

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 032**

51 Int. Cl.:

B01D 61/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2016 PCT/EP2016/061352**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16184996**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2016 E 16729199 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3297749**

54 Título: **Conector de membrana para promover la transferencia de masas en un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR)**

30 Prioridad:

19.05.2015 EP 15168280

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2019

73 Titular/es:

**OXYMEM LIMITED (100.0%)
Blyry
Athlone, Co. Westmeath, IE**

72 Inventor/es:

**SYRON, EOIN;
SEMMENS, MICHAEL;
CASEY, EOIN y
BYRNE, WAYNE**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 733 032 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

Conector de membrana para promover la transferencia de masas en un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR)

5

Campo técnico

La invención se refiere a reactores de biopelículas de membrana aireada (MABR). En particular, la invención se refiere a un dispositivo para uso en un MABR, siendo el dispositivo capaz de aumentar la transferencia de masa entre las aguas residuales y la biopelícula unida a la membrana.

10

Antecedentes de la invención

A medida que la población mundial continúa creciendo, y cada vez más personas se mudan a vivir en entornos urbanos, hay una mayor demanda en la infraestructura de tratamiento de aguas residuales. Las plantas de tratamiento de aguas residuales tanto municipales como industriales tienen que alcanzar niveles de calidad del agua cada vez más altos para cumplir con los estándares regulatorios, que, al mismo tiempo, deben conseguirse en espacios más pequeños, utilizando menos recursos. Esto está impulsando la innovación en tecnología de tratamiento de aguas residuales. Una de tales tecnologías que pueden conseguir estas tasas de tratamiento aumentadas y, al mismo tiempo, utilizar menos recursos es el reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR). El MABR utiliza membranas permeables a los gases para proporcionar oxígeno a las bacterias degradadoras de contaminantes que crecen unidas a la superficie de la membrana. El MABR combina los bajos requisitos de energía de la aireación de membrana permeable con las ventajas clave de los procesos basados en biopelículas, como la alta tasa de reacción volumétrica que se puede alcanzar debido a la alta concentración de biomasa específica. Los sistemas de tratamiento basados en biopelículas se han vuelto más comunes en los últimos años. Estos sistemas generalmente colocan el medio móvil en los tanques del reactor, la biopelícula se une al medio y ambos se mueven libremente alrededor del tanque con el líquido mientras se mezcla. Tales reactores de biopelículas se describen en la patente de EE.UU. n° 7189323.

15

20

25

30

Dos problemas persisten en los sistemas basados en biopelículas: 1) se requiere mucha energía tanto para proporcionar el oxígeno necesario para la biopelícula como para mezclar el agua y los medios mientras se encuentran en estos sistemas; 2) la profundidad en la que está activa la biopelícula es muy poca debido a que el oxígeno disuelto se consume en las capas externas de la biopelícula y esto hace que las capas internas de la biopelícula no sean aeróbicamente activas. Ambas cuestiones son superadas por el MABR.

35

El MABR tiene varias ventajas sobre las tecnologías de biopelícula convencionales:

(1) se pueden conseguir tasas de eliminación de la demanda volumétrica de oxígeno carbono (COD) comparativamente altas, especialmente si el oxígeno puro se explota completamente y se aplican medidas de control de espesor de biopelícula.

40

(2) la aireación sin burbujas ofrece un potencial para eficiencias de utilización de oxígeno significativamente más elevadas, con el consiguiente ahorro de energía. Además, es posible reducir la extracción de aire durante el tratamiento biológico de compuestos orgánicos volátiles.

45

(3) la nitrificación, la desnitrificación y la eliminación de COD simultáneas se pueden conseguir en tasas comparativamente más altas debido a la estratificación única de la población microbiana.

50

(4) los microorganismos degradadores especializados, tales como las bacterias oxidantes de amoníaco, tienden a crecer preferentemente de manera adyacente a la interfaz de biopelícula-membrana, estando por ello protegidos de la erosión de la biopelícula.

La tecnología MABR está comenzando a hacer la transición desde la escala de investigación a las implantaciones a gran escala. El problema que se experimenta al aumentar la escala al tamaño de los MABR es que el contacto (mezcla) entre las aguas residuales que contienen contaminantes y la biopelícula unida a los medios de soporte es inadecuado. Por lo tanto, es esencial hacer un mezclado adicional y una transferencia de masa mejorada, pero esto debe realizarse sin un aumento significativo de energía, ya que esto erosionaría la principal ventaja comercial del MABR.

55

60

El documento WO2008130885 describe un haz de fibras de membrana para un MABR que tiene un conector en cada extremo con un perfil circular que restringe el conjunto de fibras a un perfil circular a lo largo de su longitud. La desventaja de esta disposición es que todas las fibras se agrupan en el lugar donde la membrana entra en el conector, y no se disponen en un orden de distribución específico. Mientras que las fibras pueden moverse libremente, experimentarán la misma fuerza y, debido al exceso de longitud, todas las fibras se moverán juntas. Las fibras permanecerán ligadas entre sí en la entrada de los conectores. Los documentos JP 04210213 A y US 2004/0035779 divulgan un haz de membrana de fibra hueco con un corte transversal con forma elíptica o de estrella,

65

aunque en rellenos circulares. El documento WO 2013/085318 describe haces y rellenos de fibra huecos con forma en zigzag. El documento US 2007/0131605 describe haces y rellenos rectangulares con un conector circular. El documento CN 102826652 divulga haces y rellenos con forma de pista de carreras. En el documento JP 2001205054 se hace uso de rellenos alargados y de un conector con forma de embudo.

5

Un objeto de la presente invención es superar al menos uno de los problemas mencionados anteriormente.

Sumario de la invención

10 En el MABR, la biopelícula se inmoviliza naturalmente en una membrana permeable al oxígeno. El oxígeno se difunde a través de la membrana hacia dentro de la biopelícula, en donde tiene lugar la oxidación de los contaminantes, suministrados en la interfaz biopelícula-líquido. La tasa de suministro de oxígeno se controla mediante la presión parcial de oxígeno intramembranal (un parámetro del proceso) y el área de superficie de la membrana (un parámetro del diseño). El objeto de la presente solicitud es maximizar la transferencia de masa de oxígeno del gas dentro de las membranas del MABR hasta la biopelícula sobre la superficie de la membrana.

15 También es un objeto de la presente invención maximizar la velocidad de transferencia de masa de los contaminantes desde las aguas residuales hasta la biopelícula degradadora de contaminantes al exponer más superficie de fibra de membrana a las aguas residuales contaminadas. Estas ventajas combinadas de la invención aumentan la tasa de tratamiento de aguas residuales del MABR. La disposición de las fibras de la membrana en

20 grupos con formas de corte transversal únicas e innovadoras evita, impide y/o minimiza la aparición de zonas muertas o zonas no reactivas o zonas estancadas dentro del haz de membranas y entre los haces de membranas cuando están dispuestas en casetes y módulos dentro del reactor. La inclusión de la disposición única de membrana no sólo aumenta el área de superficie expuesta de las membranas sino que, debido a la disposición no uniforme de estos grupos de membranas, se crea turbulencia en el flujo de líquido, mejorándose adicionalmente, de este modo,

25 la transferencia de masa desde las membranas hasta la biopelícula.

Para garantizar que el MABR pueda convertirse en una tecnología efectiva a gran escala para el tratamiento de aguas residuales, existe la necesidad crítica de garantizar que el reactor esté bien mezclado y que haya un contacto efectivo entre la mayor parte del área de la superficie de la membrana unida a la biopelícula degradadora de

30 contaminantes y las aguas residuales contaminadas que se van a tratar. Los solicitantes han proporcionado una solución para maximizar el contacto entre las aguas residuales y la biopelícula degradadora de contaminantes en un sistema o tanque de tratamiento de MABR. La solución crea mayor mezcla debido a la turbulencia dentro del sistema y sin ningún requisito de energía adicional. Por ello, el sistema mantiene la baja demanda de energía del MABR para el tratamiento biológico de aguas residuales.

35

Esto se realiza de una manera que es fácil de fabricar y montar, y no requiere la adición de un tejido o envoltura.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona, como se expone en las reivindicaciones adjuntas, una fibra de membrana de acuerdo con la reivindicación 1.

40

En una realización, el haz de fibras de membrana está unido por un conector semirrígido o rígido. Preferiblemente, el conector o sobremolde tiene una forma de perfil preformado.

45 El conector o sobremolde tiene un perfil no circular como se define en la reivindicación 1. Se ha encontrado que esto aumenta la transferencia de masa de gas de las fibras en el haz debido a la exposición de más área de superficie de las fibras al líquido circundante. De manera importante, se ha encontrado que el perfil no circular de los haces de fibras origina un aumento en la turbulencia del líquido que rodea al haz, mejorando por ello la mezcla localizada y reduciendo el espesor de la capa límite formada en las fibras.

50 En una realización, el perfil del conector o sobremolde es alargado. El perfil puede ser alargado a lo largo de un eje radial (es decir, elipsoidal - figura 1) o a lo largo de diferentes ejes radiales (es decir, una estrella de tres, cuatro o cinco puntas - figuras 2 y 3).

55 El conector o sobremolde se conforma para canalizar las fibras de la membrana hacia el colector. Esto significa que el conector o sobremolde obliga al haz de fibras a ahusarse hacia el interior hacia el colector.

60 El conector o sobremolde tiene una sección de entrada que tiene un perfil no circular, una salida configurada para la conexión a un colector que tiene un perfil circular, y una sección de embudo intermedia entre las secciones de entrada y salida. El perfil de la sección de embudo pasa del perfil no circular en el extremo de entrada a un perfil circular en el extremo de salida.

65 El conector y el sobremolde no son de perfil circular ni cilíndrico. Se puede crear un perfil único mediante la colocación del haz de fibras de membrana en (i) un conector preformado o (ii) por medio de la retención del haz de fibras de membrana en el perfil único y su fijación en esta configuración por medio de colocar un adhesivo sobre las fibras de modo que se mantengan las fibras en esta configuración o de moldear el conector alrededor de las fibras para mantenerlas en su lugar (el sobremolde). El conector o sobremolde tiene una forma de perfil seleccionada del

grupo que comprende una elipse, una estrella de tres puntas, una estrella de cuatro puntas, una estrella de cinco puntas, una forma de cruz, para proporcionar un flujo más ampliamente distribuido y mezclado a través del haz entero de fibras de membrana.

En una realización, el haz de fibras de membrana está unido en cada extremo a un colector de suministro de aire.

5 En una realización, el grupo de fibras de membrana del haz se extiende por el alojamiento y se aleja de un eje central del grupo de fibras de membrana, y maximiza un área de superficie expuesta de las fibras de membrana.

En una realización, el conector está configurado para unirse a un colector de suministro de aire. Preferiblemente, el conector está unido al colector de suministro de aire por un accesorio de tipo de ajuste a presión o fijado directamente al mismo.

10

En una realización, se proporciona un casete que comprende la pluralidad de haces de fibras de membrana descritos anteriormente, o la pluralidad de matrices descritas anteriormente, dispuestas lado a lado y unidas a un colector de aire superior e inferior.

15

En una realización, se proporciona un reactor de biopelícula aireado por membrana (MABR) del tipo que comprende un alojamiento y al menos un haz de fibras de membrana como se describió anteriormente.

En una realización, se proporciona un reactor de biopelícula aireado por membrana (MABR) que comprende un alojamiento y al menos una matriz como se describió anteriormente.

20

En una realización, se proporciona un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) que comprende un alojamiento y al menos un casete como el descrito anteriormente.

25

En una realización, aparece una pluralidad de haces de fibras de membrana que se colocan en secuencia para formar una matriz. Idealmente, cada haz de fibras de membrana de la matriz comparte un colector de suministro de aire común. Cada haz de fibras de membrana se encuentra en comunicación fluida entre sí.

En una realización, la matriz comprende una pluralidad de haces de fibras de membrana colocados uno al lado del otro, que forman un casete. Preferiblemente, varios casetes se colocan juntos para formar un módulo, que cuando se coloca dentro del alojamiento, ocupa sustancialmente el espacio dentro del alojamiento del MABR. Idealmente, cada haz de fibras de membrana de la matriz está unido a un colector de aire superior e inferior para formar el casete. El casete se coloca entonces en el alojamiento y se fija en posición para formar un MABR. El posicionamiento de los haces de fibra de membrana de la matriz proporciona un flujo bien distribuido y mezclado a través de todos los haces de fibra de membrana de la matriz (también conocidos como casetes de membrana).

30

35

En una realización, el perfil del grupo de fibras de membrana en el haz de membrana puede ser estrecho y extendido. El estrechamiento y la extensión del perfil de las fibras de membrana en el haz de membrana reducen la distancia entre (todas) las fibras y cualquier líquido a granel que se va a tratar. Esto permite un flujo más ampliamente distribuido y mezclado por todo el haz de fibras de membrana.

40

En una realización, el conector está configurado para unirse a un colector de suministro de aire. El conector se puede unir al colector de suministro de aire mediante un accesorio, o adherirse directamente al colector con cualquier adhesivo adecuado conocido por el experto en la materia, como pegamento, resina epoxi y similares.

45

La extensión de las fibras de membrana en el líquido que se va a tratar, y el alejamiento del eje central del haz de fibras de membrana vertical, reduce la distancia entre las fibras de membrana central y el líquido, y maximiza el área de superficie expuesta de las fibras de membrana. La disposición de las fibras de membrana en el haz proporciona un perfil estrecho, reduciendo la distancia entre todas las fibras de membrana y cualquier líquido en el alojamiento que se va a tratar. La configuración de las fibras de membrana en el haz proporciona una mayor tasa efectiva de transferencia de oxígeno en el reactor.

50

En la especificación, el término "reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR)" debe entenderse que alude a un reactor de biopelícula con soporte de membrana (MSBR) o a un reactor de biopelícula de membrana (MBfR) para el tratamiento de agua y/o líquidos de aguas residuales para eliminar la eliminación de contaminantes carbonados, nitrificar/desnitrificar los contaminantes, y/o realizar un tratamiento biológico xenobiótico de los constituyentes de las aguas residuales, y emplear una membrana permeable (a menudo una membrana de fibra hueca) al aire/oxígeno/hidrógeno (gas) que proporciona una interfaz entre el fluido a tratar (fluido fase) y un suministro de aire/oxígeno/hidrógeno (fase gaseosa). Los compuestos orgánicos solubles en el líquido se suministran a la biopelícula desde la interfaz biopelícula-líquido, mientras que el suministro de aire/oxígeno/hidrógeno/carbono u otro gas a la biopelícula proviene de la interfaz biopelícula-membrana (por difusión a través de la membrana). Típicamente, una biopelícula que consiste en una población heterogénea de bacterias (microorganismos) (que incluye generalmente bacterias nitrificantes, desnitrificantes y heterotróficas) crece en el lado de la fase fluida de la membrana. Los MABR pueden conseguir una aireación sin burbujas y una alta eficiencia de utilización del oxígeno (hasta el 100%) y la biopelícula se puede separar en zonas aeróbicas/anóxicas/anaeróbicas para conseguir la eliminación simultánea de contaminantes carbonosos orgánicos,

55

60

65

así como la nitrificación y desnitrificación en una sola biopelícula. Un ejemplo de MABR del tipo que comprende un lumen que contiene una fase gaseosa, una fase líquida y una membrana permeable a los gases que proporciona una interfaz entre las fases gaseosa y líquida se describen en la patente europea núm. 2 361 367 (University College Dublin).

5 En la memoria descriptiva, el término "haz de fibras de membrana" debe entenderse como una pluralidad de fibras de membrana dispuestas juntas como un haz a diferencia de una disposición plana de fibras, tal como una lámina. El número de fibras de membrana en un solo haz puede ser cualquier número, por ejemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 10 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99 o 100 fibras de membrana. Típicamente, las fibras en un haz son paralelas e idealmente coextensas.

15 En la memoria descriptiva, debe entenderse que el término "casete de membrana" significa una pluralidad de haces de fibras de membrana dispuestos uno al lado del otro y típicamente unidos a un colector de aire superior e inferior. El número de haces de fibras de membrana en un casete puede ser cualquier número, por ejemplo, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99 o 20 100 haces de fibras de membrana.

En la memoria descriptiva, el término "alojamiento" debe entenderse que alude a un recipiente de retención, como un tanque, dentro del cual está colocado en el MABR. El término "alojamiento" y "tanque" se pueden usar indistintamente. El término incluye cubiertas cerradas así como tanques abiertos.

25 En la memoria descriptiva, los términos "colector superior" y "colector inferior" deben entenderse que aluden a colectores de aire conectados a cada extremo de las membranas de fibra hueca. Los colectores proporcionan un medio para suministrar y eliminar el gas hacia/desde el lumen de las membranas. Si las fibras están colocadas en orientación vertical, los colectores están, entonces, en las porciones superior e inferior del alojamiento MABR.

30 En la memoria descriptiva, el término "semirrígido", en el contexto del conector, debe entenderse que alude a parcial o moderadamente rígido, teniendo una ligera tendencia a ser flexible bajo el aire o presión aplicada, y volviendo naturalmente a un estado original sin comprometer la integridad de la estructura del conector.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se entenderá más claramente a partir de la siguiente descripción de una realización de la misma, dada únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

40 La figura 1 ilustra (A) una vista en alzado, (B) una vista lateral y (C) una vista en planta de una realización de un haz de fibras de membrana dispuestas mediante un conector semirrígido/rígido o sobremolde para formar una matriz con un perfil particular para uso en un dispositivo de reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR). La figura 1 (D) ilustra una vista en planta de dos matrices contiguas de la invención reivindicada. Los haces de fibras de membrana están dispuestos en una única matriz, que puede estar colocada lado a lado con otras matrices para 45 formar un casete y un flujo distribuido.

La figura 2 ilustra (A) una vista en alzado, (B) una vista lateral y (C) una vista en planta de una realización de un haz de fibras dispuestas mediante un conector semirrígido/rígido o sobremoldeado para formar una matriz con un perfil particular para uso en el dispositivo de reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR). La figura 2 (D) ilustra 50 una vista en planta de dos matrices contiguas de la invención reivindicada. Los haces de fibras de membrana están dispuestos en una única matriz, que puede estar colocada lado a lado con otras matrices para formar un casete y un flujo distribuido.

La figura 3 ilustra (A) una vista en alzado, (B) una vista lateral y (C) una vista en planta de una realización de un haz de fibras dispuestas mediante un conector semirrígido/rígido o sobremoldeado para formar una matriz con un perfil particular para uso en el dispositivo de reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR). La figura 3 (D) ilustra 55 una vista en planta de dos matrices contiguas de la invención reivindicada. Los haces de fibras de membrana están dispuestos en una única matriz, que puede estar colocada lado a lado con otras matrices para formar un casete y un flujo distribuido.

60 **Descripción detallada de los dibujos**

La invención se refiere a un dispositivo para tratar líquidos de aguas residuales, el dispositivo es adecuado para usar un reactor de biopelícula con soporte de membrana (MSBR) o un reactor de biopelícula aireada por membrana 65 (MABR). El dispositivo comprende una pluralidad de membranas dispuestas en un haz que tiene un perfil/configuración específicos, consistiendo cada membrana en un lumen que contiene una fase gaseosa, una fase

líquida y una membrana permeable a los gases que proporciona una interfaz entre las fases gaseosa y líquida; y un medio para mantener las membranas en una configuración definida para mantener una alta exposición del área de la superficie expuesta de la membrana y asegurar que las membranas estén adecuadamente dispersas en las aguas residuales

5 Los grupos de membranas que se mantienen en la configuración definida se colocan después en una matriz con un colector de gas en cada extremo de los haces de membranas permitiendo que se suministre aire/oxígeno/hidrógeno/metano/dióxido de carbono u otro gas al lumen de membrana y que sea retirado del lumen de membrana en el lado opuesto. La matriz de haces junto con el colector (casete) se disponen después en el alojamiento para maximizar el contacto entre las membranas y el líquido contenido en el alojamiento.

15 Con referencia ahora a las figuras, donde la figura 1 ilustra una realización general del dispositivo de la presente invención. Específicamente, las figuras 1A a 1C ilustran (A) una vista en alzado, (B) una vista lateral y (C) una vista en planta de un dispositivo típico de la presente invención, y generalmente se hace referencia por el número de referencia 1. El dispositivo 1 comprende un grupo de fibras 2 de membrana dispuestas juntas como un haz vertical 4 de fibras de membrana unidas a cada extremo de un colector 8 de suministro de aire. Una biopelícula crece y se acumula sobre el haz de fibras 4 de membrana densamente empaquetadas. Cada fibra 2 de membrana tiene un lumen que contiene una fase gaseosa. El haz de fibras 4 de membrana está conectado y dispuesto junto con un conector o sobremolde 10. El conector o sobremolde 10 está configurado para disponer y mantener el haz de fibras 4 de membrana en una configuración separada entre sí. Esto proporciona al dispositivo 1 un grupo de fibras 2 de membrana que permite que el gas fluya dentro del lumen de cada una de las membranas 2. El conector o sobremolde 10 también imparte un perfil único en el haz de membranas 4, tal como el perfil elíptico ilustrado en la figura 1. Como se ilustra en la figura 1 (y en las figuras 2 y 3), el conector o sobremolde 10 está configurado para unirse al colector 8 de suministro de aire.

25 Cuando una pluralidad de un haz de fibras 4 de membrana se dispone mediante un conector semirrígido/rígido o sobremolde 10 y se coloca en secuencia, se forma una matriz 20. La matriz 20 comprende ahora una pluralidad de haces 4 de fibras de membrana con un perfil particular impartido por el conector o sobremolde 10. Cada haz de fibras 4 de membrana en la matriz 20 está unido a un colector 22 de aire superior e inferior para formar un casete 26. La figura 1 (D) ilustra dos casetes contiguos 26 que comprenden las matrices 20 de la invención reivindicada.

35 El posicionamiento de los haces 4 de fibra de membrana en la matriz 20 proporciona un flujo bien distribuido y mezclado a través de todos los haces 4 de fibra de membrana en la matriz 20. El casete 26 puede colocarse y fijarse dentro de un alojamiento de un dispositivo de reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) para formar un módulo.

40 Con referencia a las figuras 2 y 3, se ilustran realizaciones adicionales del dispositivo en las que a las partes o pasos descritos con referencia a las realizaciones anteriores se les asignan los mismos números. En la realización, el dispositivo 200, 300 comprende un grupo de fibras 2 de membrana dispuestas juntas como un haz de fibras verticales 4 de membrana unidas en cada extremo a un colector 8 de suministro de aire. Se cultiva una biopelícula y se acumula sobre el haz densamente empaquetado de fibras 4 de membrana. Cada fibra 2 de membrana tiene un lumen que contiene una fase gaseosa. El haz de fibras 4 de membrana está conectado y dispuesto entre sí mediante un conector o sobremolde 101, 102. El conector o sobremolde 101, 102 está configurado para disponer y mantener el haz de fibras 4 de membrana en una configuración de separación. Esto proporciona al dispositivo 200, 300 un grupo de fibras 2 de membrana que permite que el gas fluya dentro del lumen de cada una de las membranas 2. El conector o sobremolde 101, 102 también imparte un perfil único en el haz de membranas 4, tal como el perfil de estrella de cuatro puntas ilustrado en la figura 2 y el perfil de estrella de tres puntas ilustrado en la figura 3. Debe entenderse que el perfil del dispositivo 1, 101, 102 puede ser cualquier perfil que proporcione un flujo más ampliamente distribuido y mezclado a través de todo el haz de fibras 4 de membrana, tal como una estrella de cinco puntas, una forma de cruz, una forma de "V" (puede ser invertida) a modo de galón, y similares.

55 Desde un punto de vista biocatalítico, cuantas más membranas y biopelículas haya en un alojamiento para tratamiento de aguas residuales, mejor. Sin embargo, por encima de un cierto límite, la acumulación de biopelícula puede originar graves problemas con la distribución del flujo de líquido. Por lo tanto, se debe mantener una distribución efectiva de membrana. Comercialmente, la densidad de empaquetamiento de membrana debe aumentarse para proporcionar la mayor cantidad de membranas de transferencia de gas por unidad de volumen de reactor. Muchos de los estudios a escala de laboratorio publicados hasta la fecha en la literatura se realizaron con densidades de empaquetamiento de membrana bajas. Esta invención actual describe un dispositivo 1, 101, 102 para permitir una mejor distribución de altas densidades de empaquetamiento de fibras de aireación de membrana dentro de un reactor de biopelículas de membrana aireada. La presente invención también resulta en contacto efectivo de los residuos líquidos con todas las membranas 2 en el reactor.

REIVINDICACIONES

1. Un haz de fibras de membrana para su uso en un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR), que tiene un alojamiento, comprendiendo el haz de fibras de membrana: un grupo de fibras (2) de membrana dispuestas en un haz (4), teniendo cada una de las fibras un lumen que contiene una fase gaseosa; y un medio para conectar el grupo de fibras de membrana a un colector de modo que, en uso, el gas pueda fluir dentro del lumen de la membrana; en el que las fibras de membrana en el haz están dispuestas juntas mediante un conector o sobremolde (10), estando el conector o sobremolde configurado para disponer y mantener las fibras de membrana en el haz en una configuración de separación entre ellas, teniendo el conector o sobremolde para recibir las fibras de membrana una entrada con una forma de corte transversal no circular, una salida configurada para la conexión a un colector (8), teniendo una forma circular y una sección de embudo intermedia entre las secciones de entrada y salida, en donde la entrada del conector o sobremolde y el haz de fibras de membrana tienen una forma alargada en corte transversal no circular a lo largo de al menos un eje radial o a lo largo de al menos dos ejes radiales diferentes; en el que el conector o sobremolde canaliza las fibras de la membrana hacia el colector, caracterizado porque la forma de perfil no circular de la entrada del conector o sobremolde se selecciona de entre el grupo que consiste en una elipse, una estrella de tres puntas, una estrella de cuatro puntas, una estrella de cinco puntas o una forma de cruz.
2. Un haz de fibras de membrana de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el haz de fibras de membrana está unido en cada extremo a un colector de suministro de aire y un conector o sobremolde.
3. Un haz de fibras de membrana de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el o cada conector o sobremolde está configurado para unirse por separado a un colector de suministro de aire.
4. Un haz de fibras de membrana de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el o cada conector o colector está unido al colector de suministro de aire por un accesorio de tipo de ajuste a presión o fijado directamente al mismo.
5. Un haz de fibras de membrana de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que varios haces de fibras de membrana dispuestos lado a lado, y unidos al colector de suministro de aire, están dispuestos dentro del alojamiento para formar un casete.
6. Un haz de fibras de membrana de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada haz está separado de otro haz por un sobremolde separado.
7. Una matriz que comprende una pluralidad de haces de fibras de membrana de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, dispuestos en secuencia; y en la que la pluralidad de haces de fibras de membrana están opcionalmente en comunicación fluida entre sí; y en la que cada haz de fibras de membrana comprende opcionalmente un conector o sobremolde separado.
8. Un casete de membrana que comprende una pluralidad de matrices de haces de fibras de membrana de la reivindicación 7 dispuestas de lado a lado y unidas a un colector de aire superior e inferior.
9. Un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) del tipo que comprende un alojamiento y al menos un haz de fibras de membrana como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
10. Un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) que comprende un alojamiento y al menos una matriz de acuerdo con la reivindicación 7.
11. Un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) que comprende un alojamiento y al menos un casete de acuerdo con la reivindicación 8.
12. Un conjunto de haces de fibras de membrana para uso en un reactor de biopelículas de membrana aireada (MABR) que comprende el haz de fibras de membrana como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, con el conector o sobremolde dispuesto en cada extremo del haz de fibras de membrana y configurado para restringir el haz de fibras a una forma de corte transversal no circular a lo largo de la longitud sustancial de las fibras.
13. Un conjunto de haz de fibras de membrana de acuerdo con la reivindicación 12, que incluye una pluralidad de grupos de fibras de membrana dispuestos en un haz, en el que cada haz de fibras de membrana comprende un conector o sobremolde dispuesto en cada extremo del haz de fibras de membrana.
14. Un casete de membrana para su uso en un reactor de biopelículas de membrana aireada y que comprende al menos un haz de fibras de membrana de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y un colector de entrada de gas y un colector de salida de gas conectados operativamente al conector o sobremolde dispuesto en cada extremo del al menos un haz de fibras de membrana.
15. Un reactor de biopelículas de membrana aireada que comprende un haz de fibras de membrana de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o un casete de membrana de acuerdo con la reivindicación 14.

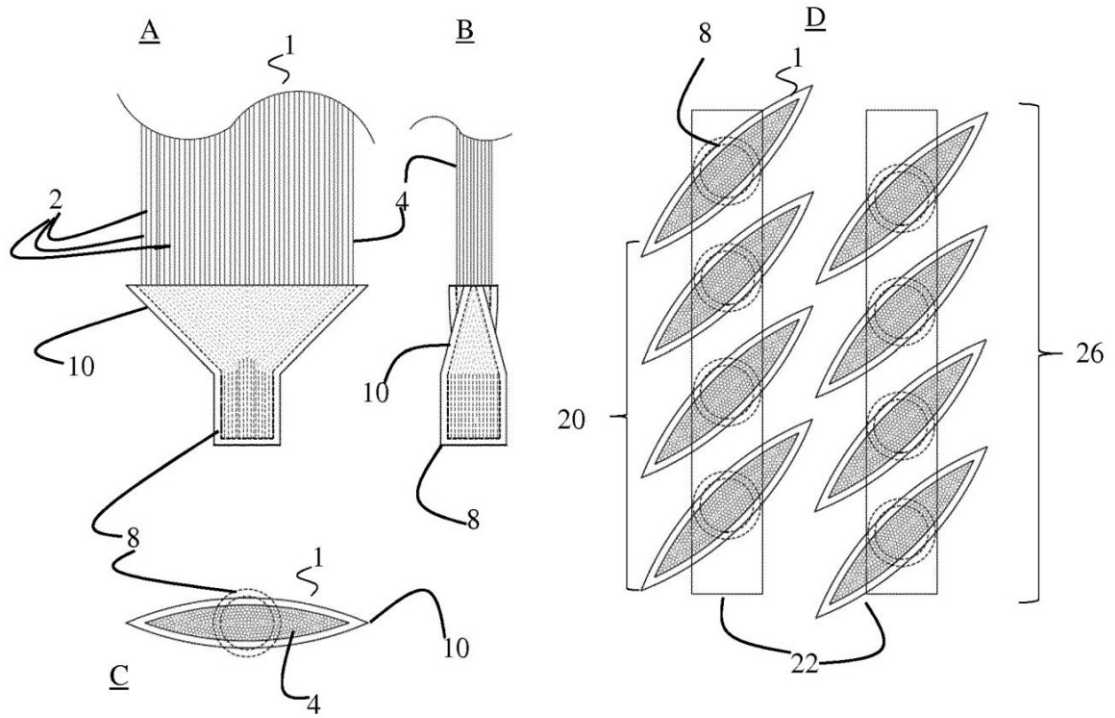


Figura 1

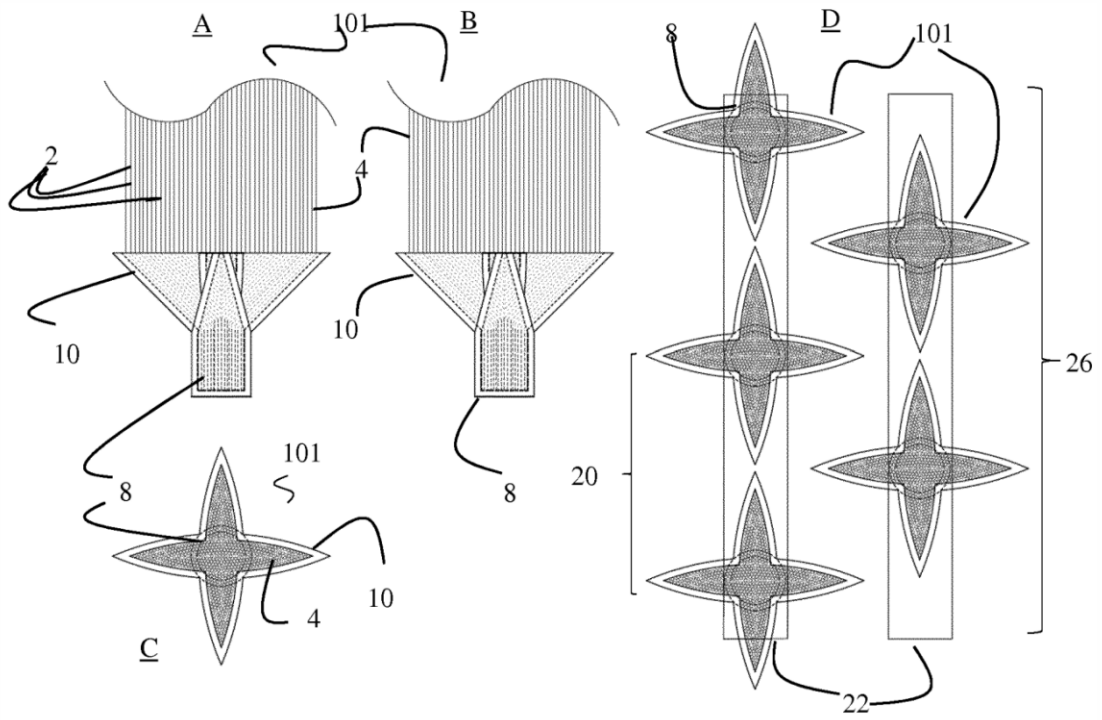


Figura 2

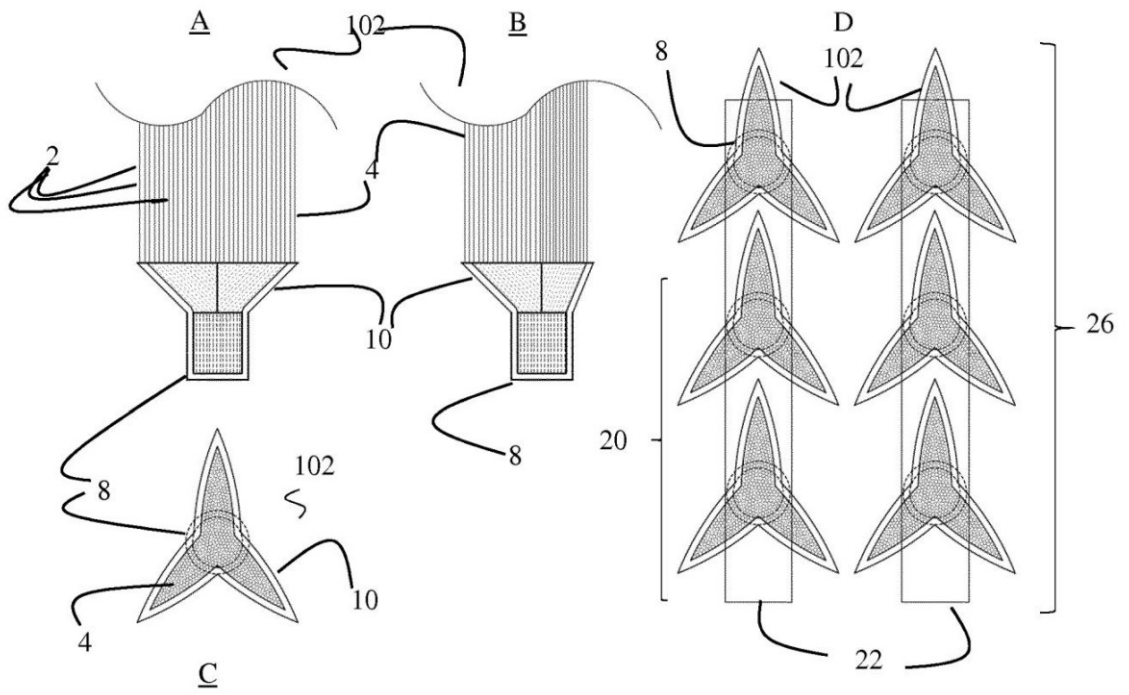


Figura 3