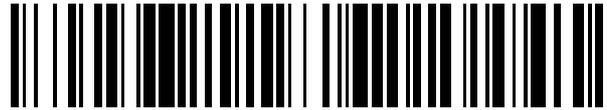


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 749**

51 Int. Cl.:

B01D 65/00 (2006.01)

B01D 63/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2010 E 10749645 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2473259**

54 Título: **Membrana de filtro con bastidor de soporte y procedimiento de producción**

30 Prioridad:

03.09.2009 EP 09169388
07.09.2009 US 240245 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2014

73 Titular/es:

**VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH
ONDERZOEK NV (VITO NV) (100.0%)**
Boeretang 200
2400 Mol, BE

72 Inventor/es:

VERHOEVEN, WALTER y
AGA, GUY

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 457 749 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 de filtro con bastidor de soporte y procedimiento de producción

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un elemento de filtro que comprende una membrana con canal de permeado integrado y un sistema de bastidor que soporta la membrana y que sella dicho canal de permeado integrado en el borde de la membrana. La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar tal elemento de filtro y a un módulo de membrana de filtro que comprende una pluralidad de estos elementos de filtro.

Antecedentes de la invención

10 En los últimos años, se ha mostrado mucho interés por los biorreactores de membrana (MBRs) en la industria del agua. Un MBR es una combinación de dos procesos básicos – degradación biológica y separación por membrana – en un único proceso en el que los sólidos suspendidos y los microorganismos responsables de la biodegradación se separan del agua tratada mediante una unidad de filtración por membrana. Hasta la fecha, las investigaciones se han concentrado en la aplicabilidad de los MBRs en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, industriales, y en la combinación de ambas, en flujos concentrados de procesos de producción industrial, en el
15 tratamiento de agua de percolación en instalaciones de evacuación de residuos y en la deshidratación de fangos. El éxito de los biorreactores de membrana en la aplicación de aguas residuales ha llevado al estudio de la aplicación de los conceptos de MBR en el proceso de producción de agua potable.

20 En las aplicaciones de MBR para aguas residuales se combina el tratamiento biológico en un reactor con el tratamiento físico mediante filtración por membrana. Al utilizar la filtración por membrana en vez de un proceso de sedimentación, pueden mantenerse elevadas cargas de fangos en el reactor, lo que (teóricamente) lleva a altas tasas de degradación biológica con una producción baja en fangos. En la literatura de MBR se mencionan concentraciones de fangos de 15-20 g/l. La elevada eficiencia del proceso hará posible procesar flujos con una elevada concentración y diseñar sistemas que presenten una huella pequeña. En la práctica, la huella se reduce gracias al área más pequeña que requiere la filtración por membrana debido a una concentración de fangos
25 máxima sostenible de 8-12 g/l y a la dispensación con un tanque de sedimentación. Adicionalmente, se han registrado unas tasas de producción de fangos más elevadas que con los sistemas de sedimentación convencionales.

30 El documento JP2001212436 da a conocer un cartucho de membrana del tipo sumergible y un procedimiento de producción del mismo. En esta aplicación, se fabrica un cartucho de membrana del tipo sumergible en el cual se sueldan las membranas al margen interior del cartucho de filtro.

35 Los documentos JP2003135939 y JP2003144869 dan a conocer una membrana de separación fabricada mediante la formación de una capa de resina porosa en la superficie del material base poroso compuesto por una fibra orgánica. Parte de la resina se infiltra al menos en la parte de capa superficial del material base poroso, para formar una capa compuesta con el material base poroso al menos en la parte de capa superficial. El objetivo de dichas patentes es desarrollar una membrana con una elevada permeabilidad al agua, en la que apenas se produzcan obstrucciones y en la que se evite que la capa de resina porosa se desprenda del material base poroso.

40 El documento JP 06-218239 da a conocer una estructura de fijación para una película que puede evitar el flujo de un adhesivo hasta el lado central de un dispositivo de película en el momento de pegar la película sobre un cuerpo de soporte y en la que la película puede despegarse fácilmente, en la cual un surco está situado en la parte periférica del cuerpo de soporte y la película está dispuesta para cubrir el surco y está fijada al cuerpo de soporte en el exterior del surco con el adhesivo.

45 El documento US 2006/0213368 da a conocer una membrana permeable al hidrógeno que presenta una excelente estabilidad amorfa a altas temperaturas y una larga vida útil en operaciones de calentamiento a elevadas temperaturas, y que puede miniaturizarse para su uso en un purificador de hidrógeno de alto rendimiento. La membrana está fabricada con una aleación específica no cristalina de níquel y circonio y está situada entre dos bastidores reforzados con níquel, cada uno de los cuales presenta una dimensión lateral exterior de 25 mm, una dimensión vertical exterior de 85 mm, una anchura de bastidor de 5 mm y un grosor de bastidor de 0,2 mm, y se soldó ultrasónicamente la membrana a los bastidores reforzados y quedó así fijada.

50 El documento US 5.011.555 da a conocer un proceso en dos etapas para soldar ultrasónicamente entre sí una primera y una segunda piezas termoplásticas, y una membrana entre estas dos piezas.

El documento US 5.681.438 da a conocer un módulo de membrana para un proceso de ionización continua de electrodos, en el cual se unen membranas no porosas a unos elementos separadores, pegándose a su vez dichos elementos entre sí para crear una zona de soporte de membrana como resultado del contacto con la superficie de

la membrana opuesta a la superficie a la que está pegada la membrana.

El documento US 3.888.765 da a conocer una estructura de microtamiz de precisión que consiste en una superficie de tamiz fino metálico y flexible, montada entre dos cuerpos anulares alineados axialmente el uno con respecto al otro y conectados entre sí.

- 5 El documento DE 34 17 248 da a conocer un filtro para separar sólidos de líquidos, adecuado para retirar amalgamas dentales de líquidos de enjuague. El filtro consiste en mallas de tamiz con collarines circulares que se apilan verticalmente en una carcasa de plástico.

- 10 El documento FR 2 647 512 da a conocer un proceso para plisar una superficie elásticamente deformable bajo tensión, tal como una película o un tejido por ejemplo para filtración, en el cual se aprieta la superficie elásticamente deformable entre un soporte fijo y un bastidor desmontable. El bastidor desmontable entra en contacto con una sección del soporte fijo y retiene la superficie al moverse el bastidor hasta una posición de bloqueo con el soporte fijo. Durante el movimiento de bloqueo, una parte sobresaliente del bastidor pone la superficie bajo tensión.

- 15 El documento WO 2003/037489 da a conocer un módulo de filtración por placa, comprendiendo dicho módulo una pluralidad de "bolsas de membrana de filtro" que tienen al menos una abertura para drenar la zona interior del mismo. Dichas bolsas están dispuestas verticalmente en un elemento de soporte rígido de manera paralela, preferiblemente a la misma distancia las unas de las otras, de tal modo que un líquido pueda atravesar intensivamente las bolsas de membrana de filtro adyacentes. El módulo de filtración se caracteriza porque las bolsas de membrana de filtro son esencialmente planas y flexibles y están fijadas al elemento de soporte por ambos
20 lados opuestos, comprendiendo dicho elemento de soporte al menos una línea de evacuación para evacuar el líquido que se aspira mediante las bolsas de membrana de filtro que tienen un núcleo flexible y permeable a líquidos y una pluralidad de elementos de núcleo permeables a líquidos.

- 25 El documento WO 2006/056159 da a conocer un cartucho de membrana sin bastidor en el cual las capas de membrana están recubiertas por las caras exteriores con una estructura de refuerzo de al menos dos capas de drenaje separadas, que están unidas por presión en los bordes. Sin embargo, la sujeción de la capa de membrana a la estructura de refuerzo es débil, y como resultado sólo pueden utilizarse bajas presiones de reflujo.

- 30 A partir de la solicitud de patente WO 2006/015461 se conocen las membranas de canal de permeado integrado, también denominadas en el presente documento membranas IPC, en las que la membrana está fuertemente pegada a la estructura de refuerzo. Las membranas IPC comprenden un canal de permeado interpuesto entre dos superficies de membrana que forman una estructura integral y unitaria. Esto se logra utilizando un tejido tridimensional de separación, también denominado tejido 3D de separación de aquí en adelante, que tiene dos superficies de tejido que están separadas por una hebra monofilamento a una distancia predefinida. Se recubren directamente las superficies del tejido con las capas de membrana y se impregnan parcialmente dichas superficies, de tal modo que unos bucles de la hebra monofilamento que se extienden a través de la superficie del tejido también queden embebidos en la capa de membrana. Haciendo esto, se obtiene una estructura con dos superficies
35 de membrana que están separadas entre sí. Al recubrir directamente el tejido 3D de separación, se fabrica más fácilmente la membrana IPC, lo que resulta en un coste de fabricación reducido, y presenta una elevada fuerza de adherencia para permitir operaciones de retorno de flujo con presiones relativamente elevadas, lo que resulta en una mayor eficiencia de filtrado.

- 40 Tales membranas IPC pueden tener aplicación en los denominados bolsas o cartuchos de membrana, para su uso en biorreactores de membrana (MBR) para procesos de limpieza o corrientes de aguas residuales. Los cartuchos de membrana del documento WO 2006/015461 de la técnica anterior comprenden un canal de permeado interpuesto entre dos superficies de membrana, en los cuales el canal de permeado está sellado todo alrededor del borde del cartucho y se proporciona un conducto de drenaje para extraer el permeado del canal de permeado. La fabricación de dicha bolsa o cartucho de membrana resulta engorrosa e incluye diversas intervenciones manuales.

- 45 El documento WO 2008/141935 da a conocer una bolsa de membrana sin costuras en la cual se impregna el tejido de separación con la sustancia de membrana para formar dos membranas que tienen un canal de permeado interno entre estas dos superficies de membrana más interiores, y en la cual se unen los bordes de las dos membranas entre sí mediante una sustancia de membrana que puentea la distancia entre las membranas. Se proporciona un tubo para extraer el permeado del canal de permeado interno. Con este procedimiento se forma una membrana IPC
50 con un canal de permeado interno, en la cual no resulta necesario disponer un sellante en el perímetro de la membrana para evitar el movimiento directo del fluido desde el canal de permeado, o hasta el mismo, sin pasar a través de la membrana.

- 55 Los sistemas de filtro disponibles en la actualidad para la limpieza de aguas residuales están compuestos por una pluralidad de tales cartuchos de membrana, normalmente montados en un módulo, montado en una carcasa en forma de caja que está abierta por arriba y por abajo. Cada uno de los cartuchos de membrana tiene una abertura

para descargar el permeado y que está dispuesta de tal modo que los cartuchos de membrana de filtro queden verticales, mutuamente paralelos y separados de los cartuchos de membrana adyacentes. Los espacios intervinientes entre los cartuchos de membrana individuales forman unos pasos por los que atraviesa un fluido. Por debajo de esta caja con los cartuchos de membrana, está dispuesta una carcasa que incluye un dispositivo que proporciona un suministro de aire a través del cual se produce un flujo ascendente por medio del cual fluye el líquido a lo largo de los cartuchos de membrana. Este flujo de aire ascendente paralelo a las superficies de membrana genera una corriente de limpieza para proteger la membrana de filtro de los atascos, es decir del depósito de desechos sobre la superficie de la membrana de filtro. Durante el proceso de filtración y bajo la influencia del flujo de aire ascendente, varía la distancia entre las membranas de filtro, compuestas por un tejido de separación flexible recubierto con la sustancia de membrana, por lo que en ciertos puntos la distancia entre las membranas de filtro disminuye mientras que en otros puntos dicha distancia aumenta. Cuando la distancia entre membranas es demasiado pequeña, la intensidad de la corriente de limpieza no es suficiente en toda la superficie del filtro, lo que resulta en atascos. Puede aumentarse la resistencia del cartucho de filtro utilizando unas barras separadoras a través de la superficie de la membrana de filtro, sin embargo esto dificulta limpiar los depósitos que inhiben la filtración de la membrana de filtro.

Otro problema relacionado con este flujo de aire ascendente es que, debido a dichas fluctuaciones en la distancia entre membranas, los arañazos y desgarros dañan las capas de la membrana de filtro, lo que resulta en una vida útil acortada de las membranas de filtro.

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención desarrollar un elemento de filtro sin las desventajas anteriormente mencionadas.

Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un elemento de filtro, que comprende una membrana con canal de permeado, de aquí en adelante también denominada "membrana IPC" o "membrana", según lo definido en la reivindicación 1, y un sistema de bastidor, de aquí en adelante también denominado "bastidor", que comprende un primer y un segundo perfiles de bastidor según lo definido en la reivindicación 1.

El elemento de filtro de la presente invención tiene la ventaja de que la membrana IPC soportada por el sistema de bastidor es menos sensible a los atascos y los daños durante la filtración y durante el flujo de aire ascendente, lo cual resulta en una vida útil mejorada del elemento de filtro.

El elemento de filtro de la presente invención también tiene la ventaja de que pueden utilizarse presiones elevadas durante el proceso de retorno de flujo y/o durante el proceso de filtración como resultado de un mejor sellado del canal de permeado integral, de aquí en adelante también denominado "IPC" o "canal de permeado", en el borde de las membranas IPC mediante la sujeción del sistema de bastidor colindante fijado a la membrana IPC. Debido a este mejor sellado pueden utilizarse presiones más elevadas en el proceso de filtración, lo que resulta en un mayor flujo del permeado y en un proceso de filtración más rápido. Debido a este mejor sellado pueden utilizarse presiones más elevadas en el proceso de retorno de flujo, lo que resulta en un proceso de limpieza más eficiente de la membrana IPC y en una vida útil mejorada del elemento de filtro.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un elemento de filtro que presente un canal de contorno interno adicional, de aquí en adelante también denominado "canal de permeado adicional", en conexión con el canal de permeado interno. El canal de contorno interno adicional está formado como un canal longitudinal del sistema de bastidor a lo largo del límite de la membrana para recoger y transportar el permeado extraído desde el canal de permeado hasta una abertura de salida de la membrana. Este canal de permeado adicional tiene la ventaja de mejorar el flujo del permeado durante el proceso de filtración, lo que resulta en una reducción de las pérdidas de presión en el lado de permeado de la membrana que pueden resultar en atascos. Este canal de permeado adicional también tiene la ventaja de mejora el caudal del flujo de retorno de permeado hacia el canal de permeado integrado, lo que resulta en un proceso de retrolavado más rápido.

También es un objeto de la invención proporcionar un procedimiento para fabricar un elemento de filtro según lo definido en la reivindicación 11. El procedimiento tiene la ventaja de que pueden fabricarse de manera sencilla y a bajo coste los elementos de filtro por medio de los cuales se utiliza el bastidor de la presente invención, según lo definido en la reivindicación 1, para soportar una membrana y para sellar el IPC en el borde de la membrana.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un módulo de filtro que comprende una pluralidad de los elementos de filtro de la presente invención. Este módulo de filtro tiene la ventaja de que pueden reemplazarse fácilmente los elementos de filtro con fugas, o los elementos de filtro atascados, por otros elementos de filtro.

Otras realizaciones específicas de la invención están definidas en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una representación esquemática del primer perfil de bastidor del primer tipo de sistema de bastidor.

La Figura 2 muestra una representación esquemática de una sección transversal del primer perfil de bastidor, a lo largo del eje a-a.

5 La Figura 3 muestra una representación esquemática del segundo perfil de bastidor del primer tipo de sistema de bastidor.

La Figura 4 muestra una representación esquemática de una sección transversal del segundo perfil de bastidor, a lo largo del eje b-b.

10 La Figura 5 muestra una representación esquemática de una sección transversal del primer tipo de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor.

Las Figuras 6 y 7 muestran una representación esquemática de una sección transversal del primer tipo de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos.

15 La Figura 8 muestra una representación esquemática del primer perfil de bastidor del segundo tipo de sistema de bastidor.

La Figura 9 muestra una representación esquemática de una sección transversal del primer perfil de bastidor del segundo tipo de sistema de bastidor, a lo largo del eje a-a.

La Figura 10 muestra una representación esquemática del segundo perfil de bastidor del segundo tipo de sistema de bastidor.

20 La Figura 11 muestra una representación esquemática de una sección transversal del segundo perfil de bastidor del segundo tipo de sistema de bastidor, a lo largo del eje b-b.

Las Figuras 12 a 14 muestran una representación esquemática de una sección transversal del segundo tipo de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor.

25 Las Figuras 15 y 16 muestran una representación esquemática de una sección transversal del segundo tipo de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos.

30 Las Figuras 17 y 20 muestran una representación esquemática de una sección transversal del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos, y en la cual las partes interiores de los perfiles de bastidor están provistas de un borde curvado.

Las Figuras 21 y 22 muestran una representación esquemática en alzado de una sección transversal de la parte interior con borde curvado.

35 Las Figuras 23 a 26 muestran una representación esquemática de una sección transversal del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos, y en la cual las partes interiores de los perfiles de bastidor están provistas de un borde curvado y en la cual las partes interiores y exteriores de los perfiles de bastidor están provistas de unos surcos receptores de adhesivo y de un surco adhesivo.

40 Las Figuras 27 a 30 muestran una representación esquemática de una sección transversal del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos, y en la cual las partes interiores de los perfiles de bastidor están provistas de una barra de separación.

45 Las Figuras 31 y 32 muestran una representación esquemática de una sección transversal del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor en la cual el primer perfil de bastidor está superpuesto sobre el segundo perfil de bastidor con la membrana entre ambos, y en la cual las partes interiores de los perfiles de bastidor de la presente invención están sujetas sobre la superficie de la membrana y en la cual la esquina, formada por la parte interior fijada a la superficie de la membrana, más cercana a dicho área de la membrana que se utiliza para filtrar el líquido, está sellada.

Descripción detallada

La invención proporciona un elemento de filtro que comprende (i) una membrana (4) con un canal de permeado integrado que tiene una estructura flexible y que comprende unas capas superior e inferior de membrana, y un material de sustrato para soportar dichas capas de membrana, en el cual dicho sustrato es un tejido 3D de separación que tiene unas superficies de tejido superior e inferior, unidas entre sí y separadas por hebras monofilamento a una distancia predefinida, en el cual cada una de dichas superficies superior e inferior está provista de al menos una capa de membrana que forma dichas capas de membrana superior e inferior, y en el cual un canal de permeado está interpuesto entre dichas capas superior e inferior de membrana y está conectado con una abertura de salida para descargar el permeado del canal de permeado integrado, y (ii) un sistema de bastidor que soporta dicha membrana y que sella por el borde de la membrana dicho canal de permeado integrado, comprendiendo dicho sistema de bastidor un primer perfil de bastidor (1 ó 5) y un segundo perfil de bastidor (2 ó 6), cada uno de los cuales tiene una forma y unas dimensiones capaces de rodear la membrana, en el cual cada uno de dichos primer y segundo perfiles de bastidor tiene unas partes interiores (12, 22, ó 52, 62) y unas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64), en el cual dicha membrana (4) está interpuesta entre dicho primer perfil de bastidor (1 ó 5) y dicho segundo perfil de bastidor (2 ó 6) de tal modo que las partes interiores queden en contacto con la superficie de las capas superior e inferior de membrana en la periferia de la membrana, que las partes exteriores de los dos perfiles de bastidor queden en contacto entre sí y que las partes interiores formen un canal longitudinal (3 ó 7) en el que encaja la membrana, en el cual el borde de las partes interiores en contacto con las superficies de las capas de membrana más cercano al área de membrana tiene una forma curvada, y en el cual se utiliza un adhesivo para unir las partes interiores a las capas de membrana y las partes exteriores entre sí. El sistema de bastidor del elemento de filtro resulta especialmente adecuado para soportar una membrana con canal de permeado integrado y para sellar el borde de la membrana en una sola etapa.

La invención también proporciona un procedimiento para fabricar dicho elemento de filtro.

La invención proporciona adicionalmente un módulo de filtro, comprendiendo dicho módulo de filtro una pluralidad de dichos elementos de filtro.

25 **La membrana con canal de permeado integrado**

La membrana con canal de permeado integrado comprende un material de sustrato para soportar las capas de membrana, en la cual dicho sustrato es un tejido tridimensional de separación, de aquí en adelante denominado "tejido 3D de separación". El tejido 3D de separación tiene unas superficies de tejido superior e inferior, unidas entre sí y separadas por hebras monofilamento a una distancia predefinida, según lo definido en los documentos WO 2006/015461 A1, EP 1 992 400 A1 y WO 2008/141935 A1.

En una realización preferida, las superficies de tejido y los monofilamentos del tejido 3D de separación están enlazados por unos bucles de las hebras monofilamento, según lo definido en los documentos WO 2006/015461 A1, EP 1 992 400 A1 y WO 2008/141935 A1. Preferiblemente, las superficies de tejido son de tipo reticulado, tejido o no tejido. La distancia entre las superficies de tejido superior e inferior está preferiblemente entre 0,5 y 10 mm. El tejido 3D de separación comprende preferiblemente un material seleccionado de entre el grupo que consiste en poliéster, nailon, poliamida, sulfuro de polifenileno, polietileno y polipropileno.

La membrana IPC comprende adicionalmente una capa de membrana aplicada sobre dichas superficies de tejido superior e inferior y un canal de permeado está interpuesto entre dichas dos capas de membrana, en la cual las capas de membrana están enlazadas en una multitud de puntos con dichas superficies de tejido superior e inferior, según lo definido en los documentos WO 2006/015461 A1, EP 1 992 400 A1 y WO 2008/141935 A1.

Las capas de membrana se aplican en ambos lados de dichas superficies de tejido superior e inferior, preferiblemente mediante recubrimiento con un barniz de membrana en un aparato de recubrimiento. A continuación, se hace coagular el barniz eliminando el disolvente. La coagulación puede llevarse a cabo mediante un proceso de inversión de fase en el que se extraiga el disolvente del barniz de membrana mediante un no disolvente del polímero de membrana. La inversión de fase puede llevarse a cabo en un líquido (p. ej. agua) o en un ambiente que comprenda un vapor de dicho no disolvente. La formación de la membrana también puede obtenerse mediante la evaporación del disolvente (inversión de fase por secado). Este proceso de inversión de fase se inicia desde el exterior.

La membrana IPC tiene una estructura flexible, de tal modo que la membrana pueda plegarse y enrollarse en un rodillo. Esto significa que la membrana no presenta la rigidez de un material de placa.

Las membranas normalmente tienen una distribución asimétrica del tamaño de los poros, en la que los poros más pequeños están presentes en el lado de suministro. Por lo tanto, las partículas grandes no penetran en la capa de membrana y puede limpiarse fácilmente la misma, p. ej. aplicando un flujo de retorno. En caso contrario, las partículas penetrarían en la membrana y obstruirían los poros del interior de la capa de membrana. La distribución del tamaño de los poros se ajusta durante la etapa de coagulación, y las superficies interior y superior de ambos

lados de la membrana IPC no deberán exponerse al agente coagulante en el mismo grado. Puede realizarse una distribución asimétrica del tamaño de los poros mediante coagulación en la fase de vapor. También es posible obtener dicha distribución asimétrica del tamaño de los poros cuando los bordes del tejido 3D de separación recubierto con barniz de membrana se sellan antes de la etapa de coagulación, para evitar que el agente coagulante penetre en el canal de permeado. En la técnica, esto puede llevarse a cabo en una etapa separada antes de recubrir la membrana, o puede hacerse junto con la etapa de recubrimiento, según lo dado a conocer en los documentos EP 1. 992 400 A1 y WO 2008/141935 A1.

La capa de membrana preferiblemente comprende un polímero de membrana seleccionado dentro del grupo que consiste en polisulfona (PSU), cloruro de polivinilo (PVC), poliácilonitrilo (PAN), poliéster, poliéter éter cetona (PEEK), fluoruro de polivinilideno (PVDF), acetato de polivinilo (PVAc), alcohol de polivinilo (PVA), poliamida (PA), polivinilpirrolidona (PVP), PVP reticulada, materiales celulósicos tales como acetato de celulosa (CA) y triacetato de celulosa (CTA), polímeros en bloque de policarbonato, un caucho seleccionado dentro del grupo que consiste en caucho de silicona, Polimetilpenteno, Cloropreno, SBR, NBR, Uretano, Hypalon®, Neopreno, Nitrilo, Buna, Uretano, Epiclorhidrina, Viton®, EPDM, Butilo, Caucho Natural (Látex), Caucho Acrílico, Fluorelastómeros y Perfluoroelastómeros y mezclas y mixturas de los mismos. Polímeros adicionales adecuados para la membrana incluyen cloruro de polivinilo clorinado (CPVC), copolímeros de acrilonitrilo p. ej con cloruro de vinilo o acrilato de etilo, polietileno succinato (PESU), poliuretanos (PU), polímidas (PI), polieterimida (PEI) y materiales celulósicos tales como hidroxipropilcelulosa (HPC), carboximetilcelulosa (CMC), tricarbamilatocelulosa (CTC), y mezclas y mixturas de los mismos y de sus injertos derivados (sulfonados, acrilizados, aminados, etc). La capa de membrana también puede comprender polímeros hidrofílicos tales como polivinilpirrolidona (PVP), polivinilpirrolidona reticulada (PVPP), alcohol de polivinilo, acetato de polivinilo, celulosa de metilo y óxido de polietileno. La capa de membrana también puede comprender materiales inorgánicos hidrofílicos tales como TiO_2 , HfO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , $Zr_3(PO_4)_4$, Y_2O_3 , SiO_2 , materiales de óxido de perovskita y SiC.

El barniz de membrana es una solución líquida de polímero que comprende un polímero de membrana y preferiblemente tiene una viscosidad de entre 1000 y 100.000 a un cizallamiento de 10 s⁻¹, con una viscosidad en el rango de 10.000 a 50.000 s⁻¹. El barniz de membrana comprende un polímero de membrana, un material de relleno hidrofílico, un disolvente aprótico tal como N-metilpirrolidona (NMP), N-etilpirrolidona (NEP), N,N-dimetilformamida, formamida, dimetilsulfoxido (DMSO), N,N-dimetilacetamida (DMAC), tetrahidrofurano (THF), acetona, trietilfosfato y mezclas de los mismos, y un agente estabilizante tal como glicerol. También pueden incorporarse agentes hidrolizantes y estabilizantes, tales como glicerol, una vez que se ha completado el proceso de inversión de fase pero antes del secado. El relleno hidrofílico influencia la hidrofiliidad de la membrana y su comportamiento de incrustación. A menudo una variación en la mezcla del disolvente dará pie a diferentes morfologías de la película y, por lo tanto, variará el rendimiento de la membrana. Las películas formadas por inmersión de una solución de polisulfona y NMP en agua son porosas. Sin embargo, pueden obtenerse diferentes estructuras de membrana mediante la inmersión de una solución de polisulfona, NMP y THF en agua.

La membrana IPC comprende adicionalmente un conducto de drenaje que se proporciona para extraer el permeado del canal de permeado, según lo definido en los documentos WO 2006/015461 A1, EP 1 992 400 A1 y WO 2008/141935 A1.

Sistema de bastidor

El elemento de filtro de la presente invención comprende adicionalmente un sistema de bastidor, de aquí en adelante denominado "bastidor", para soportar la membrana IPC y sellar el canal de permeado integrado por el borde de la membrana. El sistema de bastidor comprende un primer perfil de bastidor (véase el número 1 en las figuras 1 a 7, o el número 5 en las figuras 8 a 16), y un segundo perfil de bastidor (véase el número 2 en las figuras 1 a 7, o el número 6 en las figuras 8 a 16), cada uno de los cuales tiene una forma y unas dimensiones que le permiten rodear la membrana. En la presente invención se definen dos tipos de sistema de bastidor, a saber un primer tipo de sistema de bastidor, según se representa en las figuras 1 a 7, y un segundo tipo de sistema de bastidor, según se representa en las figuras 8 a 16.

Cada uno del primer y segundo perfiles de bastidor tiene unas partes interiores (véanse los números 12 y 22 en las figuras 1 a 7, o los números 52 y 62 en las figuras 8 a 16) y unas partes exteriores (véanse los números 11 y 21 en las figuras 1 a 7, o los números 54 y 64 en las figuras 8 a 16). La membrana IPC (4) está interpuesta entre el primer perfil de bastidor (1 ó 5) y el segundo perfil de bastidor (2 ó 6) de tal modo que las partes interiores quedan en contacto con la superficie de las capas superior e inferior de membrana en la periferia de la membrana, y de tal modo que las partes exteriores de los dos perfiles de bastidor quedan en contacto entre sí, y de tal modo que las partes interiores forman un canal longitudinal (3 ó 7) en el que encaja la membrana. Este canal longitudinal (3 ó 7) tiene una primera y una segunda bridas de canal (13, 23, ó 53, 63), formadas por las partes interiores del primer y el segundo perfiles de bastidor, tal como se muestra en las figuras 5, 13 ó 14.

La anchura (32, ó 71, 72) de dicho canal longitudinal (3 ó 7) es la distancia entre las partes interiores (12 y 22, ó 52

y 62) cuando los perfiles están superpuestos entre sí de la manera definida anteriormente para interponer la membrana entre el primer y el segundo perfiles de bastidor.

Para el primer tipo de sistema de bastidor, la anchura (32) tiene un valor fijo, formado por la suma de los dos grosores (30 y 31) del primer y el segundo perfiles de bastidor, que coincide con el grosor de la membrana.

- 5 La anchura (71 ó 72) del segundo tipo de sistema de bastidor no tiene un valor fijo, sino que puede cambiar dentro de un amplio rango de valores. No existe una anchura mínima; sólo la anchura máxima depende del grosor (70) de la parte exterior del primer perfil de bastidor de la membrana, reducida por la distancia del solape de superficies entre la parte exterior (64) del segundo perfil de bastidor y la parte exterior (54) del primer perfil de bastidor, tal como se muestra en las Figuras 13 a 16. Es necesaria una superficie mínima de solapado, tal como se ejemplariza en la Figura 13, para poder sujetar la parte exterior (64) del segundo perfil de bastidor y la parte exterior (54) del primer perfil de bastidor de manera que ambas partes queden fijadas entre sí con la fuerza suficiente como para que la membrana permanezca fijada de manera estanca dentro del canal longitudinal. Este amplio rango de valores para el canal longitudinal (71 ó 72) de dicho segundo tipo de sistema de bastidor tiene la ventaja de que pueden soportarse diferentes tipos de membrana con diferentes grosores mediante un único tipo de sistema de bastidor. Esto puede resultar en un coste mucho más bajo dado que sólo resulta necesario fabricar un tipo de sistema de bastidor, que puede utilizarse para soportar una amplia gama de diferentes tipos de membrana con diferentes grosores.

La membrana (4) se fija en el canal longitudinal sujetando las partes interiores (12, 22, ó 52, 62) a la superficie de cada lado de las capas de membrana y las partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) entre sí mediante un adhesivo. El adhesivo puede seleccionarse entre cualquier tipo de resina sintética o natural, pueden utilizarse resinas termofusibles tales como resinas termofusibles sensibles a la presión, y resinas de epoxi o poliuretano. El adhesivo es preferiblemente un adhesivo mixto que comprenda al menos dos componentes diferentes que puedan reaccionar entre sí para formar la adherencia. Una resina de poliuretano de dos componentes o una resina de epoxi de dos componentes es lo más preferible, en la cual un compuesto que comprenda al menos dos grupos de isocianato o un compuesto que comprenda al menos dos grupos de epoxi se utiliza como componente reactivo de la composición que puede añadirse para reaccionar con un compuesto de polioli o un compuesto de poliaminas, es decir un compuesto que tenga al menos dos grupos de hidróxilos o aminas. En una realización de la presente invención, para la sujeción de las membranas "húmedas", es decir las membranas que no se secan antes de aplicar el adhesivo, preferiblemente se añaden al adhesivo agentes absorbentes del agua. Los agentes absorbentes del agua pueden ser cualquier tipo de material poroso natural o sintético. El material poroso es preferiblemente un silicato inorgánico, una zeolita o un tamiz molecular, más preferiblemente un tamiz molecular. El material poroso tiene preferiblemente un tamaño de poro en el rango de entre 0,2 y 0,8 nm, más preferiblemente entre 0,3 y 0,5 nm. El material poroso tiene preferiblemente un diámetro de partícula inferior a 0,5 μm , más preferiblemente inferior a 0,5 μm , más preferiblemente entre 0,5 y 30 μm . Para membranas en condiciones húmedas, preferiblemente se añade al adhesivo un agente absorbente del agua, tal como un tamiz molecular, en una cantidad en el rango de entre el 1 y 50% en peso, más preferiblemente entre 5 y 40% en peso. El agente absorbente del agua se añade al adhesivo no sólo para sujetar las partes interiores del bastidor a las superficies de membrana, sino también para sujetar las partes exteriores entre sí.

El borde de las partes interiores del primer y el segundo perfiles de bastidor que está en contacto con las superficies de las capas de membrana más cercanas al área de membrana tiene una forma curvada (véanse los números 82 y 92 en las figuras 17 y 18 o los números 102 y 112 en las figuras 19 y 20). Esto significa que los bordes de las bridas de canal (13, 23, 53, 63) del primer y el segundo perfiles de bastidor, allá donde la superficie de membrana hace contacto entre las dos partes interiores de los perfiles de bastidor y está más cercana al área de filtrado de la membrana, tienen una forma curvada. Obsérvese que en las figuras 17 a 20 se indica la forma curvada de estos bordes, pero en las figuras 1 a 16 no se representa la forma curvada de dicho borde.

La redondez de la curva necesita ser lo suficientemente amplia como para no dañar la membrana o como para reducir el riesgo de dañar la membrana cuando está soportada en el sistema de bastidor y/o cuando se utiliza en un proceso de filtración, especialmente cuando se introduce desde abajo gas de limpieza dentro del módulo de filtración sumergido y se genera una mayor velocidad de flujo en el área de la superficie de membrana, mediante propulsores o bombas, para limpiar las membranas de filtro de los depósitos. Una descripción de este procedimiento de limpieza se da a conocer en el documento US 2008/827 A1. Este daño puede ser una grieta o una rasgadura en la capa de membrana, resultando en una fuga en la membrana. La redondez del borde puede ser representada por una parte de un círculo que tenga un radio R y un ángulo α . Esta redondez es lo suficientemente amplia como para no dañar la superficie de membrana cuando el radio R es largo. Cuando el radio R es corto, el ángulo α tendrá que ser mayor que cuando el radio es más largo, tal como se muestra en las Figuras 21 y 22. En una realización preferida, el ángulo α está en el rango de entre 3 y 120 grados, más preferiblemente entre 5 y 90 grados, y el radio R preferiblemente está en el rango de entre 0,5 y 50 mm, más preferiblemente entre 1 y 30 mm, más preferiblemente entre 1,5 y 20 mm.

La forma y las dimensiones del primer y el segundo perfiles de bastidor, cuando están superpuestos el uno sobre el otro de la manera definida anteriormente, coinciden con la forma y las dimensiones de la membrana, de tal modo que el primer y el segundo perfiles de bastidor puedan rodear la membrana.

5 La forma de los perfiles de bastidor que rodean la membrana puede ser rectangular, cuadrada, romboidal, triangular, circular o semicircular, preferiblemente rectangular.

10 En una realización preferida, los dos perfiles de bastidor del primer tipo de sistema de bastidor tienen la misma configuración. Esto presenta la ventaja adicional de que sólo es necesario fabricar un tipo de perfil de bastidor y de que este perfil de bastidor puede utilizarse tanto para el primer como el segundo perfiles de bastidor, lo que resulta en un coste muy inferior de fabricación de los perfiles de bastidor. En el procedimiento para soportar la membrana y sellar el IPC en el borde de la membrana, se enfrentan entre sí el primer y el segundo perfiles de bastidor y se superponen el uno sobre el otro, fijando de esta manera la membrana en el canal longitudinal por las bridas de canal.

15 En otra realización de la presente invención, el primer y el segundo perfiles de bastidor del primer tipo de sistema de bastidor, cada uno de los cuales tiene una parte interior y una parte exterior tal como se ha definido con anterioridad, pueden presentar la misma configuración o una configuración diferente. "Misma configuración" significa que las características esenciales son las mismas, pero que las características no esenciales pueden ser diferentes. "Diferente configuración" significa que las características esenciales son diferentes en los dos perfiles de bastidor. Ejemplos de tales características esenciales son el grosor (30) del primer perfil de bastidor que puede ser superior al grosor (31) del segundo perfil de bastidor, o la superficie de las partes interiores (12) del primer perfil de bastidor que puede ser mayor que la del segundo perfil de bastidor, o la superficie de las partes exteriores (11) del primer perfil de bastidor que puede ser mayor que la del segundo perfil de bastidor (21), o la presencia de protuberancias en la parte exterior del primer perfil de bastidor que pueden encajar en unos agujeros presentes en la parte exterior del segundo perfil de bastidor.

25 En una realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento para fabricar un elemento de filtro, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- proporcionar una membrana IPC (4) según lo definido anteriormente,
- proporcionar un primer perfil de bastidor (1 ó 5) y un segundo perfil de bastidor (2 ó 6) según lo definido anteriormente,
- 30 - montar la membrana (4) en el primer perfil de bastidor de tal modo que la membrana esté en contacto con la parte interior (12 ó 52) del primer perfil de bastidor,
- superponer el segundo perfil de bastidor sobre el primer perfil de bastidor en el que está presente la membrana, de tal modo que la membrana quede en contacto con la parte interior (22 ó 62) del segundo perfil de bastidor y que las partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) del primer y el segundo perfiles de bastidor queden en contacto entre sí,
- 35 - aplicar un adhesivo entre la parte interior (12 ó 52) del primer perfil de bastidor y una superficie de la membrana, entre la parte interior (22 ó 62) del segundo perfil de bastidor y la otra superficie de la membrana y entre las partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) del primer y el segundo perfiles de bastidor, y
- unir las partes interiores del primer y el segundo perfiles de bastidor a ambas superficies de la membrana y las partes exteriores del primer y el segundo perfiles de bastidor entre sí.

40 El sistema de bastidor del elemento de filtro resulta especialmente adecuado para soportar una membrana IPC y para sellar el borde de la membrana en una sola etapa. Cuando se sellan los bordes de la membrana, se forma un canal de permeado integrado, interpuesto entre dos superficies de membrana, para recoger permeado durante el proceso de filtración. Por lo tanto, deben sellarse los bordes de la membrana muy cuidadosamente en el perímetro de la membrana para evitar el movimiento directo del fluido desde el canal de permeado integrado, o hasta el mismo, sin pasar a través de una capa de membrana. El sistema de bastidor de la presente invención presenta la ventaja de que puede aplicarse muy convenientemente sobre la membrana, por lo que el borde del perímetro de la membrana se sella fijándolo en el canal longitudinal, es decir sujetando las partes interiores a la superficie de membrana y sujetando las partes exteriores entre sí. La presencia del sistema de bastidor asegura el sellado del borde y evita cualquier riesgo de fugas, especialmente cuando los perfiles de bastidor se fijan entre sí y a la membrana utilizando un adhesivo, más preferiblemente una resina de poliuretano o epoxi de dos componentes, tal como se ha definido anteriormente.

50 Un sellado perfecto de los bordes tiene la ventaja adicional de que pueden utilizarse presiones elevadas durante el proceso de filtración y durante el proceso de retrolavado.

Un sellado perfecto de los bordes mediante la presencia del sistema de bastidor tiene la ventaja adicional de que puede formarse un canal de contorno interno (24 ó 55) en el lado interior del sistema de bastidor cuando se proporciona un espacio entre la membrana IPC, sujeta en las partes interiores, y las partes exteriores de los perfiles de bastidor. Este canal de permeado integrado adicional está en conexión con el canal de permeado interno y en conexión con la abertura o tubería de drenaje. Esta abertura o tubería de drenaje no está representada en las figuras. Este canal de permeado interno adicional proporciona un aumento en el flujo del líquido de permeado, lo que resulta en una reducción de las pérdidas de presión en el lado de permeado de la membrana que pueden resultar en atascos. La presencia de este canal de permeado interno adicional tiene la ventaja adicional de que, durante el proceso de retrolavado, aumenta el caudal de flujo de retorno del permeado hacia el canal de permeado integrado, lo que resulta en un proceso de retrolavado más rápido y más eficiente.

El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que aumenta la resistencia y la rigidez del elemento de filtro flexible, en el cual se utiliza un tejido 3D de separación como soporte. Debido a este aumento en la resistencia, la distancia entre las membranas se ve menos afectada por el flujo ascendente de aire, p. ej. en un módulo de filtro. Esto significa que se reduce la aparición de pequeñas distancias entre las membranas durante el proceso de filtración, lo que resulta en una menor tendencia a atascos y daños en las capas de membrana.

El elemento de filtro de la presente invención tiene la ventaja de que puede utilizarse como un sistema de filtro modular, en el cual los elementos de filtro pueden montarse fácilmente en un módulo de filtro y, cuando un elemento de filtro no funciona debido a una fuga o a un atasco excesivo, puede reemplazarse fácil y rápidamente por otro elemento de filtro.

Perfil de bastidor con un surco receptor de adhesivo en una parte interior y/o exterior

En otra realización de la presente invención, cuando las partes interiores de un perfil de bastidor del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor se sujetan a las superficies de una membrana mediante el uso de un adhesivo, estas partes interiores están provistas de al menos un surco receptor de adhesivo, es decir un surco en el cual puede recogerse el exceso de un adhesivo aplicado en la parte interior, o en la superficie de membrana. En una realización preferida de la presente invención, el surco receptor de adhesivo (121, 141, 161, 171) está presente en el lado que vaya a unirse a la superficie de membrana, junto al sitio en el que se aplica el adhesivo, lo más cerca del área de filtración de la membrana. Obsérvese en las figuras 23 a 26 que en cada parte están representados dos surcos receptores de adhesivo y también un surco de adhesivo.

La presencia de este surco receptor de adhesivo tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el área de membrana filtrante, lo que resultaría en una capacidad de filtración reducida del filtro de membrana, o que ensucie el borde curvado de la parte interior, lo que resultaría en un aumento del riesgo de daños en dicho borde de la capa de membrana. Para poder aceptar el exceso de adhesivo, el volumen del surco será preferiblemente superior a la cantidad de adhesivo sobrante. En una realización preferida, el surco tiene una profundidad preferiblemente de al menos 0,3 mm, más preferiblemente de al menos 0,5 mm, más preferiblemente de al menos 0,8 mm, y una anchura de al menos 0,5 mm, más preferiblemente de al menos 1 mm, más preferiblemente de al menos 2 mm.

Adicionalmente a la presencia de este surco receptor de adhesivo anteriormente descrito, otro surco receptor de adhesivo (122, 142, 162 y 172) puede estar presente en las partes interiores de un perfil de bastidor en el mismo lado que el primer surco receptor de adhesivo. Este segundo surco receptor de adhesivo está preferiblemente presente al otro lado del sitio en el que se aplica el adhesivo, tal como se representa en las figuras 23 a 26. Este segundo surco receptor de adhesivo está presente en el perímetro de la parte interior del perfil de bastidor y puede tener una profundidad preferiblemente de al menos 0,3 mm, más preferiblemente al menos 0,5 mm, más preferiblemente al menos 0,8 mm, y una anchura de al menos 0,5 mm, más preferiblemente de al menos 1 mm, más preferiblemente de al menos 2 mm. Este segundo surco receptor de adhesivo tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el interior del sistema de bastidor. Cuando un exceso de adhesivo presente en el interior del sistema de bastidor puede desplazarse por la membrana en la dirección del área filtrante de la membrana, esto puede afectar o incluso bloquear el canal de contorno interior formado en el interior del sistema de bastidor definido anteriormente para una membrana IPC soportada por un sistema de bastidor de la presente invención.

En otra realización de la presente invención, cuando se sujetan entre sí las partes exteriores de los perfiles de bastidor mediante el uso de un adhesivo, al menos una de estas partes exteriores, pero preferiblemente ambas partes exteriores de los dos perfiles de bastidor, estará/n provista/s de al menos un surco receptor de adhesivo, es decir el surco en el que puede recogerse el exceso de adhesivo aplicado en la parte exterior.

En el primer tipo de sistema de bastidor está presente un surco receptor de adhesivo (131, 151) en la parte exterior, en el lado a fijar con la otra parte exterior, junto al lugar en el que se aplica el adhesivo, lo más cerca del lado interior del sistema de bastidor (Figuras 23 y 24). Este surco receptor de adhesivo está presente en el perímetro del

perfil de bastidor y tiene las mismas profundidad y anchura definidas anteriormente. Este surco tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el interior del sistema de bastidor. Cuando un exceso de adhesivo presente en el interior del sistema de bastidor puede desplazarse por la membrana en la dirección del área filtrante de la membrana, esto también puede reducir la capacidad filtrante del filtro de membrana. Adicionalmente a la presencia de este surco receptor de adhesivo anteriormente descrito, un segundo surco receptor de adhesivo (132, 152) puede estar presente en al menos una de estas partes exteriores, pero preferiblemente en ambas partes exteriores de los dos perfiles de bastidor, al otro lado del lugar en el que se aplica el adhesivo (Figuras 23 y 24). Este segundo surco receptor de adhesivo puede estar presente en el perímetro del perfil de bastidor y puede tener las mismas profundidad y anchura anteriormente definidas. Este otro surco tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el exterior del sistema de bastidor.

En el segundo tipo de sistema de bastidor, cuando la parte exterior (54) del primer perfil de bastidor se une a la parte exterior (64) del segundo perfil de bastidor mediante el uso de un adhesivo, una o ambas partes exteriores (54, 64) estará/n provista/s de al menos un surco receptor de adhesivo, es decir un surco en el que puede recogerse el exceso de adhesivo aplicado en la parte interior, y preferiblemente un surco de adhesivo está presente en la parte exterior (64) del segundo perfil de bastidor, tal como se representa en las figuras 25 y 26. En una realización preferida, el surco receptor de adhesivo (181) está presente en la parte exterior del segundo perfil de bastidor, cerca del lugar donde se aplica el adhesivo, lo mas cerca del lado interior del sistema de bastidor (Figuras 25 y 26). Este surco receptor de adhesivo está presente en el perímetro del segundo perfil de bastidor y tiene las mismas profundidad y anchura definidas anteriormente. Este surco tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el interior del sistema de bastidor. Cuando un exceso de adhesivo presente en el interior del sistema de bastidor puede desplazarse por la membrana en la dirección del área filtrante de la membrana, esto puede afectar o incluso bloquear el canal de contorno interior, formado en el interior del sistema de bastidor definido anteriormente para una membrana IPC soportada por un sistema de bastidor de la presente invención. Adicionalmente a la presencia de este surco receptor de adhesivo anteriormente descrito, otro surco receptor de adhesivo (182) puede estar presente en la misma parte exterior, o en la otra parte exterior, o en ambas partes exteriores. En una realización preferida, el segundo surco receptor de adhesivo está al otro lado del lugar en el que se aplica el adhesivo en la parte exterior del segundo perfil de bastidor, tal como representa el número 182 en las figuras 25 y 26. Este otro surco receptor de adhesivo está presente en el perímetro del perfil de bastidor y puede tener las mismas profundidad y anchura anteriormente definidas. Este otro surco tiene la ventaja de que puede evitarse que el exceso de adhesivo que se haya esparcido durante la fijación ensucie el exterior del sistema de bastidor.

Perfil de bastidor con surco de adhesivo en la parte interior y/o en la parte exterior

En otra realización preferida de la presente invención, cuando las partes interiores de un perfil de bastidor se unen a las superficies de una membrana mediante un adhesivo, o se unen entre sí las partes exteriores mediante un adhesivo, estas partes están provistas de al menos un surco de adhesivo (123, 143, 133, 153, 163, 183) en el lado a fijar sobre la superficie de membrana o sobre la otra parte exterior (Figuras 23 y 24). Cuando se unen las partes exteriores entre sí mediante un adhesivo, al menos una de estas partes está provista de un surco de adhesivo. En el primer tipo de sistema de bastidor, un surco de adhesivo (133, 153) está preferiblemente presente en ambas partes exteriores a unir entre sí. En el segundo tipo de sistema de bastidor, un surco de adhesivo (183) está preferiblemente presente en la parte exterior del segundo perfil de bastidor.

Los surcos de adhesivo de cada una de las partes interiores o exteriores están preferiblemente presentes en el medio, o aproximadamente en el medio, de la superficie de las partes que se unen, y en el perímetro de los perfiles de bastidor. El adhesivo puede aplicarse dentro de un surco de adhesivo que puede tener una profundidad preferiblemente entre 0,3 mm y 2 mm, más preferiblemente entre 0,5 mm y 1,5 mm, aún más preferiblemente entre 0,8 mm y 1,3 mm, y una anchura preferiblemente entre 1 mm y 5 mm, más preferiblemente entre 2 mm y 4 mm, aún más preferiblemente entre 3 mm y 3,5 mm.

La presencia del surco de adhesivo tiene la ventaja de que puede dosificarse con mayor precisión la cantidad de adhesivo para la unión, para evitar que haya una escasez de adhesivo entre las dos superficies y obtener una unión uniforme y completa, o evitar aplicar una cantidad tan elevada de adhesivo que el exceso del mismo rebose hacia fuera durante la unión.

En una realización más preferida, el surco de adhesivo se combina con la presencia de al menos un surco receptor de adhesivo, según lo definido anteriormente para cada situación, aún más preferiblemente con la presencia de dos surcos receptores de adhesivo a cada lado de dicho surco de adhesivo, según lo definido anteriormente para cada situación. Esta combinación tiene la ventaja de que puede dosificarse suficiente adhesivo para la fijación y que puede evitarse el ensuciamiento del área de filtración de la membrana y/o el ensuciamiento del lado interior del sistema de bastidor y/o el ensuciamiento del lado exterior del sistema de bastidor. Como resultado, puede mejorarse el grado de libertad de la dosificación del adhesivo y puede obtenerse un procedimiento de fabricación

más rápido para soportar una membrana mediante un sistema de bastidor.

Perfil de bastidor con barra de separación en la parte interior

5 En otra realización de la presente invención, las partes interiores de un perfil de bastidor del primer y el segundo tipos de sistema de bastidor pueden estar provistas de al menos una barra de separación. La barra de separación (191, 201, 211, 221, 231, 241, 251, 261) (Figuras 27 a 30) está presente en el lado que vaya a fijarse sobre la superficie de membrana. La barra de separación (191, 201, 211, 221) puede estar presente en el medio de la parte interior, o aproximadamente en el medio, y preferiblemente están presentes dos, tres o más barras de separación. La/s barra/s de separación está/n presente/s en el perímetro del perfil de bastidor. La/s barra/s de separación puede/n ser una parte integral de la parte interior del perfil de bastidor, o ser un material separado, tal como un anillo de junta o un anillo de obturación o un anillo de estanqueidad, que puede estar montado en la parte interior del perfil de bastidor.

15 La presencia de la barra de separación tiene la ventaja de que puede fijarse la membrana en el sistema de bastidor presionando las partes interiores del primer y el segundo perfiles de bastidor contra cada lado de la superficie de membrana, quedando la membrana apretada entre las barras de separación de la primera y la segunda partes interiores y cerrada en el perímetro de la membrana. Esta posición puede fijarse uniendo las partes exteriores entre sí. El uso de una barra de separación tiene la ventaja adicional de mejorar la estanqueidad en el perímetro.

20 En una realización preferida de la presente invención, el lado de la barra de separación que entra en contacto con la superficie de membrana, cuando se superponen entre sí el primer y el segundo perfiles de bastidor para soportar la membrana, tiene una configuración curvada cuya redondez puede estar definida por una parte de un círculo que tiene un radio R' y un ángulo α' . En una realización preferida, el ángulo α' está en el rango de entre 15 y 180 grados y el radio R' está en el rango de entre 1 y 30 mm, más preferiblemente entre 2 y 20 mm, aún más preferiblemente entre 3 y 10 mm. El uso de una barra de separación con esta redondez tiene la ventaja adicional de reducir el riesgo de dañar la capa de membrana durante el proceso de filtración y/o el proceso de retrolavado.

25 En otra realización preferida, la barra de separación (231, 241, 251, 261) (Figuras 29 y 30) está presente en el borde de la parte interior lo más cerca del área filtrante de la membrana. Esta configuración tiene la ventaja adicional de que con esta barra de separación de configuración curvada se reemplaza el borde curvado de la parte interior del perfil de bastidor anteriormente definido, por lo que se reduce el riesgo de dañar la membrana de filtro tensada entre estas barras de separación al soportarla en el sistema de bastidor de la presente invención. La redondez de esta configuración curvada puede estar definida por una parte de un círculo que tenga un radio R' y un ángulo α' según lo definido anteriormente.

Elemento de filtro con parte interior sellada sobre la membrana

35 En el procedimiento de fabricación de un elemento de filtro, se sujetan las partes interiores de los perfiles de bastidor de la presente invención sobre la superficie de la membrana mediante un adhesivo, tal como se ha definido anteriormente. Las partes interiores de los perfiles de bastidor pueden estar provistas de un borde curvado como el definido anteriormente, y/o de un surco receptor de adhesivo tal como el anteriormente definido, y/o de un surco de adhesivo tal como el anteriormente definido. En el procedimiento de fabricación de un elemento de filtro, los sistemas de bastidor de la presente invención presentan una estanqueidad en el borde de la membrana a todo lo largo del contorno de la membrana, lo cual resulta de especial interés para las membranas IPC anteriormente descritas. Esta estanqueidad puede asegurarse adicionalmente mediante una etapa de sellado adicional en la cual se aplica un compuesto de adhesivo en la esquina formada por la parte interior unida a la superficie de la membrana, lo más cerca de aquella área de la membrana que se utiliza para filtrar el líquido, y por el área de filtración de la membrana. Estas esquinas (271, 281, 291, 301), tal como se muestran en las Figuras 31 y 32 para una parte interior con y sin borde curvado, pero no para una parte interior con barra de separación, pueden sellarse mediante relleno con un compuesto de adhesivo, por lo que el compuesto de adhesivo protegerá al menos parte de la pared lateral de la parte interior, la más cercana al área de la membrana que se utiliza para filtrar el líquido, y una pequeña área de la superficie de membrana, la más cercana a la parte interior. Esta pequeña área de la superficie de membrana está preferiblemente definida por un área que tenga una anchura de 20 mm, más preferiblemente una anchura de 10 mm, aún más preferiblemente una anchura de 5 mm, y por una longitud correspondiente a todo el perímetro de la membrana.

50 En una realización de la presente invención, este compuesto de adhesivo tiene una propiedad elástica tal que el área de la superficie de membrana, protegida por este compuesto elástico, aún pueda moverse durante el proceso de filtrado. Este compuesto de adhesivo pueden ser un compuesto o resina de polímero tal como cualquiera de los tipos de caucho natural o sintético; poliolefinas con base de polietileno, polipropileno, polibuteno; polidienos con base de butadieno, isopreno o siliconas; polímeros de elastómero o termoplástico; etc. La presencia de este sello adicional tiene la ventaja de reducir el riesgo de daños en la membrana, por ejemplo por fugas en la misma o incluso por una grieta o una rasgadura en la capa de membrana, especialmente cuando se introduce gas de

limpieza desde la base, hacia el módulo de filtración sumergido, y se genera una mayor velocidad del flujo de gas en el área de la superficie de membrana por medio de propulsores o bombas para limpiar la materia depositada en las membranas de filtro.

Materiales y composición de los perfiles de bastidor

- 5 Los perfiles de bastidor del sistema de bastidor de la presente invención pueden fabricarse con cualquier tipo de material sintético, siendo materiales especialmente adecuados un copolímero de acrilonitrilo, butadieno y estireno (ABS), un copolímero de estireno, una poliamida tal como nailon, un polímero que contenga flúor o un copolímero tal como Teflón, un poliéster, un policarbonato, un poliuretano, una resina fenólica, un cloruro de polivinilo, un copolímero de cloruro de polivinilo, un polímero o copolímero de acrilato o metacrilato; siendo preferible en especial
- 10 un copolímero de ABS. Pueden seleccionarse otros materiales adecuados a partir de metales como hierro, aluminio o cobre, o una mezcla de metales que comprenda hierro, aluminio, cobre, níquel, cromo o cinc, o una aleación tal como acero inoxidable o bronce. También pueden seleccionarse otros materiales adecuados a partir de un material compuesto de un material sintético reforzado con un metal o con fibra de carbono.
- 15 El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que los perfiles de bastidor y las uniones son estables y resistentes a los líquidos de limpieza habituales utilizados para limpiar y regenerar la membrana de filtro, tales como KClO, NaClO (p. ej., Javel), ácido cítrico, ácido oxálico, etc., y también a dichos líquidos cuando se utilizan a alta presión.
- 20 El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que puede aplicarse antes o después de la etapa de coagulación, y antes de secar la membrana, es decir sobre una membrana húmeda, o después de secarla, es decir sobre una membrana seca.
- El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que puede aplicarse una elevada presión de retrolavado sobre la membrana de filtro soportada por este sistema de bastidor.
- El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que el propio bastidor puede reutilizarse para soportar otra membrana de filtro.
- 25 En una realización de la presente invención, se proporciona un módulo de filtro que comprende una pluralidad de elementos de filtro de la presente invención.
- El sistema de bastidor de la presente invención tiene la ventaja de que los elementos de filtro pueden montarse fácilmente en un módulo de filtro, y que cada elemento de filtro de este módulo de filtro puede desmontarse y/o reemplazarse fácilmente por otro elemento de filtro.
- 30 Los elementos de filtro de la presente invención pueden utilizarse para microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, osmosis inversa, destilación por membrana, pervaporación, separación de gases, inmovilización de especies biológicas activas, así como para reactores de membrana enzimática, o reactores de biopelículas, en contactores de membrana, membranas de líquido soportadas, perstracción, desgasificación del agua, aeración, humidificación (permeación por vapor), liberación controlada en acondicionadores de aire, limpieza de gas/aire, etc.

REIVINDICACIONES

1.- Un elemento de filtro que comprende

- (i) una membrana (4), con un canal de permeado integrado, que tiene una estructura flexible y que comprende unas capas superior e inferior de membrana, y un material de sustrato para soportar dichas capas de membrana, en el cual dicho sustrato es un tejido 3D de separación que tiene unas superficies de tejido superior e inferior, unidas entre sí y separadas por hebras monofilamento a una distancia predefinida, en el cual cada una de dichas superficies superior e inferior está provista de al menos una capa de membrana que forma dichas capas de membrana superior e inferior, y en el cual un canal de permeado está interpuesto entre dichas capas superior e inferior de membrana y está conectado con una abertura de salida para descargar el permeado del canal de permeado integrado, y
- (ii) un sistema de bastidor que soporta dicha membrana y que sella dicho canal de permeado integrado por el borde de la membrana, **caracterizado porque** dicho sistema de bastidor comprende un primer perfil de bastidor (1 ó 5) y un segundo perfil de bastidor (2 ó 6), cada uno de los cuales tiene una forma y unas dimensiones capaces de rodear la membrana,
- en el cual cada uno de dichos primer y segundo perfiles de bastidor tiene unas partes interiores (12, 22, ó 52, 62) y unas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64)
 - en el cual dicha membrana (4) está interpuesta entre dicho primer perfil de bastidor (1 ó 5) y dicho segundo perfil de bastidor (2 ó 6) de tal modo que las partes interiores queden en contacto con la superficie de las capas superior e inferior de membrana en la periferia de la membrana, que las partes exteriores de los dos perfiles de bastidor queden en contacto entre sí y que las partes interiores formen un canal longitudinal (3 ó 7) en el que encaja la membrana,
 - en el cual el borde de las partes interiores en contacto con las superficies de las capas de membrana más cercano al área de membrana, siendo aquella área de la membrana la que se utiliza para filtrar líquido, tiene una forma curvada, y
 - en el cual se utiliza un adhesivo para unir las partes interiores a las capas de membrana y las partes exteriores entre sí.

2.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dichas partes interiores (12, 22, ó 52, 62) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor están provistas de un surco receptor de adhesivo que puede recibir el exceso de dicho adhesivo utilizado para unir las partes interiores a las capas de membrana.

3.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual dicho surco receptor de adhesivo está presente al lado del sitio en el que se aplica el adhesivo para unir las partes interiores a las capas de membrana, lo más cerca del área de filtración de la membrana.

4.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dichas partes interiores (12, 22, ó 52, 62) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor están provistas de al menos dos surcos receptores de adhesivo en ambos lados del sitio en el que se aplica el adhesivo para unir las partes interiores a las capas de membrana, pudiendo recibir dichos surcos receptores de adhesivo el exceso de adhesivo.

5.- Un elemento de filtro de acuerdo con cualquiera de las precedentes reivindicaciones 1 a 4, en el cual dichas partes interiores (12, 22, ó 52, 62) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor están provistas de al menos un surco de adhesivo para aplicar un adhesivo para unir las partes interiores a las capas de membrana.

6.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual al menos una de dichas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor están provistas de un surco receptor de adhesivo que puede recibir el exceso de dicho adhesivo utilizado para unir las partes exteriores entre sí.

7.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada una de dichas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor están provistas de un surco receptor de adhesivo que puede recibir el exceso de dicho adhesivo utilizado para unir las partes exteriores entre sí.

8.- Un elemento de filtro de acuerdo con las reivindicaciones 6 ó 7, en el cual dicho surco receptor de adhesivo está presente al lado del sitio en el que se aplica el adhesivo para unir las partes exteriores entre sí, lo más cerca de las partes interiores.

9.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual al menos una de dichas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor está provista de al menos dos surcos receptores de adhesivo en ambos lados del sitio en el que se aplica el adhesivo para unir las partes exteriores entre sí, pudiendo

recibir dichos surcos receptores de adhesivo el exceso de adhesivo.

5 10.- Un elemento de filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada una de dichas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor está provista de al menos dos surcos receptores de adhesivo a ambos lados del sitio en el que se aplica el adhesivo para unir las partes exteriores entre sí, pudiendo recibir dichos surcos receptores de adhesivo el exceso de adhesivo.

11.- Un elemento de filtro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 10, en el cual dichas partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) de dichos primer y segundo perfiles de bastidor está provista de al menos un surco de adhesivo para aplicar un adhesivo para unir las partes exteriores entre sí.

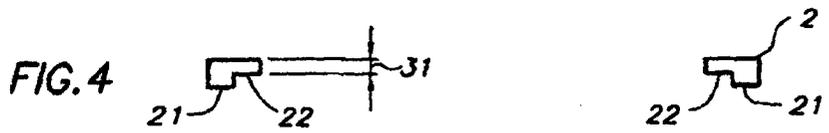
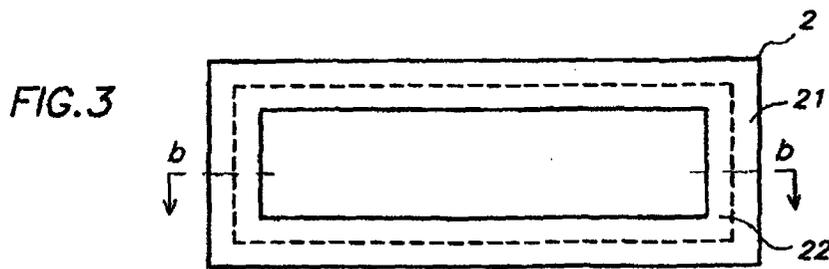
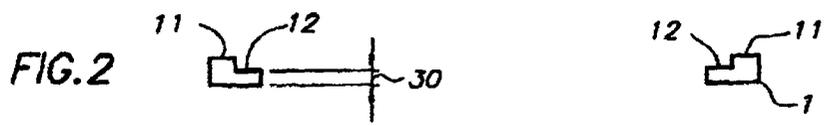
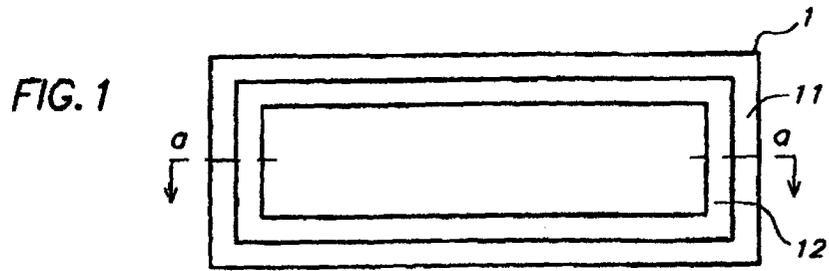
10 12.- Un elemento de filtro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 11, en el cual un canal de permeado de contorno adicional está formado en dicho canal longitudinal a lo largo del límite de la membrana para recoger y transportar el permeado extraído desde el canal de permeado integrado hasta dicha abertura de salida de la membrana.

13.- Un procedimiento para fabricar un elemento de filtro, que comprende las etapas de:

- 15
- proporcionar una membrana (4) con un canal de permeado integrado según lo definido en la reivindicación 1,
 - proporcionar un primer perfil de bastidor (1 ó 5) y un segundo perfil de bastidor (2 ó 6) según lo definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,
 - montar la membrana (4) en el primer perfil de bastidor de tal modo que la membrana esté en contacto con la parte interior (12 ó 52) del primer perfil de bastidor,
 - 20 - superponer el segundo perfil de bastidor sobre el primer perfil de bastidor en el cual está presente la membrana, de tal modo que la membrana quede en contacto con la parte interior (22 ó 62) del segundo perfil de bastidor y que las partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) del primer y el segundo perfiles de bastidor queden en contacto entre sí,
 - 25 - aplicar un adhesivo entre la parte interior (12 ó 52) del primer perfil de bastidor y una superficie de la membrana, entre la parte interior (22 ó 62) del segundo perfil de bastidor y la otra superficie de la membrana y entre las partes exteriores (11, 21, ó 54, 64) del primer y el segundo perfiles de bastidor, y
 - unir las partes interiores del primer y el segundo perfiles de bastidor a ambas superficies de la membrana y las partes exteriores del primer y el segundo perfiles de bastidor entre sí.

30 14.- Un módulo de filtro que comprende una pluralidad de elementos de filtro según lo definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 12.

35 15.- Un procedimiento para aumentar la presión aplicada durante el proceso de filtración y/o el proceso de retrolavado, y para reducir el riesgo de fugas en la membrana y/o de daños en las superficies de la membrana mediante el soporte de una membrana con un canal de permeado integrado según lo definido en la reivindicación 1, y para sellar el canal de permeado integrado por el borde de dicha membrana mediante un sistema de bastidor según lo definido en la reivindicación 1.



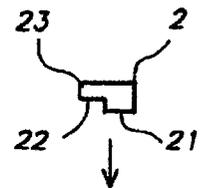
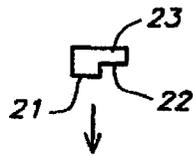
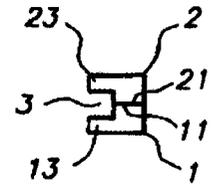
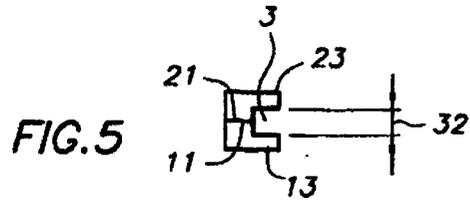


FIG. 6

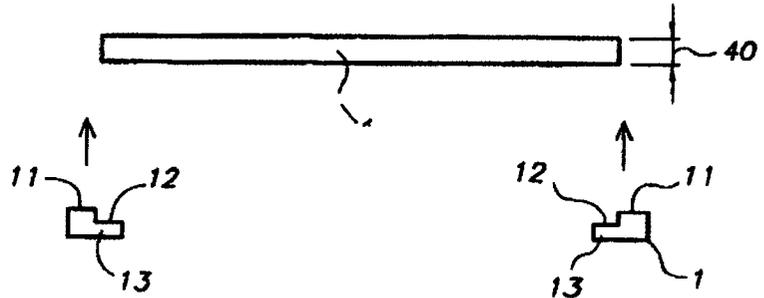
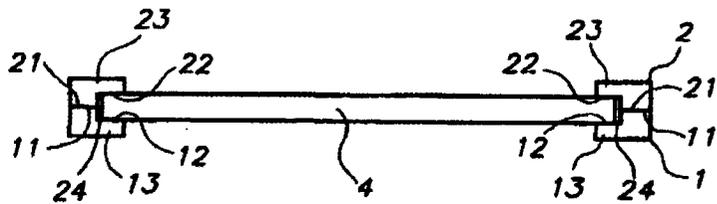
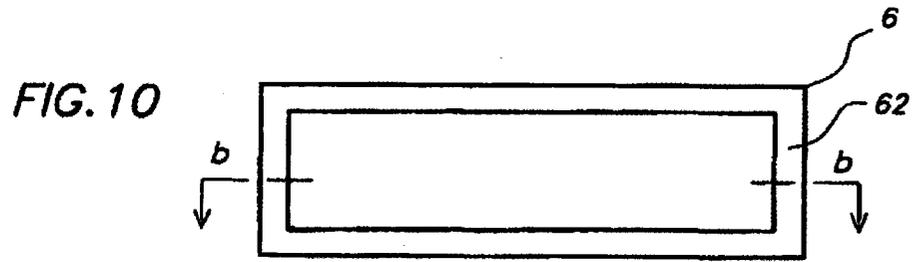
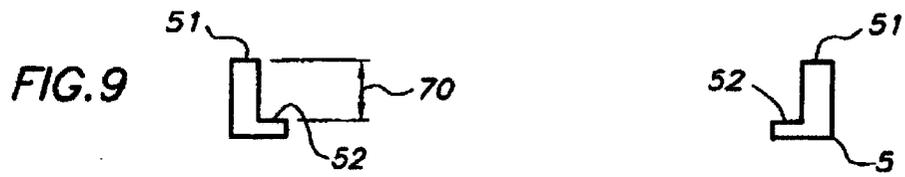
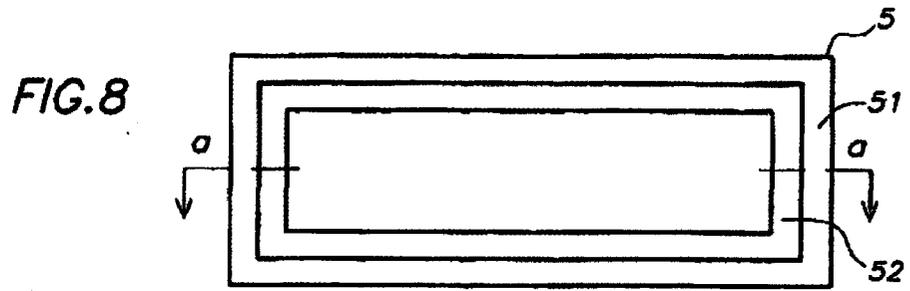
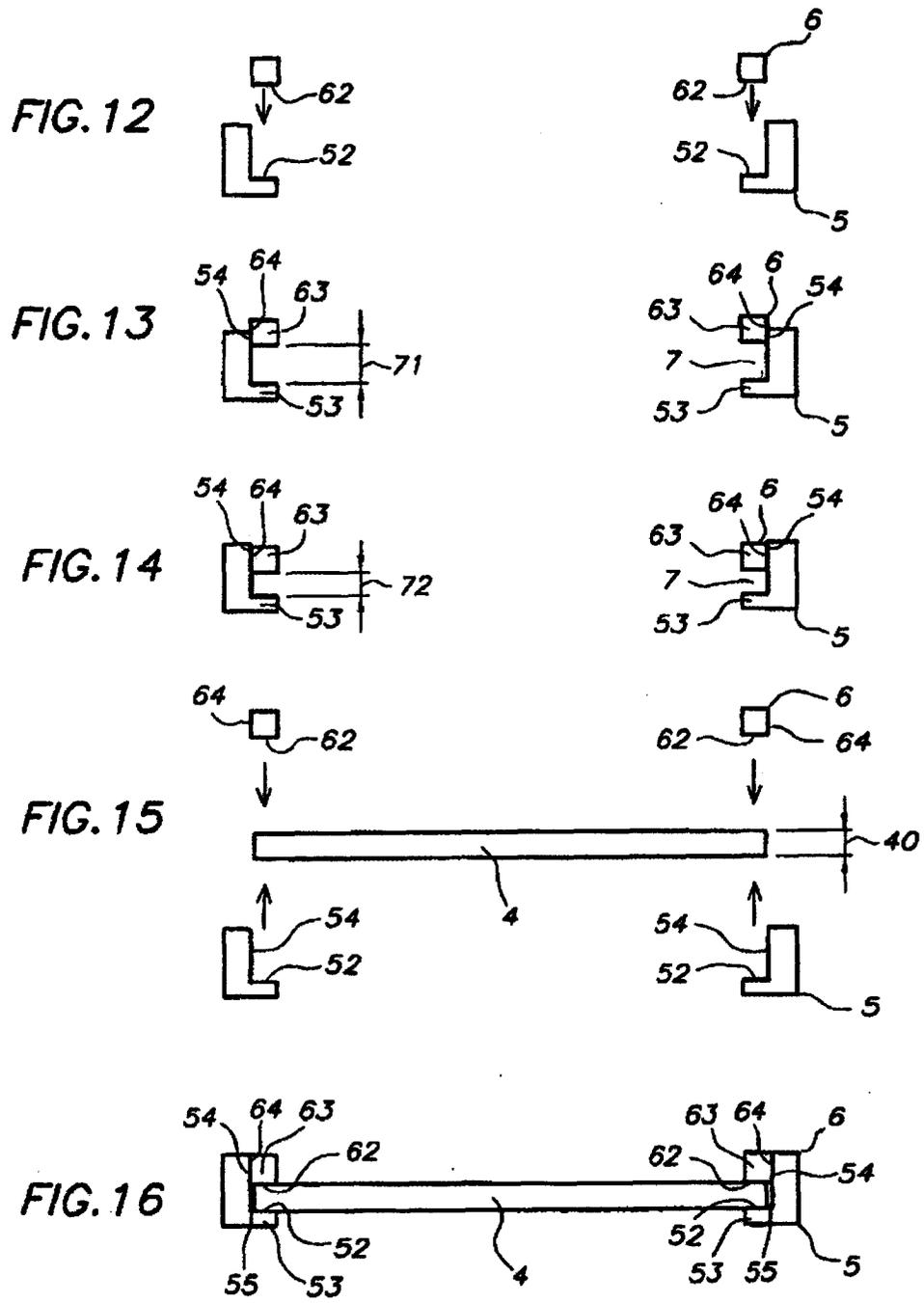


FIG. 7







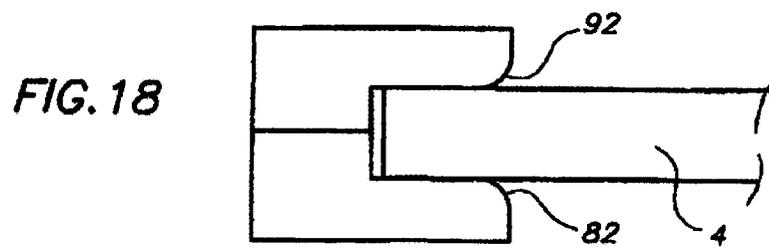
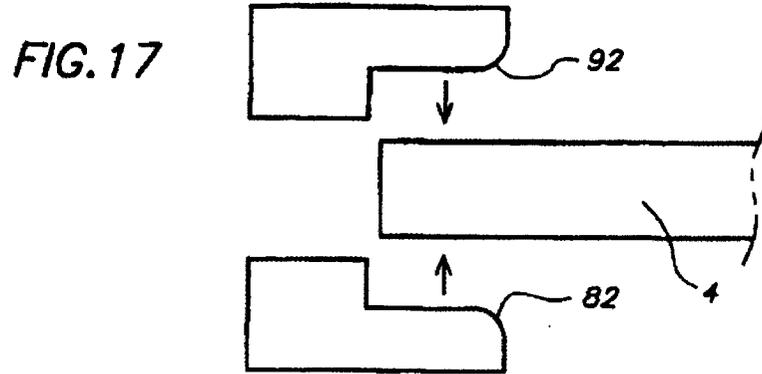


FIG.19

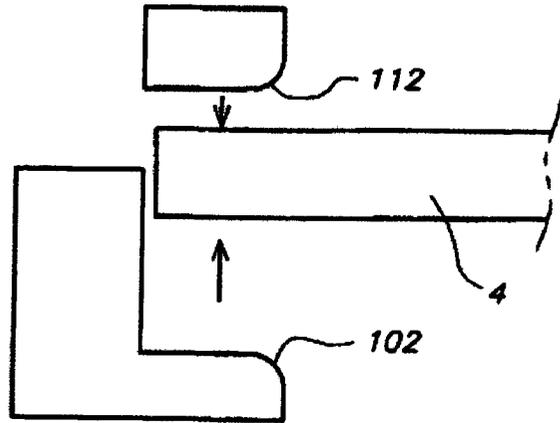


FIG.20

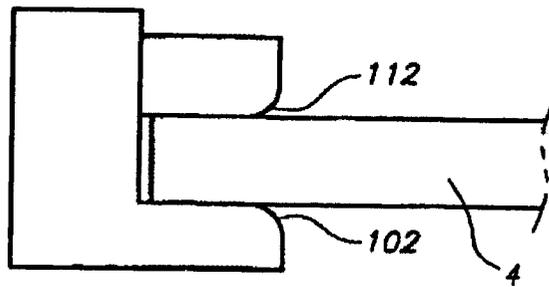


FIG.21

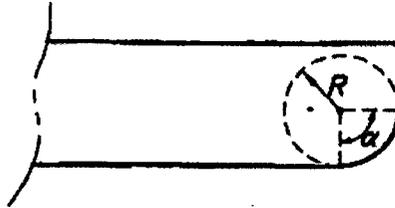


FIG.22

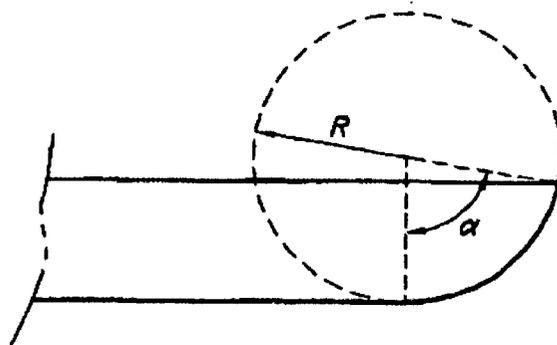


FIG.23

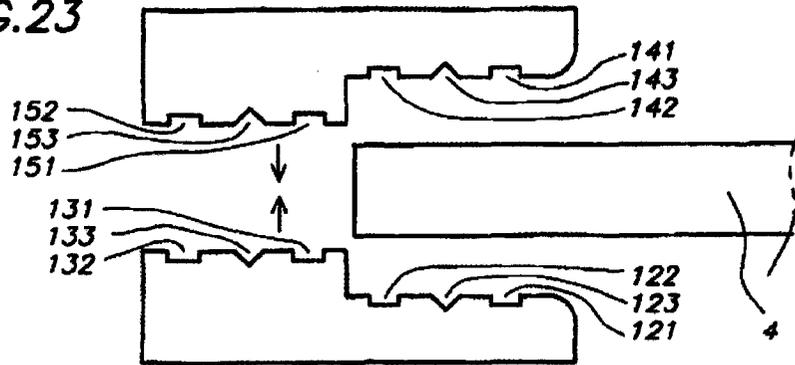


FIG.24

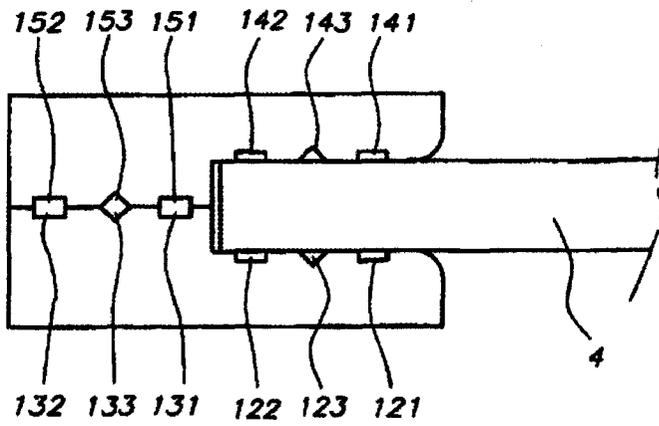


FIG.25

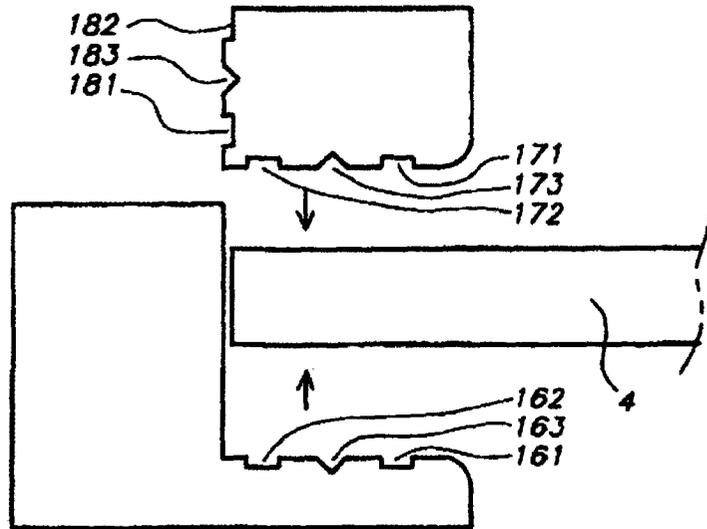


FIG.26

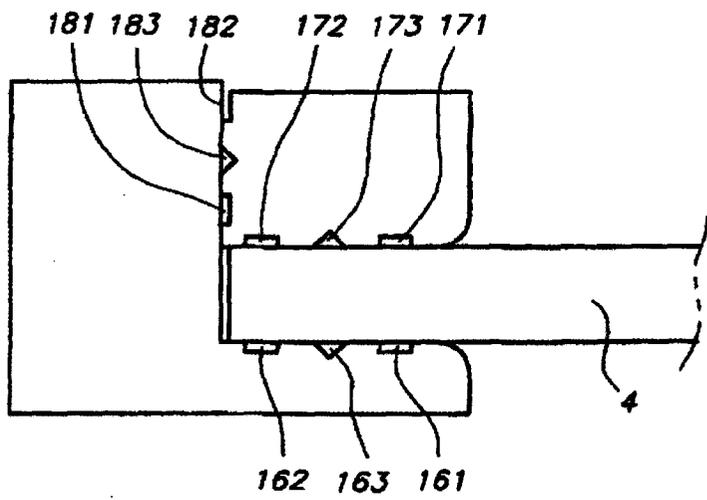


FIG.27

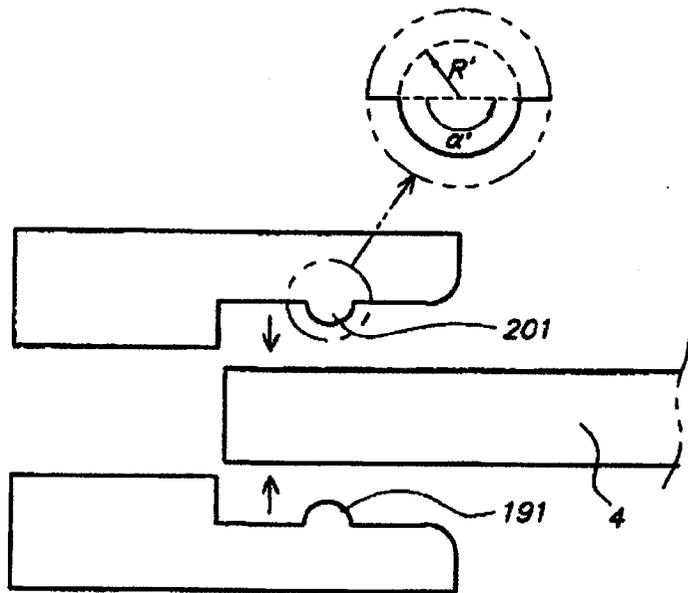


FIG.28

