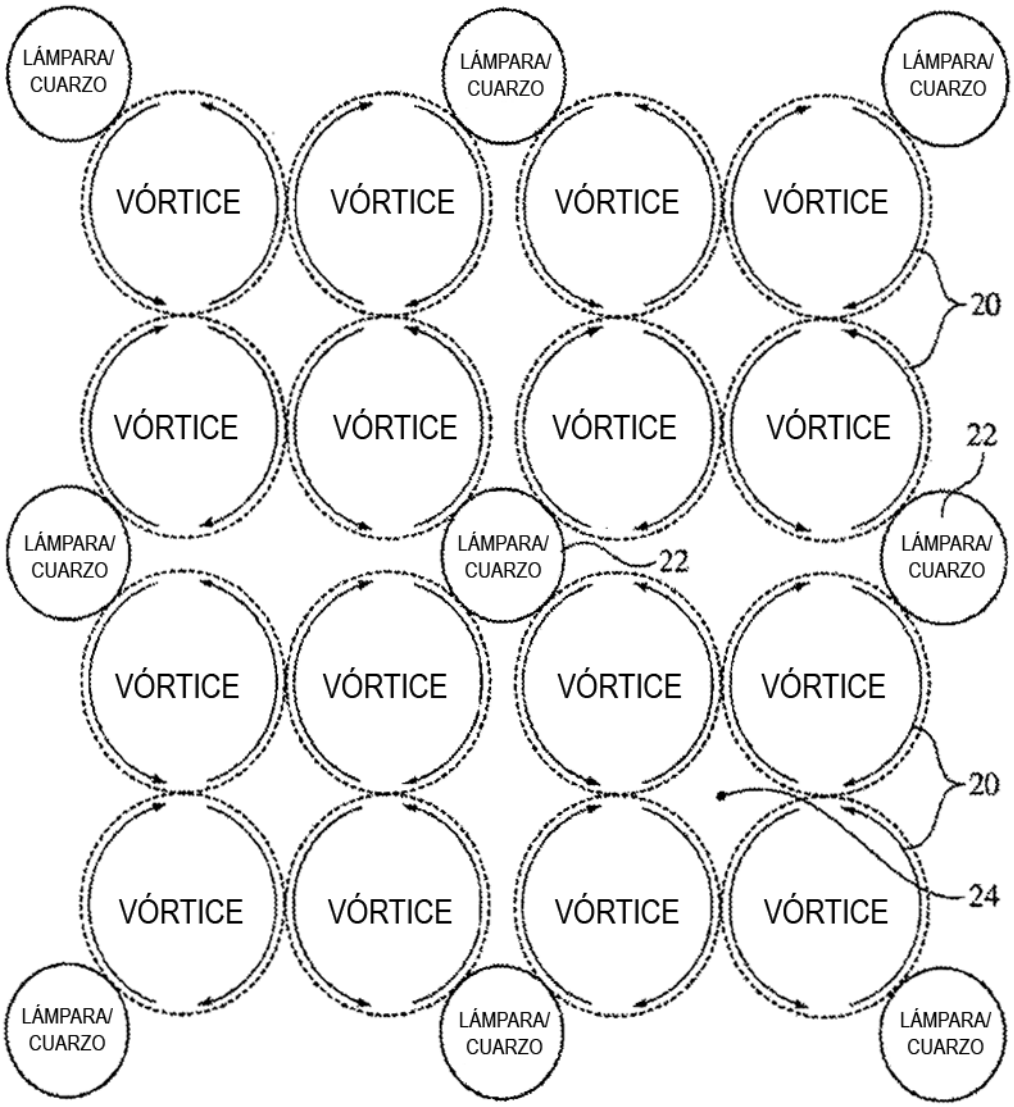


FIG. 10

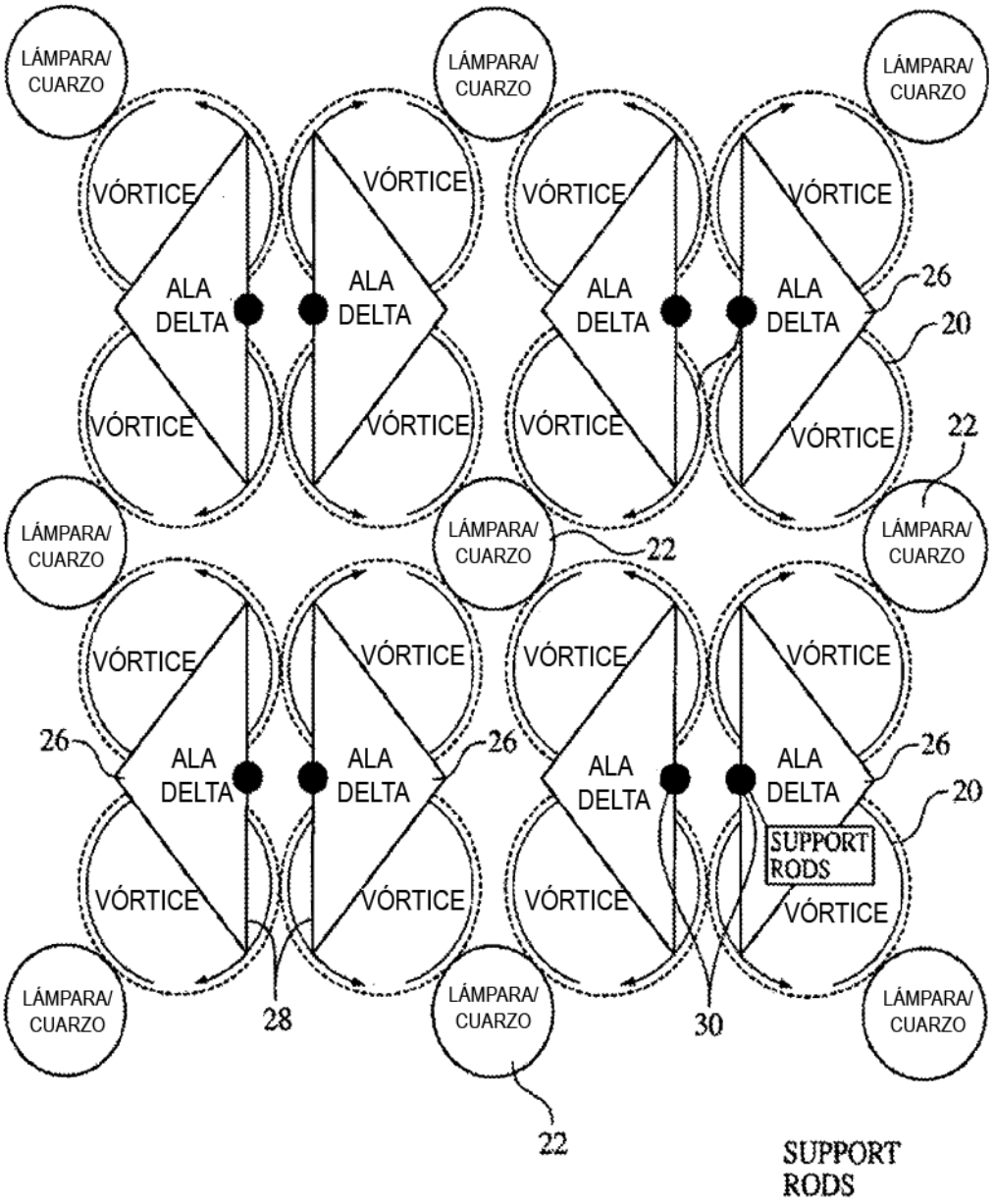


FIG. 11

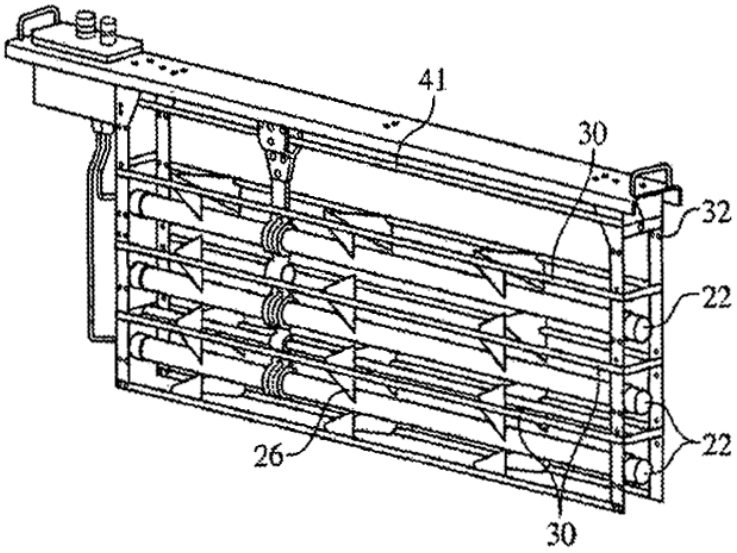


FIG. 12

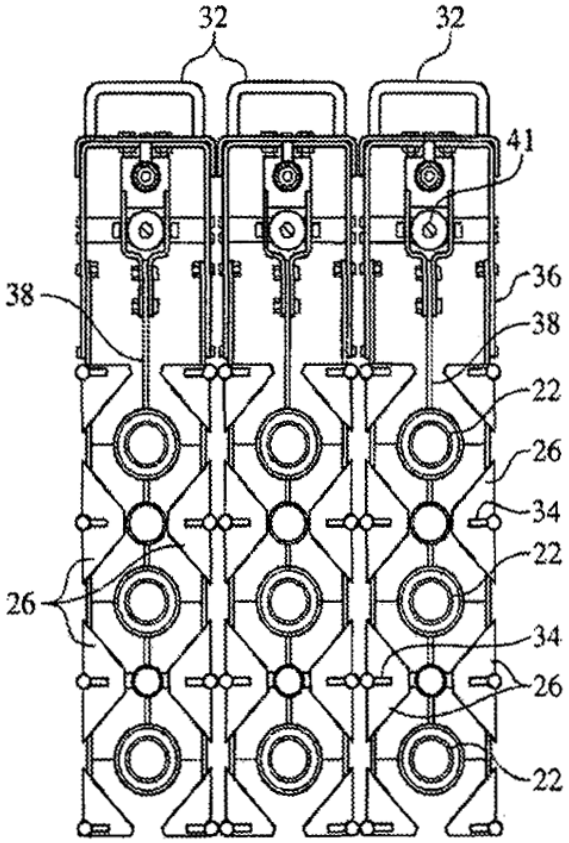


FIG. 13

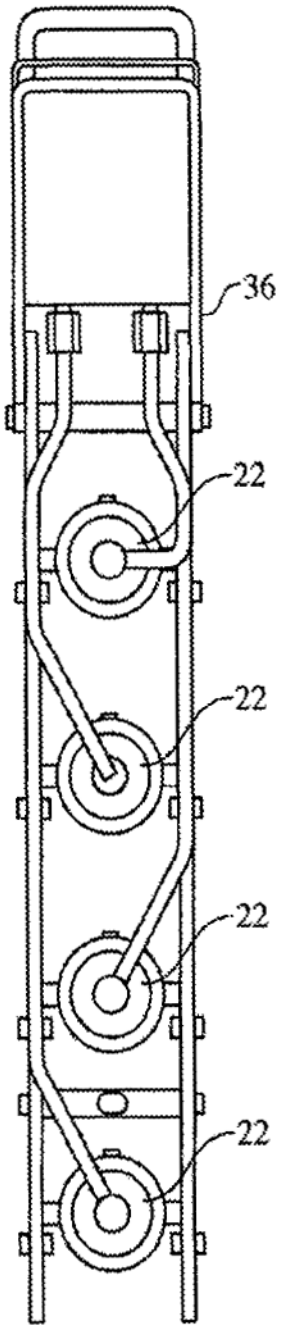


FIG. 14

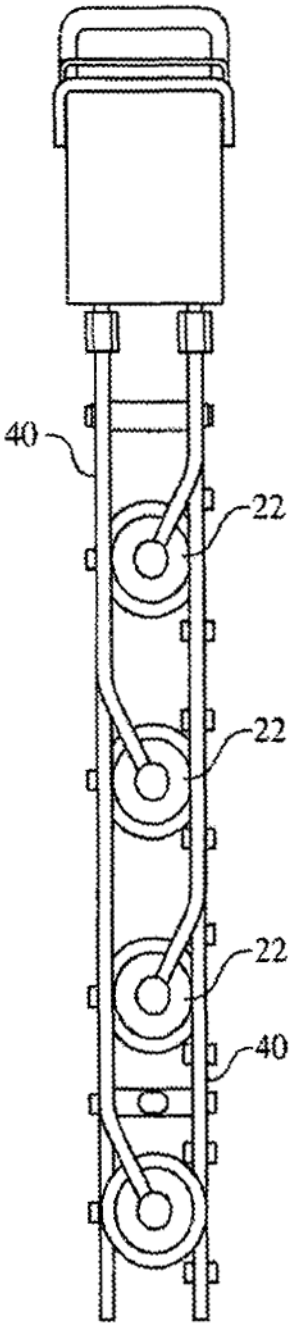


FIG. 15
(TÉCNICA ANTERIOR)

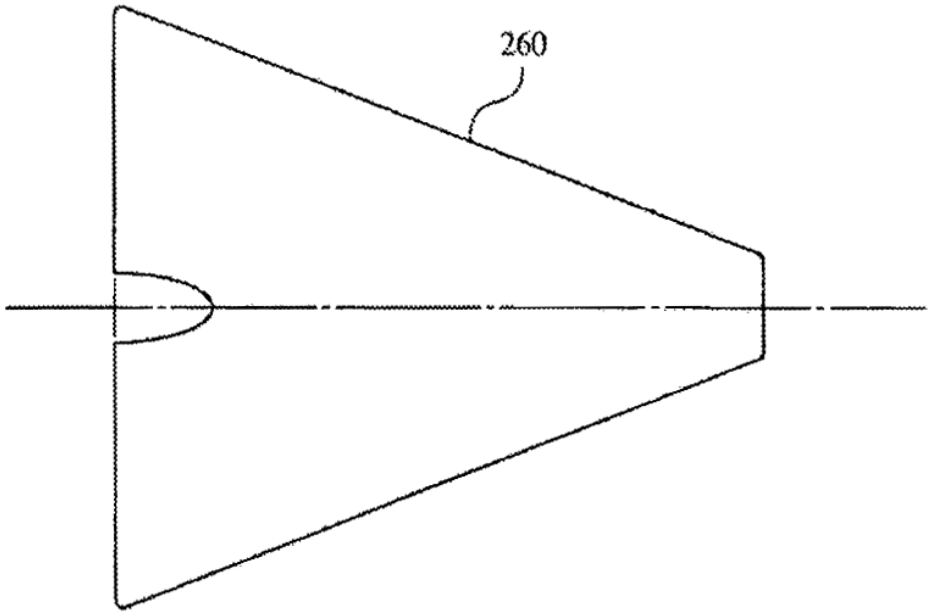


FIG. 16a

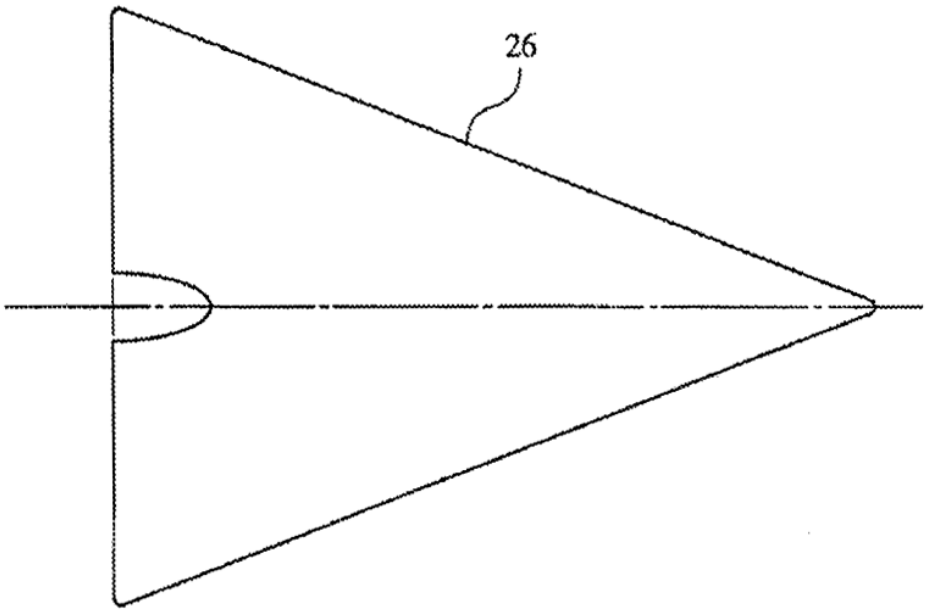


FIG. 16b

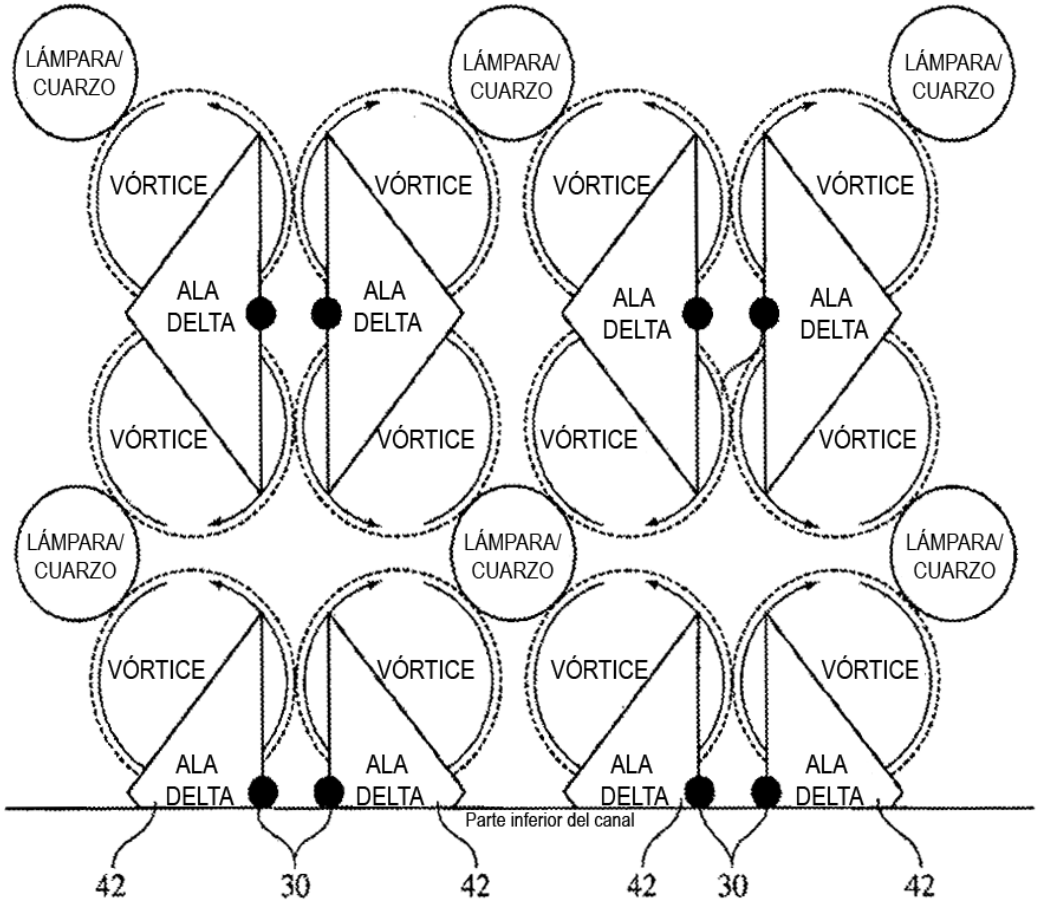

LÁMPARA/ CUARZO
VÓRTICE
ALA DELTA
Parte inferior del canal
42
30

FIG. 17

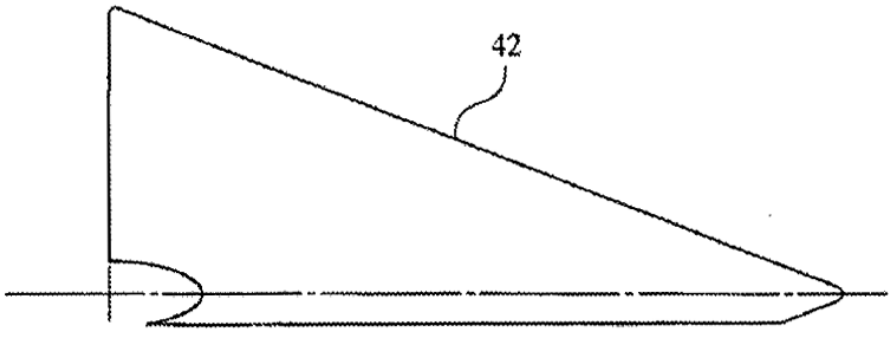
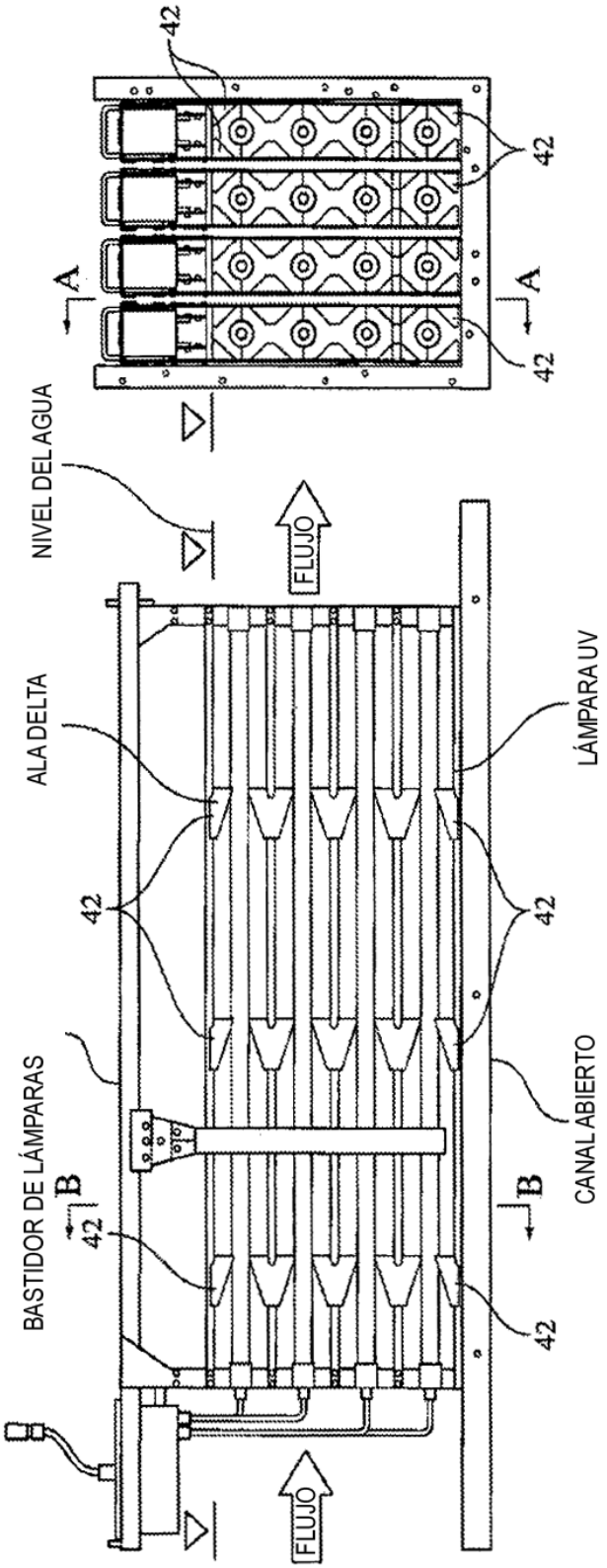

42

FIG. 18



VISTA B-B

FIG. 19b

VISTA A-A

FIG. 19a

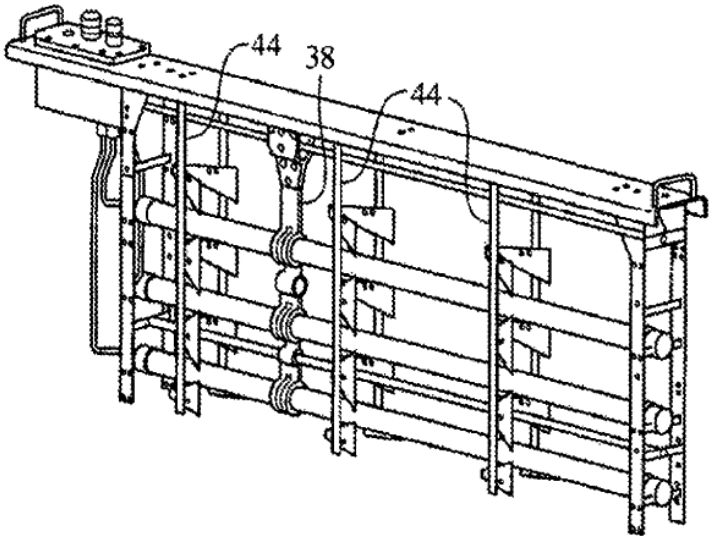


FIG. 20

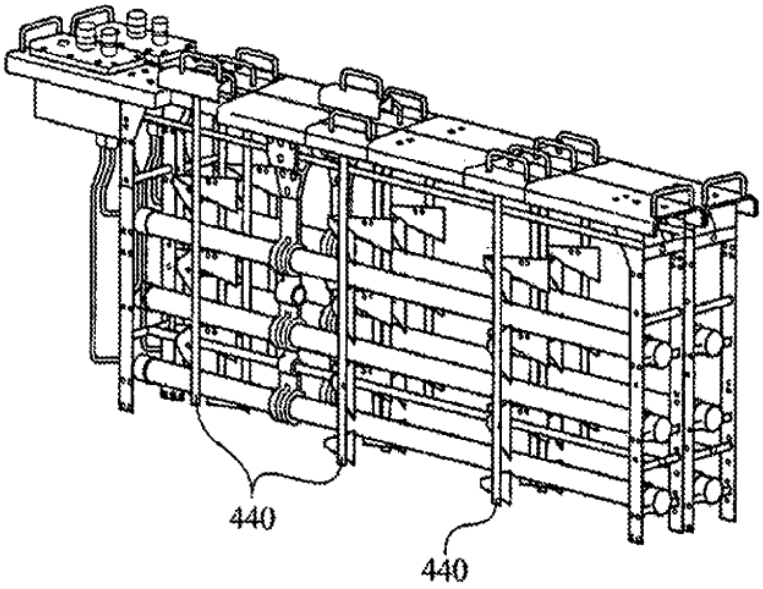


FIG. 21

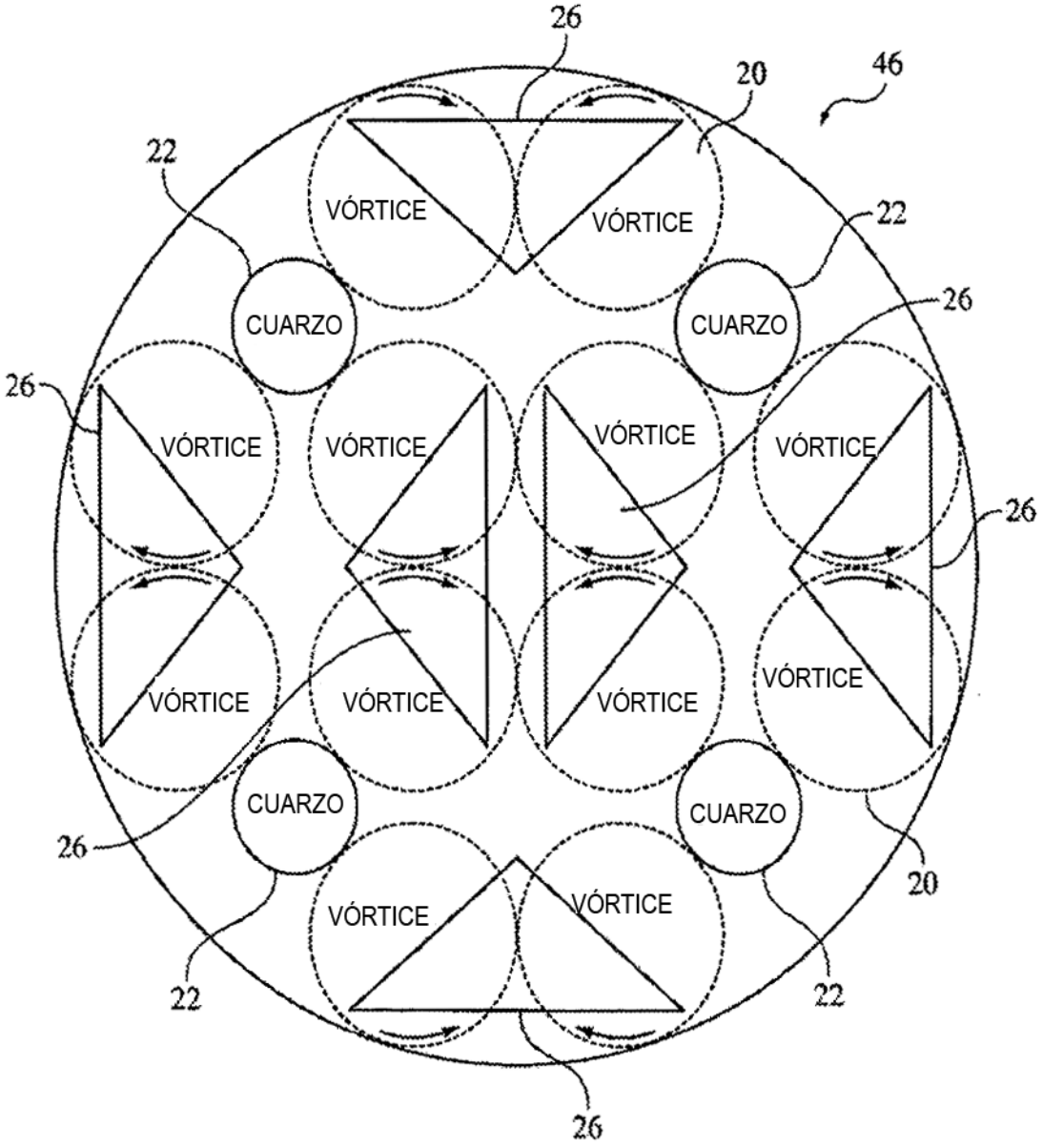

26
20
46
22
VÓRTICE
VÓRTICE
22
CUARZO
CUARZO
26
26
VÓRTICE
VÓRTICE
VÓRTICE
VÓRTICE
26
VÓRTICE
VÓRTICE
VÓRTICE
VÓRTICE
CUARZO
CUARZO
26
20
VÓRTICE
VÓRTICE
22
22
26

FIG. 22

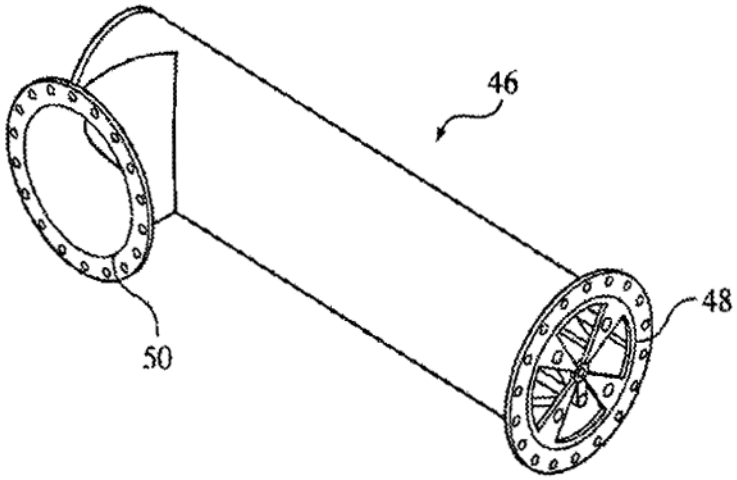


FIG. 23

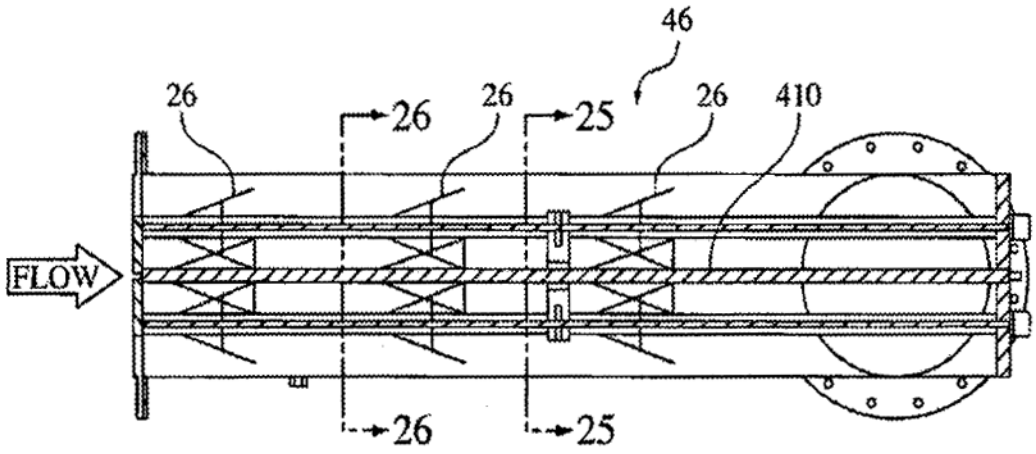


FIG. 24

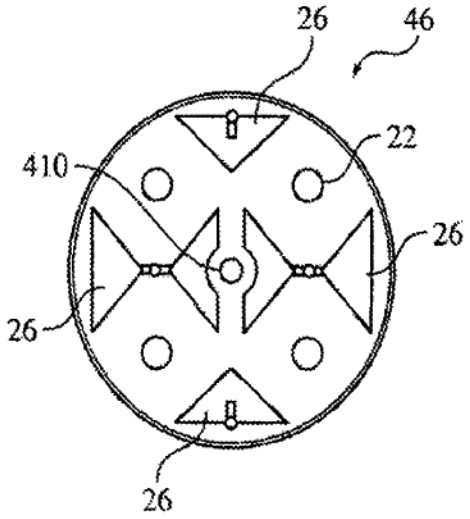


FIG. 25

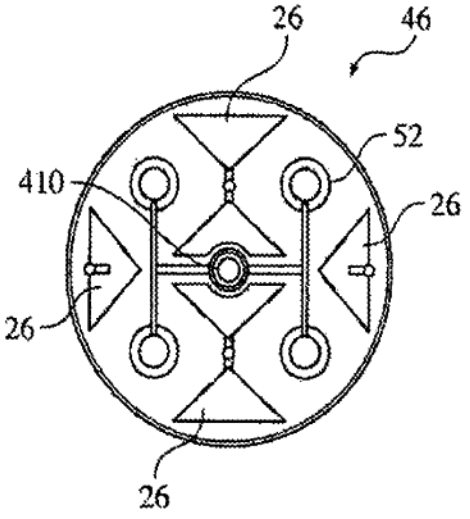


FIG. 26

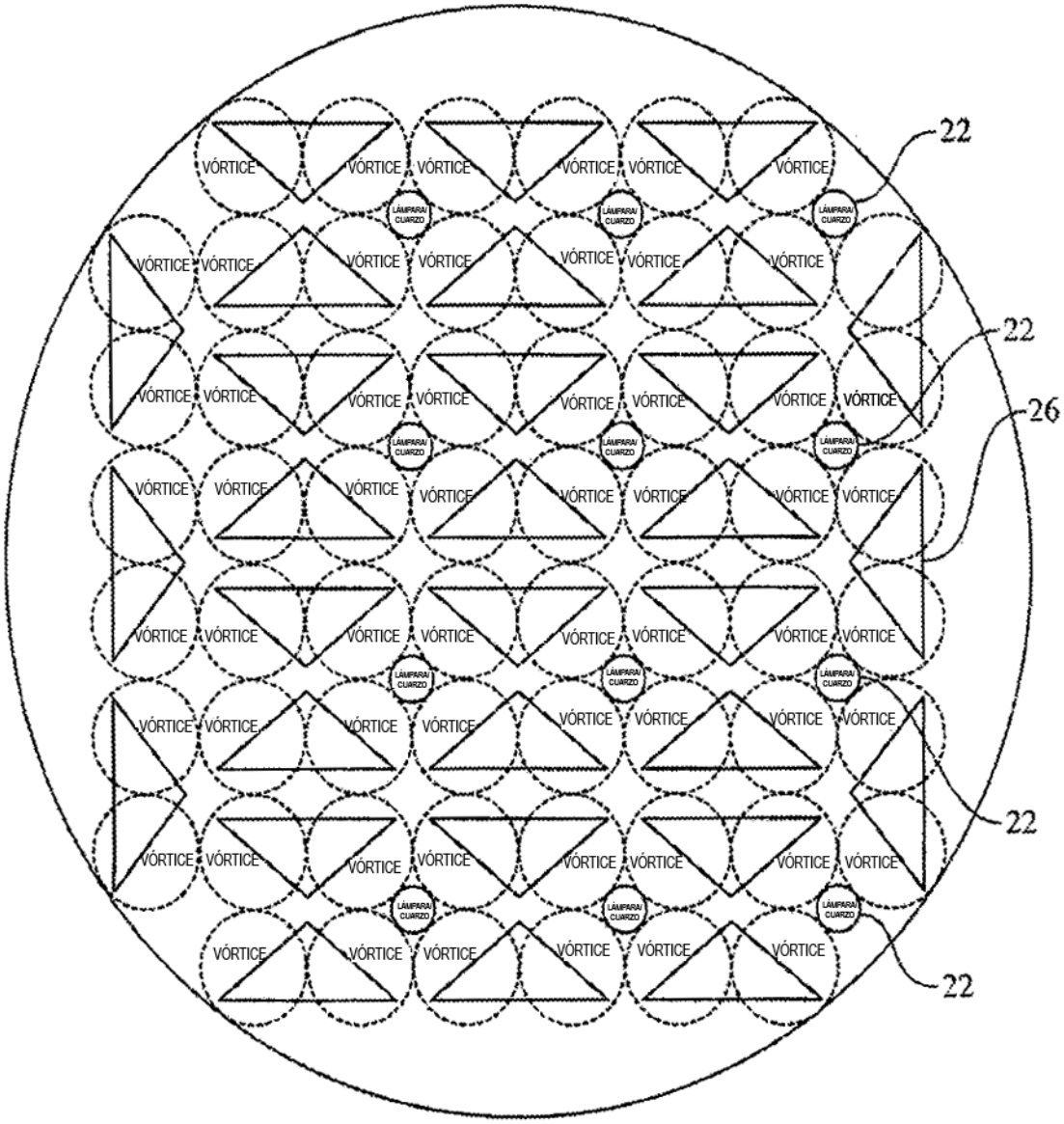


FIG. 27