

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 357**

51 Int. Cl.:

**C02F 3/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2010 PCT/FI2010/050389**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10130881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2010 E 10727757 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2429955**

54 Título: **Elemento portador, sistema de tratamiento de agua biológico y su uso, y método para tratar biológicamente agua residual**

30 Prioridad:

**14.05.2009 EP 09160248**

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

**12.09.2017**

73 Titular/es:

**FLOOTECH OY (100.0%)  
Pitkämäenkatu 11  
20250 Turku, FI**

72 Inventor/es:

**PAJUNIEMI, PETRI y  
SIIVONEN, MIKKO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 632 357 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

Elemento portador, sistema de tratamiento de agua biológico y su uso, y método para tratar biológicamente agua residual

- 5 La invención se refiere a un elemento portador y a un sistema de tratamiento de agua biológico según los preámbulos de las reivindicaciones adjuntas. La invención se refiere también al uso del elemento portador o el sistema de tratamiento de aguas biológico y a un método para tratar biológicamente el agua residual.

**Campo técnico**

- 10 En el tratamiento de agua biológico, el agua se pasa a través de un reactor en el que se usan microorganismos para convertir impurezas en productos finales inocuos. En el reactor, los microorganismos pueden hacerse crecer en suspensión o como una biopelícula sobre superficies fijas o sobre elementos portadores, que forman un lecho flotante dentro del cuerpo del reactor. Cuando se usan elementos portadores para hacer crecer una biopelícula, el tamaño del área superficial del elemento portador es de la máxima importancia. Aumentando la superficie del elemento portador es posible aumentar el área superficial proporcionada para el crecimiento de la biopelícula. Sin embargo, esto aumenta a menudo la complejidad estructural del elemento portador.

- 15 El procedimiento de tratamiento de agua se puede realizar de forma aeróbica, lo que significa que se suministra oxígeno o aire al reactor. En el procedimiento se consume una gran cantidad de oxígeno debido a la oxidación bioquímica de compuestos orgánicos e inorgánicos. Al mismo tiempo, la masa de la biopelícula aumenta sobre las superficies del portador debido al crecimiento y la unión de los sólidos. Sin embargo, las impurezas del agua residual, el oxígeno y los microorganismos deben ser capaces de mantener un contacto suficiente entre ellos con el fin de garantizar los resultados de la purificación.

A veces se ha supuesto que en un procedimiento que emplea portadores que se mueven libremente en un reactor, la abrasión mecánica y los elevados caudales pueden erosionar la biopelícula en crecimiento sobre las superficies del portador, lo que podría reducir la eficacia del procedimiento. Esta suposición ha llevado a un intento de reducir el caudal a través del portador aumentando la complejidad estructural y el tamaño del portador.

- 25 El documento DE 102 31 217 describe un elemento portador elaborado con plástico con mantos tubulares exteriores e interiores conectados por láminas.

El documento DE 10 2004 062 915 describe un portador que se usa en la purificación biológica de agua o de agua residual. El portador tiene una longitud, anchura y/o altura de al menos 3,5 cm e incluye una superficie estructurada revestida externamente con álabes, bridas o nervaduras de extensiones radiales diferentes.

- 30 El documento US 6.383.373 describe un dispositivo de filtración biológica que comprende una sección de introducción de agua no tratada, una sección de filtración biológica, una sección de soporte y una sección de recogida del agua, incluyendo la sección de filtración biológica un lecho fijo que comprende una partícula portadora hueca elaborada con resina.

El documento WO 95/25072 describe un portador de biopelícula para la purificación de agua y agua residual.

- 35 Un problema conocido en los procedimientos existentes es la obstrucción del portador producido por el crecimiento excesivo de lodo y su precipitación, especialmente cuando se usan elementos portadores con estructura compleja. Si la biopelícula sobre la superficie del portador crece demasiado, y el portador se obstruye, los resultados de purificación del procedimiento están deteriorados. Los microorganismos no entran en contacto con las impurezas del agua y/o el oxígeno. El problema puede ser resuelto aumentando la mezcla mediante el suministro de aire en el reactor, lo cual aumenta el consumo de energía del procedimiento.

- 40 Se ha realizado un esfuerzo para resolver el problema de la obstrucción aumentando el tamaño del elemento portador. El documento EP 750.591 describe el uso de elementos portadores que tengan su superficie parcialmente protegida frente a la colisión con las superficies de otros elementos portadores en un procedimiento biológico de purificación de agua o de agua residual. Los elementos portadores tienen una longitud, anchura y/o altura que supera 1,5 cm, preferiblemente en el intervalo que va de 2,5 a 10 cm, particularmente en el intervalo que va de 3 a 6 cm.

- 45 El documento EP 575.314 describe un método para la purificación de agua en el se deja fluir el agua residual a través de un reactor que contiene portadores sobre los que se ha hecho crecer una biopelícula. Los portadores están en forma de piezas de un tubo con dimensiones lineales en el intervalo de 0,2-3 cm, particularmente de 0,5-1,5 cm y están elaborados en plástico blando por el método de extrusión. El objetivo ha sido maximizar el área superficial del portador para el crecimiento de la biopelícula.

- 50 El documento DE 102 31 217 A1 describe un elemento tubular elaborado por extrusión y previsto para ser utilizado con un elemento de empaquetamiento en lechos fijos estacionarios. El elemento tiene un diámetro unitario a lo largo de su longitud, pero sus extremos pueden ser rectos o cónicos.

**Objetivo y compendio de la invención**

Un objetivo de esta invención es minimizar o incluso eliminar las desventajas existentes en la técnica anterior.

Un objetivo es también proporcionar un elemento portador que minimice el riesgo de obstrucción del portador.

- 5 Un objetivo adicional de esta invención es proporcionar un elemento portador y un método que permita un contacto eficaz entre la biopelícula y las impurezas y el oxígeno en el agua.

Todavía otro objetivo de la invención es proporcionar un elemento portador y un sistema de tratamiento de agua biológico con el que el consumo de energía del procedimiento de tratamiento pueda ser disminuido.

- 10 Estos objetivos se obtienen con la presente invención que tiene las características presentadas a continuación en las partes de caracterización de las reivindicaciones independientes.

**Descripción detallada de la invención**

Un elemento portador típico según la presente invención para un sistema de tratamiento de agua biológico aeróbico se define en la reivindicación 1. Tiene, entre otros,

- 15 - un primer extremo y un segundo extremo a una distancia entre ellos, siendo el diámetro máximo del primer extremo mayor que el diámetro máximo del segundo extremo,
- estructuras de superficie de crecimiento de biopelículas que se extienden desde el primer extremo al segundo extremo y desde la parte interior del elemento hacia la periferia del elemento y,
- 20 - al menos dos estructuras de soporte que rodean las estructuras de superficie de crecimiento en la periferia del elemento y que conectan las estructuras de superficie de crecimiento entre ellas, definiendo las estructuras de soporte la superficie límite exterior del elemento portador, donde las estructuras de soporte están separadas entre ellas de manera que se forman aberturas que permiten el acceso a las estructuras de superficie de crecimiento de biopelícula, en la periferia del elemento entre las estructuras de soporte.

- 25 El sistema de tratamiento de agua biológico habitual según la presente invención comprende un reactor de tratamiento, que tiene un volumen de reactor definido por la(s) pared(es) y el fondo del reactor, cuyo volumen del reactor comprende elementos portadores según la invención que se pueden mover libremente.

El método habitual para tratar biológicamente agua residual según la presente invención comprende:

- 30 - llevar al agua que debe ser tratada o purificada a un reactor de tratamiento que comprende elementos portadores que se mueven libremente, suspendidos en el agua, en el reactor de tratamiento, y sobre los que se hace crecer una biopelícula,
- alimentar aire u oxígeno al reactor de tratamiento, y
- sacar el agua tratada o purificada del reactor de tratamiento,
- usando elementos portadores según la invención en el reactor de tratamiento.

- 35 Ahora se ha encontrado sorprendentemente que mediante el diseño adecuado del elemento portador es posible obtener un elemento portador que proporciona un área superficial elevada y, al mismo tiempo, una estructura abierta que permite que los microorganismos de la biopelícula entren en contacto con las impurezas en el agua y con el oxígeno. La estructura abierta del elemento portador según la presente invención asegura un flujo eficaz de parte a parte y la purga del elemento portador, de esta forma se evitan o al menos se minimizan el crecimiento excesivo de la biopelícula sobre las paredes internas y la obstrucción del elemento portador. El elemento portador también tiene una estructura de soporte que protege las paredes internas del elemento y lo hace mecánicamente fuerte. Todas estas propiedades hacen que el elemento portador sea más eficaz y más eficiente energéticamente con lo que el consumo de energía del procedimiento de tratamiento puede ser reducido, bien reduciendo el tamaño del reactor o bien usando menos aireación añadida para la mezcla y para el suministro de oxígeno.
- 40

- 45 El elemento portador según la presente invención comprende estructuras de superficie de crecimiento de biopelículas que también se denominan en esta solicitud paredes internas. Estos dos términos son totalmente intercambiables en este contexto. Las paredes internas son estructuras planas largas que funcionan como superficies sobre las que crece la biopelícula. Las paredes internas forman una estructura con forma de cruz o de estrella y se extienden hacia la superficie periférica del elemento portador. Todas las paredes internas del elemento portador se extienden desde un punto inicial en el centro del elemento hacia la periferia del elemento, y están habitualmente en contacto entre ellas en el punto inicial. En otras palabras, el eje longitudinal central del elemento portador está cerrado para el flujo de agua y el elemento portador comprende un eje longitudinal sólido al que están
- 50

unidas las paredes internas. Las paredes internas proporcionan resistencia mecánica añadida a la estructura del elemento portador, especialmente cuando el tamaño global del elemento es pequeño. Habitualmente, el elemento portador según la presente invención tiene 4 a 8 paredes internas, más preferiblemente 6 a 8 paredes internas. Las paredes internas están dispuestas preferiblemente en una disposición con forma de estrella simétrica, de manera que las paredes individuales están separadas equidistantemente entre ellas. El grosor de la pared es habitualmente 0,2-1,0 mm, más habitualmente 0,4-0,8 mm.

Según la invención, una de cada dos paredes internas alternas tiene forma de triángulo, preferiblemente de triángulo rectángulo. Cuando la pared interna tiene forma triangular, la base del triángulo se sitúa en el segundo extremo del elemento portador, donde está dispuesta en conexión con las otras paredes internas. El vértice de la pared triangular está dispuesto en conexión con una estructura de soporte en el primer extremo del elemento portador.

Las estructuras de soporte reforzantes del elemento portador están dispuestas para rodear las paredes internas en la periferia del elemento, aumentando adicionalmente por lo tanto la resistencia mecánica del elemento portador. Habitualmente las estructuras de soporte tienen una estructura con forma de cinta estrecha que rodea las paredes internas en la periferia del elemento. Las estructuras de soporte definen la superficie límite exterior del elemento portador. Esto significa que las estructuras de soporte definen la superficie límite exterior parcialmente virtual del elemento portador. Generalmente hay más de una estructura de soporte, habitualmente dos estructuras de soporte, más habitualmente tres estructuras de soporte. En el caso de tres estructuras de soporte, la primera estructura está dispuesta habitualmente cerca del primer extremo del elemento portador, la segunda está dispuesta cerca del segundo extremo del elemento portador, y la tercera en la sección media entre el primer y el segundo extremo. La estructura de soporte reforzante es normalmente una estructura continua con forma de anillo que tiene una cierta altura en la dirección longitudinal del elemento portador. También es posible que una estructura de soporte individual esté formada por varios miembros con forma de cordón fino, que se retuercen juntos o que están dispuestos a una corta distancia unos de otros. En el caso de que la estructura de soporte esté formada por varios miembros con forma de cordón fino, la distancia entre estructuras de soporte adyacentes es claramente mayor que la distancia entre miembros con forma de cordón adyacentes de la estructura de soporte individual sencilla.

La estructura de soporte también conecta las paredes internas con todas las otras en la periferia del elemento portador. Así se forman huecos o aberturas laterales en la superficie periférica del elemento portador. Las aberturas permiten la entrada eficaz del agua y el aire en la parte interna del elemento portador. El flujo eficaz a través y la purga del elemento portador no es solo importante desde el punto de vista de la transferencia de masa de oxígeno, los sustratos y el metabolismo dentro y fuera de la parte interna del elemento portador, sino que el flujo también expone a la biopelícula sobre las superficies de las paredes internas a la abrasión lo que disminuye el crecimiento excesivo de la biopelícula y minimiza el riesgo de obstrucción del elemento. Por ejemplo, el elemento portador puede tener 16 aberturas laterales en la periferia del elemento que dan al elemento una abertura total elevada.

Las superficies de crecimiento y las estructuras de soporte del elemento portador definen también espacios vacíos dentro del elemento portador. El elemento portador de la presente invención se diseña de forma que la abertura del elemento portador se maximiza, de esta forma se mantiene una transferencia de masa eficaz incluso en situaciones en las que el elemento portador comprende una cantidad elevada de biopelícula sobre las superficies de crecimiento y otros sólidos dentro de su estructura. Según la invención, las aberturas en la superficie límite exterior en la periferia del cuerpo del elemento portador frente al área transversal de una superficie límite de un elemento sólido similar son por encima de 42%, preferiblemente por encima de 45%, más preferiblemente por encima de 48%, todavía más preferiblemente por encima de 50%. La elevada área superficial y abertura del elemento portador también permite una actividad muy eficaz de la biopelícula y por lo tanto una eficacia elevada del tratamiento. La estructura abierta del portador hace posible también aumentar la concentración de sólidos suspendidos en el flujo de agua residual entrante y dentro del reactor en comparación con los procedimientos de tratamiento que usan elementos portadores de la técnica anterior.

Según un modo de realización de la invención, el elemento portador tiene forma cónica y/o las secciones transversales de los extremos primero y segundo son circulares. La forma cónica del elemento portador mejora el movimiento y rotación del elemento en el reactor durante la mezcla. Según un modo de realización preferido, el diámetro de un portador aumenta desde el segundo extremo hacia el primer extremo del portador. Esto significa que el diámetro del primer extremo es al menos 15%, habitualmente 20-55%, más habitualmente 25-40%, lo más habitualmente 30-35% mayor que el diámetro del segundo extremo. Se ha observado que la eficiencia energética del procedimiento puede mejorarse incluso en 30% en comparación con los sistemas convencionales cuando se usan elementos portadores cónicos pequeños según la presente invención.

Según un modo de realización de la invención, el primer extremo del elemento portador tiene un diámetro en el intervalo de 11,0-13,6 mm, preferiblemente 11,7-13,1 mm, más preferiblemente 12,3-12,7 mm.

Según un modo de realización de la invención, el segundo extremo del elemento portador tiene un diámetro en el intervalo de 8,5-11,3 mm, preferiblemente 9,1-10,8 mm, y particularmente más preferiblemente 9,4-10,5 mm.

Según un modo de realización de la invención, la relación entre el diámetro del primer extremo y el diámetro del segundo extremo del elemento portador está por encima de 1,2, preferiblemente por encima de 1,25, más preferiblemente por encima de 1,29.

5 Según la invención, la longitud del elemento portador, medida perpendicularmente desde el primer extremo al segundo extremo, es 11,0-14,9 mm, preferiblemente 11,6-13,8 mm, más preferiblemente 12,2-12,7 mm.

10 El tamaño y el diseño del elemento portador permite que los elementos portadores se muevan eficazmente en el volumen completo del reactor cuando se obtiene la mezcla usando el sistema de aireación del reactor. Esto asegura una mezcla apropiada de los elementos portadores con el agua que debe ser tratada un contacto continuo con el aire, el agua y los sustratos. Por lo tanto, el volumen completo del reactor se mezcla eficazmente y consecuentemente no hay espacio "muerto" o "no usado" dentro del reactor. Esto significa que con el fin de obtener los mismos resultados del tratamiento que con sistemas reactores convencionales, es posible disminuir el tamaño del reactor y/o el grado de llenado del portador. Un reactor más pequeño necesita menos aireación y menos mezcla, con lo que el consumo global de energía del procedimiento de tratamiento disminuye. Por otra parte, usando los elementos portadores según la presente invención y un reactor de tamaño convencional es posible aumentar la capacidad de tratamiento del procedimiento. Al mismo tiempo, el tamaño y el diseño del elemento portador proporciona una superficie portadora grande para el crecimiento de biopelícula y condiciones óptimas de fluidez dentro y alrededor del elemento portador. La construcción del portador previene eficazmente la obstrucción del interior del portador, proporciona un flujo adecuado de oxígeno e impurezas a la biopelícula, pero al mismo tiempo protege a la biopelícula de la abrasión y del enjuague.

20 La densidad del elemento portador es normalmente cercana a la densidad del agua a la temperatura del procedimiento. Esto garantiza que los elementos portadores se mantengan en suspensión a través del volumen del reactor, y no se acumulen en la parte superior o en el fondo del reactor. Habitualmente la densidad del elemento portador es 0,92-0,99 kg/dm<sup>3</sup>, preferiblemente 0,93-0,98 kg/dm<sup>3</sup>, más preferiblemente 0,94-0,97 kg/dm<sup>3</sup>.

25 Según un modo de realización de la invención, el elemento portador se elabora con material plástico duro, tal como polietileno, polipropileno o su mezcla, por moldeado por inyección. El elemento portador se elabora preferentemente de polietileno, más preferentemente de polietileno reciclado. Cuando los elementos portadores pequeños se elaboran por moldeado por inyección a partir de plástico duro, la estructura de elemento resultante es estable y duradera mecánicamente incluso si la circunferencia y la periferia del elemento portador se mantienen abiertas. Una buena resistencia mecánica del elemento aumenta la vida útil total del elemento portador, reduciendo por lo tanto los costes que están asociados con la renovación de los elementos portadores debido al desgaste mecánico y la rotura. El elemento portador puede ser elaborado con material plástico reciclado o virgen.

30 Según un modo de realización de la invención, el sistema de tratamiento de agua biológico comprende dos o más reactores de tratamiento dispuestos en paralelo o en serie. En otras palabras, es posible operar el procedimiento de tratamiento de agua utilizando los elementos portadores según la presente invención en una o varias etapas, cuyas etapas pueden ser operadas en serie o en paralelo. Con el fin de mantener los elementos portadores según la presente invención dentro del reactor, se colocan rejillas en la salida y la entrada del reactor. Así se previene el escape de los elementos portadores del reactor.

35 Según un modo de realización de la invención, el grado de llenado de los elementos portadores en el reactor está entre 14-28% en volumen, preferiblemente 16-26% en volumen, más preferiblemente 18-25% en volumen, todavía más preferiblemente 20-25% en volumen del volumen total del reactor. El grado de llenado es menor que en los procedimientos de la técnica anterior usando elementos portadores convencionales. Los elementos portadores según la invención tienen un área superficial elevada y una transferencia de masa muy eficaz hacia y desde la biopelícula, con lo que se alcanza la eficacia del tratamiento con un menor número de elementos portadores. El menor grado de llenado de los elementos portadores en el reactor aumenta generalmente la eficacia del procedimiento y de la mezcla de los elementos portadores, lo que disminuye tanto la necesidad de energía de mezcla y la tendencia a la obstrucción de la rejilla de salida.

40 Según un modo de realización de la invención se lleva agua tratada o purificada a un clarificador, y el lodo se recicla desde el clarificador de vuelta al reactor de tratamiento. Por lo tanto el sistema de tratamiento de agua biológico comprende un clarificador dispuesto después del reactor de tratamiento y conexiones para reciclar el lodo desde el clarificador de vuelta al reactor de tratamiento. Por lo tanto una parte del lodo puede ser reciclado de vuelta desde el clarificador al reactor de tratamiento que comprende elementos portadores según la presente invención. La estructura abierta y mecánicamente fuerte del elemento portador tolera también el retorno del lodo reciclado sin obstrucción. La adición de lodo al reactor de tratamiento también hace posible un aumento adicional de la eficacia del procedimiento aumentando la biomasa dentro del reactor o reduciendo el grado de llenado del reactor ya que una parte de la biopelícula puede ser reemplazada por lodo reciclado.

45 Es posible disponer en la parte superior del reactor de tratamiento una conexión de salida, que está conectada al clarificador. Según un modo de realización de la invención se saca el agua tratada o purificada desde la parte superior del reactor de tratamiento.

Según un modo de realización el volumen del flujo de lodo devuelto y/o reciclado es normalmente 2-15% en volumen, preferiblemente 3-12% en volumen, más preferiblemente 5-10% en volumen del flujo entrante de agua que debe ser tratada o purificada. El clarificador puede ser cualquier tipo de sedimentador por gravedad, flotación por aire disuelto (DAF) o puede ser un clarificador de láminas. Generalmente, el retorno del lodo al reactor soporta el crecimiento de microorganismos. Anteriormente se supuso que esto llevaría un crecimiento de biopelícula excesivo y a la obstrucción de los elementos portadores. La abertura del elemento portador según la presente invención permite que el lodo retorne al reactor sin riesgo de obstrucción. Con el retorno del lodo se obtiene una mayor concentración de biomasa y una mayor diversidad de microorganismos dentro del reactor empleando elementos portadores según la presente invención. El uso del retorno de lodo también disminuye significativamente el tiempo de arranque del procedimiento de tratamiento de agua biológico.

El sistema de tratamiento de agua biológico según la presente invención puede ocuparse del tratamiento biológico completo del procedimiento de purificación. También es posible disponer un procedimiento de lodo activado entre el reactor de tratamiento y el clarificador. En este caso, la mezcla agua/lodo se lleva desde el reactor de tratamiento que comprende los elementos portadores a un procedimiento de lodo activado, desde el que el exceso sobrante que comprende principalmente fase acuosa se lleva al siguiente clarificador. El sistema de tratamiento de agua biológico también puede ser colocado después de una etapa de tratamiento anaeróbico.

Un reactor de tratamiento de agua que comprende elementos portadores según la presente invención dispuesto frente a un procedimiento de lodo activado mejora también el funcionamiento del procedimiento de lodo activado. La calidad del lodo se mejora especialmente, lo que significa que la calidad de los microorganismos en el lodo es buena y el lodo es fácilmente separable y sedimentable.

La capacidad de tratamiento del sistema de tratamiento se puede variar cambiando la concentración de la biomasa en el reactor de tratamiento. Esto puede hacerse cambiando el volumen del flujo de retorno del lodo y/o cambiando el grado de llenado del medio portador. Por ejemplo, como los elementos portadores según la presente invención permiten el retorno del lodo al reactor, es posible reaccionar más rápidamente a los cambios en la calidad del agua residual entrante y las circunstancias del procedimiento de tratamiento, cambiando el flujo de retorno del lodo. Esto hace que el procedimiento de tratamiento completo sea más tolerante frente a picos de carga orgánica y variaciones en el caudal entrante.

Según un modo de realización de la invención, el sistema de tratamiento de agua biológico comprende un reactor que tiene un sistema de aireación inferior que comprende uno o más elementos de aireación en forma de rejilla. El sistema de aireación inferior permite que los elementos portadores se muevan libremente en el volumen de reactor completo teniendo un contacto continuo con el aire, el agua y los sustratos. Una mezcla suficiente con un consumo de energía de aireación bajo se asegura mediante el nuevo diseño del portador y el sistema de aireación diseñado e implementado adecuadamente. El sistema de aireación inferior que comprende elementos de aireación con forma de rejilla está en contacto directo con el volumen completo del reactor de tratamiento y con los elementos portadores. En otras palabras, no ha sido separado de los elementos portadores mediante una rejilla o similar. Los elementos portadores pueden estar en contacto físico directo con los elementos del sistema de aireación, sin que los elementos del sistema de aireación estén sometidos a desgaste o impactos perjudiciales. Por lo tanto, no es necesario dividir el volumen del reactor de tratamiento en diferentes zonas o "compartimentos", sino que el volumen del reactor de tratamiento es preferiblemente un espacio tridimensional único no dividido.

Preferiblemente, el sistema de aireación cubre el fondo completo de la vasija del reactor y crea una mezcla óptima y una aireación suficiente del procedimiento. El sistema de aireación tubular comprende varios elementos de aireación con forma de rejilla, que comprenden una tubería de alimentación de aire principal y varios difusores de aire dispuestos perpendicularmente a la tubería de alimentación de aire. Se lleva aire/oxígeno dentro de los tubos del sistema de aireación dentro de la tubería de alimentación de aire principal y desde ella a los difusores de aire. El aire/oxígeno emerge desde las perforaciones del difusor de aire como pequeñas burbujas de aire.

Según un modo de realización de la invención se pueden elaborar uno o varios difusores de aire de material plástico, tales como polietileno o poliéster. El uso de material plástico en los difusores de aire permite la producción de perforaciones más pequeñas en los difusores, con lo que también el tamaño de las burbujas que emergen de las perforaciones se reduce. El pequeño tamaño de las burbujas permite mayor superficie de contacto entre la burbuja de aire y el agua y los microorganismos en el reactor. Esto hace que la transferencia de oxígeno al agua y a los microorganismos sea más eficiente, con lo que se obtiene el mismo resultado de aireación con menos consumo de aire. Esto lleva a ahorros de energía significativos.

El sistema de aireación también puede estar dispuesto para ser autopurgante evitando de este modo que las tuberías de alimentación de aire principales y los difusores se bloqueen y necesiten una cantidad mínima de trabajo de mantenimiento por el personal de explotación. En el lado inferior de las tuberías de alimentación de aire principales de las rejillas de aireación se disponen protuberancias como tuberías pequeñas. Estas protuberancias se abren al entorno y el sistema de aireación puede purgarse automáticamente a través de estas protuberancias. Esto evita la contaminación de las tuberías de alimentación de aire principales y los difusores por el crecimiento excesivo de microorganismos o por acumulación de suciedad dentro de ellos.

Según un modo de realización de la invención, los elementos portadores se mueven en una rotación en el sentido contrario al de las agujas del reloj frente al flujo de alimentación entrante en el reactor. Esta mezcla contracorriente evita o minimiza la posibilidad de flujo directo desde la entrada de alimentación hacia la rejilla exterior y asegura un tiempo de retraso suficiente para el efluente dentro del reactor. La dirección de rotación de los elementos portadores en el reactor se puede ajustar con válvulas de distribución de aire.

Según un modo de realización de la invención el sistema de tratamiento de agua comprende un sensor de oxígeno que está dispuesto en conexión con el reactor de tratamiento para medir la concentración de oxígeno en el reactor y medios de ajuste para ajustar la aireación del reactor según la concentración de oxígeno medida. Por lo tanto, es posible optimizar el consumo de energía de aireación midiendo continuamente la concentración de oxígeno en el reactor usando sensores de oxígeno adecuados y ajustando la aireación del reactor según la concentración de oxígeno medida. Por lo tanto disminuye la aireación innecesaria, que se realiza solo con el fin de estar en el lado seguro. El sensor de oxígeno está dispuesto preferiblemente a la salida del reactor de tratamiento, donde puede estar protegido por una rejilla de salida del reactor, lo que evita la colisión de los elementos portadores con el sensor de oxígeno. La aireación del reactor puede ajustarse en línea o continuamente con los medios de ajuste basándose en los valores de la medida obtenida con el sensor.

El sistema de aireación descrito en esta solicitud puede ser utilizado con otros elementos portadores, diferentes de los descritos en esta solicitud. El sistema de aireación todavía puede proporcionar varios beneficios y ventajas.

El elemento portador habitual o el sistema de tratamiento de agua biológico según la presente invención se usa para tratar o purificar agua residual de la industria alimentaria o de bebidas, la industria petroquímica o las aguas residuales municipales. En algunos modos de realización ventajosos de la invención el agua residual que debe ser tratada está esencialmente libre de fibras.

El elemento portador habitual o el sistema de tratamiento de agua biológico según la presente invención se usa para tratar o purificar agua residual que tiene un valor de demanda química de oxígeno (COD) de al menos 200 mg/L, habitualmente 300-4.000 mg/L, más habitualmente 400-2.000 mg/L, lo más habitualmente 500-1.500 mg/L.

## Figuras

Las figuras deben ser consideradas como meramente esquemáticas y no deben ser interpretadas como limitantes del alcance de las reivindicaciones. La invención se describe con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 muestra un elemento portador según un modo de realización de la presente invención,
- la figura 2 muestra una vista lateral de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención
- la figura 3A muestra una vista superior de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención,
- la figura 3B muestra una vista inferior de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención, y
- la figura 4 muestra esquemáticamente un procedimiento de tratamiento de agua según un modo de realización de la presente invención.

En la figura 1 se muestra un elemento portador según un modo de realización de la presente invención. El elemento portador 1 tiene un primer extremo circular 1' y un segundo extremo circular 1''. Varias paredes internas 2, 2' y 2'' se extienden desde el primer extremo 1' al segundo extremo 1''. La pared interna 2 tiene una forma de triángulo mientras que la pared interna 2' tiene forma cuadrangular. Las paredes internas 2, 2', 2'' proporcionan superficies 3, 3' continuas planas para el crecimiento de la biopelícula. Estructuras de soporte 4, 4', 4'' rodean las paredes internas 2, 2', 2'' y definen la periferia del elemento portador 1. Las estructuras de soporte 4, 4', 4'' también hacen que la estructura del elemento portador sea resistente a la abrasión y las tensiones mecánicas. Al mismo tiempo, las estructuras de soporte 4, 4', 4'' se sitúan tan distanciadas entre ellas que se forman aberturas 5, 5', 5'' en la periferia del elemento portador 1. Estas aberturas 5, 5', 5'' permiten el transporte de impurezas, agua y oxígeno dentro y fuera del elemento portador 1 y el crecimiento de biopelícula sobre las superficies de las paredes internas 2, 2', 2''.

En la figura 2 se muestra una vista lateral de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención. La numeración de referencia corresponde a los de la figura 1. Se puede observar que el elemento portador 1 es ligeramente cónico, lo que significa que el diámetro del primer extremo 1' es mayor que el diámetro del segundo extremo 1''. En el modo de realización mostrado en la figura 2 todas las estructuras de soporte 4, 4', 4'' tienen la misma anchura y la dirección longitudinal L del elemento portador 1, indicado en la figura 2 por una flecha L. También es posible que la anchura de las estructuras de soporte 4, 4', 4'' puede variar entre ellas.

En la figura 3A se muestra una vista superior de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención. Se pueden observar las estructuras de soporte 4, 4', 4'' debido a la forma cónica del elemento portador 1, ya que el diámetro de las estructuras de soporte individuales disminuye hacia el segundo extremo 1'' del elemento portador. Por lo tanto la primera estructura de soporte 4 tiene un diámetro mayor que la siguiente y la última estructura de soporte 4', 4''. Las paredes internas 2, 2', 2'' están conectadas entre ellas en el segundo extremos 1'' del elemento portador 1 por una placa 6.

En la figura 3B se muestra una vista inferior de un elemento portador según un modo de realización de la presente invención. La numeración de referencia corresponde a la de las figuras precedentes. Las primeras paredes internas 2, 2'' están conectadas entre ellas en el primer extremo 1' del elemento portador 1, en el centro del elemento, y forman una estructura con forma de cruz. Las segundas paredes internas 2', 2''' no alcanzan el centro del elemento portador 1 en el primer extremo 1' del elemento 1 y no están conectadas entre ellos ni con la primera parte de las paredes internas. Una segunda pared interna 2', 2''' está situada entre dos de las primeras paredes internas 2, 2''. Todas las paredes internas están conectadas entre ellas en la periferia del elemento portador por medio de las estructuras de soporte 4, 4'.

En la figura 4 se muestra esquemáticamente un procedimiento de tratamiento de agua según uno de los modos de realización de la presente invención. El agua que debe ser tratada A se lleva a un reactor de tratamiento 40 que comprende elementos portadores 41 según la presente invención. Se alimenta aire u oxígeno en el reactor 40 usando un sistema de aireación 42 que comprende varios elementos de aireación 43, 43', 43'', 43''' con forma de rejilla. Se alimenta aire u oxígeno en el sistema de aireación 42 usando un soplador 44. Un elemento de aireación 43 comprende una tubería 43' principal de alimentación de aire y varios difusores de aire 45, 45'. Agujeros o perforaciones pequeñas (no mostrados) se forman en los difusores de aire de forma que se puede expeler el aire del sistema de aireación 42 en forma de burbujas pequeñas. Las burbujas formadas mantienen los elementos portadores 41 en movimiento y en suspensión el volumen total del reactor 40.

Una conexión de salida 46 está dispuesta en la parte superior del reactor 40 de tratamiento, desde cuya conexión se saca el agua tratada biológicamente del reactor 40 y se lleva a la unidad del clarificador 47. En la unidad del clarificador 47 se deja reposar el agua tratada de forma que el lodo sedimente en el fondo 47' de la unidad del clarificador 47. Desde el fondo 47', se saca el lodo y una parte de él se recircula de vuelta al reactor 40 de tratamiento usando la tubería 48. El agua purificada se saca por la parte superior de la unidad del clarificador 47 a través de la conexión 49.

Algunos modos de realización se describen en los siguientes párrafos numerados:

1.- Elemento portador de un sistema de tratamiento de agua biológico aeróbico, teniendo el elemento portador:

- un primer extremo y un segundo extremo a una distancia entre ellos, siendo el diámetro máximo del primer extremo mayor que el diámetro máximo del segundo extremo de forma que el elemento portador tiene forma cónica,
- estructuras de superficie de crecimiento de biopelícula que son paredes internas que se extienden desde el primer extremo al segundo extremo y desde la parte interior del elemento hacia la periferia del elemento, y
- al menos dos estructuras de soporte que rodean las estructuras de superficie de crecimiento en la periferia del elemento y conectan las estructuras de superficie de crecimiento entre ellas, definiendo las estructuras de soporte la superficie límite exterior del elemento portador, por lo que las estructuras de soporte están espaciadas entre ellas de manera que forman aberturas que permiten el acceso a las estructuras de superficie de crecimiento de la biopelícula entre las estructuras de soporte, estando las aberturas en la superficie límite exterior del elemento portador frente al área transversal de una superficie límite de un elemento sólido similar por encima de 42%.

2.- Elemento portador según el párrafo 1, en el que el primer extremo tiene un diámetro en el intervalo de 11,0-13,6 mm, preferiblemente 11,7-13,1 mm, más preferiblemente 12,3-12,7 mm.

3.- Elemento portador según el párrafo 1 ó 2, en el que el segundo extremo tiene un diámetro en el intervalo de 8,5-11,3 mm, preferiblemente 9,1-10,8 mm y particularmente más preferiblemente 9,4-10,5 mm.

4.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-3, en el que la relación entre el diámetro del primer extremo y el diámetro del segundo extremo está por encima de 1,2, preferiblemente por encima de 1,25, más preferiblemente por encima de 1,29.

5.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-4 precedentes, en el que las aberturas en la superficie límite exterior del elemento portador frente al área transversal de una superficie límite de un elemento sólido similar están por encima de 45%, más preferiblemente por encima de 48%.

6.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-5 precedentes, que está elaborado de material plástico duro, tal como polietileno, polipropileno o su mezcla.

- 7.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-6 precedentes, en el que las secciones transversales del primer y segundo extremo son circulares.
- 5 8.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-7 precedentes, en el que la longitud del elemento portador, medido desde el primer extremo al segundo extremo, es 11,0-14,9 mm, preferiblemente 11,6-13,8 mm, más preferiblemente 12,2-12,7 mm.
- 9.- Elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-8 precedentes, que está elaborado por moldeo por inyección.
- 10 10.- Sistema de tratamiento de agua biológico que comprende un reactor de tratamiento que tiene un volumen de reactor definido por la(s) pared(es) y el fondo del reactor, cuyo volumen de reactor comprende elementos portadores que se mueven libremente según cualquiera de los párrafos 1 a 9.
- 11.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 10, en el que el grado de llenado de los elementos portadores en el reactor está entre 14-28% en volumen, preferiblemente 16-26% en volumen, más preferiblemente 18-25% en volumen, todavía más preferiblemente 20-25% en volumen del volumen total del reactor.
- 15 12.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 10 u 11, en el que el reactor comprende un sistema de aireación inferior que comprende uno o más elementos de aireación con forma de rejilla.
- 13.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 12, en el que los elementos de aireación con forma de rejilla comprenden una tubería de alimentación de aire principal y varios difusores de aire dispuestos perpendicularmente a la tubería de alimentación de aire.
- 20 14.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 12 ó 13, en el que los elementos de aireación comprenden uno o varios difusores de aire que están elaborados con material plástico.
- 15.- Sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 12-14, en el que el sistema de aireación está dispuesto como autopurgante.
- 25 16.- Sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 10-15 precedentes, que comprende dos o más reactores de tratamiento dispuestos en paralelo o en serie.
- 17.- Sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 10-16 precedentes, que comprende un clarificador, tal como un sedimentador por gravedad, flotación por aire disuelto (DAF) o clarificador de láminas, dispuesto después del reactor de tratamiento y conexiones para reciclar el lodo desde el clarificador de vuelta al reactor de tratamiento.
- 30 18.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 17, en el que la parte superior del reactor de tratamiento tiene adaptada una conexión de salida que está conectada al clarificador.
- 19.- Sistema de tratamiento de agua biológico según el párrafo 17 ó 18, que comprende un procedimiento de lodo activado dispuesto entre el reactor de tratamiento y el clarificador.
- 35 20.- Sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 10-19 precedentes, que comprende un sensor de oxígeno que está dispuesto en conexión con el reactor de tratamiento para medir la concentración de oxígeno en el reactor y medios de ajuste para ajustar la aireación del reactor según la concentración de oxígeno medida.
- 21.- Uso de un elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-9 o un sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 10-20 para tratar o purificar agua residual de la industria petroquímica, industria alimentaria y/o de bebidas o para tratar o purificar agua residual municipal.
- 40 22.- Uso de un elemento portador según cualquiera de los párrafos 1-9 o un sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de los párrafos 10-20 para tratar o purificar agua residual que tiene un valor de demanda química de oxígeno (COD) de al menos 200 mg/L, más habitualmente 300-4.000 mg/L, lo más habitualmente 400-2.000 mg/L.
- 45 23.- Método para tratar biológicamente agua residual mediante
- llevar agua para ser tratada o purificada a un reactor de tratamiento que comprende elementos portadores que se mueven libremente, en suspensión en el agua, en el reactor de tratamiento y sobre el que crece una biopelícula,
  - alimentar aire u oxígeno al reactor de tratamiento, y
  - sacar el agua tratada o purificada del reactor de tratamiento,

en el que se usan elementos portadores según cualquiera de los párrafos 1 a 9 en el reactor de tratamiento.

24.- Método según el párrafo 23 en el que se lleva agua tratada o purificada a un clarificador y se recicla lodo desde el clarificador de vuelta al reactor de tratamiento.

5 25.- Método según el párrafo 24, en el que el volumen del flujo de lodo reciclado es 2-15% en volumen, preferiblemente 3-12% en volumen, más preferiblemente 5-10% en volumen del flujo entrante de agua que debe ser tratada o purificada.

26.- Método según cualquiera de los párrafos 23-25, en el que se saca el agua tratada o purificada desde la parte superior del reactor de tratamiento.

10 27.- Método según cualquiera de los párrafos 23-26 en el que se llevan los elementos portadores en rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj frente al flujo de alimentación entrante en el reactor de tratamiento.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a los que hasta el presente parecen ser los modos de realización más prácticos y preferidos, se entiende que la invención no debe limitarse a los modos de realización descritos anteriormente, sino que la invención pretende cubrir también diferentes modificaciones y soluciones técnicas equivalente dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Elemento portador para un sistema de tratamiento de agua biológico aeróbico, teniendo el elemento portador:
- 5 - un primer extremo y un segundo extremo a una distancia entre ellos, siendo el diámetro máximo del primer extremo mayor que el diámetro máximo del segundo extremo de forma que el elemento portador tiene forma cónica,
  - siendo la longitud del elemento portador, medida perpendicularmente desde el primer extremo al segundo extremo 11,0-14,9 mm,
  - 10 - estructuras de superficie de crecimiento de biopelícula, que son paredes internas que se extienden desde el primer extremo al segundo extremo, y desde la parte interna del elemento hacia la periferia del elemento, comprendiendo el elemento portador un eje central longitudinal sólido al que están unidas las paredes internas,
  - 15 - al menos dos estructuras de soporte que rodean las estructuras de superficie de crecimiento en la periferia del elemento y que conectan las estructuras de superficie de crecimiento entre ellas, definiendo las estructuras de soporte la superficie límite exterior del elemento portador, donde las estructuras de soporte están separadas entre ellas de manera que se forman aberturas que permiten el acceso a las estructuras de superficie de crecimiento de biopelícula entre las estructuras de soporte, estando las aberturas en la superficie límite exterior del elemento portador frente al área transversal de una superficie límite de un elemento sólido similar por encima de 42%, y
  - 20 - una de cada dos paredes internas alternas tiene forma de triángulo, la base del triángulo se sitúa en el segundo extremo del elemento portador, donde está dispuesta en conexión con las otras paredes internas, y el vértice de la pared triangular está dispuesto en conexión con la estructura de soporte en el primer extremo del elemento portador.
- 2.- Elemento portador según la reivindicación 1, caracterizado por que el primer extremo tiene un diámetro en el intervalo de 11,0-13,6 mm, preferiblemente 11,7-13,1 mm, más preferiblemente 12,3-12,7 mm y/o el segundo extremo tiene un diámetro en el intervalo de 8,5-11,3 mm, preferiblemente 9,1-10,8 mm y particularmente más preferiblemente 9,4-10,5 mm.
- 25 3.- Elemento portador según cualquiera de las reivindicaciones 1-2 precedentes, caracterizado por que la relación entre el diámetro del primer extremo y el diámetro del segundo extremo está por encima de 1,2, preferiblemente por encima de 1,25, más preferiblemente por encima de 1,29.
- 30 4.- Elemento portador según cualquiera de las reivindicaciones 1-3 precedentes, caracterizado por que las aberturas en la superficie límite exterior del elemento portador frente al área transversal de una superficie límite de un elemento sólido similar están por encima de 45%, más preferiblemente por encima de 48%.
- 5.- Elemento portador según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 precedentes, caracterizado por que las secciones transversales del primer y segundo extremo son circulares.
- 35 6.- Elemento portador según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 precedentes, caracterizado por que la longitud del elemento portador, medida desde el primer extremo al segundo extremo, es 11,6-13,8 mm, más preferiblemente 12,2-12,7 mm.
- 7.- Elemento portador según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 precedentes, caracterizado por que está elaborado por moldeo por inyección.
- 40 8.- Sistema de tratamiento de agua biológico que comprende un reactor de tratamiento que tiene un volumen de reactor definido por la(s) pared(es) y el fondo del reactor, cuyo volumen de reactor comprende elementos portadores que se mueven libremente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 9.- Sistema de tratamiento de agua biológico según la reivindicación 8, caracterizado por que el grado de llenado de los elementos portadores en el reactor está entre 14-28% en volumen, preferiblemente 16-26% en volumen, más preferiblemente 18-25% en volumen, todavía más preferiblemente 20-25% en volumen del volumen total del reactor.
- 45 10.- Sistema de tratamiento de agua biológico según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que el reactor comprende un sistema de aireación inferior que comprende uno o más elementos de aireación con forma de rejilla, que comprenden una tubería de alimentación de aire principal y varios difusores de aire dispuestos perpendicularmente a la tubería de alimentación de aire, donde los elementos de aireación comprenden uno o varios difusores de aire que están elaborados con material plástico y el sistema de aireación está dispuesto como autopurgante.
- 50

- 5 11.- Sistema de tratamiento de agua biológico según cualquiera de las reivindicaciones 8-10 precedentes, caracterizado por que comprende un clarificador, tal como un sedimentador por gravedad, flotación por aire disuelto (DAF) o clarificador de láminas, dispuesto después del reactor de tratamiento y conexiones para reciclar el lodo desde el clarificador de vuelta al reactor de tratamiento, donde la parte superior del reactor de tratamiento tiene adaptada una conexión de salida que está conectada al clarificador.
- 12.- Método para tratar biológicamente agua residual mediante:
- llevar al agua que debe ser tratada o purificada a un reactor de tratamiento que comprende elementos portadores que se mueven libremente, suspendidos en el agua, en el reactor de tratamiento, y sobre los que se hace crecer una biopelícula,
- 10 - alimentar aire u oxígeno en el reactor de tratamiento, y
- sacar el agua tratada o purificada del reactor de tratamiento,
- caracterizado por que utiliza elementos portadores según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en el reactor de tratamiento.
- 15 13.- Método según la reivindicación 12, caracterizado por que lleva agua tratada o purificada a un clarificador y recicla el lodo del clarificador de vuelta al reactor de tratamiento, donde el volumen del flujo de lodo reciclado es 2-15% en volumen, preferiblemente 3-12% en volumen, más preferiblemente 5-10% en volumen del flujo entrante de agua que debe ser tratada o purificada.
- 14.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 12-13, caracterizado por que saca el agua tratada o purificada desde la parte superior del reactor de tratamiento.
- 20 15.- Método según la reivindicación 12, caracterizado por que trata o purifica agua residual de la industria petroquímica, la industria alimentaria o de bebidas o por que trata o purifica agua residual municipal.

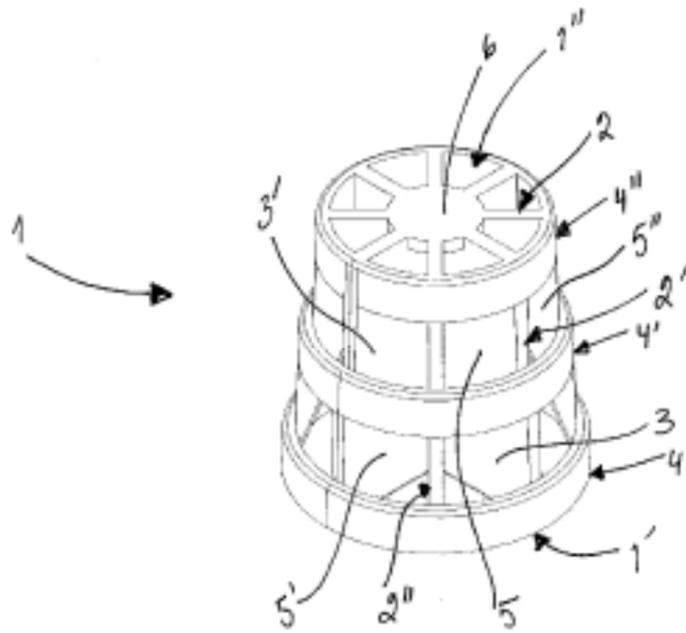


Fig. 1

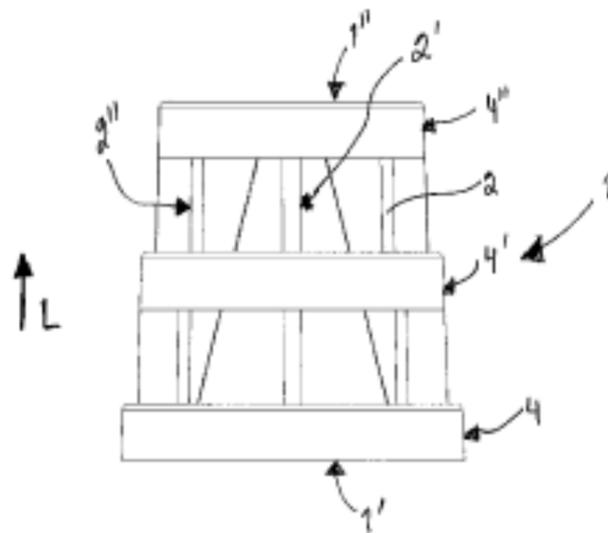


Fig. 2

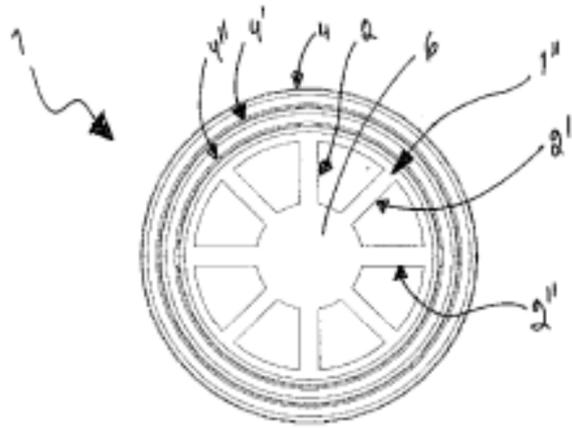


Fig. 3A

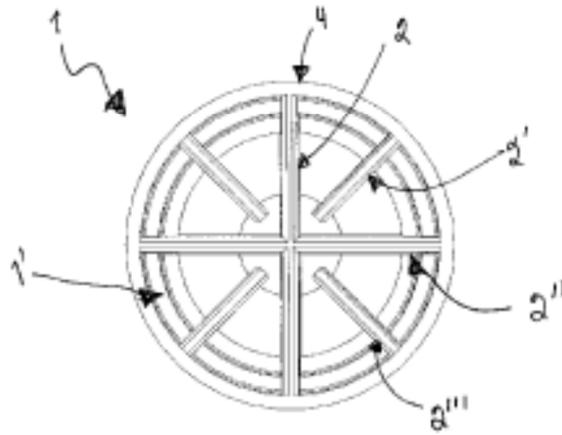


Fig. 3B

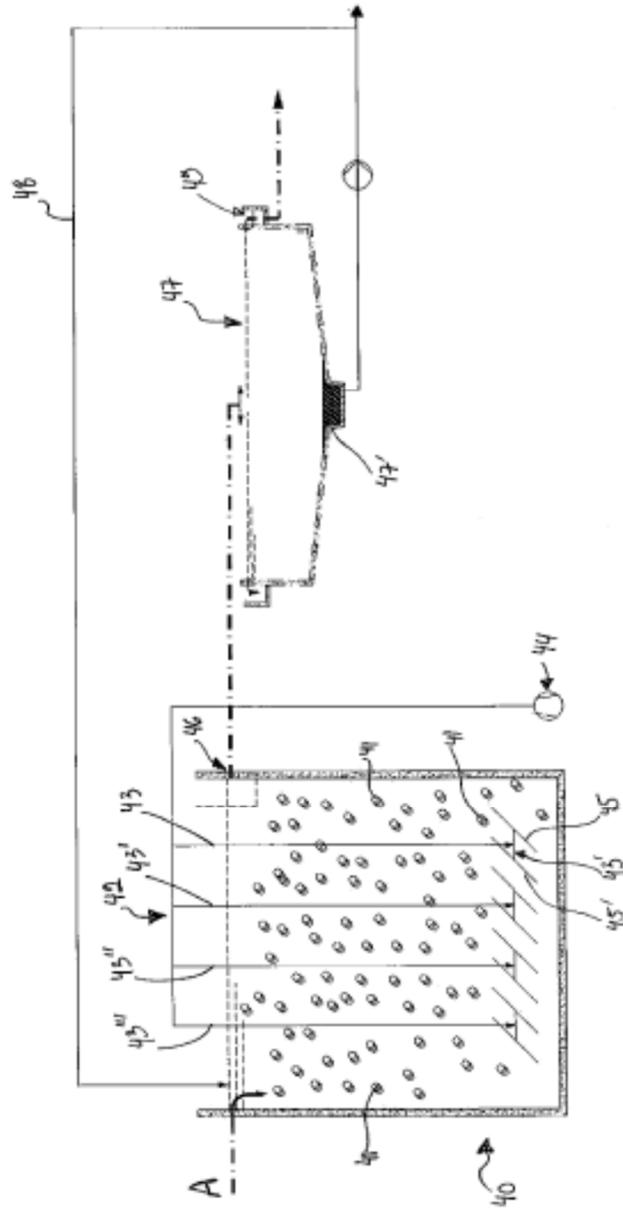


FIG. 4