



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 320 473**

51 Int. Cl.:

**B01D 69/10** (2006.01)

**B01D 69/12** (2006.01)

**B01D 63/10** (2006.01)

**B01D 63/12** (2006.01)

**B01D 63/08** (2006.01)

**B01D 65/08** (2006.01)

**C02F 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05778312 .8**

96 Fecha de presentación : **10.08.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1807184**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2007**

54 Título: **Membrana con canal de permeado integrado.**

30 Prioridad: **11.08.2004 EP 04447188**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.05.2009**

73 Titular/es: **Vlaamse Instelling voor Technologisch  
Onderzoek (VITO)  
Boeretang 200  
2400 Mol, BE**

72 Inventor/es: **Doyen, Wim;  
Beckers, Herman;  
Adriansens, Walter y  
Dotremont, Chris**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

**ES 2 320 473 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**

Membrana con canal de permeado integrado.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una nueva membrana que contiene un canal de permeado integrado, particularmente útil en la tecnología de membranas, por ejemplo, en la filtración de agua y la depuración de aguas residuales.

**10 Estado de la técnica**

En los últimos años, los biorreactores de membranas (MBR) han gozado de gran popularidad dentro del ámbito del tratamiento de aguas. Hasta el momento, las investigaciones han abarcado la aplicabilidad de los MBR a las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como a los flujos concentrados procedentes de vertidos industriales, el tratamiento de agua percolada procedente de vertederos de eliminación de residuos y la deshidratación de lodos. Tras el éxito de los biorreactores de membranas en las aplicaciones de aguas residuales, se realizó un estudio basado en la aplicación de los conceptos de los MBR al procedimiento de producción de agua potable.

Los MBR utilizados en las aplicaciones de aguas residuales consisten en una combinación de un tratamiento biológico en un reactor y un tratamiento físico mediante una etapa de filtración a través de membrana. La utilización de la filtración a través de membrana en lugar de un procedimiento de sedimentación permite mantener cargas de lodo elevadas en el reactor, hecho que (en teoría) genera unos altos índices de degradación biológica con una baja producción de lodo. Las concentraciones de lodo de entre 15 y 20 g/l están documentadas en las publicaciones que tratan acerca de los MBR. La alta eficacia del procedimiento brinda la posibilidad de procesar flujos muy concentrados y de diseñar sistemas que ocupan poco espacio. No obstante, en la práctica, la reducción del espacio es producto sólo del menor tamaño del área necesaria para la filtración por membrana, debido a la concentración de lodo máxima sostenible de 8 a 12 g/l. Además, se han registrado índices de producción de lodo más elevados que en los sistemas de sedimentación convencionales.

En el documento JP2001212436, se describe un cartucho de membranas de inmersión y un procedimiento de producción del mismo. En esta aplicación, se fabrica un cartucho de membranas de inmersión en el que las membranas se sueldan al margen interno del cartucho del filtro.

En los documentos JP2003135939 y JP2003144869, se describe una membrana de separación y un procedimiento de fabricación de la misma. La membrana de separación se fabrica formando la capa de resina porosa sobre la superficie del material de base poroso compuesto de una fibra orgánica. Una parte de la resina se infiltra en por lo menos la parte de la capa superficial del material de base poroso para formar una capa compuesta con el material de base poroso por lo menos en la parte de la capa superficial.

El objetivo de estas patentes es diseñar una membrana con una alta permeabilidad al agua, en la que se reduce al mínimo la incidencia de obstrucciones y se evita que la capa de resina porosa se desprenda del material de base poroso.

En el documento JP201321645, se da a conocer un elemento de membrana de filtro. El elemento de filtro presenta, en una parte de la placa de apoyo, un espacio para la acumulación del agua que penetra por ambas superficies de la placa de apoyo y un espacio para la acumulación de agua en la dirección de la puerta de extracción del agua filtrada, que se comunica con la puerta de extracción del agua filtrada.

El documento WO 03037489 describe un módulo de filtración de placas, que comprende una pluralidad de membranas de filtración en forma de bolsillos que presentan por lo menos una abertura para el vaciado de la zona interna de las mismas. Dichos bolsillos están dispuestos en dirección vertical y paralela sobre un elemento de apoyo rígido y se hallan preferentemente a la misma distancia unos de otros, para permitir un flujo intenso de líquido a través de los bolsillos de la membrana de filtración adyacentes. El módulo de filtración se caracteriza porque los bolsillos de la membrana de filtración son esencialmente planos y flexibles y se fijan al elemento de apoyo por lados opuestos, y dicho elemento de apoyo comprende por lo menos una línea de evacuación para evacuar el líquido que se extrae por medio de los bolsillos de la membrana de filtración que presentan un núcleo flexible permeable a los líquidos y una pluralidad de elementos de núcleo permeables a los líquidos.

El documento JP11244672 describe un elemento de membrana plano, en el que se forman unas partes de sellado adhiriendo fuertemente los tres lados marginales periféricos por el extremo superior y el extremo derecho e izquierdo de este para formar una membrana cuadrilateral plana y lisa en forma de bolsa. El lado del borde periférico no sellado de la membrana plana lisa instalada con el elemento de apoyo de la membrana se superpone en una altura de alrededor de 1,5 cm a la superficie de ambos lados de la parte superior del elemento de apoyo de la membrana y se suelda al elemento de apoyo de la membrana para sostener la membrana plana lisa. En ambos extremos del elemento de apoyo de la membrana, se forman unas cabezas cuyo espesor es superior al del elemento de apoyo de la membrana. Ambas cabezas están provistas de boquillas que se comunican con los pasajes de flujo del elemento de apoyo de la membrana y se utilizan para extraer el permeado.

## ES 2 320 473 T3

Las placas de membrana (los bolsillos de filtración y las bolsas de la membrana cuadrilateral plana y lisa) de técnica anterior se forman juntando los componentes separados (dos membranas, espaciador y elemento de apoyo). Las dos membranas se sitúan con los apoyos de membrana dirigidos uno hacia el otro y un espaciador dispuesto entre ambas para formar un espacio. Los puntos débiles de estos conceptos son:

- 5           ■ La construcción de canal de permeado con los componentes separados. Muchas etapas funcionales para la construcción (encolado, fijación con adhesivo, soldadura) que comprometen en gran medida la integridad del módulo (aumentando la probabilidad de que se produzcan escapes) y el precio de coste.
- 10          ■ La adherencia de la membrana al elemento de apoyo del módulo (separación o desprendimiento de la membrana).
- Un problema operativo: la imposibilidad de realizar el lavado en contracorriente de las membranas debido a la escasa adherencia de las mismas al elemento de apoyo.

15           La tecnología NF/RO de arrollamiento en espiral comprende unos elementos de módulo de membrana readaptables normalizados (de 20 cm de diámetro y 100 a 150 cm de longitud) que se colocan en unos recipientes a presión normalizados (de 20 cm de diámetro y de hasta 600 cm de longitud).

20           Para producir dichos módulos de membrana de arrollamiento en espiral, normalmente se enrolla una pluralidad de membranas independientes en forma de sobre (dos hojas de membrana reunidas por su reverso y un espaciador de permeado dispuesto entre ambas) alrededor de la superficie periférica externa de un tubo de permeado central. Tres de los cuatro bordes de la membrana en forma de sobre están encolados y el cuarto está conectado con el colector de permeado central. Por lo tanto, en el proceso de producción, el agua de permeado describe un movimiento en espiral en dirección al tubo de permeado central desde el exterior del módulo de membrana.

            Entre los arrollamientos de los sobres de la membrana, normalmente se dispone un espaciador de agua de alimentación. El espesor del espaciador de agua de alimentación determina la distancia entre los sobres de la membrana. Durante el funcionamiento (filtración), el agua de alimentación se introduce por encima del módulo en espiral y puede penetrar en el módulo de membrana a través del espaciador de alimentación. De esta forma, una parte del agua de alimentación fluye longitudinalmente a través del elemento de membrana de arrollamiento en espiral y, a continuación, se evacua por una salida de agua concentrada (en el otro lado superior). Mientras tanto, la parte principal del agua de alimentación se transfiere hasta el permeado y se acumula en el tubo de permeado central. Este es el tipo de funcionamiento normal en la ósmosis inversa y la nanofiltración.

35           Para hacer que la tecnología de membranas en espiral resulte útil en las operaciones de microfiltración (MF) y ultrafiltración (UF), la membrana en espiral debe ser lavable en contracorriente (es decir, debe poder ser sometida a filtración inversa) para poder eliminar las partículas depositadas encima de la superficie de la membrana. Durante la operación de MF/UF (filtración), la mayor parte del tiempo, el funcionamiento de la membrana será bastante similar al funcionamiento durante la operación de NF; sin embargo, el flujo concentrado de vertido continuo será drenado de vez en cuando, por ejemplo, a intervalos de 30 a 60 minutos, mediante un lavado en contracorriente, con una parte del permeado generado durante la operación (habitualmente con una cantidad del 2 al 10% del volumen generado). Para poder extraer con eficacia la torta de filtración, el caudal del lavado en contracorriente es por lo menos el triple del caudal utilizado durante la operación.

45           Para alcanzar este propósito, se plantea pues la necesidad de disponer de una membrana de microultrafiltración lavable en contracorriente. Las membranas MF/UF de hoja plana corrientes se componen de una membrana polimérica aplicada sobre un soporte de material no tejido. Estas membranas se sujetan al soporte mediante atrapamiento/incorporación física con el soporte. Esta incorporación suele representar el 30% del espesor de la estructura del soporte. No obstante, dichas membranas no son adecuadas para el lavado en contracorriente, puesto que la adherencia de la membrana al soporte es bastante débil. Algunos fabricantes (por ejemplo, Trisep/ Nitto Denko) han diseñado variantes que pueden lavarse en contracorriente. En estos casos, las membranas ocupan toda la estructura de soporte, lo cual incrementa la adherencia de las membranas al soporte y permite realizar con cierta eficacia el lavado en contracorriente de las mismas.

55           No obstante, a pesar de este cambio, la adherencia constatada de la membrana al soporte (o fuerza de adherencia) es 3 veces la de la membrana UF común. La TMP (presión transmembrana) negativa máxima admisible durante el lavado en contracorriente sigue estando limitada a un valor de 3 bars.

60           Los documentos EP1022052, JP2003251154 y JP2002095931 dan a conocer un elemento de membrana arrollada en espiral y unos procedimientos para su funcionamiento y lavado. El documento WO0078436 da a conocer un elemento de filtración de membrana arrollada en espiral que puede ser lavado en contracorriente.

65           La patente US nº 5.275.725 da a conocer un soporte de membrana plana de tres capas que presenta una capa interna sobre la cual se pega una tela no tejida que comprende unas capas superficiales, utilizando un adhesivo o la técnica de fusión en caliente. Sobre dichas capas superficiales, se aplica una membrana realizando un recubrimiento de dos caras y, a continuación, una inversión de fase.

Los anteriores documentos presentan los problemas siguientes:

- Fuerza de adherencia de las membranas (TMP limitada durante el lavado en contracorriente)
- Fabricación de módulo laboriosa
- Potencia de expulsión de partículas deficiente en un recipiente a presión de 6 m (se plantea la necesidad de utilizar un espaciador de derivación).

## 10 **Objetivos de la invención**

El objetivo de la presente invención es proporcionar una nueva membrana con un canal de permeado integrado que pueda utilizarse en diferentes aplicaciones de membrana, tales como la microfiltración, la ultrafiltración, los MBR, la pervaporación, la destilación por membrana, las membranas líquidas soportadas y la pertracción, y lavarse en contracorriente con eficacia, y que por lo tanto pueda soportar presiones elevadas y funcionar durante un tiempo prolongado sin tener que ser sometida a frecuentes lavados. La nueva membrana deberá asimismo resultar atractiva desde el punto de vista económico.

## 20 **Sumario de la invención**

La presente invención se refiere a una membrana con un canal de permeado integrado, que comprende un canal de permeado que comprende una tela espaciadora 3D que presenta una superficie superior y una superficie inferior de la tela, conectadas y separadas mediante hilos de monofilamentos por una distancia predeterminada, en la que dicho canal de permeado se dispone entre dos capas de membrana, y dichas capas de membrana están conectadas por una pluralidad de puntos con dichas superficies superior e inferior de la tela. Las superficies de la tela y los monofilamentos de la tela espaciadora 3D están conectados mediante unos lazos de los hilos de monofilamentos. Dichos lazos están incorporados dentro de dichas capas de la membrana. Preferentemente, las superficies de la tela son de punto, tejidas o no tejidas. La distancia entre la superficie superior e inferior de la tela está comprendida preferentemente entre 0,5 y 10 mm.

El espaciador 3D comprende preferentemente un material seleccionado de entre el grupo constituido por: poliéster, nilón, poliamida, sulfuro de polifenileno, polietileno y polipropileno. La capa de membrana comprende preferentemente un material de relleno hidrofílico seleccionado de entre el grupo constituido por materiales: HPC, CMC, PVP, PVPP, PVA, PVAc, PEO, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Zr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, materiales de óxido de perovskita, SiC; y un material aglutinante orgánico seleccionado de entre el grupo constituido por materiales: PVC, C-PVC, PSf, PESU, PPS, PU, PVDF, PI, PAN y sus variantes injertadas.

En una forma de realización particular de la presente invención, dicha membrana es plana. Preferentemente, la membrana comprende además un sellador en el perímetro de la membrana plana dispuesto para impedir que el fluido entre o salga directamente del canal de permeado sin pasar a través de una capa de membrana, y uno o varios orificios de entrada/salida que conectan el fluido con el canal de permeado, provistas por lo menos en un borde del perímetro.

Otra forma de realización de la presente invención consiste en un módulo de biorreactor de membranas que comprende un conjunto de membranas planas según la presente invención.

En otra forma de realización particular de la presente invención, dicha membrana está arrollada en espiral alrededor de un tubo de permeado central.

Otra forma de realización de la presente invención consiste en un módulo de membrana en espiral, que comprende un tubo de permeado central de forma cilíndrica que comprende una pared y un lumen interno delimitado por dicha pared, y una gran cantidad de membranas arrolladas en espiral, en el que el canal de permeado de dichas membranas conecta el fluido con el lumen interno de dicho tubo de permeado central, y dichas membranas están arrolladas en espiral alrededor de dicho tubo de permeado central. Preferentemente, el módulo de membrana en espiral comprende además unos espaciadores de alimentación interpuestos entre dichas membranas. El espaciador de alimentación comprende ventajosamente una lámina plana y unos nervios de refuerzo continuos situados a ambos lados de la lámina. Además, en una forma de realización preferida de la presente invención, el módulo de membrana en espiral comprende un espaciador de alimentación que es un espaciador de derivación que comprende una derivación de alimentación. El espaciador de derivación comprende preferentemente una lámina plana y unos nervios de refuerzo continuos situados a ambos lados de la lámina en dirección longitudinal, y la lámina comprende una derivación de alimentación dispuesta para permitir el movimiento de los fluidos en dirección longitudinal.

La membrana de la presente invención preferentemente puede soportar una presión de lavado en contracorriente de por lo menos 10 bars.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para proveer una membrana con canal de permeado integrado, que comprende las etapas siguientes:

- proporcionar una tela espaciadora 3D que comprende una superficie superior y una superficie inferior de la tela separadas por una distancia predeterminada una de la otra mediante unos hilos de monofilamentos, de

## ES 2 320 473 T3

tal forma que las superficies de la tela y los monofilamentos de la tela espaciadora 3D se conectan mediante unos lazos de los hilos de monofilamentos y

- aplicar una capa de membrana a dicha superficie superior y dicha superficie inferior de la tela, de tal forma que dichos lazos quedan incorporados en dichas capas de membrana.

La etapa de aplicación de las capas de membrana consiste preferentemente en una etapa de recubrimiento con un aditivo y la coagulación de dicho aditivo para formar una capa de membrana conectada por una gran cantidad de puntos con dicha superficie superior e inferior de la tela. El aditivo comprende ventajosamente:

- un material de relleno hidrofílico seleccionado de entre el grupo constituido por: HPC, CMC, PVP, PVPP, PVA, PVAc, PEO, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Zr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, materiales de óxido de perovskita y SiC;
- un material aglutinante orgánico seleccionado de entre el grupo constituido por: PVC, C-PVC, PSf, PESU, PPS, PU, PVDF, PI, PAN y sus variantes injertadas y
- un disolvente seleccionado de entre el grupo constituido por: NMP, DMF, DMSO y DMAc o una mezcla de estos.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a la utilización de una membrana o un módulo de membrana según la presente invención para la filtración de agua o la depuración de aguas residuales.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa una vista lateral de una tela espaciadora 3D.

La figura 2 representa una vista superficial desde arriba de una tela espaciadora 3D.

La figura 3 representa un detalle de la conexión entre la superficie superior y la superficie inferior mediante monofilamentos.

La figura 4 representa una vista en sección transversal de una imagen obtenida con un microscopio electrónico de barrido (SEM) de una membrana IPC-MBR según la presente invención, en la que se han aplicado dos capas de membrana mediante un procedimiento de recubrimiento y de inversión de fase.

La figura 5 representa una vista en sección transversal (fotografía óptica) de una membrana IPC-MBR según la presente invención, en la que se han aplicado dos capas de membrana mediante un procedimiento de recubrimiento e inversión de fase (la misma membrana que se representa en la figura 4).

La figura 6 representa esquemáticamente una membrana IPC según la presente invención.

La figura 7 representa esquemáticamente una placa de membrana IPC según la presente invención.

La figura 8 es una representación esquemática de una sección transversal de un espaciador de alimentación especial.

La figura 9 es una representación esquemática de una sección transversal de un espaciador de alimentación especial con derivaciones.

La figura 10 es una representación esquemática de 4 módulos de membrana IPC en espiral dispuestos en un recipiente a presión de 6 m de longitud durante el lavado en contracorriente.

La figura 11 representa una vista global de la sección transversal de un módulo de membrana en espiral.

La figura 12 representa un detalle a lo largo de la línea A-A' de una membrana en espiral.

### Descripción detallada de la invención

En la presente invención, se da a conocer una nueva membrana que comprende un canal de permeado, que se fabrica disponiendo una tela espaciadora 3D entre dos capas de membrana.

Esta membrana con canal de permeado integrado (membrana IPC) comprende básicamente los dos componentes siguientes:

- una tela espaciadora 3D y
- dos capas de membrana.

## ES 2 320 473 T3

La tela espaciadora 3D se obtiene preferentemente con una operación de tejido de punto (por ejemplo, mediante una máquina Raschel de tejido de punto). La tela espaciadora se compone de dos superficies de la tela (2, 3), que pueden ser de punto, tejidas o no tejidas, dispuestas a una distancia controlable y conectadas entre sí por medio de centenares de hilos de monofilamentos espaciadores (4) por cada centímetro cuadrado. En las figuras 1, 2 y 3, se representa un ejemplo de dicha tela espaciadora 3D. La conexión entre las dos superficies de la tela 2 y 3 se realiza por medio de unos lazos 5 de los hilos de monofilamentos espaciadores 4. La distancia entre las dos capas superficiales de la tela (2, 3) es determinada por la longitud de los hilos de monofilamentos espaciadores (4) entre los lazos (5) y puede variar entre 0,5 y 10 mm. La estructura de las superficies de tela preferidas se representa en la figura 2.

La membrana IPC más preferible se obtiene con el procedimiento de recubrimiento. La membrana IPC se forma *in situ* mediante un recubrimiento simultáneo de ambas superficies (superior e inferior, 2 y 3) de la tela espaciadora de punto con un aditivo para membrana. A continuación, la membrana se forma utilizando el procedimiento de inversión de fase (coagulación en un producto no disolvente). El aditivo para membrana puede contener cualquier tipo de aglomerante polimérico (polímero natural del grupo no limitativo siguiente: PVC, C-PVC, PSf, PESU, PPS, PU, PVDF, PI, PAN y sus variantes injertadas (sulfonadas, acriladas, aminadas, etc.)), un disolvente aprótico, tal como DMF, DMSO, DMAc o NMP, y un material de relleno (polimérico, tal como HPC, CMC, PVP, PVPP, PVA, PVAc y PEO, y/o inorgánico, tal como:  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Zr}_3(\text{PO}_4)_4$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , materiales de óxido de perovskita y SiC). El producto no disolvente puede ser agua en fase de vapor (vapor de agua o vapor frío), agua o mezclas de agua con los disolventes apróticos mencionados.

Las etapas de fabricación pueden ser, por ejemplo, las siguientes:

- Etapa de preparación de la tela espaciadora: desarrollamiento de la tela espaciadora (de punto, tejida o no tejida); guiado de tela espaciadora hasta la posición vertical y extensión de la tela para evitar la formación de pliegues (perpendicular a la dirección de fabricación)
- Etapa de recubrimiento de tela espaciadora: recubrimiento simultáneo de aditivo en dos caras con un sistema de recubrimiento en dos caras y suministro automático de aditivo por ambos lados de la tela espaciadora (mismo nivel en ambos lados) para obtener una tela espaciadora recubierta de aditivo
- Etapa de formación de poros superficiales: puesta en contacto de la tela espaciadora con recubrimiento bilateral con agua en fase de vapor. También es posible obtener una membrana espaciadora de tela reforzada asimétrica con poros de tamaños diferentes en ambos lados, aplicando condiciones diferentes a ambos lados de la tela espaciadora recubierta de aditivo.
- Etapa de formación de volumen: coagulación del producto en un baño de agua caliente
- Etapa de postratamiento: lavado en un recipiente de agua para eliminar los productos químicos
- Etapa de secado: secado del producto.

Mediante este procedimiento de formación de membranas *in situ*, los componentes (la tela espaciadora de punto y las dos capas de membrana) se mantienen mutuamente conectadas con un tipo de unión indestructible, gracias a que la formación de la membrana tiene lugar tanto encima como dentro de la propia tela espaciadora.

En las figuras 4, 5 y 6, se presenta una vista en sección transversal característica de una membrana IPC. Los hilos de monofilamentos 4 siguen siendo claramente visibles, mientras que en este caso ambas superficies de la tela están recubiertas por una membrana (12 y 13).

La figura 5 es una fotografía óptica de la sección transversal de una membrana IPC fabricada mediante un procedimiento de inversión de fase. La figura 4 es una imagen obtenida con un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM) de la sección transversal de la misma membrana IPC representada en la figura 5.

La vista en sección transversal característica de la membrana IPC representa los componentes habituales de la membrana IPC:

- una gran cantidad de pilares (hilos de monofilamentos de la tela espaciadora 4) entre las dos capas de membrana 12 y 13;
- las dos capas de membrana 12 y 13;
- los hilos de monofilamentos 6 de las dos superficies que se hallan dentro de la estructura de la membrana.

En estas vistas en sección transversal, también puede observarse que los lazos (5) de los hilos de monofilamentos y los multifilamentos de las superficies de la tela (3) están incorporados en las capas de membrana.

A partir de estas figuras, resulta evidente que la gran cantidad de puntos de anclaje proporciona un tipo de unión indestructible entre las capas de membrana y la tela espaciadora.

## ES 2 320 473 T3

### *Propiedades/características de la membrana IPC*

Una de las características clave de la membrana IPC es la presencia de un canal de permeado integrado. El canal de permeado es útil en diferentes aplicaciones:

- 5           • Para la extracción del permeado en una aplicación de MBR, así como, por ejemplo, para la ultrafiltración y la microfiltración, la destilación por membrana, la permeación de vapor, la pervaporación y la separación de gas.
- 10          • Para finalidades de inmovilización en, por ejemplo, los intercambiadores iónicos líquidos, las membranas líquidas soportadas y la pertracción.

El anclaje o la adherencia, a la tela espaciadora de punto, de las capas de membrana de la membrana IPC fabricada mediante el procedimiento de recubrimiento e inversión de fase (véase la figura 5) es muy fuerte. Esto tiene su explicación en la gran cantidad de puntos de anclaje presentes.

Esta propiedad se ilustra mediante mediciones de presión de rotura con aceite de silicona (que tiene una viscosidad 50 veces más elevada que la del agua). Se ha comprobado que las dos capas de membrana no se despegan incluso a presiones de hasta 17 bars.

Esta propiedad hace de la membrana IPC una excelente membrana (MF/UF) de hojas planas lavable en contracorriente.

Por otra parte, se ha comprobado que la estructura de material compuesto formada también es bastante rígida. La membrana IPC en su conjunto es bastante rígida después del secado. Esto resulta muy inesperado teniendo en cuenta la flexibilidad de la propia tela espaciadora, debida a los lazos de los hilos de monofilamentos de las superficies de la tela, pero tiene su explicación en la fijación/incorporación de los lazos de monofilamentos de la tela espaciadora a la estructura de la membrana de las dos capas de membrana. Esta propiedad, en particular, permite crear grandes superficies (por ejemplo, de 2 m por 2 m).

Por consiguiente, las principales propiedades de la membrana IPC según la presente invención son:

- la presencia del canal espaciador integrado;
- 35          - su capacidad para ser lavado en contracorriente y
- su rigidez.

A partir de las propiedades mencionadas, pueden generarse diversos conceptos y aplicaciones para el nuevo módulo de membrana con la membrana IPC. La presente invención se ilustra asimismo por medio de dos ejemplos no limitativos descritos a continuación.

### *Aplicaciones*

#### 45    1. *Concepto de módulo de membrana IPC-MBR*

Biorreactor de membrana (MBR) según la presente invención:

Este nuevo concepto para un biorreactor de membrana sumergido se conoce como concepto de módulo de membrana IPC-MBR. Para esta aplicación, el canal de permeado integrado se utiliza para retirar el permeado de un sistema de lodos activos, sin necesidad de utilizar conceptos de módulos especiales con canales espaciadores de permeado separados. La fuerza impulsora para la permeación es una fuerza de succión aplicada desde el lado del canal de permeado integrado. Mediante esta succión, se obtiene agua con una calidad de micro/ultrafiltración a partir del sistema de lodos activos.

Para poder aplicar la fuerza de succión sobre el canal de permeado, en primer lugar deben crearse las denominadas “placas IPC-MBR”, cerrando por lo menos dos bordes (preferentemente contrarios) de la membrana IPC-MBR 1 (véase las figuras 6 y 7) con un sellante 7, tal como una resina de epoxy/poliuretano, cualquier tipo de goma o una cola termofusible, o por medio de cualquier tipo de operación de soldadura. El otro borde o los otros bordes permanecen abiertos y se sellan a la puerta de entrada/salida 8 para permitir la evacuación o la reintroducción del permeado. Los bordes opuestos con la puerta de entrada/salida 8 se colocan pues, preferentemente, en posición vertical (en la parte superior), para permitir de ese modo una fácil evacuación de los gases.

Las placas IPC-MBR 9 formadas de este modo pueden tener las siguientes dimensiones para la función de depuración de aguas residuales: una anchura comprendida entre 0,5 m y 2 m y una altura comprendida entre 0,5 m y 2 m.

## ES 2 320 473 T3

Para formar un módulo MBR, las placas IPC-MBR 9 se colocan verticalmente en hileras (que contienen una gran cantidad de dichas placas IPC-MBR) situadas a una distancia de 1 a 10 mm unas de otras para permitir el paso de burbujas de aire por la membrana. El módulo IPC-MBR estará listo entonces para ser utilizado.

5 Preferentemente, en la parte inferior del módulo, se dispone de un sistema de ventilación que sirve para limpiar las membranas y proveer el oxígeno para las bacterias del sistema de lodos activos.

Los componentes del módulo IPC-MBR son:

- 10 • unas placas de membrana IPC que presentan por lo menos dos bordes cerrados y por lo menos un borde con puertitas de entrada/salida
- unas hileras de dichas placas IPC
- 15 • un sistema de ventilación opcional situado en la parte inferior.

### 2. Concepto de módulo de membrana IPC en espiral UF

Membrana IPC en espiral UF según la presente invención:

20 La membrana IPC está sometida a presiones transmembrana (TMP) de lavado en contracorriente superiores a 10 bars, que aseguran una larga duración de la membrana. En esta aplicación, las membranas IPC tienen preferentemente un espesor comprendido entre 1 y 3 mm. En la figura 11, se representa un dibujo esquemático del concepto de módulo de membrana IPC en espiral.

25 Las hojas de la membrana IPC 32 están conectadas con el tubo de permeado central 31 tal como las membranas en forma de sobre. En la membrana IPC en espiral 30, no se necesita un espaciador de permeado, puesto que la distancia entre las dos superficies de la membrana viene determinada por la longitud de los hilos espaciadores (pilares).

30 También se recomienda utilizar un espaciador de alimentación especial e introducir unos espaciadores de derivación especiales. En la figura 13, se representa una vista más detallada de una membrana IPC en espiral UF a lo largo de la línea A-A'. La disposición de las membranas 32 con el canal de permeado integrado, los espaciadores de alimentación 33 y los espaciadores de derivación 34 se representa con sus respectivas dimensiones para una forma de realización preferida de la presente invención.

35 El espaciador de alimentación especial 33 se recomienda para aumentar la potencia de expulsión de las partículas durante la operación de lavado en contracorriente. Esto se consigue guiando el concentrado hacia los dos lados superiores del módulo de membrana 30. El espaciador consta de una lámina voluminosa de PE, PP o PESU 22 con nervios de refuerzo continuos 21 a ambos lados de la lámina. Los nervios de refuerzo 21 están dispuestos en la dirección longitudinal del módulo de membrana. El espesor total de este nuevo espaciador está comprendido preferentemente entre 0,5 y 3 mm, la altura del nervio de refuerzo entre 0,2 y 1 mm y el espesor de la lámina entre 0,05 y 0,3 mm. La distancia entre los nervios de refuerzo de la lámina está comprendida preferentemente entre 5 y 30 mm.

45 Las figuras 8 y 9 son unas representaciones esquemáticas del espaciador de alimentación especial.

Los espaciadores de derivación 34 también se recomiendan para aumentar la potencia de expulsión de las partículas durante la operación de lavado en contracorriente en los módulos de mayor tamaño. En realidad, los espaciadores de derivación son bastante similares a los espaciadores de alimentación especiales 33, pero además contienen una derivación de alimentación 23 (véase la figura 9).

50 La derivación de alimentación 23 del espaciador de derivación tiene dos funciones:

- 55 • La primera función consiste en facilitar la expulsión de partículas durante la operación de lavado en contracorriente. En la figura 10, se representa un recipiente a presión de 240 pulgadas de longitud con 4 módulos de membrana de 60 pulgadas de longitud. Durante el lavado en contracorriente, el concentrado de los módulos C debe pasar a través del espaciador de alimentación de los módulos D que están siendo lavados a contracorriente al mismo tiempo. Por lo tanto, el espaciador de derivación del módulo D se utiliza para expulsar el concentrado del módulo C. Una operación similar tiene lugar para el espaciador de derivación del módulo A con respecto al concentrado del módulo B.
- 60 • La segunda función consiste en facilitar la distribución del agua de alimentación a través de todos los módulos del recipiente a presión, y en particular los módulos centrales, durante la filtración (módulos B y C).

65 Estas funciones son importantes para mantener una presión transmembrana (TMP) estable durante un período de tiempo prolongado, y para aplazar la limpieza química de la membrana. Debido a la baja presión transmembrana de las membranas UF y MF, los módulos se colocan hidráulicamente en paralelo para evitar la pérdida de presión.

### Aplicabilidad industrial

Las aplicaciones para las membranas según la presente invención son numerosas y comprenden los MBR, la microfiltración, la ultrafiltración, la destilación por membrana, la pervaporación, la permeación de vapor, la separación de gas, las membranas líquidas soportadas y la pertracción.

### Abreviaturas

En la presente memoria, se utilizan las abreviaturas siguientes:

10

- HPC: hidroxipropilcelulosa

- CMC: carboximetilcelulosa

15

- PVP: polivinilpirrolidona

- PVPP: polivinilpirrolidona reticulada

20

- PVA: polivinilalcohol

- PVAc: polivinilacetato

- PEO: polietilénóxido

25

- PVC: polivinilcloruro

- C-PVC: polivinilcloruro clorado

30

- PSf: polisulfona

- PESU: polietersulfona

- PPS: sulfuro de polifenileno

35

- PU: poliuretano

- PVDF: fluoruro de polivinildeno

40

- PI: polimida

- PAN: poliacrilonitrilo

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Membrana con canal de permeado integrado, que comprende un canal de permeado que comprende una tela espaciadora 3D que presenta una superficie superior y una superficie inferior de la tela (2, 3) conectadas entre sí y separadas mediante unos hilos de monofilamentos (4) a una distancia predeterminada, **caracterizada** porque dicho canal de permeado está dispuesto entre dos capas de membrana (12, 13), y porque dichas capas de membrana están unidas a dichas superficies superior e inferior de la tela por una gran cantidad de puntos y dichos bucles están incorporados en dichas capas de membrana.
- 10 2. Membrana según la reivindicación 1, en la que las superficies de la tela (2 y 3) son de punto, tejidas o no tejidas.
3. Membrana según la reivindicación 1 ó 2, en la que la distancia entre la superficie superior y la superficie inferior de la tela está comprendida entre 0,5 y 10 mm.
- 15 4. Membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el espaciador 3D comprende un material seleccionado de entre el grupo constituido por materiales: poliéster, nilón, poliamida, sulfuro de polifenileno, polietileno y polipropileno.
- 20 5. Membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que las capas de membrana comprenden un material de relleno hidrofílico seleccionado de entre el grupo constituido por: HPC, CMC, PVP, PVPP, PVA, PVAc, PEO, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Zr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, materiales de óxido de perovskita, SiC; y un material aglutinante orgánico seleccionado de entre el grupo constituido por: PVC, C-PVC, polisulfona, PESU, PPS, PU, PVDF, PI, PAN y sus variantes injertadas.
- 25 6. Membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha membrana es plana.
7. Membrana según la reivindicación 6, que comprende asimismo un sellante (7) o una soldadura en el perímetro de la membrana plana, dispuestos para impedir que el fluido entre o salga directamente del canal de permeado sin pasar a través de una capa de membrana, y un orificio de entrada/salida (8) que conecta el fluido con el canal de permeado.
- 30 8. Módulo de biorreactor de membranas que comprende un conjunto de membranas según la reivindicación 7.
9. Membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha membrana está arrollada en espiral alrededor de un tubo de permeado central (31).
- 35 10. Módulo de membrana en espiral (30), que comprende un tubo de permeado central en forma de cilindro (31) que comprende una pared y un lumen interno delimitado por dicha pared, y una gran cantidad de membranas (32) según la reivindicación 9, estando el canal de permeado de dichas membranas en conexión fluidica con el lumen interno de dicho tubo de permeado central y estando arrolladas dichas membranas en espiral alrededor de dicho tubo de permeado central.
- 40 11. Módulo de membrana en espiral según la reivindicación 10, que comprende asimismo unos espaciadores de alimentación (33) interpuestos entre dichas membranas.
- 45 12. Módulo de membrana en espiral según la reivindicación 11, en el que el espaciador de alimentación comprende una lámina plana (22) y unos nervios de refuerzo continuos (21) situados a ambos lados de la lámina (22).
13. Módulo de membrana en espiral según la reivindicación 11 ó 12, en el que el espaciador de alimentación es un espaciador de derivación (34) que comprende una derivación de alimentación (23).
- 50 14. Módulo de membrana en espiral según la reivindicación 13, en el que el espaciador de derivación (34) comprende una lámina plana (22) y unos nervios continuos (21) situados en dirección longitudinal a ambos lados de la lámina (22), y en el que la lámina (22) comprende una derivación de alimentación (23) dispuesta para permitir el movimiento de fluidos en la dirección longitudinal.
- 55 15. Procedimiento para proporcionar una membrana con canal de permeado integrado, que comprende las etapas siguientes:
- 60
- proporcionar una tela espaciadora 3D que comprende una superficie superior y una superficie inferior de la tela (2, 3) conectadas entre sí y separadas mediante unos hilos de monofilamentos (4) por una distancia predeterminada, de tal forma que las superficies de la tela y los monofilamentos de la tela espaciadora 3D se conectan mediante unos lazos de los hilos de monofilamentos y
- 65
- aplicar una capa de membrana a dicha superficie superior y dicha superficie inferior de la tela, de tal forma que dichos lazos están incorporados en dichas capas de membrana para formar una membrana con un canal de permeado integrado.

## ES 2 320 473 T3

16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que la etapa de aplicación de la capa de membrana comprende una etapa de recubrimiento con un aditivo y de coagulación de dicho aditivo para formar una capa de membrana conectada con dichas superficies superior e inferior de la tela por una gran cantidad de puntos.

5 17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el aditivo comprende:

- un material de relleno hidrofílico seleccionado de entre el grupo constituido por materiales: HPC, CMC, PVP, PVPP, PVA, PVAc, PEO, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Zr<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, materiales de óxido de perovskita y SiC;
- 10 • un material aglutinante orgánico seleccionado de entre el grupo constituido por materiales: PVC, C-PVC, polisulfona, PESU, PPS, PU, PVDF, PI, PAN y sus variantes injertadas y
- 15 • un disolvente aprótico seleccionado de entre el grupo constituido por: NMP, DMF, DMSO o DMAc o una mezcla de los mismos.

18. Utilización de una membrana o un módulo de membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 para la filtración de agua y/o la purificación de aguas residuales.

20 19. Utilización de una membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que en funcionamiento soporta una presión transmembrana de lavado en contracorriente de por lo menos 10 bars.

25 20. Utilización de una membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 para la microfiltración, la ultrafiltración, los MBR, la pervaporación, la destilación por membrana, las membranas líquidas soportadas o la pertracción.

30

35

40

45

50

55

60

65

70

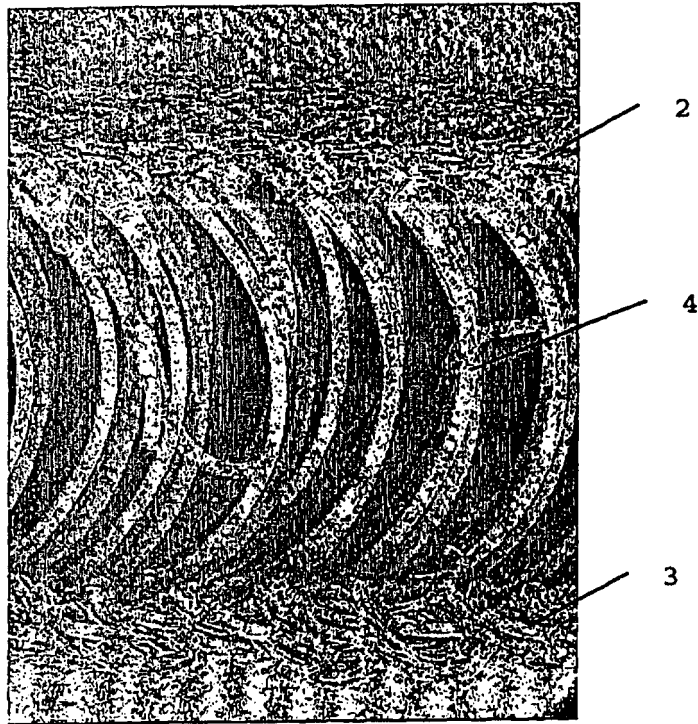


Fig. 1

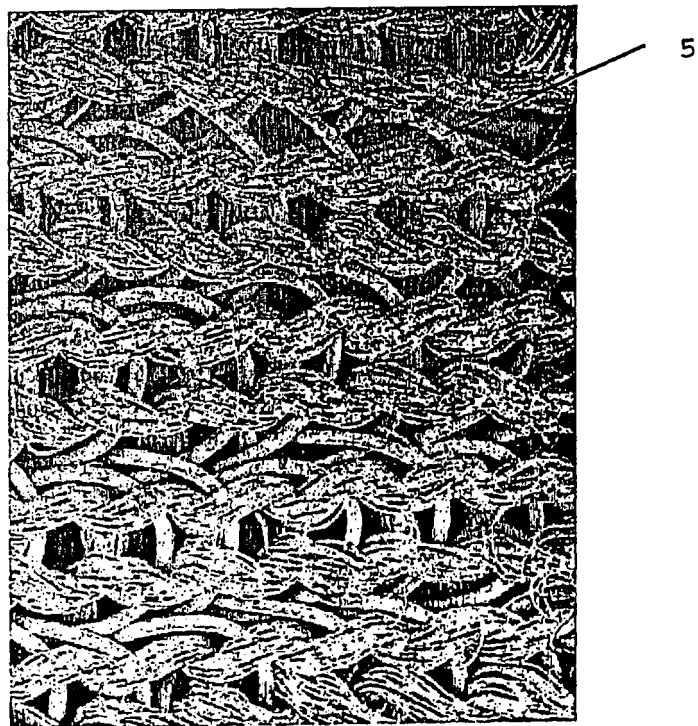


Fig. 2

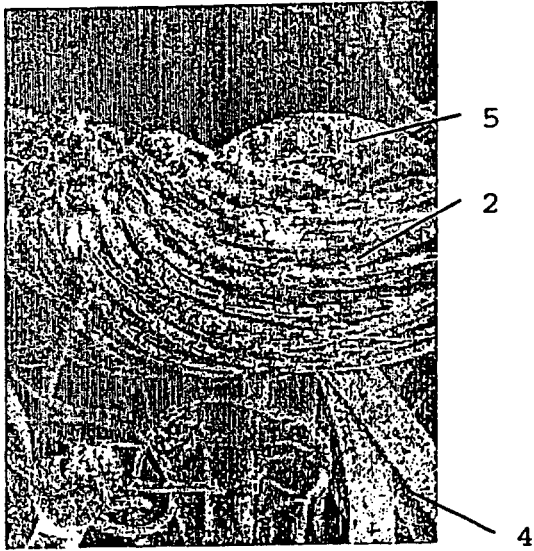


Fig. 3

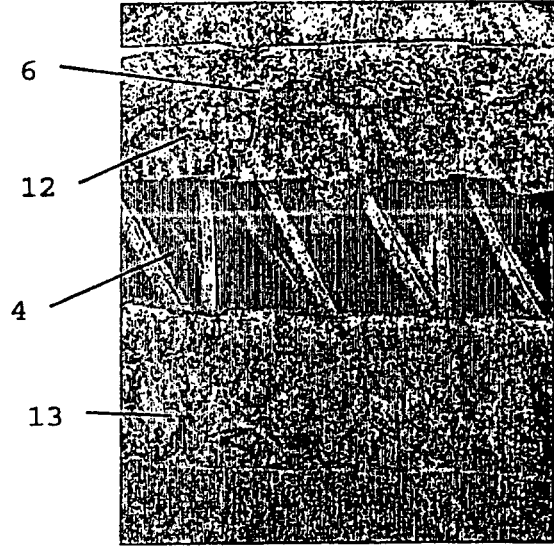


Fig. 4

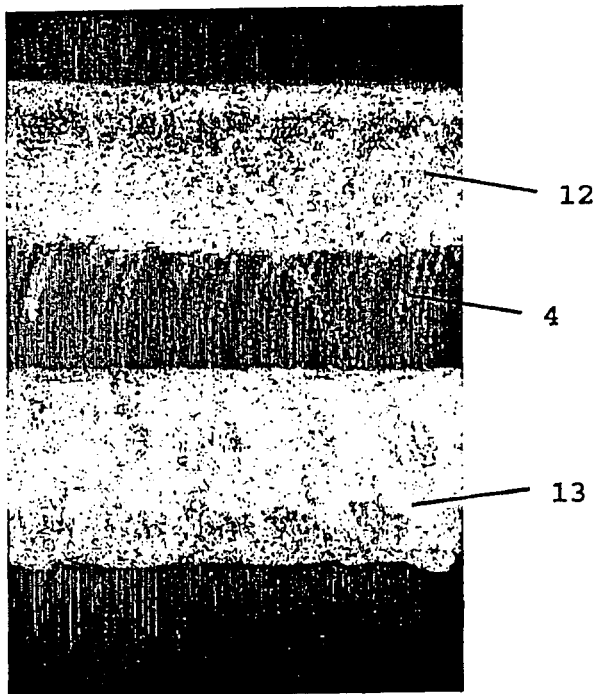


Fig. 5

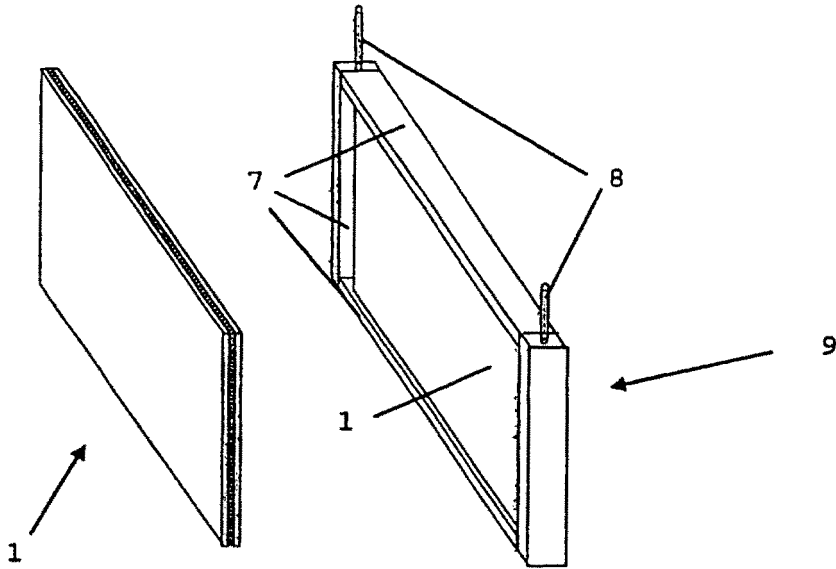


Fig. 6

Fig. 7

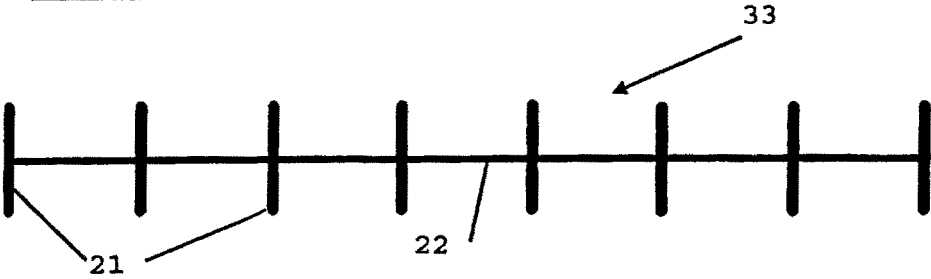


Fig. 8

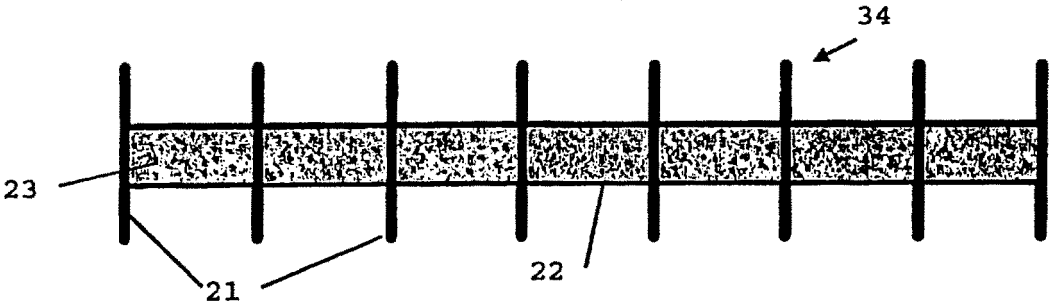


Fig. 9

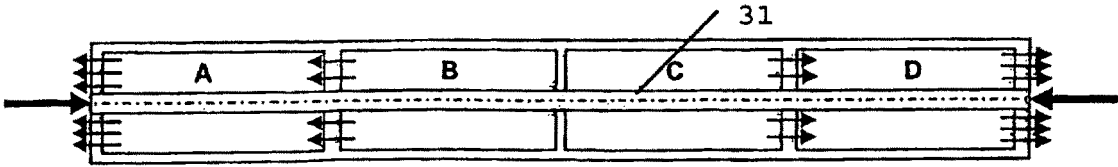


Fig. 10

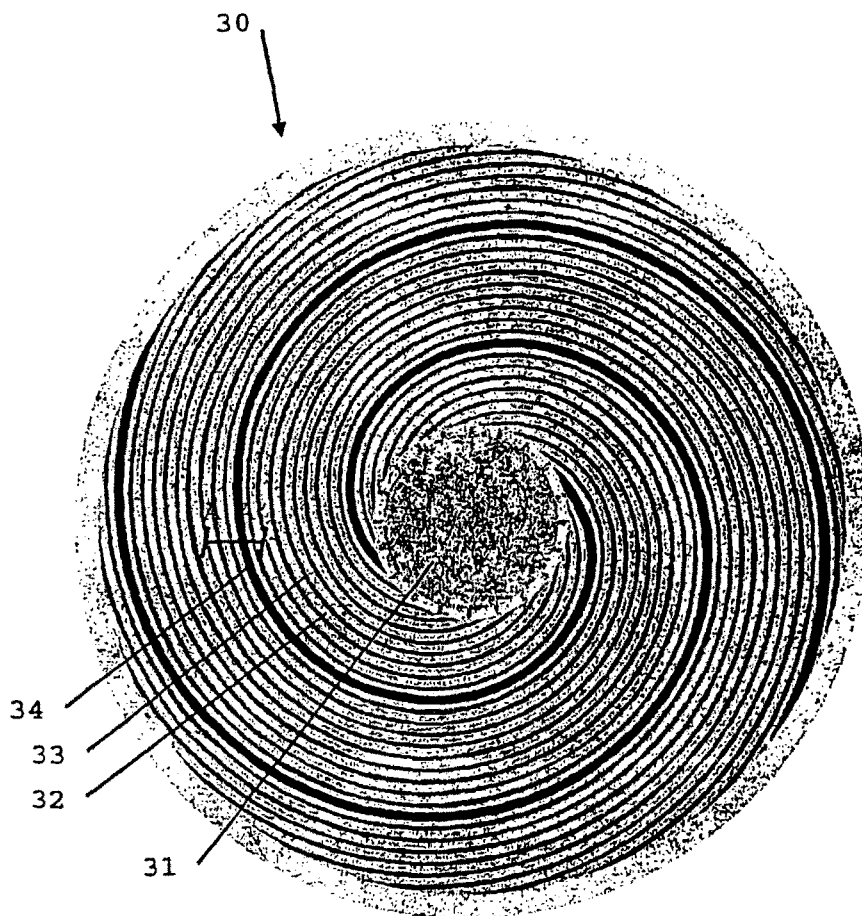


Fig. 11

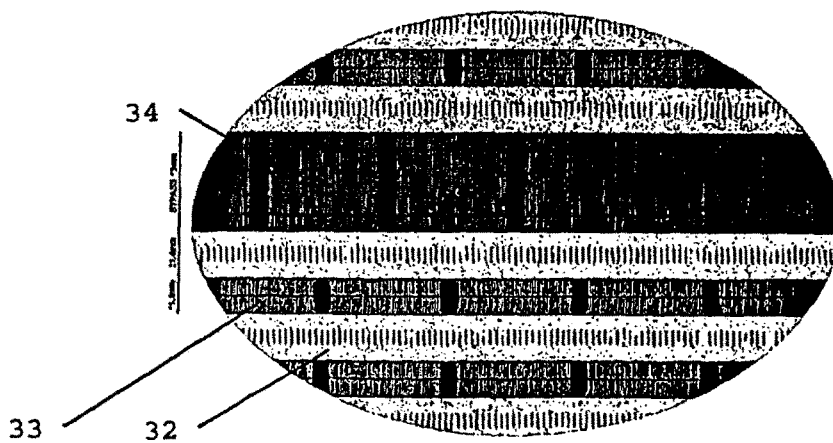


Fig. 12