



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 044**

51 Int. Cl.:

B01D 65/08 (2006.01)

B01D 65/02 (2006.01)

B01D 61/18 (2006.01)

B01D 63/02 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03767293 .8**

96 Fecha de presentación : **05.12.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1567249**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54

Título: **Cámara de mezclado.**

30

Prioridad: **05.12.2002 AU 2002953111**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.08.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.08.2011

73

Titular/es:
SIEMENS WATER TECHNOLOGIES Corp.
181 Thorn Hill Road
Warrendale, Pennsylvania 15086, US

72

Inventor/es: **Zha, Fufang;**
Phelps, Roger, William y
Brois, Etienne, Ulysse

74

Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 364 044 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cámara de mezclado.

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un aparato y procedimientos relacionados para el uso de una cámara en asociación con módulos de filtración de membranas para proporcionar un flujo y distribución de fluido mejorado al interior de los módulos asociados.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La importancia de membranas para el tratamiento de aguas residuales está creciendo rápidamente. Ahora se conoce ampliamente que pueden usarse procesos de membranas como tratamiento terciario eficaz de aguas negras y proporcionar un efluente de calidad. Sin embargo, el capital y coste de funcionamiento pueden ser prohibitivos. Con la llegada de procesos de membranas sumergidas en los que los módulos de membranas se sumergen en un gran tanque de alimentación y se recoge el filtrado mediante succión aplicada al lado de filtrado de la membrana, los biorreactores de membrana que combinan procesos biológicos y físicos en una fase prometen ser más compactos, eficaces y económicos. Debido a su versatilidad, el tamaño de los biorreactores de membrana puede variar desde el doméstico (tal como sistemas de tanque séptico) hasta el tratamiento de aguas negras a gran escala y de comunidad.

15 El éxito de un proceso de filtración de membranas depende en gran parte de emplear un procedimiento de limpieza de membranas eficaz y eficiente. Los procedimientos de limpieza física usados comúnmente incluyen lavado a contracorriente (retrolavado, flujo inverso) usando un permeado líquido o un gas, el rozado o frotado de superficie de membrana usando un gas en forma de burbujas en un líquido. Ejemplos del segundo tipo de procedimiento se ilustran en la patente estadounidense n.º 5.192.456 de Ishida *et al*, la patente estadounidense n.º 5.248.424 de Cote *et al*, la patente estadounidense n.º 5.639.373 de Henshaw *et al*, la patente estadounidense n.º 5.783.083 de Henshaw *et al* y la solicitud PCT n.º WO98/28066.

20 En los ejemplos mencionados anteriormente, se inyecta un gas, habitualmente por medio de un ventilador presurizado, al interior de un sistema de líquido en el que se sumerge un módulo de membranas para formar burbujas de gas. Las burbujas así formadas se desplazan entonces hacia arriba para rozar la superficie de membrana para eliminar las sustancias de incrustación formadas sobre la superficie de membrana. La fuerza de cizallamiento producida se basa en gran medida en la velocidad de burbujas de gas inicial, tamaño de burbuja y la resultante de las fuerzas aplicadas a las burbujas. La transferencia de fluido en este enfoque se limita a la eficacia del mecanismo de elevación de gas. Para mejorar el efecto de rozado, tiene que suministrarse más gas. Sin embargo, este procedimiento tiene varias desventajas: consume gran cantidad de energía, posiblemente forma flujo de espuma o niebla que reduce la zona de filtración de membranas eficaz, y puede ser destructivo para las membranas. Además, en un entorno de alta concentración de sólidos, el sistema de distribución de gas puede bloquearse gradualmente por sólidos deshidratados o simplemente bloquearse cuando el flujo de gas se interrumpe accidentalmente.

25 Para la mayoría de módulos de membranas capilares, las membranas son flexibles en el centro (dirección longitudinal) de los módulos pero tienden a ser más tensas y menos flexibles hacia ambos cabezales encapsulados. Cuando se usan tales módulos en un entorno que contiene altas concentraciones de sólidos suspendidos, los sólidos se atrapan fácilmente dentro del haz de membranas, especialmente en la proximidad de dos cabezales encapsulados. Los procedimientos para reducir la acumulación de sólidos incluyen la mejora de las configuraciones de módulo y distribución de flujo cuando se usa rozado con gas para limpiar las membranas.

30 La solicitud internacional anterior n.º WO 00/18498 describe el uso de una mezcla de gas y líquido para limpiar de manera eficaz la superficie de membranas. Las disposiciones y procedimientos descritos en el presente documento proporcionan otra manera sencilla de lograr un frotado eficaz de superficies de membranas.

45 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención, al menos en sus realizaciones, busca superar o al menos mejorar alguna de las desventajas de la técnica anterior o al menos proporcionar al público una alternativa útil.

50 Según un aspecto de la presente invención se proporciona un módulo de membranas que comprende: una pluralidad de membranas porosas montadas, al menos en un extremo, en una cabecera, teniendo dicha cabecera varias aberturas de distribución para distribuir un fluido al interior de dicho módulo, una cámara de mezclado de extremo abierto construida y dispuesta para proporcionar una mezcla limpiadora mezclando burbujas de gas y líquido entre sí, teniendo dicha cámara una base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación; estando dicha cámara construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma; caracterizado por una fuente de gas situada dentro de la cámara de mezclado de extremo abierto, estando la fuente de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de la cámara de

mezclado de extremo abierto en dirección descendente desde encima de la base abierta; y medios para hacer circular dicha mezcla limpiadora a lo largo de la superficie de dichas membranas para extraer materiales de incrustación de las mismas.

5 En un aspecto alternativo, la presente invención proporciona un conjunto de módulos de membranas que incluyen una pluralidad de membranas porosas que se extienden en una matriz y montadas, al menos en un extremo, en una pluralidad de cabecezas respectivas, estando dichas cabecezas configuradas para proporcionar varias aberturas de distribución entre las mismas para distribuir un fluido limpiador al interior de dicho conjunto de módulos de membranas y a lo largo de una superficie o superficies de dichas membranas, caracterizado por una cámara situada debajo de dichas cabecezas, estando dicha cámara construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma, incluyendo dicha cámara: un extremo de base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación; un segundo extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas de distribución; y una entrada de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de dicha cámara en una dirección descendente desde encima del extremo de base abierta, estando dicha cámara configurada para mezclar gas y líquido para producir dicho fluido limpiador y configurada además para distribuir dicho fluido limpiador a dichas aberturas de distribución.

En una forma de la invención, el fluido puede ser una mezcla de aire y líquido de alimentación.

El término líquido tal como se usa en el presente documento será familiar para los expertos en la técnica como que abarca la gama de otros materiales considerados habitualmente como alimentaciones líquidas, tales como suspensiones que contienen sólidos suspendidos o materia inorgánica en líquidos, suspensiones de biomasa en agua, agua que está turbia y similares, o mezclas de estas.

Preferiblemente, la cámara es alargada, es decir, preferiblemente, la longitud de dicha cámara es mayor que la requerida para proporcionar una carga estática, cuando la membrana se sumerge en un líquido y se introduce gas al interior de la cámara, equivalente a la pérdida de carga para hacer fluir el gas a dichas aberturas de distribución. Es decir, la longitud de la cámara debe ser suficiente para que todo el gas fluya desde la fuente o el colector de suministro a través de las aberturas de distribución en lugar del extremo abierto de la cámara.

Aunque se usa la expresión cámara de mezclado, también sería posible describir la cámara como una unión de mezclado.

En algunas realizaciones, la cámara se cierra de todos los lados. Sin embargo, si la cámara está dimensionada de manera suficiente, puede no ser necesario cerrar los lados. Solamente a modo de ejemplo, si el módulo de membranas o una matriz de módulos están en forma de una matriz lineal, con una pluralidad de cabecezas, entonces puede ser suficiente simplemente que la cámara se cierre a lo largo los dos lados más largos. Preferiblemente, el módulo de membranas está en forma de una matriz lineal extendida en la que la cámara tiene lados largos cerrados. Más preferiblemente, el módulo de membranas está en forma de una matriz lineal extendida en la que la cámara tiene lados cortos sin cerrar.

Aún en una alternativa adicional, la cámara puede tener lados pero no parte superior. En tal caso, los lados de la cámara se sitúan para formar sustancialmente una falda debajo de la cabecera o grupo de cabecezas. En tal caso, los lados de la cámara pueden no ser paralelos, sino que, por ejemplo, pueden inclinarse hacia el interior hacia la cabecera.

La cámara puede ser de cualquier forma que se desee para contener cualquier configuración de módulos de membranas. En realizaciones preferidas, la cabecera o cabecezas se montan en un colector en forma de trébol. El colector de trébol se denomina así porque cuando se observa desde arriba, el colector tiene la forma de una hoja de trébol. Aunque la invención se describe con referencia a esta realización preferida, se entenderá que el colector puede configurarse para tener cualquier superficie deseada, por ejemplo, puede ser lineal, rectangular, cuadrada, hexagonal etc.

Preferiblemente, dicha cámara es alargada con un extremo abierto y el otro extremo en comunicación de fluido con el módulo de membranas.

Según otro aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de eliminación de un material de incrustación de una pluralidad de membranas de fibras huecas porosas que se extienden longitudinalmente según una matriz para formar un módulo de membranas y montadas, al menos en un extremo, en una cabecera, teniendo dicha cabecera varias aberturas de distribución para distribuir un fluido limpiador al interior de dicho módulo, comprendiendo el procedimiento las etapas de: proporcionar una cámara construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma, incluyendo dicha cámara: un extremo de base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación; un segundo extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas de distribución; y una entrada de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de dicha cámara en una dirección descendente desde encima del extremo de base abierta, estando dicha cámara configurada para mezclar gas y líquido para producir dicho fluido limpiador; y hacer fluir dicho fluido limpiador desde la cámara al interior de una base del módulo de membranas, por lo que se obtiene un flujo ascendente del fluido

limpiador a través de las aberturas de distribución y a través de las superficies de las membranas de fibras huecas, y por lo que se extraen materiales de incrustación de las superficies de las membranas de fibras huecas porosas.

5 Preferiblemente, la etapa de formar una mezcla incluye arrastrar las burbujas de gas al interior de una corriente líquida. Preferiblemente, las burbujas de gas se arrastran al interior de dicha corriente líquida por medio de la cámara. Más preferiblemente, las burbujas de gas se arrastran o inyectan al interior de dicha corriente líquida por medio de dispositivos que mezclan de manera forzada gas al interior de un flujo de líquido para producir una mezcla de líquido y burbujas, incluyendo tales dispositivos una boquilla, tobera, eyector, eductor, inyector o similares. El gas usado puede incluir aire, oxígeno, cloro gaseoso u ozono. El aire es el más económico con los fines de rozado y/o aireación. Puede usarse cloro gaseoso para rozar, desinfectar y mejorar la eficacia de limpieza mediante reacción química en la superficie de membrana. El uso de ozono, además de efectos similares mencionados para el cloro gaseoso, tiene características adicionales, tales como oxidar precursores de DBP (subproductos de desinfección) y transformar NOM (materia orgánica natural) no biodegradable en carbono orgánico disuelto biodegradable.

15 Generalmente se prefiere si el aire que entra a la cámara de mezclado se desvía lejos de la fuente de líquido que está entrando a la cámara de mezclado. Preferiblemente, se desvía el aire que entra a la cámara de mezclado, por ejemplo, por medio de una pieza en T o placa de desviación. El líquido entra preferiblemente en la cámara de mezclado por medio de una tobera.

20 Preferiblemente, las membranas comprenden fibras huecas porosas, estando las fibras fijadas a cada extremo en una cabecera, teniendo la cabecera inferior uno o más orificios formados en la misma a través de los cuales se introduce una mezcla de gas/líquido desde la cámara de mezclado. Los orificios pueden ser circulares, elípticos o en forma de una ranura.

Preferiblemente, las membranas comprenden fibras huecas porosas, estando las fibras fijadas a cada extremo en una pluralidad de cabeceras, estando las cabeceras inferiores configuradas para proporcionar varias aberturas de distribución entre las mismas a través de las cuales se introduce una mezcla de gas/líquido desde la cámara de mezclado.

25 Las fibras están normalmente selladas en el extremo inferior y abiertas en su extremo superior para permitir la eliminación de filtrado, sin embargo, en algunas disposiciones, las fibras pueden abrirse en ambos extremos para permitir la eliminación de filtrado desde uno o ambos extremos. Se apreciará que el proceso de limpieza descrito también puede aplicarse a otras formas de membrana tales como membranas planas o de placa.

30 Alternativamente, las membranas pueden ser cortinas o láminas planas similares a módulos de fibras huecas, con aberturas en la cabecera configuradas paralelas a la lámina plana.

Aún en una realización alternativa adicional, puede usarse una pluralidad de cabeceras sin aberturas, siempre que estén separadas de manera que los huecos entre las cabeceras definen una abertura o aberturas para que el fluido y las burbujas de gas restriguen las membranas.

35 En un ejemplo de este aspecto alternativo, el módulo de membranas incluye una pluralidad de membranas porosas que se extienden en una matriz y se encapsulan en las cabeceras. Dichos módulos se montan de manera que dichas cabeceras están configuradas para proporcionar varias aberturas de distribución entre las mismas para distribuir un fluido al interior de dichos módulos y a lo largo de las superficies de dichas membranas, una cámara que tiene un extremo abierto y otro extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas de distribución para distribuir dicho fluido a dichas aberturas de distribución.

40 Particularmente en el caso de membranas de lámina plana o módulos de fibras huecas similares a cortinas, en el que no hay aberturas en la cabecera inferior, pueden formarse aberturas o conductos para el fluido y las burbujas de gas montando módulos en estrecha proximidad dejando un hueco o huecos entre los módulos.

Una cámara de mezclado puede encerrar varios módulos en una matriz.

45 Según aún un aspecto adicional, la presente invención proporciona un biorreactor de membranas que incluye un tanque que tiene medios para la introducción de alimentación al mismo, medios para formar lodo activado dentro de dicho tanque, un módulo de membranas o un conjunto según los aspectos anteriores situado dentro de dicho tanque de modo que está sumergido en dicho lodo y estando dicho módulo de membranas dotado de medios para retirar filtrado de al menos un extremo de dichas membranas de fibras.

50 El líquido usado puede ser la alimentación al módulo de membranas. Las fibras y/o haces de fibras pueden cruzarse entre sí entre los cabezales de encapsulado aunque es deseable que no lo hagan.

Preferiblemente, las fibras dentro del módulo tienen una densidad de empaquetamiento (tal como se definió anteriormente) de entre aproximadamente el 5 y aproximadamente el 70% y, más preferiblemente, entre aproximadamente el 8 y aproximadamente el 55%.

Preferiblemente, dichos orificios tienen un diámetro en el intervalo de aproximadamente 1 a 40 mm y más

preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 25 mm. En el caso de una ranura o fila de orificios, el ancho de ranuras se elige para que sea equivalente al diámetro de los orificios anteriores.

Normalmente, el diámetro interno de fibra oscila desde aproximadamente 0,1 mm hasta aproximadamente 5 mm y está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,25 mm a aproximadamente 2 mm. El espesor de pared de fibras depende de los materiales usados y la resistencia requerida frente a la eficacia de filtración. Normalmente, el espesor de pared es de entre 0,05 y 2 mm y más a menudo entre 0,1 mm y 1 mm.

Preferiblemente, los módulos de membranas de la presente invención incluyen un deflector dentro de dicha cámara de mezclado configurado para desviar el gas lejos de la fuente de líquido. También se prefiere si los módulos de membranas de la presente invención incluyen una tobera por la cual se introduce líquido al interior de la cámara de mezclado.

Un biorreactor de membranas del tipo descrito en el aspecto anterior puede hacerse funcionar introduciendo alimentación a dicho tanque, aplicando un vacío a dichas fibras para retirar filtrado de las mismas mientras se suministra periódica o continuamente una mezcla limpiadora de burbujas de gas y líquido formada en una cámara de mezclado a través de dichas aberturas dentro de dicho módulo de manera que, en uso, dicha mezcla limpiadora fluye a lo largo de la superficie de dichas fibras de membranas para extraer materiales de incrustación de las mismas.

Si se requiere, puede proporcionarse una fuente de aireación adicional dentro del tanque para ayudar a la actividad de microorganismos y reducir la zona anóxica. Preferiblemente, el módulo de membranas está suspendido de manera vertical dentro del tanque y dicha fuente adicional de aireación puede proporcionarse bajo el módulo suspendido. Preferiblemente, la fuente adicional de aireación comprende un grupo de tubos o discos permeables al aire. El módulo de membranas puede hacerse funcionar con o sin lavado a contracorriente dependiendo del flujo. Se ha mostrado que una disolución muy mezclada de sólidos en suspensión (de 5.000 a 20.000 ppm) en el biorreactor reduce de manera significativa el tiempo de residencia y mejora la calidad de filtrado. Se ha mostrado que el uso combinado de aireación tanto para la degradación de sustancias orgánicas como para la limpieza de membranas permite un flujo de filtrado constante sin aumentos significativos en la presión transmembrana mientras que establece una alta concentración de MLSS. El uso de haces de fibras divididos permite obtener densidades de empaquetamiento más altas sin comprometer significativamente el proceso de frotado con gas. Esto proporciona que se obtengan mayores eficacias de filtración.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora se describirán realizaciones preferidas de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas según una realización de la invención;

la figura 2 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas según una segunda realización de la invención;

la figura 3 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas que se proporciona solamente a modo de ejemplo y no es una realización de la presente invención;

la figura 4 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas que se proporciona solamente a modo de ejemplo y no es una realización de la presente invención;

la figura 5 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas según una tercera realización de la invención; y

la figura 6 muestra un alzado lateral esquemático de una cámara y módulo de membranas que se proporciona solamente a modo de ejemplo y no constituye una realización de la presente invención;

la figura 7 muestra un alzado lateral gráfico de una cámara y módulos de membranas según otra realización de la invención;

la figura 8a muestra una realización preferida del deflector para su uso en cámaras de mezclado de la presente invención;

la figura 8b muestra una realización preferida adicional del deflector para su uso en cámaras de mezclado de la presente invención;

la figura 9 muestra una cámara extendida y una matriz lineal de módulos que se proporciona solamente a modo de ejemplo y no es una realización de la presente invención.

REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

En referencia a los dibujos, se describirán las realizaciones de la invención en relación a un módulo de membranas del tipo dado a conocer en las solicitudes PCT n.ºs WO98/28066 y WO00/18498. Sin embargo, se apreciará que la invención también puede aplicarse a otras formas de módulo de membranas.

5 Como se muestra en la figura 1, el módulo 5 de membranas comprende normalmente membranas 6 en forma de fibras, tubular p de láminas plana encapsuladas al interior de un encapsulado 7 que se soporta por una cabecera 8. Las membranas están encajadas normalmente en una estructura de soporte (no mostrada). En la realización mostrada, las cabeceras 8 se acoplan a un colector 9 de tipo trébol que a su vez está conectado a una cámara 10 alargada de extremo abierto situada debajo del colector 9. El módulo de membranas se sumerge normalmente en un tanque de alimentación y puede usarse o bien uno o bien ambos extremos de las membranas para la recogida de permeado. La parte inferior de cada módulo 5 de membranas tiene varias aberturas 11 pasantes en el encapsulado 7 para distribuir una mezcla de alimentación de gas y líquido más allá de la superficie de membranas. La entrada de gas no se ilustra.

15 La figura 2 muestra una realización en la que se usa la cámara 10 para producir una mezcla de líquido/burbujas de gas proporcionando una fuente 12 de gas dentro de la cámara 10 y haciendo fluir líquido de alimentación a través de la cámara 10 para mezclar con un flujo de gas o burbujas de gas producidas a partir de la fuente 12 de gas. En esta realización el gas se alimenta desde arriba a través del colector 9 de trébol ya que los módulos de membranas normalmente están suspendidos de manera vertical en un tanque de alimentación.

20 La cámara 10 está abierta en su base 13 y se hace fluir líquido desde una tubería 14 de manera ascendente a través de la cámara 10 para mezclar con gas proporcionado a partir de una fuente 12 dentro de la cámara 10. Si es necesario, puede unirse una válvula de retención (no mostrada) o similar a la fuente 12 de gas para evitar que la fase de líquido que entre al colector de gas.

25 Los dos fluidos se mezclan dentro de la cámara 10 antes de alimentarse y distribuirse de manera uniforme al interior de los módulos 5 de membranas a través de las aberturas 11 de distribución. La cámara 10 puede conectarse directamente a una fuente 12 de gas y/o líquido o como un dispositivo de captura y mezclado.

30 En referencia a la figura 3, se muestra la cámara en su aplicación como un dispositivo para captar gas y/o flujo de líquido inyectado bajo la misma en su base 13. La energía de flujo de fluido se concentra por tanto en la cámara 10 antes de la distribución al interior de los módulos 5 de membranas. En esta disposición la cámara 10 tiene de nuevo un extremo abierto en su base 13 pero el gas o líquido se proporciona desde una fuente, en este caso una tubería 14, debajo del extremo abierto y se usa la cámara para captar el flujo ascendente de estos fluidos para la comunicación a las aberturas 11 de distribución. Esta disposición se proporciona solamente a modo de ejemplo y no constituye una realización de la presente invención.

35 En la figura 4 se muestra una disposición similar. En esta disposición, un dispositivo 15 Venturi o similar está situado en la base 13 de la cámara 10. El dispositivo 15 Venturi toma gas a través de la entrada 16, mezcla o arrastra el gas con líquido que fluye a través de la entrada 17 de alimentación, forma burbujas de gas y difunde la mezcla de líquido/gas al interior de la cámara 10. La mezcla líquido/gas pasa hacia arriba desde la cámara 10 al interior de la cabecera 8 inferior y a través de las aberturas 11 de distribución. La alimentación de líquido también se lleva a través del extremo abierto de la cámara 10 por el flujo de líquido/gas desde el dispositivo 15 Venturi. Las burbujas de gas arrastradas restriegan las superficies de membranas mientras se desplazan hacia arriba junto con el flujo de líquido. O bien la alimentación de líquido o bien el gas pueden ser una inyección continua o intermitente dependiendo de los requerimientos del sistema. Con un dispositivo Venturi es posible crear burbujas de gas y airear el sistema sin un ventilador. El dispositivo 15 Venturi puede ser un tubo Venturi, boquilla, tobera, eyector, eductor, inyector o similares. Esta disposición se proporciona solamente a modo de ejemplo y no constituye una realización de la presente invención.

45 Aunque las disposiciones de las figuras 3 y 4 se muestran con una cámara 10 de extremo abierto, se apreciará que puede usarse una cámara cerrada inyectándose gas y líquido directamente al interior de la cámara.

50 El líquido comúnmente usado para arrastrar el gas es el agua de alimentación, aguas residuales o disolución mixta que va a filtrarse. Bombear un líquido de funcionamiento de este tipo a través de un dispositivo Venturi o similar crea un vacío que succiona el gas al interior del líquido, o reduce la presión de descarga de gas cuando se usa un ventilador. Proporcionando el gas en un flujo del líquido, la posibilidad de bloqueo de las aberturas 11 de distribución se reduce sustancialmente.

55 La disposición mostrada en la realización de la figura 5 también sirve para reducir la probabilidad de bloqueo de las aberturas 11 de distribución por partículas grandes. En esta disposición se inyecta gas, normalmente aire, al interior del colector 9 de trébol y la cámara 10 se dimensiona longitudinalmente para ser mayor que lo requerida para proporcionar una carga estática, cuando la membrana se sumerge en un líquido y se introduce gas al interior de la cámara 10, equivalente a la pérdida de carga para hacer fluir el gas a dichas aberturas 11 de distribución. Como puede observarse a partir de la figura, a medida que el gas entra desde arriba obliga al líquido al

interior de la cámara 10 hacia abajo hasta que el gas que fluye a través de las aberturas 11 de distribución iguala la presión dentro de la cámara 10 y forma un sello 18 de líquido para evitar que el gas pase hacia afuera a través del extremo 13 abierto inferior de la cámara 10. Se ha encontrado que una disposición de este tipo evita que grandes partículas dentro del líquido de alimentación fluyan al interior y bloqueen las aberturas 11 de distribución. Estas grandes partículas permanecen habitualmente dentro de la cámara 10 y se depositan por gravedad tras lo cual pueden eliminarse durante el drenado habitual debajo del tanque de alimentación.

La figura 6 muestra una disposición similar a la figura 3 pero con un módulo 5 de membranas único. La cámara 10 de nuevo capta flujo de gas o líquido/gas desde la fuente 12 y distribuye el flujo a las aberturas 11 en el encapsulado 7. Entonces el flujo pasa hacia arriba entre las membranas 6. En la disposición mostrada se retira el filtrado de la cabecera 19 superior y se proporciona una pantalla 20 entre las cabeceras para soportar las membranas 6. Esta disposición se proporciona solamente a modo de ejemplo y no constituye una realización de la presente invención.

La figura 7 muestra una realización adicional de la invención en la que el flujo de gas o líquido/gas desde la fuente 12 se desvía dentro de la cámara 10 por medio de un deflector 30. El deflector puede ser, por ejemplo, una pieza en T o más particularmente una placa de desviación. El deflector funciona preferiblemente para evitar que el flujo 12 interfiera con el flujo de aire o líquido desde la fuente 14. En la realización particular mostrada, el flujo de líquido al interior de la cámara desde 14 es a través de una tobera 15. El deflector se muestra sujetado a, y situado adyacente a, la fuente 12 de aire, sin embargo, puede sujetarse y situarse adyacente a la tobera 15. Alternativamente, puede no sujetarse directamente a la fuente o bien de aire o bien de gas, sino disponerse de manera intermedia entre las dos.

Se prefiere generalmente el uso de una tobera sobre el uso de un rociador. La tobera es cualquier dispositivo que reduce gradualmente el área de sección transversal del cuello a través del cual pasa el gas o líquido. Las toberas se han encontrado particularmente ventajosas porque pueden lograr altas velocidades de fluido con pérdidas de energía relativamente bajas. Esto a su vez da como resultado un mejor mezclado.

La figura 8 muestra una forma particular de deflector según la presente invención.

La figura 9 muestra una disposición que es adecuada para rozar una matriz lineal de módulos. Una pluralidad de matrices se conectan a una cámara 10 de mezclado de longitud extendida. El colector 12 de gas se dispone debajo de la cámara de mezclado, y la fuente 14 de líquido se dispone debajo del colector de gas. Preferiblemente se usa una tobera 15. El líquido y gas se mezclan en o debajo de la cámara y salen a través de las aberturas 11, rozando las fibras 6 a medida que se mueven hacia arriba. Esta disposición se proporciona solamente a modo de ejemplo y no constituye una realización de la presente invención.

Se apreciará que son posibles realizaciones adicionales y ejemplificaciones de la invención sin alejarse del alcance de la invención descrita.

REIVINDICACIONES

1. Módulo (5) de membranas que comprende:

una pluralidad de membranas (6) porosas montadas, al menos en un extremo, en una cabecera (8), teniendo dicha cabecera (8) varias aberturas (11) de distribución para distribuir un fluido al interior de dicho módulo (5),

5 una cámara (10) de mezclado de extremo abierto construida y dispuesta para proporcionar una mezcla limpiadora mezclando burbujas de gas y líquido entre sí, teniendo dicha cámara (10) una base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación; estando dicha cámara (10) construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma;

10 caracterizado por una fuente (12) de gas situada dentro de la cámara (10) de mezclado de extremo abierto, estando la fuente (12) de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de la cámara (10) de mezclado de extremo abierto en una dirección descendente desde encima de la base abierta; y

medios para hacer fluir dicha mezcla limpiadora a lo largo de la superficie de dichas membranas para extraer materiales de incrustación de las mismas.
- 15 2. Módulo (5) de membranas según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de membranas (6) porosas se extienden según una matriz y en el que dicha cámara (10) se sitúa debajo de dicha cabecera (8) e incluye un segundo extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas (11) de distribución para distribuir dicha mezcla limpiadora a dichas aberturas de distribución para hacer fluir a lo largo de la superficie de dichas membranas.
3. Módulo de membranas según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la cámara (10) es alargada.
- 20 4. Módulo de membranas según la reivindicación 3, en el que la longitud de dicha cámara (10) es mayor que la requerida para proporcionar una carga estática, cuando la membrana se sumerge en un líquido y se introduce gas al interior de la cámara (10), equivalente a la pérdida de carga para que el gas fluya hacia dichas aberturas (11) de distribución.
5. Módulo de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara está cerrada por todos los lados.
- 25 6. Módulo de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cabecera o cabeceras (8) se montan en un colector (9) en forma de trébol.
7. Módulo de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la cabecera o cabeceras (8) se montan en un colector (9) lineal, rectangular, cuadrado o hexagonal.
- 30 8. Módulo de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara (10) tiene una pluralidad de lados situados para formar una falda directamente bajo una cabecera (8) o pluralidad de cabeceras.
9. Conjunto de módulos (5) de membranas que incluyen una pluralidad de membranas (6) porosas que se extienden según una matriz y montadas, al menos en un extremo, en una pluralidad de cabeceras (8) respectivas, estando dichas cabeceras (8) configuradas para proporcionar varias aberturas (11) de distribución entre las mismas para distribuir un fluido limpiador al interior de dicho conjunto de los módulos (5) de membranas y a lo largo de una superficie o superficies de dichas membranas (6), caracterizado por una cámara (10) situada debajo de dichas cabeceras (8), estando dicha cámara (10) construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma, incluyendo dicha cámara (10):

40 un extremo de base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación;

un segundo extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas (11) de distribución; y

una entrada de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de dicha cámara en una dirección descendente desde encima del extremo de base abierta, estando dicha cámara configurada para mezclar gas y líquido para producir dicho fluido limpiador y configurada además para distribuir dicho fluido limpiador a dichas aberturas de distribución.

45
10. Conjunto de módulos de membranas según la reivindicación 9, en el que la cámara es alargada.
11. Conjunto de módulos de membranas según la reivindicación 10, en el que la longitud de dicha cámara (10) es mayor que la requerida para proporcionar una carga estática, cuando la membrana está sumergida

dentro de un líquido y se introduce gas al interior de la cámara (10), equivalente a la pérdida de carga para que el gas fluya hacia dichas aberturas (11) de distribución.

12. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la cámara (10) está cerrada por todos los lados.
- 5 13. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la cabecera o cabeceras (8) se montan en un colector (9) en forma de trébol.
14. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la cabecera o cabeceras (8) se montan en un colector lineal, rectangular, cuadrado o hexagonal.
- 10 15. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que la cámara (10) tiene una pluralidad de lados situados para formar una falda directamente bajo una cabecera o pluralidad de cabeceras.
16. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, cuando está dispuesto en forma de una matriz lineal extendida en el que la cámara (10) tiene lados largos cerrados.
- 15 17. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, en forma de una matriz lineal extendida en el que la cámara (10) tiene lados cortos sin cerrar.
18. Conjunto de módulos de membranas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una placa (30) de desviación o pieza en T ubicada en la entrada de gas para desviar el gas lejos de la fuente de líquido de alimentación.
- 20 19. Módulo de membranas según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, para su uso en un biorreactor de membranas en el que las membranas son fibras de membranas huecas que se extienden longitudinalmente entre y montadas en cada extremo en una cabecera respectiva, estando dichas fibras divididas en varios haces al menos en o adyacentes a su cabecera respectiva de modo que forman un espacio entre las mismas, teniendo una de dichas cabeceras dichas aberturas de distribución formadas en las mismas en comunicación de fluido con dicha cámara para proporcionar fluido limpiador dentro de dicho módulo de manera que, en uso, dicho fluido limpiador pasa por las superficies de dichas fibras de membranas para extraer materiales de incrustación de las mismas.
- 25 20. Conjunto de módulos de membranas según la reivindicación 9 o la reivindicación 12, para su uso en un biorreactor de membranas que incluye una pluralidad de fibras de membranas huecas porosas que se extienden longitudinalmente entre y montadas en cada extremo en una pluralidad de cabeceras respectivas, estando dichas fibras de membranas dispuestas en una estrecha proximidad entre sí, estando dichas fibras divididas en varios haces al menos en o adyacentes a sus cabeceras respectivas de modo que forman un espacio entre las mismas, estando dichas cabeceras configuradas para proporcionar varias aberturas de distribución entre las mismas en comunicación de fluido con dicha cámara para proporcionar fluido limpiador dentro de dicho conjunto de módulos de membranas de manera que, en uso, dicho fluido limpiador pasa por las superficies de dichas fibras de membranas para extraer materiales de incrustación de las mismas.
- 30 21. Módulo de membranas o conjunto según la reivindicación 19 o la reivindicación 20, en el que las fibras dentro del módulo tienen una densidad de empaquetamiento de entre aproximadamente el 5 y aproximadamente el 70%.
- 35 22. Módulo de membranas o conjunto según la reivindicación 21, en el que la densidad de empaquetamiento es de entre aproximadamente el 8 y aproximadamente el 55%.
23. Módulo de membranas o conjunto según una cualquiera de reivindicaciones 19 a 22, en el que dichas aberturas tienen un diámetro en el intervalo de aproximadamente 1 a 40 mm.
- 45 24. Módulo de membranas o conjunto según la reivindicación 23, en el que dichas aberturas tienen un diámetro en el intervalo de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 25 mm.
25. Módulo de membranas o conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, que incluye un deflector (30) dentro de dicha cámara de mezclado configurado para desviar gas lejos de la fuente de líquido de alimentación.
- 50 26. Biorreactor de membranas que incluye un tanque que tiene medios para la introducción de alimentación al mismo, medios para formar un lodo activado dentro de dicho tanque, un módulo de membranas o un conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores situado dentro de dicho tanque de modo que está sumergido en dicho lodo y dicho módulo de membranas dotado de medios para retirar el filtrado de al menos un extremo de dichas membranas de fibras.

27. Biorreactor de membranas según la reivindicación 27, en el que se proporciona una fuente adicional de aireación dentro del tanque para ayudar la actividad de microorganismos.
- 5 28. Biorreactor de membranas según la reivindicación 27, en el que el módulo de membranas está suspendido de manera vertical dentro del tanque y dicha fuente adicional de aireación está prevista bajo el módulo suspendido.
29. Biorreactor de membranas según la reivindicación 28, en el que la fuente adicional de aireación comprende un grupo de tubos permeables al aire.
- 10 30. Procedimiento de eliminación de un material de incrustación de una pluralidad de membranas (6) de fibras huecas porosas que se extienden longitudinalmente en una matriz para formar un módulo (5) de membranas y montadas, al menos en un extremo, en una cabecera (8), teniendo dicha cabecera (8) varias aberturas (11) de distribución para distribuir un fluido limpiador al interior de dicho módulo (5), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- proporcionar una cámara (10) construida y dispuesta para fomentar flujo ascendente de líquido de alimentación a través de la misma, incluyendo dicha cámara (10):
- 15 un extremo de base abierta en comunicación de fluido con una fuente de líquido de alimentación;
- un segundo extremo en comunicación de fluido con dichas aberturas (11) de distribución; y
- una entrada de gas construida y dispuesta para introducir gas al interior de dicha cámara en una dirección descendente desde encima del extremo de base abierta, estando dicha cámara configurada para mezclar gas y líquido para producir dicho fluido limpiador; y
- 20 hacer fluir dicho fluido limpiador desde la cámara (10) al interior de una base del módulo (5) de membranas, por lo que se obtiene un flujo ascendente de fluido limpiador a través de las aberturas de distribución y a través de superficies de las membranas (6) de fibras huecas, y por lo que se extraen materiales de incrustación de las superficies de las membranas (6) de fibras huecas porosas.
- 25 31. Procedimiento según la reivindicación 30, en el que dicha cámara es alargada y la longitud de dicha cámara (10) es mayor que la requerida para proporcionar una carga estática, cuando el módulo se sumerge en un líquido y se introduce gas al interior de la cámara (10), equivalente a la pérdida de carga para que el gas fluya hacia dichas aberturas (11) de distribución.

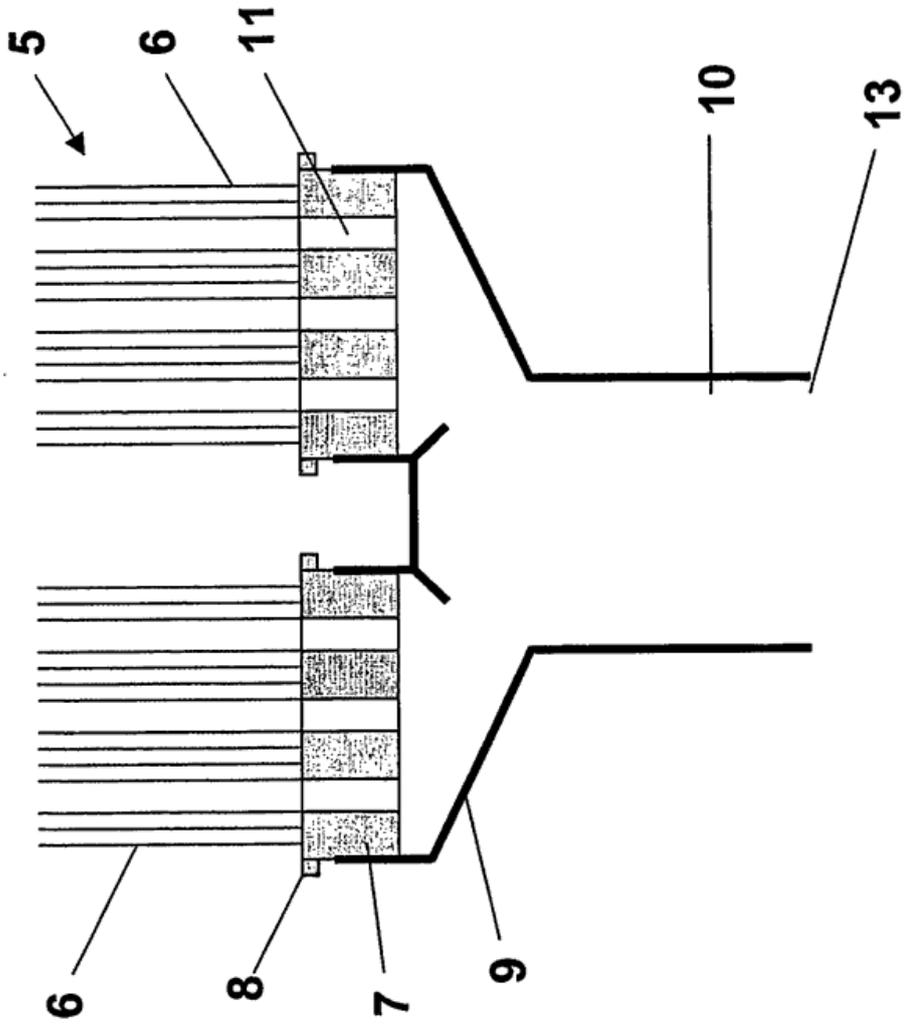


Figura 1.

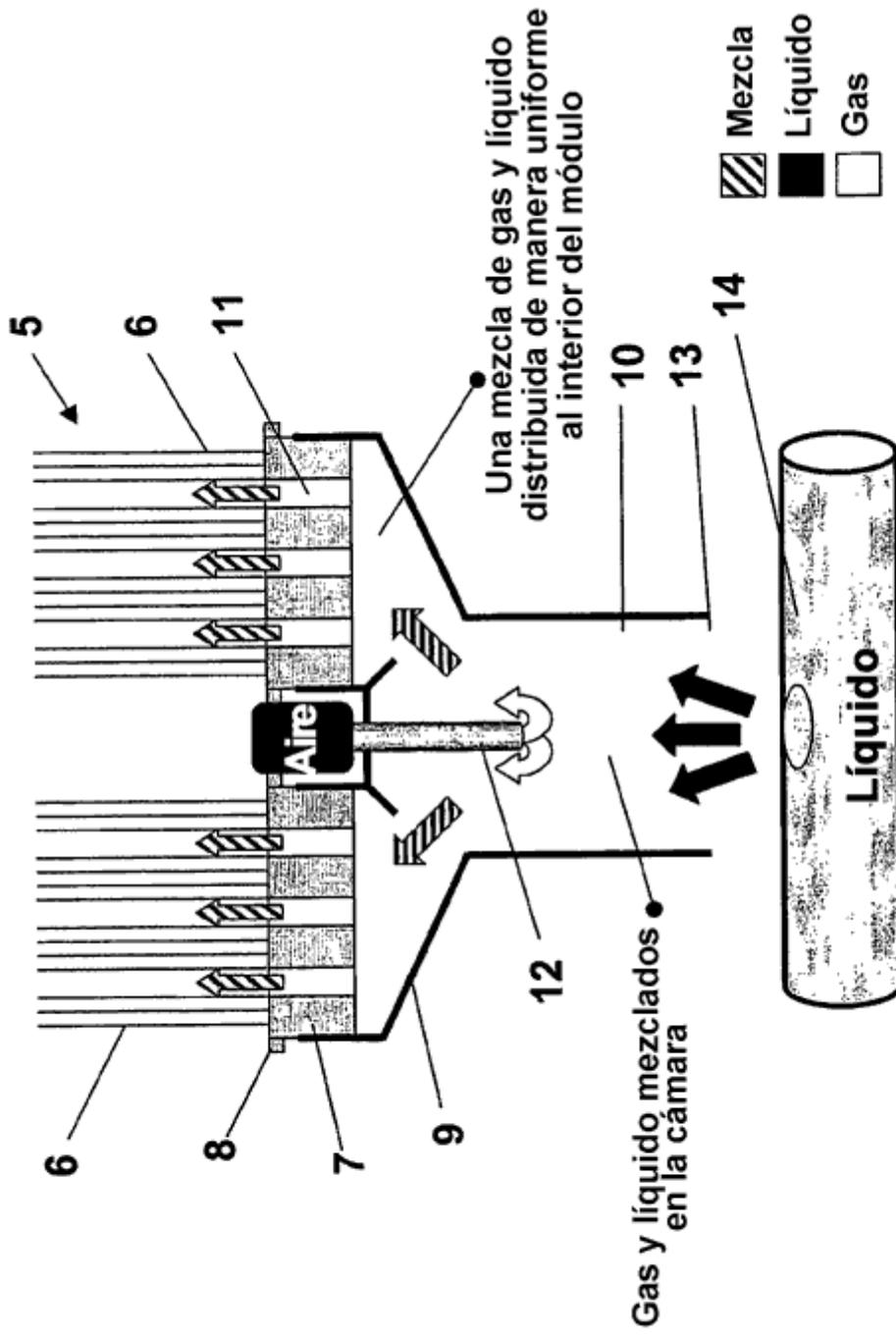


Figura 2.

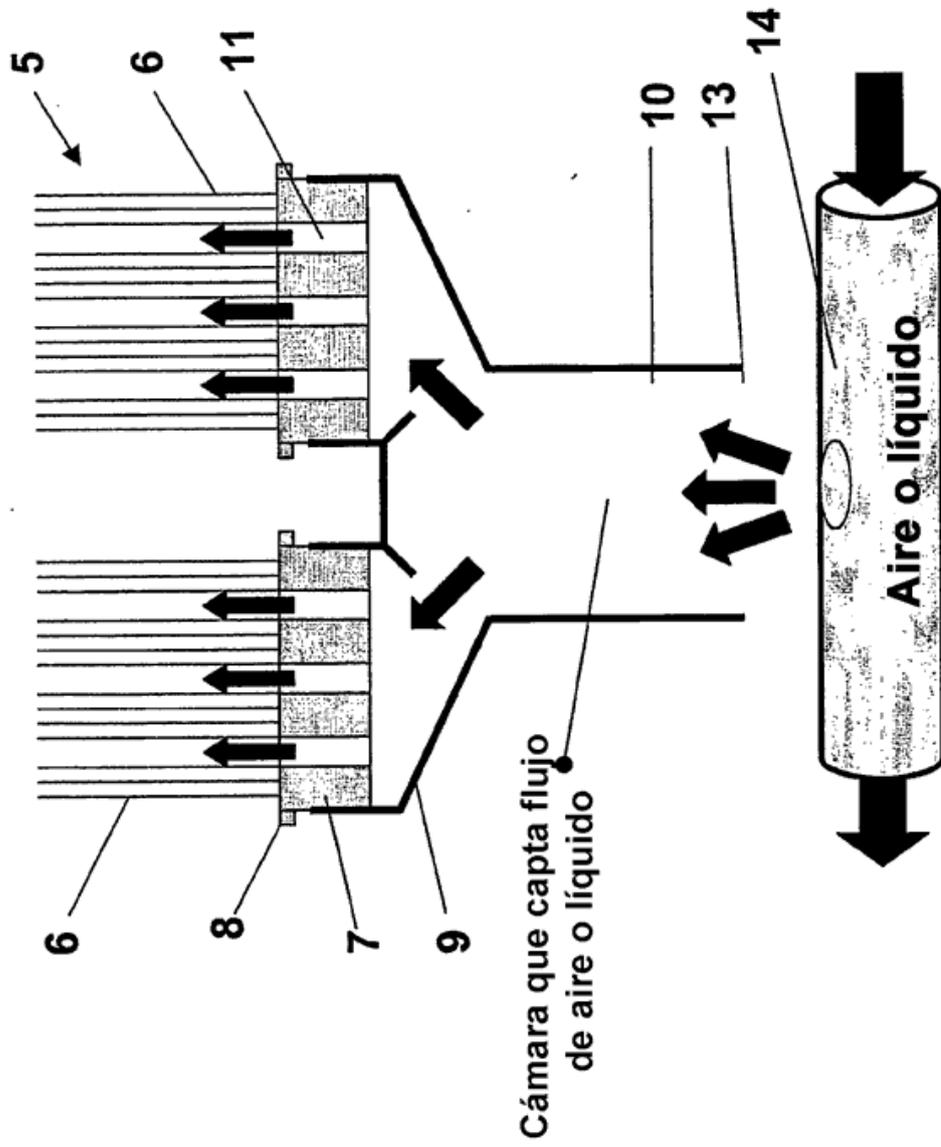


Figura 3.

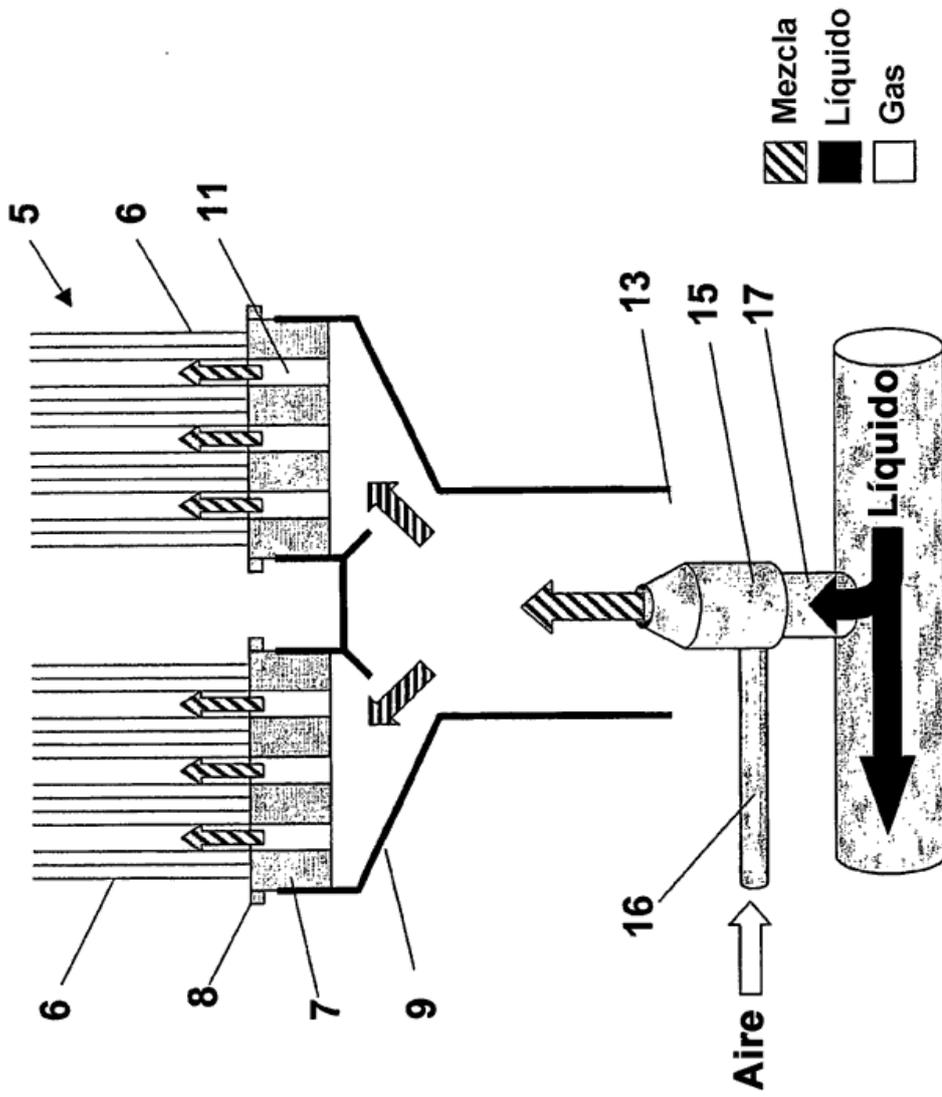


Figura 4.

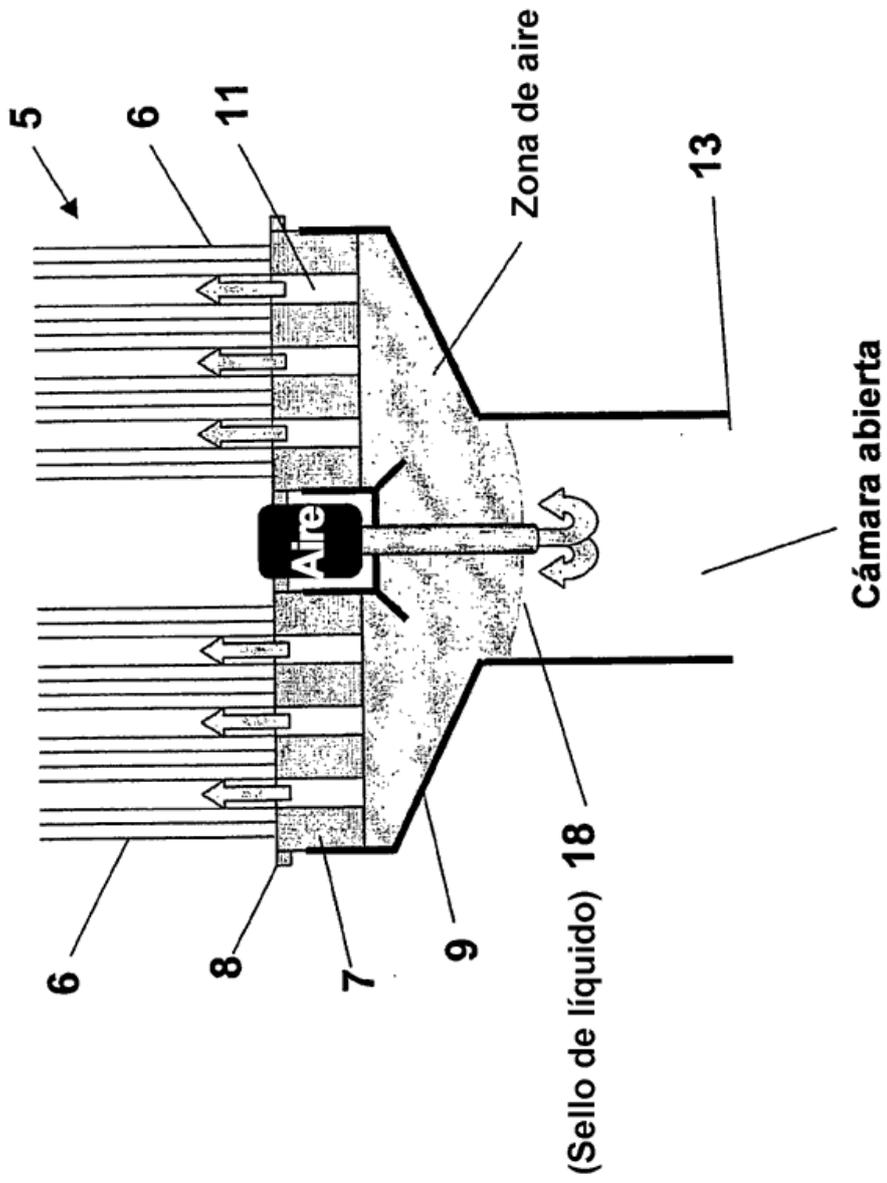


Figura 5.

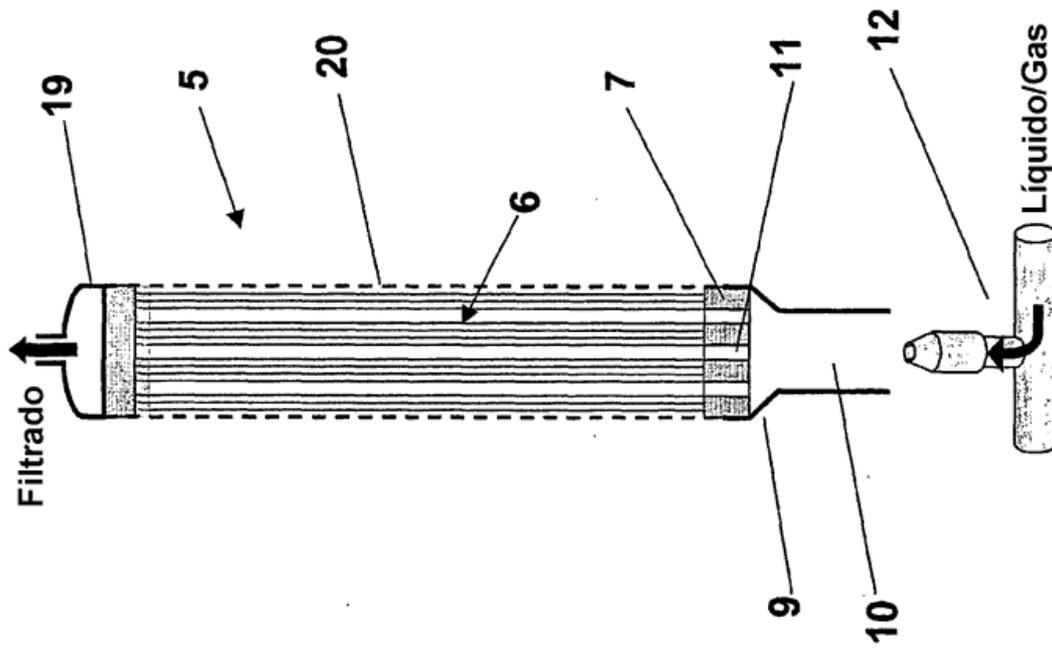


Figura 6. Cámara de mezclado sujeta a un módulo único

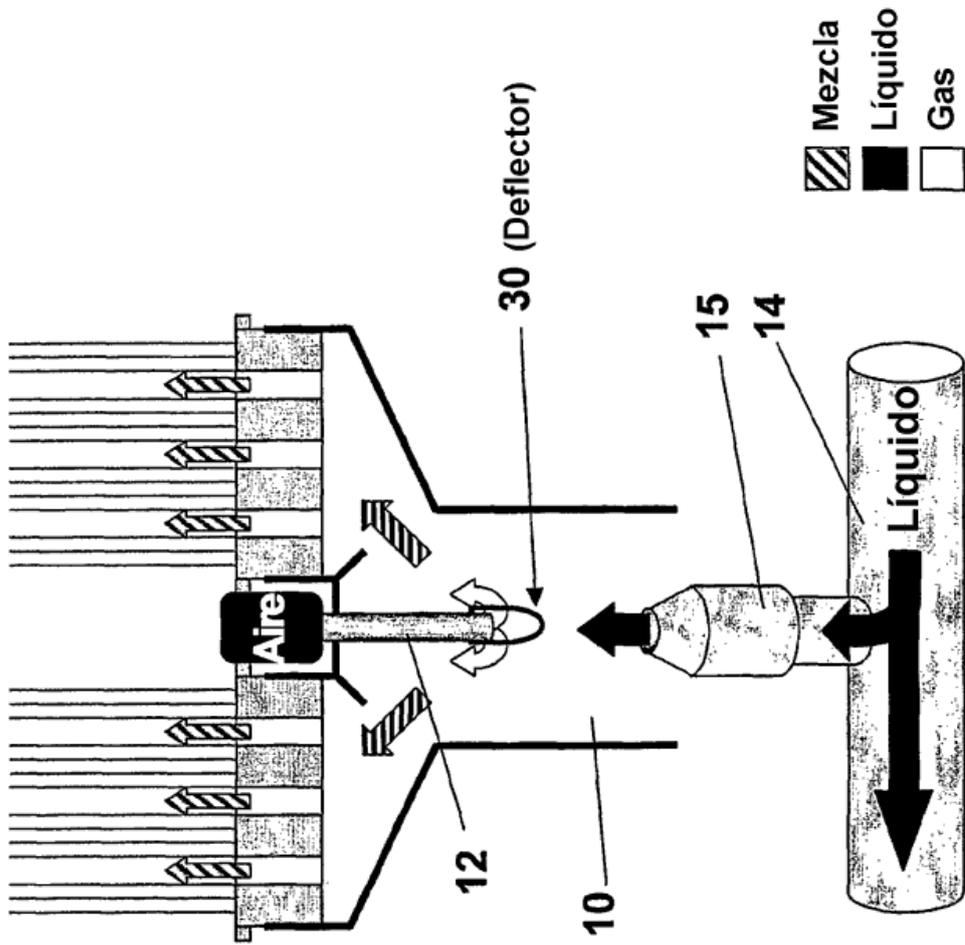


Figura 7.

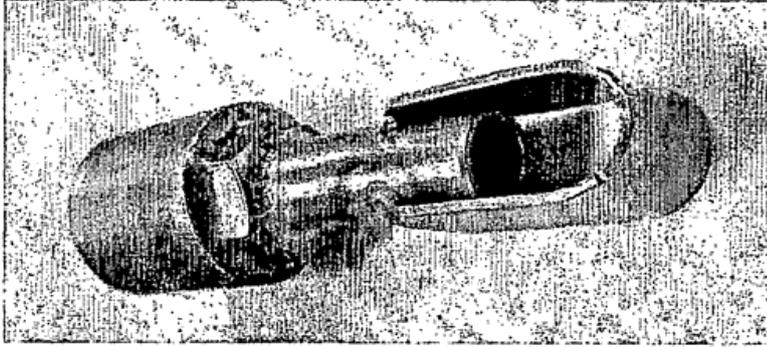


Figura 8b.

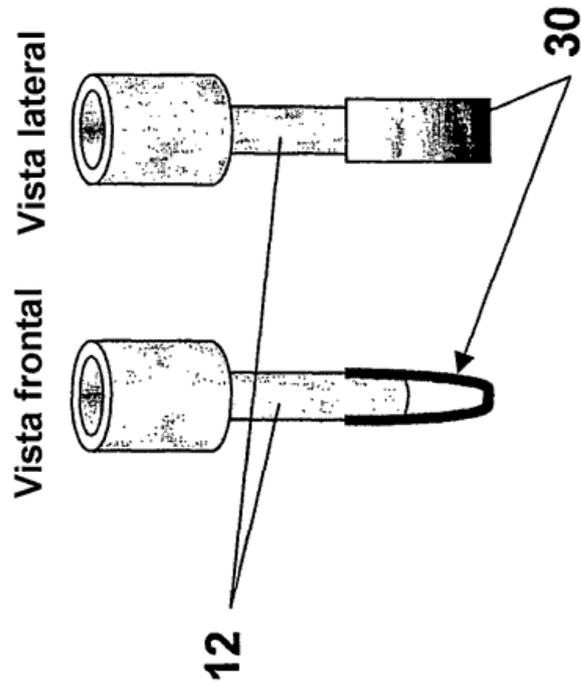


Figura 8a.

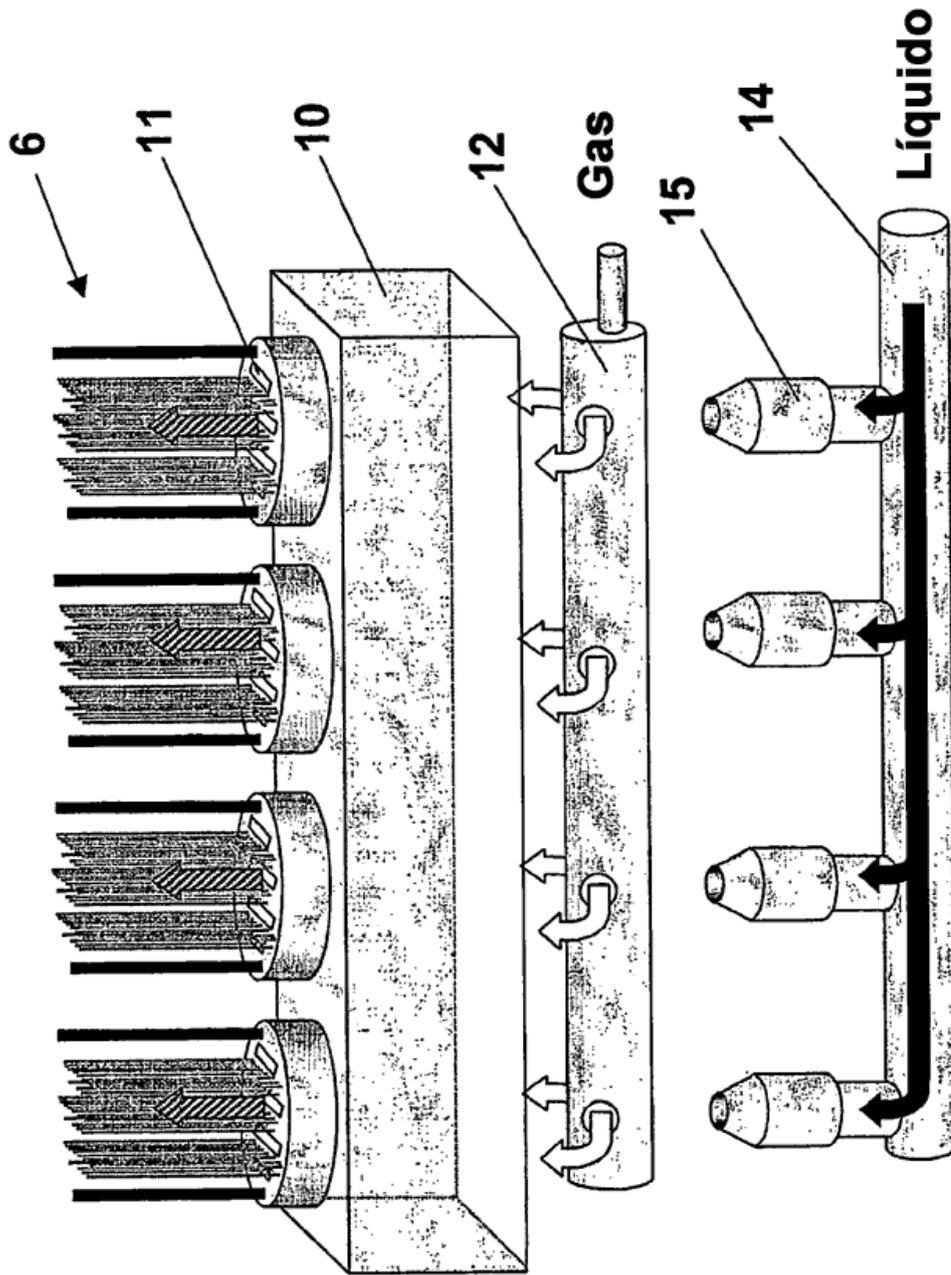


Figura 9.