



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 135 718**

51 Int. Cl.:
C02F 3/10 (2006.01)
B01J 19/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

- 86 Número de solicitud europea: **95913465 .1**
86 Fecha de presentación : **15.03.1995**
87 Número de publicación de la solicitud: **0750591**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.1997**

54 Título: **Soporte de biopelícula para la purificación de agua y agua residual.**

30 Prioridad: **16.03.1994 SE 9400893**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.11.1999**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **01.12.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **01.12.2007**

73 Titular/es: **AnoxKaldnes AS.**
P.O. Box 2011
3103 Tonsberg, NO

72 Inventor/es: **Gunnarsson, Lars, Ake, Hans;**
Malmqvist, Asa Elsa;
Welander, Thomas, Gunnar y
Löfquist, Anders, Erik

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 135 718 T5

DESCRIPCIÓN

Soporte de biopelícula para la purificación de agua y agua residual.

La invención se refiere a un soporte de biopelícula para la purificación de agua o agua residual.

En la purificación biológica de agua o agua residual, se hace pasar el agua a través de algún tipo de reactor en el cual se utilizan microorganismos para convertir las impurezas existentes en el agua en productos finales inocuos tales como dióxido de carbono y agua. La purificación, por ejemplo, se puede realizar con abastecimiento de aire (aeróbicamente) o sin abastecimiento de aire (anaeróbicamente). Para aumentar la eficacia de la purificación, comúnmente se persigue un alto contenido de microorganismos activos en el proceso, de manera que los organismos no puedan escapar con el agua purificada, bien sea permitiendo que los microorganismos se desarrollen en suspensión en el reactor y se separen del agua en una fase de separación después del reactor y se devuelvan al reactor (por ejemplo, el proceso del lodo activado), o mediante algún tipo de material portador que se introduce en el proceso, sobre cuyas superficies se pueden desarrollar los microorganismos como una biopelícula y, por lo tanto, se pueden mantener en el proceso (el proceso de biopelícula).

El proceso de biopelícula ofrece una diversidad de ventajas si se compara con el proceso del lodo activado y otros procesos con biomasa en suspensión. Entre otras cosas, se pueden emplear cargas mayores y los procesos son considerablemente menos sensibles a variaciones y perturbaciones. Los procesos de biopelícula más tradicionales se basan en que el reactor de purificación se llena con material portador en forma de cuerpos o bloques de relleno que se fijan para que se mantengan estáticos en el proceso; véase DE-A-2.325.349 y GB-A-1.498.360. Estas realizaciones de proceso tienen el inconveniente de que existe el riesgo de que el material portador quede obstruido por biomasa u otro material particulado y que se establezcan zonas muertas en el proceso, donde el contacto entre el agua y los microorganismos activos es muy malo.

En otro tipo de proceso de biopelícula, se utiliza un material portador que se mantiene en suspensión y en movimiento en el proceso. El material portador, con microorganismos en desarrollo sobre el mismo, se mantiene en el proceso permitiendo que el agua saliente pase a través de un tamiz o rejilla que tiene un diámetro de abertura o una anchura de ranura tan pequeños que el material portador no puede pasar a través de las mismas. La ventaja de este tipo de proceso es, por ejemplo, que se reduce substancialmente el riesgo de obstrucción o estancamiento del material portador y el establecimiento de zonas muertas. Existen disponibles tipos diferentes de material portador para este tipo de proceso: trozos de goma espuma (EP-A-0 142 123), anillos de material de plástico sin tejer (Haikangijutu Vol. 29(4): pp 64-69, 1987); y trozos de tubos de plástico extruidos cuya superficie se agrande por tratamiento mecánico (Haikangijutu Vol. 29(4): pp 64.69, 1987), entremezclado de material que proporciona una superficie rugosa (Water Environment Research vol. 64(7): pp 884-889), o introducción de tabiques divisorios internos y aletas externas (WO-A-91/11396). Estos materiales tienen en común que tienen una densidad próxima a la densidad del agua por lo que se mantienen fácilmente en suspensión. Aunque los procesos con elementos portadores de estos tipos se pueden hacer funcionar frecuentemente con cargas elevadas, todas las realizaciones de elementos portadores de tecnología previa tienen, no obstante, inconvenientes que limitan considerablemente la capacidad del proceso, particularmente en procesos aeróbicos en los cuales el abastecimiento de oxígeno a los microorganismos activos tiene importancia decisiva para la eficacia de la purificación. En trozos de goma espuma y anillos de material sin tejer, los poros quedan frecuentemente bloqueados por biomasa en desarrollo, con lo que se reduce la superficie activa en contacto con agua residual y aire. Los elementos portadores que se han producido extruyendo tubo de plástico son pequeños, < 1 cm, para que la superficie por volumen sea grande. Asimismo, en estos elementos, los posos bloquean frecuentemente y también, en caso de que esto no ocurra, se ha podido demostrar que el abastecimiento de oxígeno a la biopelícula, que en la mayoría de los casos se sitúa sobre las superficies interiores de los soportes constituye una gran limitación para el proceso. Asimismo, se ha podido demostrar que el tamaño pequeño de estos elementos portadores presenta problemas difíciles de carácter práctico debido al hecho de que son aprisionados por la espuma que se produce en el proceso y, por lo tanto pueden ser arrastrados del proceso por la espuma o el viento. Además, frecuentemente se presentarán problemas en el tratamiento de agua residual que contenga partículas en suspensión, por ejemplo fibras, porque en este caso las aberturas de los tamices o rejillas, que retienen los elementos portadores, se bloquean. Por ejemplo, cuando se trata de agua residual portadora de fibras en la industria forestal, se ha podido comprobar que estos pequeños elementos portadores han sido directamente inadecuados por esta razón.

Hasta el momento no ha sido posible resolver estos problemas produciendo elementos portadores mayores, porque no ha sido posible, por lo menos en lo que se refiere a realizaciones de tecnología previa, proporcionar un soporte grande con una gran superficie para la biopelícula, protegido contra el desgaste, sin que la eficacia del proceso se reduzca gravemente por una limitación de oxígeno aún mayor de la biopelícula que en soportes pequeños disponibles.

La finalidad de la presente invención es resolver estos problemas y la invención se refiere al uso de un elemento portador para película microbiana en un proceso biológico de purificación de agua o agua residual, en el cual los elementos portadores se mantienen en movimiento en el agua manteniéndose la superficie del elemento portador parcialmente protegida contra el choque con las superficies de otros elementos portadores y teniendo el elemento portador pasos de flujo y diseñándose además para permitir que pase un buen flujo de agua a través del mismo también después de haberse establecido una película microbiana sobre las superficies.

ES 2 135 718 T5

Con tal finalidad, el elemento portador ha logrado los atributos de caracterización de la reivindicación 1 en el sentido de combinar un gran tamaño con una gran superficie protegida contra el desgaste y con un flujo muy bueno de agua y de aire a través del mismo. El uso del elemento portador de acuerdo con la invención ofrece, por lo tanto, grandes ventajas si se compara con materiales portadores de tecnología previa, por ejemplo, por un abastecimiento considerablemente mayor de oxígeno y por reducirse notablemente los riesgos de obstrucción de los tamices o rejillas empleados para retener el material portador.

La invención se refiere también al uso de tales elementos portadores para el tratamiento de agua residual procedente de la industria maderera, conteniendo el agua residual por lo menos 100 mg/l de materia en suspensión medida en un filtro GF/A.

Para explicar la invención con más detalle, se describirán a continuación realizaciones ilustrativas de la misma tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras 1 y 2 son vistas en perspectiva de una primera realización del elemento portador utilizado de acuerdo con la invención, tomadas desde uno y otro extremos, respectivamente.

La figura 3 es una vista frontal del elemento portador de las figuras 1 y 2, tomada desde el mismo extremo que en la figura 1.

La figura 4 es una vista frontal del elemento portador de las figuras 1 y 2, tomada desde el mismo extremo que en la figura 2.

Las figuras 5 y 6 son vistas en perspectiva de una segunda realización, correspondientes a las figuras 1 y 2.

Las figuras 7 y 8 son vistas en perspectiva de una tercera realización correspondiente a las figuras 1 y 2, y

La figura 9 es una vista en perspectiva, esquemática, de un reactor en el cual se pueden utilizar los elementos portadores.

El elemento portador, en todas las realizaciones ilustradas, se puede describir en general como una pluralidad de paredes dispuestas e interconectadas de tal manera que una gran porción de la superficie total de las paredes está protegida contra el desgaste contra las superficies de otros cuerpos; que hay pasos libres para el flujo a través del elemento portador, y que el área total en sección transversal de los pasos es grande en la superficie limítrofe hacia las zonas colindantes del elemento portador. El elemento portador, en las figuras 1 a 4, comprende por lo tanto doce paredes interiores 11 y 12, radiales, distribuidas por igual, que se proyectan axialmente desde un extremo del elemento portador hasta su otro extremo. Las paredes comprenden paredes radialmente más largas 11 y paredes radialmente más cortas 12, alternadas. Las paredes se interconectan por medio de un anillo exterior 13, en un extremo del elemento portador, y un anillo interior 14, en el otro extremo del elemento portador, estando unas ventanas radiales 15 limitadas por las paredes. El elemento portador tiene, por lo tanto, una estructura similar a una rueda de turbina. El elemento portador es apropiadamente de plástico o material compuesto y, por consiguiente, se puede fabricar mediante moldeo por inyección. Con el fin de que se produzca la corriente necesaria, la superficie envolvente está ligeramente conificada y la pared tiene un espesor que va en disminución desde un extremo del elemento portador hasta su otro extremo, como se muestra en los dibujos. No obstante, el elemento portador se puede fabricar de otro material distinto al plástico o material compuesto. El elemento portador presenta varios pasos axiales 16 entre las paredes y, además, está completamente abierto en el centro en 17 para permitir un flujo sin obstrucción axialmente de una forma directa a través del elemento desde uno de sus extremos hasta el otro. La longitud lineal del elemento y su diámetro son ambos preferiblemente del orden de unos 3,2 cm. En general, la longitud y el diámetro del elemento portador (anchura y/o altura) deberá ser más de 1,5 cm y, preferiblemente, comprendidos entre 2,5 y 10 cm, particularmente dentro del margen de 3 a 5 cm. Las paredes 11 y 12 forman superficies protegidas, por ejemplo, superficies que están protegidas contra el desgaste por choque con otros elementos portadores, y sobre estas superficies se puede desarrollar una película microbiana en el proceso biológico de purificación del agua. La superficie totalmente protegida deberá ser mayor que $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$, particularmente mayor que $275 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Si los elementos portadores se diseñan de modo que tengan una superficie muy grande, $>500 \text{ m}^2/\text{m}^3$, será difícil, no obstante, evitar que los pasos a través del elemento portador sean tan estrechos que se obstruyan por el crecimiento.

En procesos aeróbicos, se suelen utilizar elementos portadores que tienen una densidad próxima a la densidad del agua pero, de acuerdo con la invención, se ha descubierto que es conveniente utilizar elementos portadores de mayor densidad debido al hecho de que los elementos portadores que tienen una densidad próxima a la densidad del agua, sin resistencia, serán arrastrados por el flujo de agua y escaparán rápidamente de las burbujas de aire ascendentes; de esto se desprende que el agua se mantendrá fácilmente estática en el interior de los elementos y que difícilmente podrá pasar aire a través de los pasos o conductos internos del elemento portador. Por el contrario, los elementos portadores que tienen una densidad mayor tienden a descender en el agua y a ofrecer resistencia al flujo de agua y aire que asciende en el proceso, por lo que el agua y el aire pasarán forzados a través de los pasos o conductos internos del elemento portador, alimentándose la biopelícula con oxígeno. Al mismo tiempo, las burbujas de aire se descompondrán en burbujas menores, lo cual incrementa también la transferencia de oxígeno del aire al agua. El flujo que pasa a través de los elementos portadores aumentará en la medida en que sea mayor la densidad del elemento portador pero, a densidades demasiado elevadas, $>1,40 \text{ kg}/\text{dm}^3$, la agitación del material en el proceso resultará difícil, por lo que

se reducirá la eficacia total del proceso. Se ha obtenido una eficacia muy buena a una densidad de los elementos portadores del orden de 1,2 a 1,30 kg/dm³, del el flujo a través de los elementos portadores es elevado y la mezcla es todavía buena. La alta densidad, combinada con el tamaño, elimina también el riesgo de que los elementos portadores sean removidos del proceso por la espumación que se produce fácilmente con aireación fuerte.

La combinación de tamaño, superficie, estructura abierta y densidad, tal como se ha descrito anteriormente, proporciona un elemento portador que tiene propiedades considerablemente mejoradas, en un proceso de purificación aeróbica, si se comparan con las de los elementos portadores hasta ahora disponibles.

El elemento portador de acuerdo con la invención ha demostrado tener también buenas propiedades en operaciones de purificación anaeróbicas o anóxicas, en las cuales los elementos portadores se pueden mantener en movimiento, por ejemplo por agitación mecánica. En estos sistemas, es también conveniente elegir una densidad próxima a la densidad del agua con el fin de evitar una alta aportación de energía para mantener los soportes en movimiento.

Estos elementos portadores han demostrado proporcionar resultados muy buenos en la purificación de tipos diferentes de agua residual. Particularmente, el elemento portador ha demostrado ofrecer grandes ventajas en el tratamiento de aguas residuales de la industria maderera, que contienen fibras y otras partículas. Gracias al tamaño relativamente grande del elemento portador, se pueden utilizar rejillas con una anchura grande ranura para retener los elementos portadores y se han podido evitar todos los problemas relativos a obstrucción por fibras, etc. Muchas industrias madereras que intentan introducir la purificación biológica disponen ahora exclusivamente de purificación mecánica proporcionada por depósitos de sedimentación para separar fibras, etc. un proceso biológico con elementos portadores en suspensión, de acuerdo con la invención, se puede poner en práctica antes de la sedimentación existente, porque las fibras pasan sin obstrucción por el proceso. Tanto las fibras como el exceso de biomasa producido en el proceso se pueden separar entonces en el equipo de sedimentación existente, por lo que no se tendrá que instalar otra etapa de separación. En algunos casos, puede ser necesaria una separación basta de grandes partículas, tales como virutas o trozos de corteza antes del proceso biológico pero, en ese caso, se trata de una separación substancialmente más sencilla y más barata que una sedimentación.

Una característica muy importante de la invención es que una gran parte de la superficie limítrofe hacia las zonas circundantes del elemento portador está abierta para el paso de agua y aire de entrada y salida. El área en sección transversal de las aberturas de paso en la superficie limítrofe hacia zonas circundantes del elemento portador podría constituir, en este caso, por lo menos un 35%, preferiblemente por lo menos un 40%, particularmente por lo menos un 50%, de la superficie limítrofe hacia las zonas circundantes de un cuerpo homogéneo que tuviera las mismas dimensiones.

Realizaciones particularmente convenientes de la invención, para satisfacer la necesidad de un área grande de sección transversal de las aberturas de los pasos, son aquellas realizaciones en las cuales el elemento portador está abierto para que pase el flujo a través del mismo en las tres dimensiones. La realización de las figuras 1 a 4 es tal realización preferida en la cual el agua puede fluir libremente a través del elemento portador.

La realización de las figuras 5 y 6 difiere de la realización ilustrada en las figuras 1 a 4 por un tubo axial 18 que está previsto en el centro del elemento portador y cuya superficie exterior está conectada a paredes 11 que tienen todas la misma longitud radial. En un extremo del elemento portador hay alternativamente paredes 19 y aberturas para los pasos axiales 16, estando el otro extremo completamente abierto.

En la realización de la invención ilustrada en las figuras 7 y 8 hay previstas paredes helicoidales 11' y 12' que producen un movimiento de rotación del elemento portador en el flujo de agua que pasa por el mismo, con lo que se intensifica aún más el abastecimiento de oxígeno a la biopelícula.

Los elementos portadores se mantienen en suspensión en el agua o agua residual que se desea purificar biológicamente en un reactor en el cual se abastece aire por medio de aireadores en el fondo del reactor, como se ilustra en la figura 9, en la cual el depósito del reactor está indicado por la referencia 20 y los aireadores, situados en su fondo, están indicados por la referencia 21. La superficie del agua en el depósito está indicada por la referencia 22. El agua se alimenta al depósito por su parte superior en 23 y se desagua por el fondo por vía de una salida 24. Los elementos portadores, en suspensión en el agua, están indicados por la referencia 25.

Un problema que puede surgir en procesos con elementos portadores en suspensión es que los aireadores se deben cambiar o reparar. Los aireadores, en depósitos tradicionales, están difícilmente al alcance porque el depósito se mantiene lleno con grandes cantidades de material portador que se sedimenta sobre el fondo del depósito cuando éste se desagua. Cuando se utilizan elementos portadores de acuerdo con la presente invención, este problema se puede evitar dotando al depósito de una rejilla 26 cubriendo el fondo por encima de los aireadores 21 hasta tal nivel que se puede tener acceso por debajo de la rejilla para llegar a los aireadores. La rejilla deberá tener tal anchura de ranura que no deje pasar a los elementos portadores 25 a través de las ranuras. Cuando el agua se vacía del depósito, los elementos portadores se sedimentarán sobre la rejilla y, en ese caso, se podrá tener acceso al espacio situado por debajo de la rejilla, por ejemplo, a través de un agujero de visita o registro 27. Esta solución del problema es posible porque los elementos portadores, de acuerdo con la invención, son tan grandes que se puede utilizar una rejilla que tenga una anchura de ranura suficientemente grande para que el aire pueda pasar sin obstrucción a través de las ranuras.

ES 2 135 718 T5

La rejilla 26 se puede utilizar también como rejilla de salida para retener los elementos portadores del proceso haciendo que el agua saliente pase a través de la rejilla y después por la salida 24 dispuesta como un tubo vertical ascendente. Debido a que la rejilla del fondo 26 se utiliza como rejilla de salida, no hay necesidad de instalar otra rejilla para evitar que los elementos portadores sean arrastrados por el agua que sale del depósito. Además, el riesgo de obstrucción de la rejilla 26 es muy pequeño porque la rejilla se limpiará continuamente por acción del aire que fluye desde abajo a través de la rejilla ascendiendo para introducirse en el depósito.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. En un proceso biológico de purificación de agua o agua residual, en el cual los elementos que sirven como
soportes de una película microbiana se mantienen en movimiento en el agua, el uso de elementos portadores que tie-
nen su superficie parcialmente protegida contra el choque con las superficies de otros elementos portadores y tienen
pasos de flujo diseñados para permitir un buen flujo de agua a través de los elementos portadores también después
de haberse establecido una película microbiana sobre sus superficies, y que tienen una longitud, una anchura y/o
10 una altura que sobrepasa 1,5 cm, preferiblemente del orden de 2,5 a 10 cm, particularmente del orden de 3 a 6 cm;
una superficie protegida mayor que $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volumen de los elementos portadores, preferiblemente mayor que
200 m^2/m^3 de volumen de los elementos portadores, particularmente mayor que $275 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de volumen de los ele-
mentos portadores, y un área en sección transversal de las aberturas de los pasos, en la superficie limítrofe hacia las
zonas circundantes del elemento, de por lo menos el 35%, preferiblemente por lo menos el 40%, particularmente por lo
15 menos el 50% de la superficie limítrofe hacia las zonas circundantes de un cuerpo homogéneo que tuviera las mismas
dimensiones.

2. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las aberturas de paso en la superficie limítrofe de
cada elemento portador se disponen de tal manera que puede fluir agua y aire al interior del elemento desde todas las
direcciones.

20 3. Uso de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque cada elemento portador está entrecruzado
por pasos (15, 16, 17, 18) de tal manera que el agua puede fluir a través del elemento en las tres dimensiones.

25 4. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque cada elemento portador
está constituido por paredes dirigidas radialmente (11, 12, 11', 12') que se interconectan a una estructura similar a una
rueda de turbina y están abiertas en el centro.

5. Uso de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque las paredes (11, 12, 11', 12') están interconectadas
por medio de una porción anular (13, 14) en cada extremo del elemento portador.

30 6. Uso de acuerdo con las reivindicaciones 4 ó 5, **caracterizado** porque las paredes (11, 12) están interconectadas
en el centro por medio de un tubo (18) centrado en el elemento portador.

35 7. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque los pasos entre las
paredes (11, 12), en un extremo del elemento portador, están alternativamente abiertos y cerrados por medio de paredes
(19).

8. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado** porque las paredes (11, 12, 11',
12') tienen una longitud radial alternativamente mayor y menor.

40 9. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque las paredes (11', 12')
son helicoidales.

45 10. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la densidad de los ele-
mentos portadores es del orden de 0,92 a $1,40 \text{ kg/m}^3$, preferiblemente del orden de 0,94 a $1,35 \text{ kg/m}^3$, particularmente
del orden de 1,10 a $1,30 \text{ kg/m}^3$.

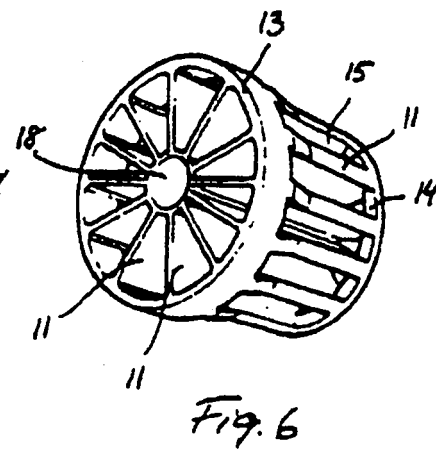
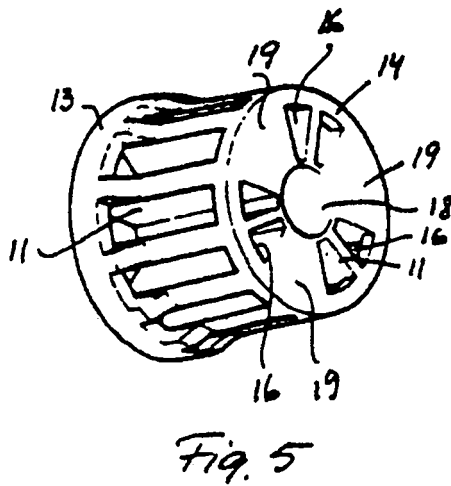
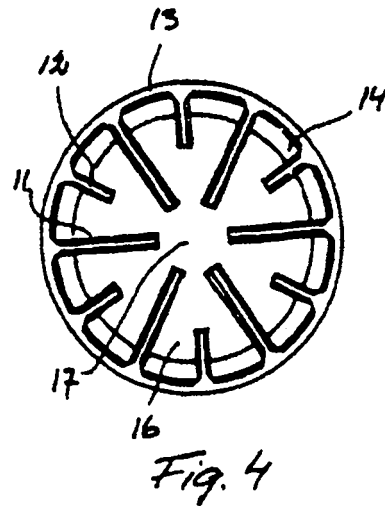
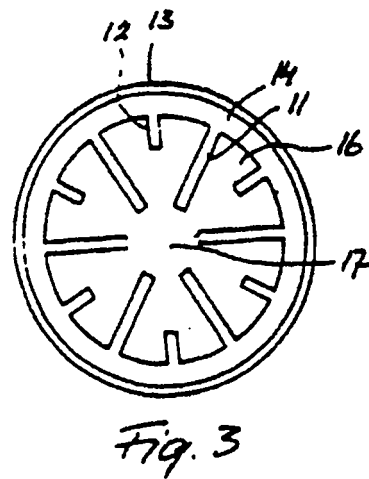
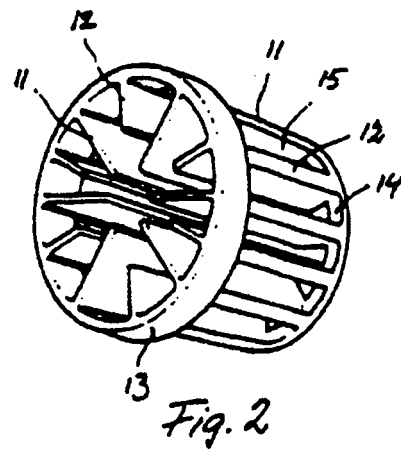
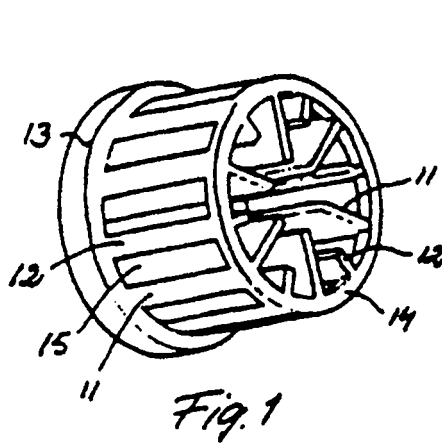
11. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque los elementos porta-
dores se fabrican mediante moldeo por inyección de plástico o material compuesto.

50 12. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para el tratamiento de agua residual pro-
cedente de la industria maderera que contiene por lo menos 100 mg/l de materia en suspensión, medida en un filtro
GF/A.

55

60

65



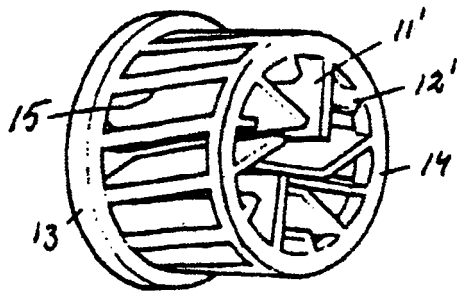


Fig. 7

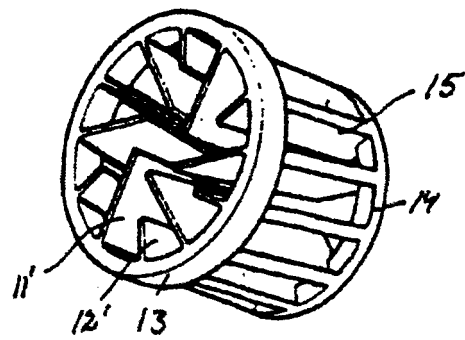


Fig. 8

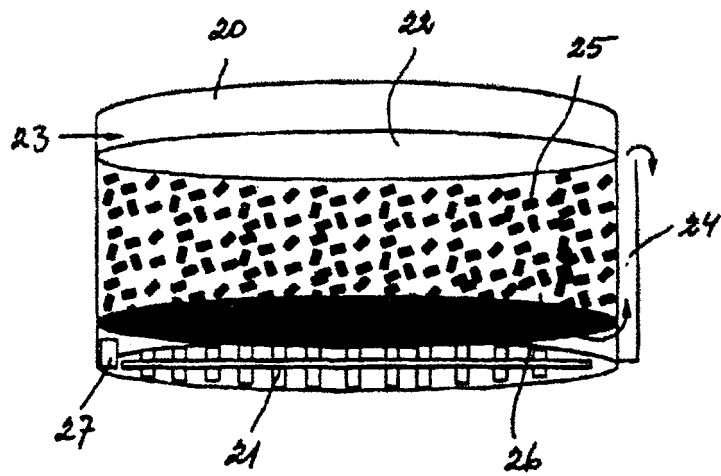


Fig. 9