

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 868**

51 Int. Cl.:

B01D 63/10

(2006.01)

B01D 65/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09767097 .0**

96 Fecha de presentación: **19.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2318125**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.05.2011**

54 Título: **Aparato de filtración de flujo cruzado con espaciador de alimentación de biocida**

30 Prioridad:
20.06.2008 US 74257 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.09.2012

73 Titular/es:
**HYDRANAUTICS
401 Jones Road
Oceanside, CA 92058, US**

72 Inventor/es:
**SHELBY, Irving y
BARTELS, Craig Roger**

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

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).

ES 2 386 868 T3

DESCRIPCIÓN

Aparato de filtración de flujo cruzado con espaciador de alimentación de biocida

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere generalmente a aparatos de filtración de agua. En particular, la presente invención se refiere a un aparato de filtración de agua de flujo cruzado que incluye un espaciador de alimentación de biocida.

10 En el campo de la producción de agua potable, es decir, en el uso para tratamiento de agua, tal como purificación de agua y tratamiento de efluentes, están sustituyéndose la sedimentación por coagulación y filtración con arena convencionales por membranas de separación, y están usándose para mejorar la calidad del agua tratada. Los sistemas de filtración por ósmosis inversa son unos de los sistemas de membrana de separación más comunes para tratar el agua y mejorar la calidad del agua en general.

15 Aunque la ósmosis inversa es una técnica eficaz en el tratamiento de agua, la capacidad de retirar del agua partículas disueltas resulta costoso. Las bacterias contenidas en el agua de entrada se detienen por las membranas semipermeables de los sistemas de ósmosis inversa y en consecuencia, se acumulan en la superficie de las membranas. Las bacterias normalmente se multiplican cada de 30 a 60 minutos, y su crecimiento es logarítmico. Por ejemplo, una única célula bacteriana dará como resultado 16 millones de bacterias en 24 horas. El crecimiento explosivo de las bacterias da como resultado la contaminación de la membrana, lo que reduce el flujo de agua a través de la membrana y puede afectar de manera adversa a las propiedades filtrantes de la membrana.

20 Además, las membranas contaminadas requieren presiones de funcionamiento superiores, lo que a su vez aumenta los costes de funcionamiento y da como resultado una vida útil más corta de las membranas de filtro utilizadas en procedimientos de ósmosis inversa. Aunque se han realizado varios intentos para limpiar tales membranas contaminadas, limpiar las membranas de ósmosis inversa utilizando productos químicos requiere aproximadamente el 20% del tiempo de funcionamiento total de una instalación de ósmosis inversa, dando como resultado de ese modo una reducción drástica de la eficiencia global del procedimiento. Factores de contaminación convencionales para membranas de ósmosis inversa, ultrafiltración y microfiltración son normalmente de aproximadamente el 30%, el 80% y el 90%, respectivamente. La tasa de contaminación es una de las consideraciones más importantes en el diseño de una planta de tratamiento de agua que utiliza un procedimiento basado en membranas.

25 Las membranas contaminadas son difíciles de limpiar y reducen la calidad del agua del agua filtrada. Como resultado del crecimiento bacteriano sobre la membrana, se forma una biopelícula gelatinosa sobre la superficie aguas arriba de la membrana. La biopelícula es muy difícil de retirar, excepto a través del uso de oxidantes químicos fuertes que dañan la membrana. La biopelícula protege a las bacterias frente a procedimientos de limpieza y esterilización normales y conduce a un paso de las bacterias a través de la membrana. La penetración bacteriana también podría producirse por defectos en la membrana. Normalmente, las bacterias se detectan en el lado aguas abajo de la membrana en el plazo de 48 a 72 horas. El lado aguas abajo de la membrana se decolora apreciablemente o se ennegrece con el tiempo a medida que las bacterias colonizan el lado aguas abajo de la membrana y forman una biopelícula. Tal contaminación biológica también puede conducir a la formación de extremos localizados en el pH que pueden dañar adicionalmente la membrana. Por tanto, los filtros semipermeables convencionales, por sí solos, casi nunca proporcionan agua ultrapura (es decir, sin bacterias). En muchos casos, los procedimientos de ósmosis inversa, ultrafiltración, nanofiltración y microfiltración deben ir seguidos de filtros de pulido para limpiar el agua de bacterias.

35 El problema de las membranas de filtro de agua que padecen biocontaminación se conoce en la técnica. Los intentos de encarar este problema incluyen añadir desinfectante, tal como cloro y cloramina, al agua. Sin embargo, las membranas de filtro, tales como membranas de poliamida compuestas, son muy susceptibles al daño por oxidación, de manera que la mayoría de los oxidantes, por ejemplo, cloro, no pueden utilizarse en procedimientos basados en membranas. Otro enfoque ha sido añadir alguna forma de aditivo antimicrobiano a la superficie de la membrana. Por ejemplo, la patente estadounidense nº. 6.540.915 concedida a Patil da a conocer la incorporación de diversos agentes antimicrobianos a una membrana polimérica adecuada para ósmosis inversa, ultrafiltración, nanofiltración y microfiltración. Sin embargo, las superficies de tales membranas son muy complejas y sensibles a los componentes del aditivo, y la introducción de tales productos químicos extraños (por ejemplo, agentes antimicrobianos) puede reducir el rechazo de sales y la permeabilidad de la membrana.

40 Los filtros de ósmosis inversa se fabrican también normalmente como o bien filtros de filtración de "extremo cerrado" o bien filtros de filtración de "flujo cruzado". Con la filtración de extremo cerrado, toda la disolución de alimentación (es decir, el agua que va a filtrarse) pasa a través del medio de filtro. Como resultado, todas las partículas y los solutos disueltos quedarán retenidos sobre o dentro del medio de filtro. Esto da como resultado una acumulación de torta de filtro (polarización de concentración) sobre la superficie del medio de filtro, que tiene un impacto en la eficiencia y eficacia globales del filtro de extremo cerrado y la biocontaminación del medio de filtro.

60 En la filtración de flujo cruzado, la disolución de alimentación está diseñada para fluir a través de una superficie del

medio de filtro a alguna presión (por ejemplo, una presión mayor que la presión osmótica de la disolución de alimentación) de manera que un porcentaje de la disolución de alimentación se conduce a través del medio de filtro. El método de filtración de flujo cruzado permite la filtración de la disolución de alimentación con un contenido en sólidos superior, ya que tales sólidos se lavarán a través de la superficie del medio de filtro en lugar de depositar sobre la misma, como en los procedimientos de filtración de extremo cerrado. Tal flujo de disolución de alimentación a través de un medio de filtro también tiene un impacto en cómo el medio de filtro de filtración de flujo cruzado se contamina en comparación con los filtros de extremo cerrado.

La solicitud de patente alemana nº. 10 2006 042 876 A1 da a conocer una membrana asimétrica y un espaciador, que comprende un recubrimiento biocida inorgánico para su uso como membrana de ósmosis inversa.

Se describe un cartucho de filtro antimicrobiano que comprende hilos impregnados con un agente biocida como 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol que tiene un elemento de núcleo perforado envuelto con membranas microporosas por Gilbert Patrick y Arvind S. Patil en la solicitud de patente estadounidense nº. 5.868.933 A.

Además, la solicitud de patente japonesa nº. 2004 243 194 A da a conocer un aparato de desionización eléctrica, que está constituido por elementos de intercambio catiónico y aniónico dispuestos alternativamente entre una cámara de ánodo dotada de un ánodo y una cámara de cátodo dotada de un cátodo y que forman alternativamente cámaras de desalinización y cámaras de espesamiento divididas por estos elementos de intercambio, mientras que están unidos espaciadores antibacterianos a las cámaras de espesamiento.

Debido a la naturaleza de un diseño arrollado en espiral del filtro de flujo cruzado, tales filtros están diseñados normalmente para permitir sólo un flujo en un sentido a través del sistema. Como tal, el diseño arrollado en espiral del filtro no permite el lavado por contracorriente con agua o agitación con aire para limpiar su superficie y retirar los sólidos. Dado que los materiales acumulados no pueden retirarse de las superficies de las membranas, tales sistemas de filtro de flujo cruzado son susceptibles de contaminarse y perder la capacidad de producción. Por consiguiente, existe todavía una necesidad de un aparato de separación de agua, tal como un filtro de filtración de flujo cruzado de ósmosis inversa, que pueda encarar los problemas de biocontaminación en el tratamiento de agua mencionados anteriormente.

Breve resumen de la invención

La presente invención proporciona un sistema de filtración de agua que puede reducir la cantidad de biocontaminación experimentada por sistemas de filtración de agua. Para reducir la cantidad de biocontaminación de sistemas de filtración de agua, tales como sistemas de ósmosis inversa, ultrafiltración, nanofiltración y microfiltración, la presente invención proporciona un espaciador de alimentación de biocida para aparatos de filtración de flujo cruzado que incluye uno o más agentes biocidas de amplio espectro.

La presente invención proporciona un dispositivo de filtración de flujo cruzado que comprende: un tubo central perforado; y una membrana semipermeable arrollada en espiral alrededor del tubo central perforado, incluyendo la membrana semipermeable: un soporte de permeado, una membrana adyacente al soporte de permeado y un espaciador de alimentación adyacente a la membrana, en el que el espaciador de alimentación incluye al menos un agente biocida y en el que el espaciador de alimentación está formado a partir de un material polimérico mezclado con al menos un agente biocida seleccionado del grupo que consiste en un compuesto de amonio cuaternario, un derivado de silano y 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol, a de aproximadamente el 0,01% a aproximadamente el 10% en peso, por medio de un procedimiento de extrusión para formar una impregnación homogénea con el al menos un agente biocida por todo el espaciador, comprendiendo el espaciador de alimentación un espesor de aproximadamente 0,020 a 0,050 pulgadas.

Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

El sumario anterior, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, se comprenderá mejor cuando se lea junto con los dibujos adjuntos. Para el fin de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos realizaciones de la invención que se prefieren actualmente. Debe entenderse, sin embargo, que la invención no se limita a las disposiciones e instrumentaciones precisas mostradas. En los dibujos:

la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de filtración de flujo cruzado que tiene un espaciador de alimentación de biocida según una primera realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista en alzado en sección transversal de un aparato de filtración de flujo cruzado que tiene un espaciador de alimentación de biocida según una segunda realización de la presente invención;

la figura 3 es una fotografía de una vista en perspectiva del espaciador de alimentación de biocida de la figura 1 sumamente ampliada;

la figura 4A es una vista en planta desde arriba de una tapa de extremo aplicable a realizaciones de la presente

invención;

la figura 4B es una vista en alzado en sección transversal de la tapa de extremo de la figura 4A;

5 la figura 5A son fotografías de una parte de un espaciador de alimentación convencional, que muestra crecimiento bacteriano sobre un medio de nutrición;

la figura 5B son fotografías de una parte de un espaciador de alimentación de biocida según una realización de la presente invención, que muestra crecimiento bacteriano enormemente reducido sobre un medio de nutrición;

10 la figura 6A es una fotografía de una parte de un espaciador de alimentación convencional, que muestra crecimiento bacteriano tras la exposición a un flujo de disolución de alimentación;

15 la figura 6B es una fotografía de una parte de un espaciador de alimentación de biocida según una realización de la presente invención, que muestra crecimiento bacteriano enormemente reducido tras la exposición a un flujo de disolución de alimentación;

20 la figura 7A es una fotografía de una parte de un elemento de filtro de ósmosis inversa convencional con espaciador de alimentación parcialmente retirado, que muestra crecimiento bacteriano tras seis meses de uso; y

la figura 7B es una fotografía de una parte de un elemento de filtro de ósmosis inversa con un espaciador de alimentación de biocida parcialmente retirado según una realización de la presente invención, que muestra crecimiento bacteriano enormemente reducido tanto en el espaciador de alimentación como en las superficies de las membranas tras seis meses de uso.

25

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un aparato de filtración de agua de flujo cruzado que reduce la cantidad de biocontaminación de la capa de membrana del aparato de filtración de agua. El aparato de filtración de agua de la presente invención es un aparato de filtración de agua de flujo cruzado arrollado en espiral que incluye un espaciador de alimentación de biocida que tiene un agente biocida. El aparato de filtración de agua puede ser, por ejemplo, un filtro de ósmosis inversa, un filtro de ultrafiltración, un filtro de nanofiltración o un filtro de microfiltración. Tales filtros se utilizan, por ejemplo, para purificar agua, desalar agua de mar y filtrar agua superficial y aguas residuales. Al término "biocida" o "agente biocida" tal como se utiliza en el presente documento se le da su significado común y habitual e incluye cualquier sustancia química que pueda matar organismos vivos y/o inhibir su crecimiento. El término incluye, pero no se limita a, pesticidas y agentes antimicrobianos, así como agentes bioestáticos (bacteriostáticos).

40 En una realización de la presente invención, el aparato de filtración de agua es un filtro 10 de flujo cruzado de ósmosis inversa, tal como se muestra en la figura 1. Alternativamente, el aparato 10 de filtración de agua de flujo cruzado puede ser un aparato de ultrafiltración, un aparato de nanofiltración, un aparato de microfiltración o cualquier otro aparato de filtración de agua de flujo cruzado que tenga al menos una capa de membrana y al menos una capa de espaciador de alimentación de biocida.

45 El filtro 10 de flujo cruzado de ósmosis inversa está conformado generalmente de modo cilíndrico. En funcionamiento, la disolución de alimentación (es decir, el agua o fluido que va a tratarse) entra por el extremo 12 de entrada y sale por el extremo 14 de salida. Puesto que la disolución de alimentación se filtra mediante el filtro 10 de ósmosis inversa, la disolución de alimentación sale por el extremo 14 de salida como permeado 16 y concentrado 18, siendo el permeado 16 el agua filtrada (es decir, la disolución diluida) y siendo el concentrado 18 la disolución de concentración alta (es decir, la disolución que contiene contaminantes).

50 El filtro 10 de flujo cruzado de ósmosis inversa está configurado generalmente con un tubo 20 central perforado, una membrana 21 semipermeable envuelta alrededor del tubo 20 central perforado y una envoltura 28 exterior. Preferiblemente, el filtro 10 de ósmosis inversa está configurado con la membrana 21 semipermeable arrollada en espiral alrededor del tubo 20 central perforado. Como tal, el filtro 10 de flujo cruzado se conoce también como filtro arrollado en espiral ya que las diversas capas de la membrana 21 semipermeable están arrolladas en espiral alrededor del tubo 20 central perforado. Sin embargo, está dentro de la intención y el alcance de la presente invención que el filtro de flujo cruzado pueda configurarse en una variedad de configuraciones fácilmente conocidas en la técnica para aparatos de filtración de agua, tales como una configuración de fibra hueca, una configuración de placa y bastidor, o una configuración sin capas.

55 El tubo 20 central perforado está configurado generalmente como un tubo cilíndrico hueco con perforaciones para permitir que el paso de permeado (por ejemplo, agua filtrada) fluya a través. El tubo 20 central perforado tiene preferiblemente una longitud de desde aproximadamente 30,5 hasta 182,9 cm (de 1 pie a 6 pies) con un diámetro interno de aproximadamente 2,54 a 15,24 cm (de 1 a 6 pulgadas). El tubo 20 central perforado también incluye perforaciones de aproximadamente 0,16 a 0,79 cm (de 1/6 a 5/16 de pulgada) de diámetro con una densidad de

65

perforación de aproximadamente 80 a 120 perforaciones por pie cuadrado. El tubo 20 central perforado puede estar hecho de metales, polímeros, materiales compuestos y combinaciones de los mismos. Preferiblemente, el tubo 20 central perforado está hecho de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) extruido o Noryl®, una combinación de poli(óxido de fenileno) y poliestireno. El material de construcción del tubo 20 central perforado debe ser no lixiviante y químicamente compatible para su uso en diversas aplicaciones de filtración. El tubo 20 central perforado también debe estar configurado para resistir las cargas estructurales necesarias, por ejemplo, cargas rotacionales columnares y torsionales aplicadas durante el uso y la fabricación, y las presiones aplicadas usadas en procedimientos de filtración.

La membrana 21 semipermeable incluye una capa 22 de soporte de permeado, una capa 24 de membrana y una capa 26 de espaciador de alimentación de biocida. La membrana 21 semipermeable está arrollada en espiral alrededor del tubo 20 central perforado. Preferiblemente, la membrana 21 semipermeable está arrollada alrededor del tubo 20 central perforado de aproximadamente 1 a 6 veces, dando como resultado un filtro 10 de flujo cruzado con un diámetro global de aproximadamente 6,35 a 45,7 cm (de 2 ½ a 18 pulgadas). La membrana 21 semipermeable está conectada al tubo 20 central perforado, tal como se ilustra en la figura 2, por medio de una unión adhesiva. Tales uniones adhesivas se conocen en la técnica y no es necesaria una explicación detallada de las mismas para una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, se dan a conocer uniones adhesivas a modo de ejemplo en la patente estadounidense n°. 4.235.723.

Las capas de membrana, tales como la capa 24 de membrana, incluyen normalmente una capa de rechazo de sales de poliamida reticulada que se prepara con una variedad de capas de soporte de base y por una variedad de metodologías. Tales membranas se conocen en la técnica y no es necesaria una descripción detallada de su estructura, función y funcionamiento para una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, se dan a conocer membranas a modo de ejemplo aplicables a la presente invención en las patentes estadounidenses n°. 4.277.344; 4.520.044; 5.254.261; y 5.576.057.

El soporte 22 de permeado está configurado adyacente a la capa 24 de membrana y preferiblemente entre las capas de la membrana 24 para proporcionar un canal o transporte de permeado a través de la membrana 21 semipermeable arrollada en espiral hasta el tubo 20 central perforado. Puede formarse un soporte 22 de permeado a modo de ejemplo a partir de poliéster recubierto o no recubierto con resina epoxídica y tiene preferiblemente un espesor de aproximadamente 152 µm a 381 µm (de 0,006 a 0,015 pulgadas).

El espaciador 26 de alimentación (también conocido como el “espaciador de canal de alimentación”) es una capa estructurada generalmente tridimensional que está configurada para tener un alto grado de porosidad, tal como se muestra en las figuras 1 y 3. Preferiblemente, el espaciador 26 de alimentación está configurado en una formación de trama cruzada o de red o formación de malla. El espaciador 26 de alimentación puede formarse a partir de cualquier material suficiente para su uso previsto, tal como un material polimérico, metal, aleación, material compuesto, material textil o similar. Diversos materiales poliméricos aplicables al espaciador 26 de alimentación pueden incluir, por ejemplo poliolefinas, particularmente polietileno o polipropileno, compuestos acrílicos, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), acetato de celulosa, etileno-acetato de vinilo (EVA), fluoropolímeros, látex, plastisoles, poliamidas, nailones, poli(tereftalato de túbileno) (PBT), policarbonato, poliéster, poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), polioximetileno, poli(sulfuro de fenileno), poliestireno, poliuretanos, poli(cloruro de vinilo) (PVC), elastómeros termoplásticos (TPE) y uretano termoplástico. El espaciador 26 de alimentación está configurado para tener de 508 µm a 1270 µm (de 0,020 a 0,050 pulgadas) de espesor y preferiblemente de aproximadamente 660 µm a 863 µm (de 0,026 a 0,034 pulgadas) de espesor, para formar un espacio entre las capas arrolladas de la membrana 21 semipermeable. El espacio formado por el espaciador 26 de alimentación permite una separación de dos láminas de membrana semipermeable adyacentes que permiten a la disolución de alimentación interior fluir a través de la membrana 24 mientras que se favorece el flujo de fluido turbulento contiguo a la superficie de la membrana, lo que mantiene ventajosamente las superficies de las membranas limpias y limita la polarización de concentración debido al flujo de fluido alterado o de transición alrededor de las superficies de las membranas. El flujo inestable o de transición de la disolución de alimentación se favorece en parte por la formación de malla del espaciador 26 de alimentación.

El espaciador 26 de alimentación también está configurado para incluir un agente biocida o una combinación de uno o más agentes biocidas de modo que sea un espaciador 26 de alimentación de biocida. El agente biocida es un agente que puede inhibir o reducir la cantidad de biocontaminación dentro de un aparato de filtración de agua, tal como el filtro 10 de ósmosis inversa de flujo cruzado. Los agentes biocidas aplicables a la presente realización incluyen biocidas basados en detergentes, pigmentos, halógenos, metales preciosos, compuestos fenólicos, compuestos de amonio cuaternario y derivados de silano. Preferiblemente, el agente biocida es 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol (también conocido como triclosán).

Puesto que puede aplicarse una amplia variedad de agentes biocidas con grados variables de actividad a la presente invención, el espaciador 26 de alimentación de biocida está configurado con una cantidad bioactivamente eficaz de agente biocida basada en el agente biocida particular usado. El término “cantidad bioactivamente eficaz” tal como se usa en el presente documento significa una cantidad de agente biocida incorporada en el espaciador 26 de alimentación necesaria para reducir y/o inhibir la cantidad de biocontaminación o la formación de una biopelícula

dentro del aparato de filtración de agua en comparación con un espaciador 26 de alimentación sin un agente biocida. El espaciador 26 de alimentación de biocida incluye de aproximadamente el 0,01% a aproximadamente el 10% en peso de agente biocida y preferiblemente de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 0,5% en peso de agente biocida.

5 El espaciador 26 de alimentación de biocida está formado a partir de un material polimérico mezclado con el agente biocida por medio de un procedimiento de extrusión.

10 El espaciador 26 de alimentación de biocida se forma preferiblemente mediante un procedimiento de extrusión que incluye una boquilla de extrusión con dos conjuntos de ranuras contrarrotatorias para que los filamentos de extrusión formen un armazón de red de tipo malla, tal como se muestra en la figura 3. Se describe un procedimiento de extrusión a modo de ejemplo para fabricar el armazón de red de tipo malla en la patente estadounidense nº. 4.353.956.

15 En la fabricación del espaciador 26 de alimentación de biocida, por medio de un procedimiento de extrusión, se produce inicialmente un lote maestro. El lote maestro es una mezcla concentrada del agente biocida dispersado en un material portador encapsulado. Normalmente, el material portador encapsulado es el mismo material que el usado para formar el espaciador 26 de alimentación. El agente biocida se dispersa dentro del material portador fundiendo el material portador y mezclando entonces el agente biocida con la masa fundida para formar una mezcla
20 uniforme. El material portador se enfría entonces y se corta para dar una forma granular, tal como pepitas. El lote maestro se mezcla entonces con resina a partir de la cual va a extruirse el espaciador de alimentación para formar el espaciador 26 de alimentación de biocida. La cantidad de material de lote maestro añadida a la resina dependerá de la concentración de agente biocida requerida para el espaciador 26 de alimentación de biocida. Como resultado, el espaciador 26 de alimentación de biocida se impregna con el agente biocida de una manera homogénea por todo el
25 espaciador 26 de alimentación. La naturaleza impregnada del agente biocida da como resultado además un agente biocida que no migra, que proporciona una inhibición del biocrecimiento de mayor duración.

La membrana 24 del filtro de ósmosis inversa puede ser cualquier membrana convencional fácilmente conocida y usada en el campo de la filtración de ósmosis inversa, ultrafiltración y microfiltración. Una membrana a modo de
30 ejemplo aplicable a la presente invención puede incluir una capa base de poliéster, una capa de polisulfona y una capa de poliamida. La capa de polisulfona puede ser una capa de polisulfona semipermeable, y la capa de poliamida puede ser una capa de poliamida microporosa. Tales membranas 24 pueden fabricarse en una operación de colada convencional.

35 Las capas anteriormente descritas de la membrana 21 semipermeable pueden disponerse en capas en el siguiente orden: una capa 26 de espaciador de alimentación inferior, una capa 24 de membrana, una capa 22 de soporte de permeado, una capa 24 de membrana y una capa 26 de espaciador de alimentación superior, tal como se muestra en la figura 1. Como tal, el soporte 22 de permeado se intercala entre capas 24 de membrana, que están
40 intercaladas entonces adicionalmente por capas 26 de espaciador de alimentación. Las diversas capas de la membrana 24, el espaciador 26 de alimentación de biocida y el soporte 22 de permeado pueden ensamblarse, por ejemplo, pegando las diversas capas entre sí (excluyendo el espaciador 26 de alimentación). El filtro 10 de ósmosis inversa puede incluir opcionalmente otras capas que pueden ser necesarias para completar el filtro 10 de ósmosis inversa final, tal como la capa 28 de envoltura exterior. Las capas ensambladas de membrana 24, espaciador 26 de
45 alimentación de biocida y soporte 22 de permeado se envuelven entonces alrededor del tubo 20 central perforado, preferiblemente en una configuración en espiral, tal como se muestra en la figura 1.

La capa envuelta en espiral de la membrana 21 semipermeable y la capa 28 de envoltura exterior se tapan entonces tanto en el extremo 12 de entrada como en el extremo 14 de salida mediante una tapa 30 de extremo (tal como se muestra en las figuras 4A y 4B). La tapa 30 de extremo incluye un cuerpo 32 generalmente cilíndrico y una parte 34
50 de extremo plana. La parte 34 de extremo plana incluye un orificio 36 central que se alinea con un extremo abierto del tubo 20 central perforado. La parte 34 de extremo plana también incluye una pluralidad de aberturas 38 que permiten el paso de concentrado 18 a su través.

La tapa 30 de extremo se denomina comúnmente tapa/dispositivo antitelescópico. Una de las funciones de la tapa 30 es evitar que la membrana 21 semipermeable arrollada en espiral salga "telescópicamente" en la dirección de la corriente de disolución de alimentación. La tapa 30 de extremo en el extremo 12 de entrada que se orienta hacia la corriente de disolución de alimentación entrante también sirve para redirigir la disolución de alimentación hacia las
55 láminas de espaciador de alimentación del lado de la salmuera (es decir, el extremo 12 de entrada) en lugar de fluir hacia un espacio anular (no mostrado) entre el elemento y la pared lateral interior del recipiente. Esto puede lograrse mediante una parte 40 de anillo anular elastomérica (es decir, sin aberturas) que limita la tapa 30 de extremo, evitando de ese modo el flujo de entrada de disolución de alimentación hacia en el espacio anular.

En funcionamiento, se alimenta disolución de alimentación (por ejemplo, aguas residuales, agua salobre, agua salada, etc.) a través del extremo 12 de entrada, de manera que la disolución de alimentación fluye inicialmente a
65 través del filtro 10 entre las capas de la membrana 21 semipermeable formada por las capas superpuestas del espaciador 26 de alimentación de biocida. La disolución de alimentación pasa a través del filtro 10 a una presión por

encima de una presión osmótica de la disolución de alimentación para promover la ósmosis inversa del disolvente a través de capas de membrana del filtro 10. Las capas 26 del espaciador de alimentación de biocida no sólo proporcionan un camino para el flujo de disolución de alimentación a través del filtro 10, también sirven para promover el flujo de fluido que está alterado, es de transición o inestable de otra forma, debido a la formación similar a una malla de la configuración de espaciador 26 de alimentación. El flujo no laminar de la disolución de alimentación a través de las capas 26 de espaciador de alimentación permite ventajosamente al espaciador 26 de alimentación maximizar su contacto de área de superficie con la disolución de alimentación que pasa. Es decir, el flujo inestable da como resultado más remolinos y flujos de fluido divergentes, y por tanto más contacto de área de superficie con el espaciador 26 de alimentación, lo que promueve además sus capacidades antibiocontaminación.

Después de que la disolución de alimentación pase a través de los espaciadores 26 de alimentación de biocida, la disolución de alimentación se filtra mediante la membrana 24 y entonces pasa al soporte 22 de permeado, que entonces transporta el agua filtrada (o permeado) al tubo 20 central perforado. El permeado 16 sale entonces por el filtro 10 de ósmosis inversa a través del tubo 20 central perforado en el extremo 14 de salida, mientras que el concentrado 18 sale por los espaciadores 26 de alimentación de biocida a través de las capas 26 de espaciador de alimentación en ese extremo 14 de salida.

La presente invención proporciona ventajosamente la exposición de la disolución de alimentación a un espaciador 26 de alimentación de biocida durante el flujo que es de transición o inestable. Esto permite al espaciador 26 de alimentación de biocida evitar o inhibir mejor la biocontaminación del espaciador 26 de alimentación en comparación con espaciadores de alimentación convencionales exponiendo la disolución de alimentación a una fuente de agente biocida durante el flujo de transición o inestable provocado por el espaciador 26 de alimentación de biocida, en comparación con la exposición de la disolución de alimentación a una fuente de agente biocida que puede situarse dentro de la membrana 24. Además, el espaciador 26 de alimentación de biocida no sólo reduce significativamente el desarrollo de biopelícula en el espaciador 26 de alimentación de biocida, sino que también inhibe la biocontaminación de las áreas de superficie de la membrana 24 contigua. Es decir, los inventores de la presente invención han descubierto sorprendentemente que el espaciador 26 de alimentación de biocida proporciona una zona de biocrecimiento inhibido adyacente al espaciador 26 de alimentación de biocida. Dicho de otro modo, se descubrió que las capas 24 de membrana tienen menos biocrecimiento como resultado de su proximidad al espaciador 26 de alimentación de biocida. Esto es un descubrimiento significativo que proporciona un modo de evitar la biocontaminación dentro de la capa 24 de membrana sin tener que proporcionar directamente un agente biocida dentro de la propia capa 24 de membrana, como es el estado actual de la técnica para evitar la biocontaminación de capas de membrana.

En una realización alternativa, el aparato 100 de filtración de flujo cruzado puede estar configurado tal como se muestra en la figura 2. Similar al aparato 10 de filtración de flujo cruzado de ósmosis inversa, el filtro 100 incluye un núcleo 120 central perforado, al menos una capa 122 de soporte de permeado envuelta alrededor del tubo 120 central perforado, al menos una capa 124 de membrana próxima a la al menos una capa 122 de soporte de permeado y al menos un espaciador 126 de alimentación próximo a la capa 124 de membrana. Una capa inicial de soporte 122 de permeado se conecta al núcleo 120 central perforado mediante, por ejemplo, una cinta 102 adhesiva a lo largo de una parte longitudinal del núcleo 120 central perforado. En contraposición con la realización anterior, la presente realización incluye múltiples capas de una membrana 121 semipermeable unidas entre sí para extender consecutivamente la longitud de la membrana 121 semipermeable.

El aparato 100 de filtración de flujo cruzado incluye un espaciador 126 de alimentación, similar al espaciador 26 de alimentación, dispuesto en capas entre una lámina de membrana 124. Tal como se muestra en la figura 2, la membrana 124 se pliega sobre sí misma para formar una capa 124a de membrana superior y una capa 124b de membrana inferior que envuelve el espaciador 126 de alimentación. El espaciador 126 de alimentación se une preferiblemente a la membrana 124 alrededor de un extremo 123 plegado de la membrana 124 con una cinta o un adhesivo 125a. La cinta o el adhesivo 125a refuerza ventajosamente el pliegue 123 de membrana. La membrana 124 /el espaciador 126 de alimentación envuelto se dispone entonces en capas entre láminas consecutivas de soporte 122 de permeado unidas entre sí en una parte 122a de extremo del soporte 122 de permeado. La capa 124a de membrana superior y la capa 124b de membrana inferior se unen preferiblemente a una capa de soporte de permeado respectiva mediante un adhesivo 125b, tal como pegamento.

La membrana 121 semipermeable mencionada anteriormente se extiende uniendo la parte 122a de extremo de la siguiente capa 122 de soporte de permeado consecutiva a una distancia alejada del punto de unión anterior de la capa 122 de soporte de permeado anterior. La membrana 121 semipermeable ensamblada se enrolla entonces en espiral alrededor del tubo 120 central perforado, tal como se describe en la realización anterior. La capa 128 de envoltura exterior puede formarse de polipropileno y unirse con un adhesivo. Una capa 128 de envoltura exterior se envuelve entonces alrededor de toda la membrana 121 semipermeable arrollada en espiral. Una envoltura 130 exterior final opcional también puede envolverse alrededor de la envoltura 128 exterior. La envoltura 130 exterior final puede formarse a partir de una resina epoxídica o un material compuesto de fibra de vidrio saturado en una resina epoxídica.

Los siguientes ejemplos específicos no limitativos ilustran la presente invención para un filtro de flujo cruzado que tiene un espaciador de alimentación de biocida.

Ejemplo 1.

Se fabricó un espaciador de alimentación de biocida por medio de un procedimiento de extrusión extruyendo una resina de base de polipropileno que se mezcló con aproximadamente el 0,5% en peso de triclosán. Entonces se cortó una parte del espaciador de alimentación de biocida y se colocó en un medio de nutrición (es decir, un disco de agar-agar) que se inoculó con bacterias comunes. Un espaciador de alimentación fabricado de manera idéntica a la del espaciador de alimentación de biocida, excepto por la inclusión del biocida triclosán, sirvió como muestra de control. Se colocó una parte del espaciador de alimentación de control en un medio de nutrición que se inoculó con bacterias comunes. La figura 5A ilustra el crecimiento de bacterias sobre el espaciador de alimentación de control después de 2 y 5 días. La figura 2B ilustra el crecimiento de bacterias sobre el espaciador de alimentación de biocida después de 2 y 5 días. Tal como se ilustra en las figuras 5A y 5B, el crecimiento bacteriano en el espaciador de alimentación de biocida después de 2 y 5 días es sustancialmente menor que sobre el espaciador de alimentación de control.

Ejemplo 2.

Se usaron también el mismo espaciador de alimentación de biocida y espaciador de alimentación de control que se usaron para el ejemplo 1 en un análisis de flujo de laboratorio. Tal como se muestra en las figuras 6A y 6B, se conectaron ambos espaciadores de alimentación a un flujo de disolución de alimentación de aguas residuales con una velocidad de flujo de 0,5 l/min. durante un periodo de tiempo de un mes. Tal como se ilustra en las figuras 6A y 6B, el crecimiento bacteriano sobre el espaciador de alimentación de biocida (figura 6B) fue sustancialmente menor que sobre el espaciador de alimentación de control (figura 6A).

Ejemplo 3.

Se evaluó un filtro de ósmosis inversa que tiene un espaciador de alimentación de biocida de 0,8 mm de espesor fabricado tal como se describe para el ejemplo 1 en una instalación de filtración de agua conocida por tener una alta tasa de biocontaminación y se comparó con un filtro de ósmosis inversa convencional que tiene un espaciador de alimentación de 0,8 mm de espesor. Se colocaron estos filtros de ósmosis inversa como elementos de cabeza (es decir, el primer elemento en una serie de elementos para recibir el flujo de disolución de alimentación) en el sistema de filtración de agua de la instalación durante un periodo de tiempo de seis meses. Después de eso, se evaluaron ambos filtros de ósmosis inversa para determinar la caída de presión y la presencia de formación de biopelícula.

El filtro de ósmosis inversa con espaciadores de alimentación de biocida presentaba una caída de presión a través del filtro de 7,3 psi mientras que el filtro de ósmosis inversa convencional presentaba una caída de presión de 11 psi. Un aumento en la caída de presión a través del filtro está directamente relacionado con un aumento de la cantidad de biocontaminación del filtro de ósmosis inversa. Además, tal como se muestra en las figuras 7A y 7B, el filtro de ósmosis inversa con espaciadores de alimentación de biocida (figura 7B) mostraba sustancialmente menos depósitos de biocontaminación sobre y alrededor del espaciador de alimentación y superficies de membranas adyacentes en comparación con el filtro de ósmosis inversa convencional (figura 7A).

La presente invención proporciona ventajosamente un aparato de filtro de agua que evita o inhibe el taponamiento o la contaminación del espaciador de alimentación por crecimiento biológico sobre o en los componentes del filtro. El taponamiento del canal de alimentación, por ejemplo en un filtro de ósmosis inversa, puede dar como resultado el despliegue "telescópico" del filtro de ósmosis inversa. El despliegue telescópico es el movimiento de las capas de filtro fuera de la alineación en el filtro de ósmosis inversa arrollado en espiral, normalmente en la dirección del flujo de disolución de alimentación. Cuando se produce el despliegue telescópico, el espaciador de alimentación puede empujarse hacia fuera del filtro de ósmosis inversa, lo que puede dar como resultado daño a la superficie exterior de la membrana. Manteniendo los canales del espaciador de alimentación libres, la caída de presión provocada por el agua que fluye a través de los canales de alimentación (o la porosidad del espaciador de alimentación) se reduce. Además, el espaciador de alimentación de biocida inhibe significativamente la biocontaminación de la membrana de filtro próxima al espaciador de alimentación de biocida, facilitando así el mantenimiento de la membrana limpia. Globalmente, la presente invención mejora ventajosamente el rendimiento del sistema de filtración de agua y reduce el consumo de energía y los costes de funcionamiento globales del sistema de filtro de agua, mientras que protege y mantiene más limpios tanto los espaciadores de alimentación del filtro como las capas de membrana, es decir, menos biocontaminados.

Se entiende que esta invención no se limita a las realizaciones particulares dadas a conocer, sino que pretende cubrir modificaciones dentro del alcance de la presente invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10, 100) de filtración de flujo cruzado que comprende:
5 un tubo (20, 120) central perforado; y una membrana (21, 121) semipermeable arrollada en espiral alrededor del tubo central perforado, incluyendo la membrana semipermeable:
un soporte (22, 122) de permeado, una membrana (24, 124) adyacente al soporte de permeado y un
10 espaciador (26, 126) de alimentación adyacente a la membrana, en el que el espaciador de alimentación comprende al menos un agente biocida,
caracterizado porque,
15 el espaciador (26, 126) de alimentación está formado a partir de un material polimérico mezclado con al menos un agente biocida seleccionado del grupo que consiste en un compuesto de amonio cuaternario, un derivado de silano y 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxi)fenol, a de aproximadamente el 0,01% a aproximadamente el 10% en peso, por medio de un procedimiento de extrusión para formar una impregnación homogénea con el al menos un agente biocida por todo el espaciador, comprendiendo el espaciador de alimentación un espesor de aproximadamente 508 µm a 1270 µm (de 0,020 a 0,050 pulgadas).
20
2. Dispositivo (10, 100) de filtración de flujo cruzado según la reivindicación 1, en el que el espaciador (26, 126) de alimentación comprende una configuración de malla.
25
3. Dispositivo (10, 100) de filtración de flujo cruzado según la reivindicación 1, en el que el espaciador (26, 126) de alimentación comprende además al menos un agente biocida seleccionado del grupo que consiste en un detergente, un pigmento, un halógeno y un compuesto fenólico.
30
4. Dispositivo (10, 100) de filtración de flujo cruzado según la reivindicación 1, en el que el espaciador (26, 126) de alimentación comprende además un metal precioso.
5. Dispositivo (10, 100) de filtración de flujo cruzado según la reivindicación 1, en el que el espaciador (26, 126) de alimentación comprende de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 0,5% en peso de agente biocida.
35
6. Dispositivo (10) de filtración de flujo cruzado según la reivindicación 1, que comprende además una tapa (30) de extremo que tapa tanto un extremo (12) de entrada como un extremo (14) de salida del dispositivo de filtración de flujo cruzado, comprendiendo la tapa de extremo: un cuerpo (32) generalmente cilíndrico y una parte (34) de extremo plana que tiene un orificio (36) central alineado con el tubo (20) central perforado, y una pluralidad de aberturas (38) para permitir el paso de fluido a su través.
40

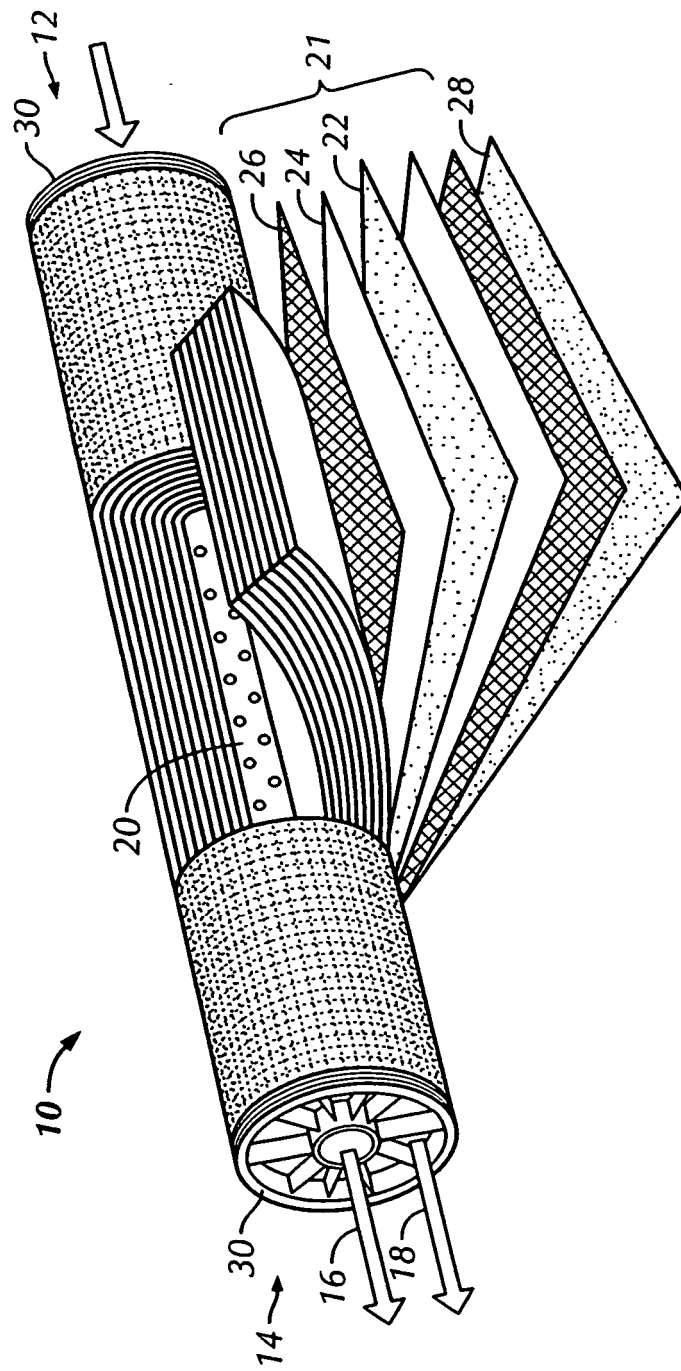


FIG. 1

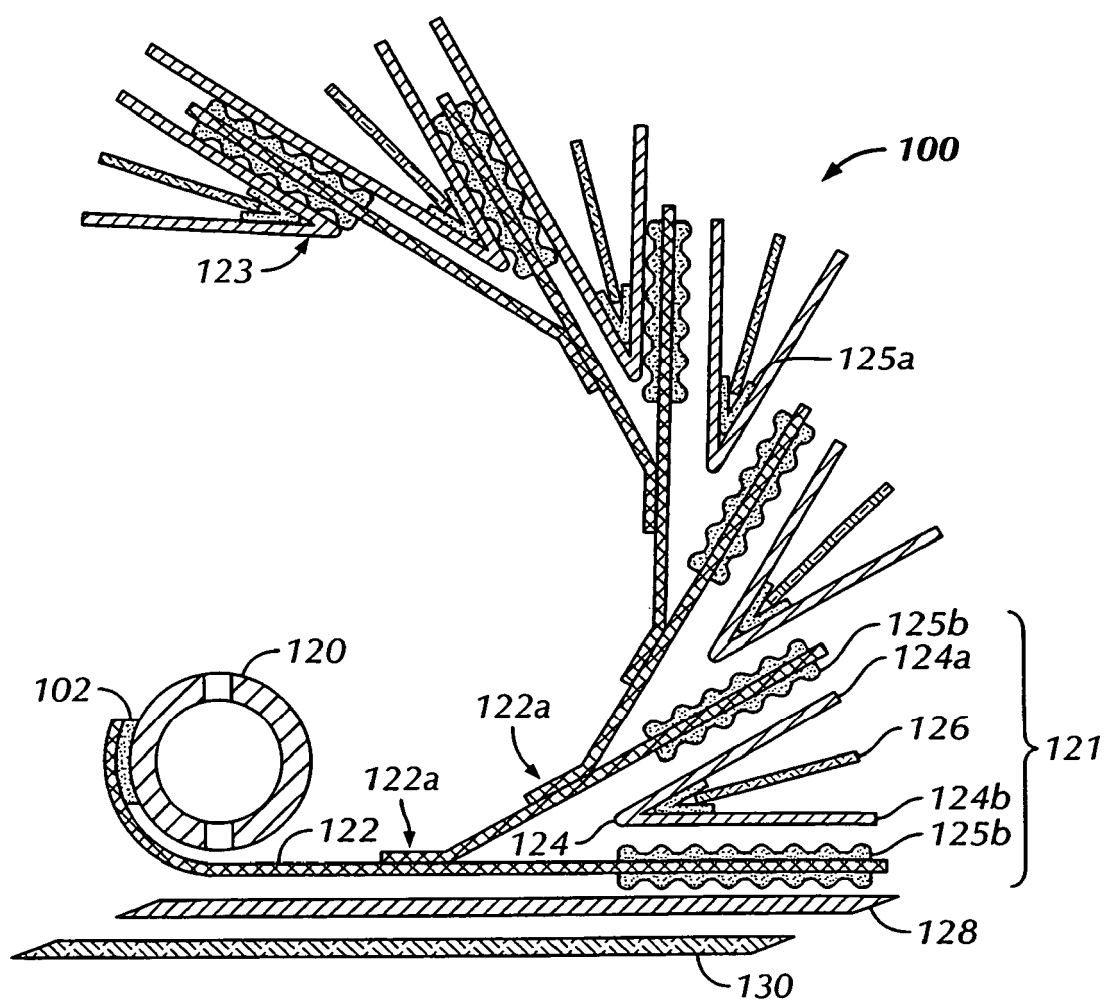


FIG. 2

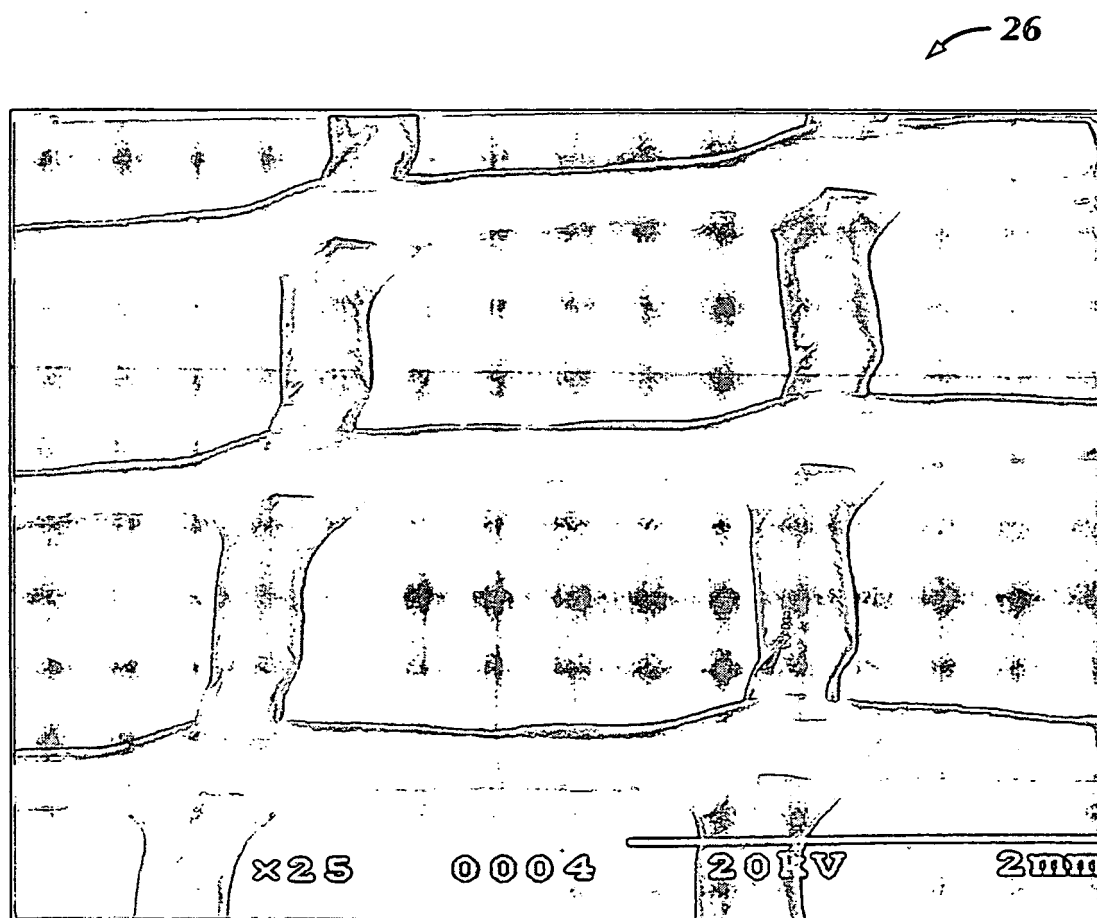


FIG. 3

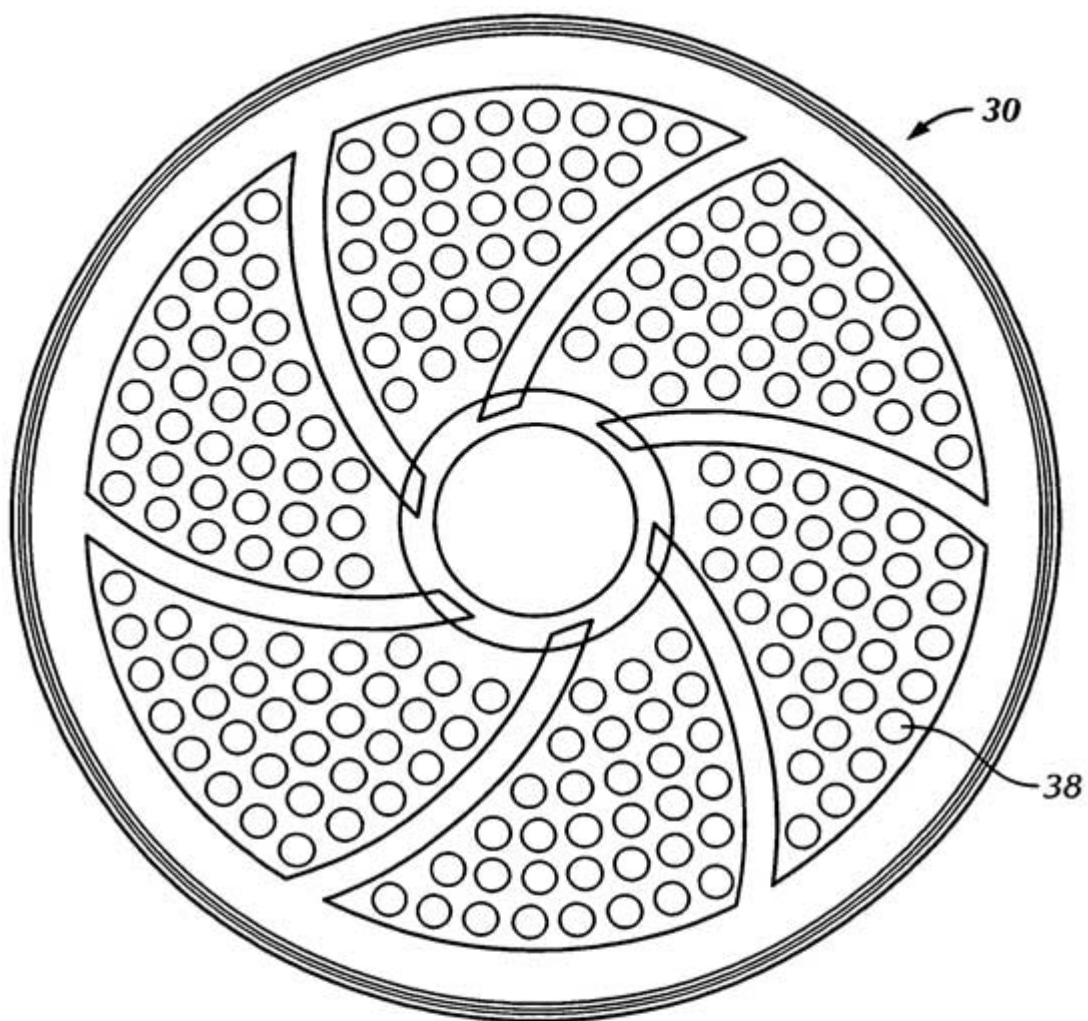


FIG. 4A

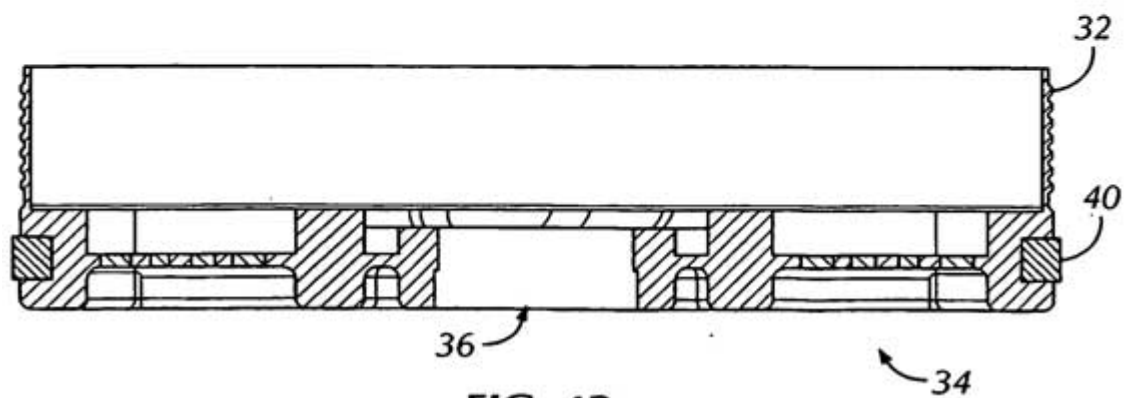


FIG. 4B

Espaciador de alimentación
convencional



2 días

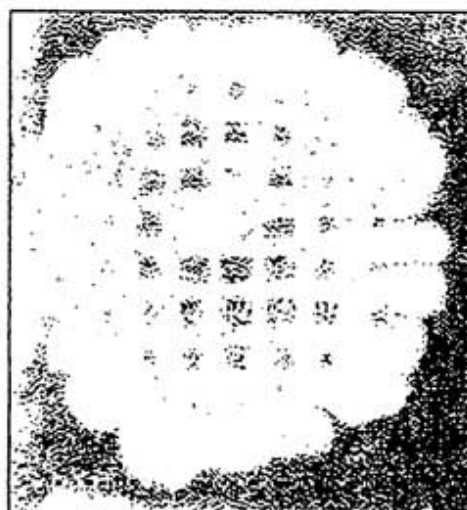
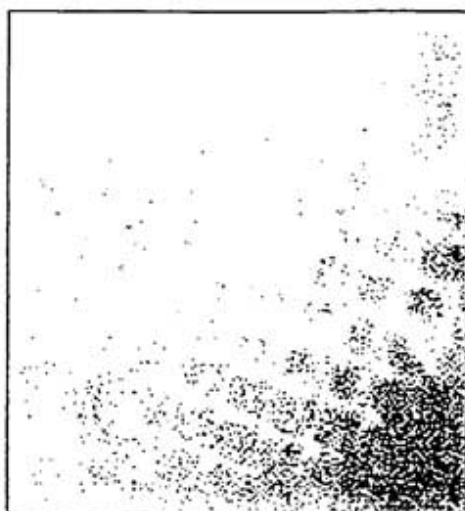


Fig. 5A

Espaciador de alimentación
de biocida



5 días

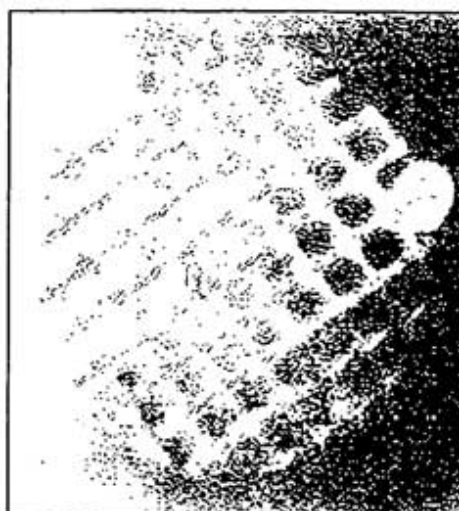


Fig. 5B

Espaciador de alimentación convencional



Fig. 6A

Espaciador de alimentación de biocida



Fig. 6B

Filtro de ósmosis inversa convencional

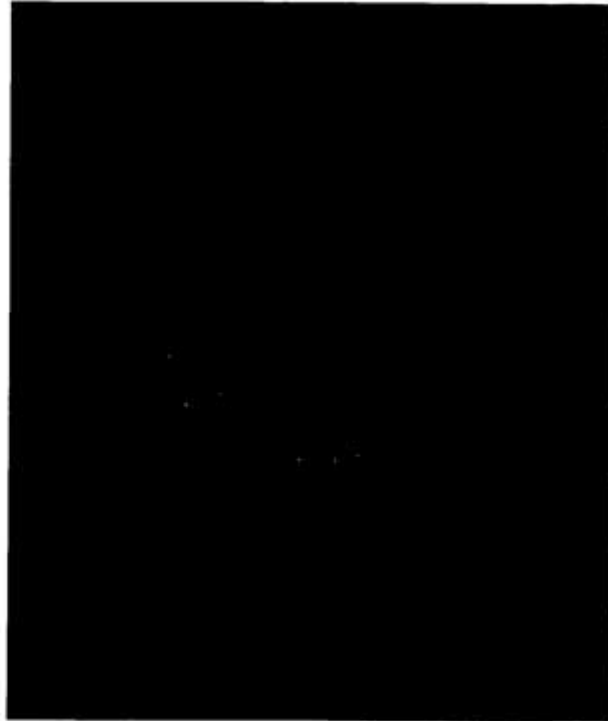


Fig. 7A

Filtro de ósmosis inversa con espaciador
de alimentación de biocida

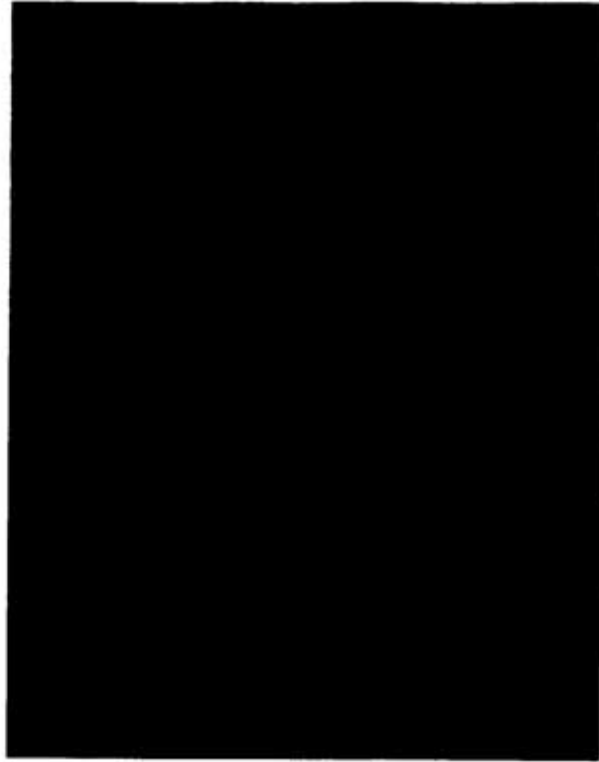


Fig. 7B