(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 351 332**

(51) Int. Cl.:
B01D 69/08 (2006.01)
D01D 5/24 (2006.01)
B01D 71/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03768462 .8**
(96) Fecha de presentación : **17.12.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1578521**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **28.09.2005**

(54) Título: **Membrana de permeabilidad selectiva y proceso para la fabricación de la misma.**

(30) Prioridad: **20.12.2002 SE 2002103857**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.02.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.02.2011

(73) Titular/es: **GAMBRO LUNDIA AB.**
Box 10101
220 10 Lund, SE

(72) Inventor/es: **Gohl, Hermann y**
Buck, Reinhold

(74) Agente: **Mir Plaja, Mireia**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

Descripción

Campo técnico de la presente invención

[0001] La presente invención se refiere a una membrana de fibra hueca, asimétrica, y de permeabilidad selectiva, adecuada para, por ejemplo, hemodiálisis, a un proceso para la elaboración de dicha membrana y al uso de la misma. La membrana según la presente invención comprende por lo menos un polímero hidrófobo y por lo menos un polímero hidrófilo.

[0002] Las membranas del tipo anterior presentan ventajas especiales cuando se usan en relación con tipos diferentes de tratamientos médicos, tales como hemodiálisis, hemofiltración y hemodiafiltración. No obstante, también se pueden usar en diálisis y filtración en general, por ejemplo, en la purificación del agua o la deshidratación.

Antecedentes de la invención

[0003] Se describen de forma detallada membranas del tipo anterior, por ejemplo, en los documentos EP-A-0 568 045, EP-A-0 168 783, EP-B-0 082 433, y WO 86/00028. Estas membranas se fabrican a partir de materiales sintéticos poliméricos, tienen una estructura asimétrica con una alta permeabilidad difusiva (aclaramiento) y presentan una capacidad de filtración de agua con ultrafiltración en el intervalo desde un flujo bajo a un flujo alto. En el documento EP-A-0 305 787, se da a conocer una membrana de estructura tricapa y un filtro con las prestaciones correspondientes.

[0004] Las membranas según la técnica anterior presentan un buen rendimiento, aunque todavía disponen de algo de espacio para la mejora y la optimización. Las áreas de las propiedades mejorables se refieren a que las fibras son difíciles de manipular, se pegan entre sí y se adhieren unas a otras, lo cual provoca problemas durante la fabricación de dializadores, especialmente cuando las mismas se encapsulan en poliuretano (PUR). Además, la permeabilidad de las fibras es todavía mejorable. De este modo, se puede

mejorar la permeabilidad difusiva (aclaramiento) para sustancias de diferentes pesos moleculares en el intervalo de la urea, así como, en mayor medida, la permeabilidad para sustancias con un intervalo medio de pesos moleculares, como la β_2-N, el factor D y otros, aunque con una baja permeabilidad a la albúmina.

[0005] Uno de los requisitos planteados sobre las membranas de diálisis es lograr una alta permeabilidad para las sustancias, por un lado, con un peso molecular bajo y medio y que tienen, por otro lado, una baja permeabilidad para la albúmina. A esta característica se le denomina “selectividad”. Todavía es necesario mejorar la selectividad de las membranas de la técnica anterior.

Resumen de la invención

[0006] El objetivo de la presente invención es mejorar membranas de fibra hueca compuestas por al menos un polímero hidrófobo y al menos un polímero hidrófilo, que son adecuadas para, por ejemplo, hemodiálisis. Este objetivo se logra con una membrana hueca según se define en la reivindicación 1

[0007] con una estructura de cuatro capas que comprende una primera capa de separación interior en forma de una capa densa bastante delgada, una segunda capa en forma de una estructura de esponja, una tercera capa en forma de una estructura de dedos, y una cuarta capa exterior en forma de una capa de esponja que tiene una superficie exterior con poros en el intervalo de tamaños de entre 0,5 y 3 µm y que tiene un número de dichos poros en el intervalo de entre 10.000 y 150.000 poros por mm^2, preferentemente en el intervalo de entre 18.000 y 100.000 poros por mm^2, de la forma más preferente entre 20.000 y 100.000 poros por mm^2.

[0008] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso para la preparación de la membrana según la presente invención.

[0009] Este objetivo se logra con un proceso de hilatura con inversión de fase en disolvente según se define en la reivindicación 5, que comprende las etapas de

a) dicho por lo menos un polímero hidrófobo y dicho por lo menos un polímero hidrófilo se disuelven en por lo menos un disolvente para formar una solución polimérica,

b) dicha solución polimérica formada se extruye a través de una ranura externa en anillo de una tobera con dos abertura concéntricas,

c) se extruye un fluido central a través de la abertura interior de la tobera, y después de esto

d) dicha membrana se lava y preferentemente se seca.

[0010] Según la presente invención, la solución polimérica que sale a través de la abertura de la ranura externa se expone, en el exterior de la fibra precipitada, a una

mezcla de aire/vapor húmedo que comprende un disolvente en un contenido de entre el 0,5 y el 10 % en peso en relación con el contenido de agua
y la humedad relativa en la mezcla de aire/vapor húmedo está entre el 60 y el 100 %.

[0011] Todavía otro objetivo de la presente invención es proporcionar un uso de la membrana según la invención en hemodiálisis, hemodiafiltración, hemofiltración y en diálisis y filtración en general, por ejemplo, para la purificación de agua o la deshidratación.

[0012] Otros objetivos, características, ventajas y realizaciones preferidas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada, cuando la misma se considere conjuntamente con las micrografías de barrido adjuntas y las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

[0013] A continuación se describirán más detalladamente realizaciones preferidas de la presente invención, haciéndose referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

las Figs. 1 y 2 muestran imágenes por microscopía electrónica de barrido, de la superficie exterior de membranas según realizaciones preferidas de la presente invención.

La Fig. 3 muestra una imagen por microscopía electrónica de barrido, de la superficie exterior de una membrana comparativa.

La Fig. 4 muestra una imagen por microscopía electrónica de barrido, de una sección transversal de la estructura de la membrana según una realización preferida de la invención.

Descripción detallada de la invención

[0014] La presente invención mejora los defectos de membranas de la técnica anterior con una membrana con una superficie exterior única de las membranas de fibra hueca.

[0015] La capa exterior está caracterizada por una estructura homogénea y de poros abiertos con una rugosidad superficial definida. Las aberturas de los poros se encuentran en el intervalo de tamaños de entre 0,5 y 3 µm, además el número de dichos poros en la superficie exterior está en el intervalo de entre 10.000 y 150.000 poros por mm^2, preferentemente en el intervalo de entre 18.000 y 100.000 poros por mm^2, y, de la forma más preferente, en el intervalo de entre 20.000 y 100.000 poros por mm^2. En las micrografías de barrido adjuntas se pueden ver imágenes micrográficas de la superficie exterior de una fibra hueca según la invención (Fig. 1 y Fig. 2), en donde se observan claramente los poros de la superficie exterior. En la Fig. 3, se puede ver la superficie exterior de una fibra hueca, la cual no se ha realizado de acuerdo con la presente

invención.

[0016] Una superficie exterior como la correspondiente según la presente invención proporciona muchas ventajas.

[0017] Una ventaja es que proporciona una membrana de fibra hueca, que es no pegajosa y que resulta sencilla de manipular. Esto da como resultado menos grietas y agujeros en las fibras durante el proceso de fabricación, lo cual, a su vez, deriva en menos deshechos en el proceso de fabricación.

[0018] Otra ventaja es que la fibra hueca tiene una tendencia menor a adherirse a las fibras huecas que se sitúan cerca de la misma en el haz, debiéndose esto al alto número de dichos poros sobre la superficie. De este modo, el dializado que rodea las fibras huecas durante el uso tiene un acceso mejorado a las fibras huecas cuando las mismas presentan una tendencia menor a adherirse unas a otras, y durante el encapsulado de las fibras huecas, el material de encapsulado, habitualmente PUR, presenta también un acceso mejorado a las fibras huecas individuales proporcionando un encapsulado adecuado y más fiable en torno a cada fibra hueca.

[0019] Todavía otra ventaja es que el elevado número de dichos poros proporciona un acceso mejorado para que el poliuretano (PUR) durante el encapsulado penetre a través de la parte exterior de la membrana hacia la estructura de esta última. La penetración de PUR en la estructura proporciona una fijación segura de la membrana y, con ello, un encapsulado de fibras exento de fugas.

[0020] Esta superficie específica en el exterior de la fibra hueca se logra modificando la composición de la solución polimérica de hilatura únicamente en la sección exterior de la pared de la membrana de fibras huecas mediante penetración de agua desde una atmósfera muy específica de vapor/aire/disolvente hacia los primeros entre 1 y 15 µm de capa de solución polimérica, justo antes de que la precipitación desde el interior llegue a esta capa. La penetración se produce en menos de 0,5 segundos.

[0021] Las inmediaciones de la fibra cuando la misma se constituye tras la tobera necesita condiciones determinadas, como humedad, temperatura, volumen del flujo de vapor, composición seleccionada definida de la solución polimérica, viscosidad, temperatura y una cierta composición y condición del fluido central. Esta precipitación de la fibra, realizada desde dos lados (desde el lado interior y el exterior), permite lograr la estructura que se ha descrito anteriormente. En una realización preferida de la presente invención, la membrana presenta una estructura única y muy específica de cuatro capas, que tiene una permeabilidad difusiva de urea de entre 15 y 17 x 10^{-4} cm/s, medida a 37 ºC. La permeabilidad difusiva se midió según E. Klein, F. Holland, A. Lebeouf, A. Donnaud, J.K. Smith, “Transport and Mechanical Properties of Hemodialysis Hollow Fibers”, *Journal of Membrane Science* 1 (1976) 371-396, especialmente páginas 375 a 379. En la Fig. 4, se muestra una micrografía de barrido sobre esta estructura preferida de cuatro capas. La capa interior de la estructura de cuatro capas, es decir, la capa en contacto con la sangre y la superficie interior de la membrana de fibra hueca, es una capa de separación en

forma de una capa densa bastante delgada que tiene, en una realización preferida, un espesor menor que 1 µm y un tamaño de poro del orden de los nanómetros. Para lograr una alta selectividad, los canales de poros con los diámetros responsables de los poros son cortos (<0,1 µm). El diámetro de los canales de poros tiene una variación muy baja en cuanto a tamaño.

[0022] El tamaño de los poros se puede realizar en intervalos diferentes, por ejemplo, para una membrana de bajo flujo en el intervalo de entre 5 y 10 nm, y para una membrana de flujo alto entre 5 y 20 nm, preferentemente entre 7 y 12. Este tamaño diferente de los poros crea una membrana que presenta un corte, por ejemplo, para el flujo bajo de aproximadamente 5.000 Dalton y para el flujo alto de aproximadamente 40.000 Dalton en presencia de sangre total. El corte se define como un peso molecular, que es rechazado por la membrana. La estructura definida de los poros se logra mediante la selección de la composición del polímero, la composición y la condición de los medios de precipitación en el flujo central y mediante la condición y la composición del entorno circundante de la fibra que sale de la tobera de hilatura.

[0023] La siguiente capa en la membrana de fibra hueca es la segunda capa, que tiene forma de una estructura de esponja y, en una realización preferida de la presente invención, un espesor de aproximadamente de entre 1 y 15 µm y sirve como soporte para dicha primera capa. A continuación, está la tercera capa, que tiene forma de una estructura de dedos. Proporciona, por un lado, igual que un armazón, una estabilidad mecánica; por otro lado, gracias al volumen elevado de huecos, presenta una resistencia muy baja de transporte de moléculas a través de la membrana. Durante el proceso, los huecos se llenan con agua, y el agua ofrece una menor resistencia para la difusión y la convección que una matriz con una estructura llena de esponja, que tiene un volumen de huecos inferior. Por consiguiente, la tercera capa proporciona a la membrana una estabilidad mecánica y, en una realización preferida de la presente invención, tiene un espesor de entre 20 y 60 µm.

[0024] La cuarta capa, en esta realización preferida de la presente invención, es la capa exterior, con la superficie exterior según se ha mencionado anteriormente. Esta cuarta capa tiene, en una realización preferida, un espesor de aproximadamente entre 1 y 10 µm.

[0025] Este diseño de cuatro capas junto con la evitación de grietas de las fibras y de fugas, proporciona una selectividad elevada, lo cual significa un potencial elevado para separar moléculas que tienen un tamaño parecido, por ejemplo, para separar albúmina con respecto a β_2-microglobulina y Factor D.

[0026] Una realización preferida de la membrana según la presente invención consta de entre el 65 y el 95 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófobo y de entre el 5 y el 35 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófilo.

[0027] Dicho por lo menos un polímero hidrófobo se selecciona de entre poliétersulfona o una mezcla de poliariletersulfona y poliamida. Dicho por lo menos un polímero hidrófilo es polivinilpirrolidona.

[0028] En una realización preferida del proceso según la presente invención, la temperatura de la mezcla de aire/vapor húmedo es por lo menos 15 ºC, preferentemente por lo menos 30 ºC, y como mucho 75 ºC, preferentemente como mucho 60 ºC.

[0029] La humedad relativa en la mezcla de aire/vapor húmedo está entre el 60 y el 100 %.

[0030] En una realización preferida de la presente invención, la mezcla de aire/vapor húmedo comprende un disolvente en un contenido de entre el 0,5 y el 5 % en peso con relación al contenido de agua.

[0031] En una realización todavía más preferida de la presente invención, la mezcla de aire/vapor húmedo comprende un disolvente en un contenido de entre el 2 y el 3 % en peso con relación al contenido de agua.

[0032] El efecto del disolvente en la atmósfera de vapor de temperatura controlada es controlar la velocidad de precipitación de las fibras. Si se utiliza menos disolvente, la superficie exterior obtendrá una superficie más densa, y si se usa más disolvente la superficie exterior será una estructura más abierta. Controlando la cantidad de disolvente en la atmósfera de vapor de temperatura controlada que rodea la membrana precipitada, se controlan la cantidad y el tamaño de los poros sobre la superficie exterior de la membrana, es decir, el tamaño de las aberturas de los poros está en el intervalo de entre 0,5 y 3 µm y el número de dichos poros está en el intervalo de entre 10.000 y 150.000 poros por mm^2, preferentemente entre 18.000 y 100.000 poros por mm^2, y, de la forma más preferente, entre 20.000 y 100.000 poros por mm^2.

[0033] La solución polimérica, usada en el proceso de la presente invención, consta preferentemente de entre un 10 y un 20 % en peso del por lo menos un polímero hidrófobo, entre un 3 y un 11 % en peso del por lo menos un polímero hidrófilo, entre un 66 y un 86 % en peso de disolvente y entre un 1 y un 5 % en peso de aditivos adecuados. Los aditivos adecuados comprenden, por ejemplo, en una realización preferida, fluido de coagulación seleccionado de entre el grupo de agua, glicerol y/u otros alcoholes.

[0034] El disolvente, usado en el proceso de la presente invención, preferentemente se selecciona del grupo que comprende n-metilpirrolidona (NMP), dimetilacetamida (DMAC), dimetilsulfóxido (DMSO), dimetilformamida (DMF), butirolactona y mezclas de dichos disolventes.

[0035] En una realización preferida, dicho fluido central incluye una parte de dicho por lo menos un polímero hidrófilo. Además, podría incluir por lo menos uno de los disolventes y medios de precipitación antes mencionados seleccionados del grupo de agua, glicerol y otros alcoholes. El fluido central consta de entre un 45 y un 70 % en peso de medio de precipitación, entre un 30 y un 55 % en peso de disolvente y entre un 0 y un 5 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófilo.

[0036] A continuación se describirá más detalladamente la presente invención en los siguientes ejemplos. Los ejemplos se proporcionan únicamente a título de ilustración, y no deben interpretarse como limitativos del alcance de protección de la presente invención.

Ejemplo 1

[0037] Se prepara una solución polimérica mezclando el 13,5 % de poliariletersulfona, el 0,5 % de poliamida, el 7,5 % de PVP K30 y el 78,5 % de NMP. Como fluido central sirve una mezcla de 59 % de agua y 41 % de NMP. La viscosidad de la solución polimérica, medida a una temperatura de 22 ºC, es 4,230 mPas.

[0038] El fluido central se calienta a 55 ºC y se bombea hacia una hilera de fibra hueca bicomponente. La solución polimérica sale de la hilera a través de una ranura anular con un diámetro exterior de 0,5 mm y un diámetro interior de 0,35 mm. El fluido central sale de la hilera en el centro del tubo anular de la solución polimérica para iniciar la precipitación de la solución polimérica desde el interior y para determinar el diámetro interior de la fibra hueca.

[0039] Al mismo tiempo, los dos componentes (solución polimérica y fluido central) entran en un espacio separado de la atmósfera ambiental. Al espacio se le denomina hueco de hilatura (*spinning shaft*). En el hueco de hilatura se inyecta una mezcla de vapor (100 ºC) y aire (22 ºC). La temperatura en el hueco de hilatura se ajusta mediante la relación de vapor y aire a 49 ºC y una humedad relativa del 99,5 %, y el contenido de disolvente en el mismo se ajustó al 3,9 % en peso en relación con el contenido de agua. El disolvente era NMP. La longitud del hueco de hilatura es 890 mm. Con la ayuda de la gravedad y un rodillo accionado por motor, la fibra hueca se estira desde la parte superior hacia la parte inferior, desde la hilera a través del hueco de hilatura hacia un baño de agua en dirección vertical. La velocidad de hilatura es 50 m/minuto. Posteriormente, la fibra hueca se conduce a través de una cascada de baños de agua y temperaturas crecientes desde 20 a 90 ºC. La membrana húmeda de fibra hueca que sale del baño de enjuague en agua se seca en una etapa consecutiva de secado en continuo. Después de una etapa de texturización, la fibra hueca se recoge en una rueca en forma de un haz. Después de introducir el haz en una caja de un dializador, el mismo se encapsula con poliuretano, se cortan los extremos, se fija un cabezal en ambos laterales del dializador, en la caja, y el dializador se enjuaga con agua caliente y se seca con aire. Durante esta última etapa de secado, en el dializador queda una cantidad de 17 g de agua residual por m^2 de área de membrana efectiva. Después del etiquetado y el envasado, el dializador se esteriliza por vapor dentro del envase en una autoclave a 121 ºC durante 25 minutos.

[0040] En la Fig. 1 se muestra una micrografía de barrido de la superficie exterior de la fibra hueca según el ejemplo 1. La fibra hueca según este ejemplo tenía 62.500 poros en el intervalo de entre 0,5 y 3 µm por mm^2.

Ejemplo 2

[0041] Se fabricaron fibras huecas según el ejemplo 1, con la excepción de que, en el

hueco de hilatura, se usó menos vapor. La temperatura en el hueco de hilatura se ajustó mediante la relación de vapor y aire a 37 ºC y una humedad relativa del 84 %. El contenido de disolvente (NMP) se ajustó al 2,4 % en peso en relación con el contenido de agua.

[0042] En la Fig. 2 se muestra una micrografía de barrido de la superficie exterior de la fibra hueca según el ejemplo 2. La fibra hueca según este ejemplo presentaba 18.700 poros en el intervalo de entre 0,5 y 3 µm por mm^2.

Ejemplo 3 (comparativo)

[0043] Se fabricaron fibras huecas según el ejemplo 1, con la excepción de que, en el hueco de hilatura, no se usó vapor. La temperatura en el hueco de hilatura fue de 26 ºC y la humedad relativa fue del 55 %.

[0044] En la Fig. 3 se muestra una micrografía de barrido de la superficie exterior de la fibra hueca según el ejemplo 3.

[0045] La fibra hueca según este ejemplo tenía 3.650 poros en el intervalo de entre 0,5 y 3 µm por mm^2.

[0046] A continuación, las fibras huecas producidas según los ejemplos 1 a 3 se evaluaron en relación con los haces de fibras desechados, el aclaramiento de urea y la selectividad de mioglobulina/albúmina. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

[0047] El método usado para determinar el aclaramiento de urea y la selectividad de mioglobulina/albúmina (midiendo coeficientes de cribado) fue el EN 1283.

[0048] Los ejemplos 1 y 2 se realizan según la invención, mientras que el ejemplo 3 no se realiza según la invención, y se ofrece únicamente con fines comparativos.

Ejemplo	Haces de fibras desechados (%)	Aclaramiento urea ml/minuto	Selectividad mioglobulina-/albúmina
1	0,1	272	16
2	6	252	8
3	48	208	5

[0049] Las ventajas de la membrana según la presente invención con respecto a la técnica anterior son que presenta una mayor selectividad, una mayor permeabilidad difusiva, unas propiedades de manipulación mejoradas, unas propiedades de encapsulado mejoradas, una alta versatilidad para tipos diferentes de membranas (bajo flujo, flujo medio y flujo alto, etcétera) y presenta una tasa mayor de fibras libres de defectos, aunque existen asimetrías elevadas y cifras altas de peso en las estructuras de la membrana.

Reivindicaciones

1. Membrana de fibra hueca, asimétrica, y de permeabilidad selectiva, que es adecuada para, por ejemplo, hemodiálisis, compuesta por al menos un polímero hidrófobo que es poliétersulfona o una mezcla de poliariletersulfona y poliamida, y por lo menos un polímero hidrófilo que es polivinilpirrolidona, caracterizada porque dicha membrana tiene una estructura de cuatro capas que comprende una primera capa de separación interior en forma de una capa densa bastante delgada, una segunda capa en forma de una estructura de esponja, una tercera capa en forma de una estructura de dedos, y una cuarta capa exterior en forma de una capa de esponja que tiene una superficie exterior con poros en el intervalo de entre 0,5 y 3 µm, y porque el número de dichos poros en la superficie exterior está en el intervalo de entre 10.000 y 150.000 poros por mm^2, preferentemente en el intervalo de entre 18.000 y 100.000 poros por mm^2, de la forma más preferente en el intervalo de entre 20.000 y 100.000 poros por mm^2.

2. Membrana según la reivindicación 1, en la que dicha membrana tiene una permeabilidad difusiva de urea de entre 15 y 17 x 10^{-4} cm/s, medida a 37 ºC, en donde la permeabilidad difusiva se mide según E. Klein et al., “Transport and Mechanical Properties of Hemodialysis Hollow Fibers”, *Journal of Membrane Science* 1 (1976) 371-396, especialmente páginas 375 a 379.

3. Membrana según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en la que dicha primera capa de separación tiene un espesor menor que 1 µm, dicha segunda capa tiene un espesor de aproximadamente entre 1 y 15 µm, dicha tercera capa tiene un espesor de aproximadamente entre 20 y 60 µm, y dicha cuarta capa tiene un espesor de aproximadamente entre 1 y 10 µm.

4. Membrana según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la misma consta de entre un 65 y un 95 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófobo y entre un 5 y un 35 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófilo.

5. Proceso para la preparación de una membrana según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, mediante hilatura por inversión de fase en disolvente, que comprende las etapas de

    a) dicho por lo menos un polímero hidrófobo y dicho por lo menos un polímero hidrófilo se disuelven en por lo menos un disolvente para formar una solución polimérica,

b) dicha solución polimérica formada se extruye a través de una ranura exterior en anillo de una tobera con dos aberturas concéntricas,
c) un fluido central que consiste en entre un 45 y un 70 % en peso de medio de precipitación, entre un 30 y un 55 % en peso de disolvente, y entre un 0 y un 5 % en peso de dicho por lo menos un polímero hidrófilo, se extruye a través de la abertura interior de la tobera, a continuación
d) dicha membrana se lava y preferentemente se seca,

caracterizado porque la solución polimérica que sale a través de la abertura de la ranura externa se expone, en el exterior de la fibra precipitada, a una mezcla de aire/vapor húmedo que comprende un disolvente en un contenido de entre el 0,5 y el 10 % en peso en relación con el contenido de agua y porque la humedad relativa en la mezcla de aire/vapor húmedo está entre el 60 y el 100 %.

6. Proceso según la reivindicación 5, en el que el contenido de disolvente dentro de la mezcla de aire/vapor húmedo está entre el 0,5 y el 5 % en peso con relación al contenido de agua.

7. Proceso según la reivindicación 5, en el que el contenido de disolvente dentro de la mezcla de aire/vapor húmedo está entre el 2 y el 3 % en peso con relación al contenido de agua.

8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la temperatura de la mezcla de aire/vapor húmedo es por lo menos 15 ºC, preferentemente por lo menos 30 ºC, y como mucho 75 ºC, preferentemente como mucho 60 ºC.

9. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que la solución polimérica consiste en entre un 10 y un 20 % en peso del por lo menos un polímero hidrófobo, entre un 3 y un 11 % en peso del por lo menos un polímero hidrófilo, entre un 66 y un 86 % en peso de disolvente y entre un 1 y un 5 % en peso de aditivos adecuados.

10. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que la solución polimérica comprende entre un 1 y un 5 % en peso de fluido de coagulación seleccionado del grupo de agua, glicerol u otros alcoholes.

11. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que dicho disolvente se selecciona del grupo que comprende N-metil-pirrolidona (NMP),

dimetilacetamida (DMAC), dimetilsulfóxido (DMSO), dimetilformamida (DMF), butirolactona y mezclas de dichos disolventes.

12. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en el que dicho fluido central incluye una parte de dicho por lo menos un polímero hidrófilo.

13. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, en el que dicho fluido central incluye por lo menos un disolvente seleccionado del grupo que comprende N-metilpirrolidona (NMP), dimetilacetamida (DMAC), dimetilsulfóxido (DMSO), dimetilformamida (DMF), butirolactona y mezclas de dichos disolventes.

14. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, en el que dicho fluido central incluye medio de precipitación seleccionado del grupo agua, glicerol y otros alcoholes.

15. Uso de una membrana según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en hemodiálisis, hemodiafiltración, y hemofiltración.

16. Uso de una membrana según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en diálisis y filtración.

17. Uso de una membrana fabricada según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, en hemodiálisis, hemodiafiltración, y hemofiltración.

18. Uso de una membrana fabricada según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, en diálisis y filtración.

- - -

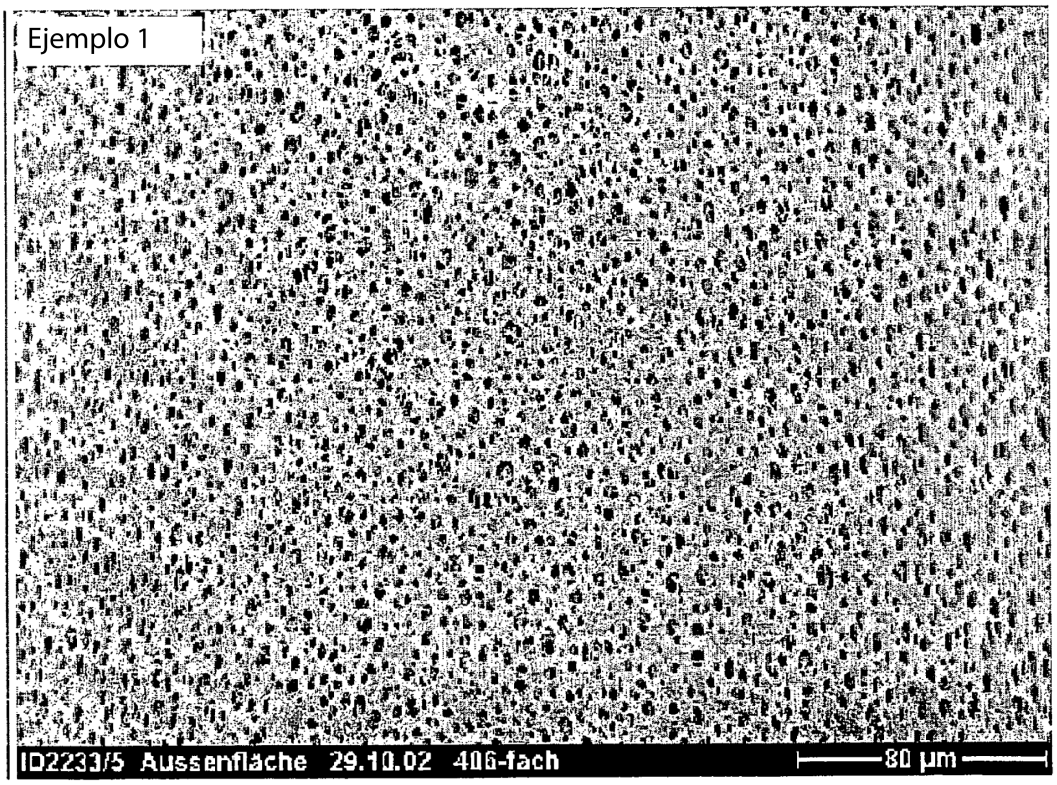


Fig. 1

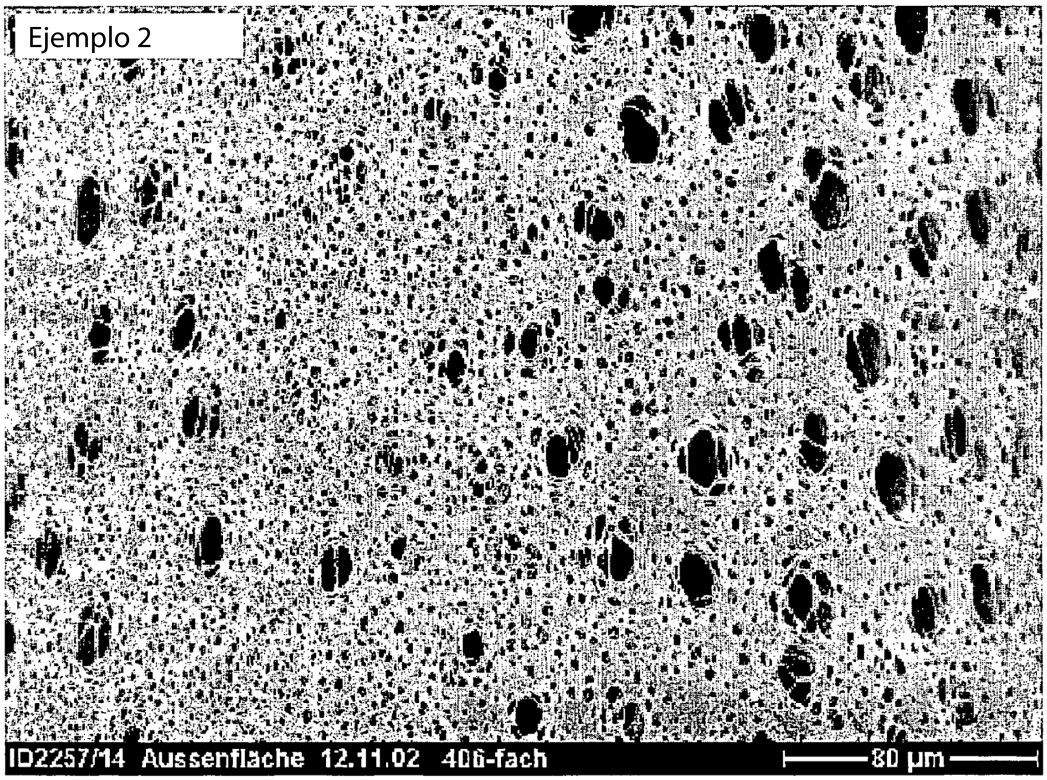


Fig. 2

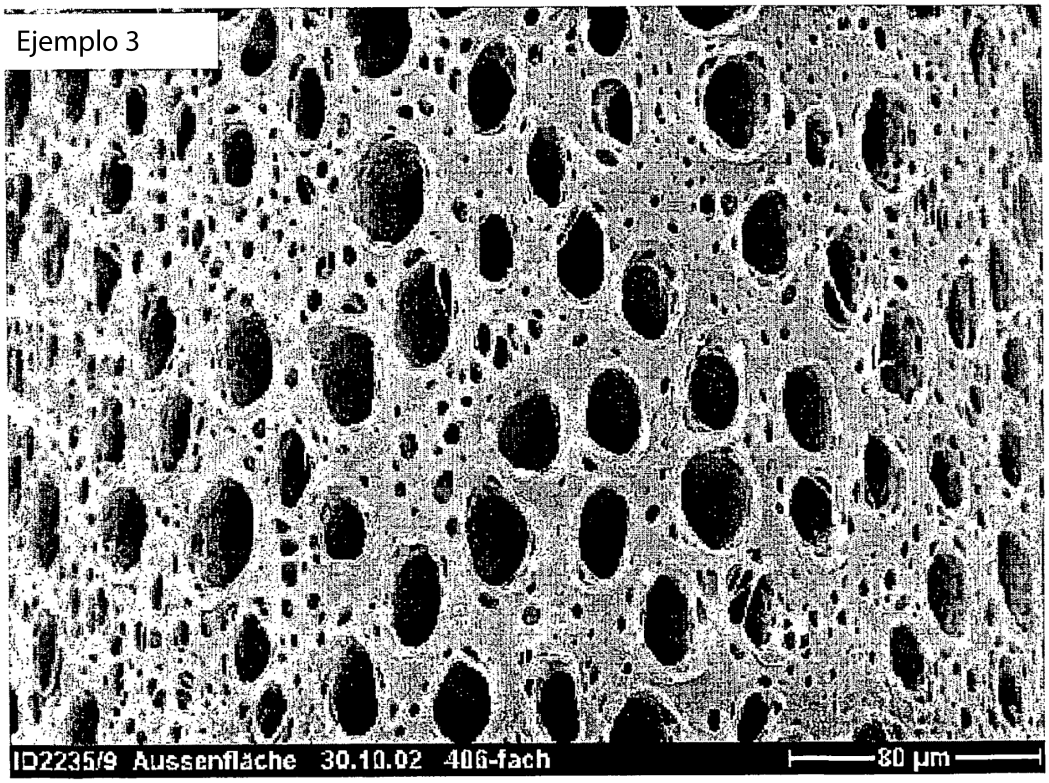


Fig. 3

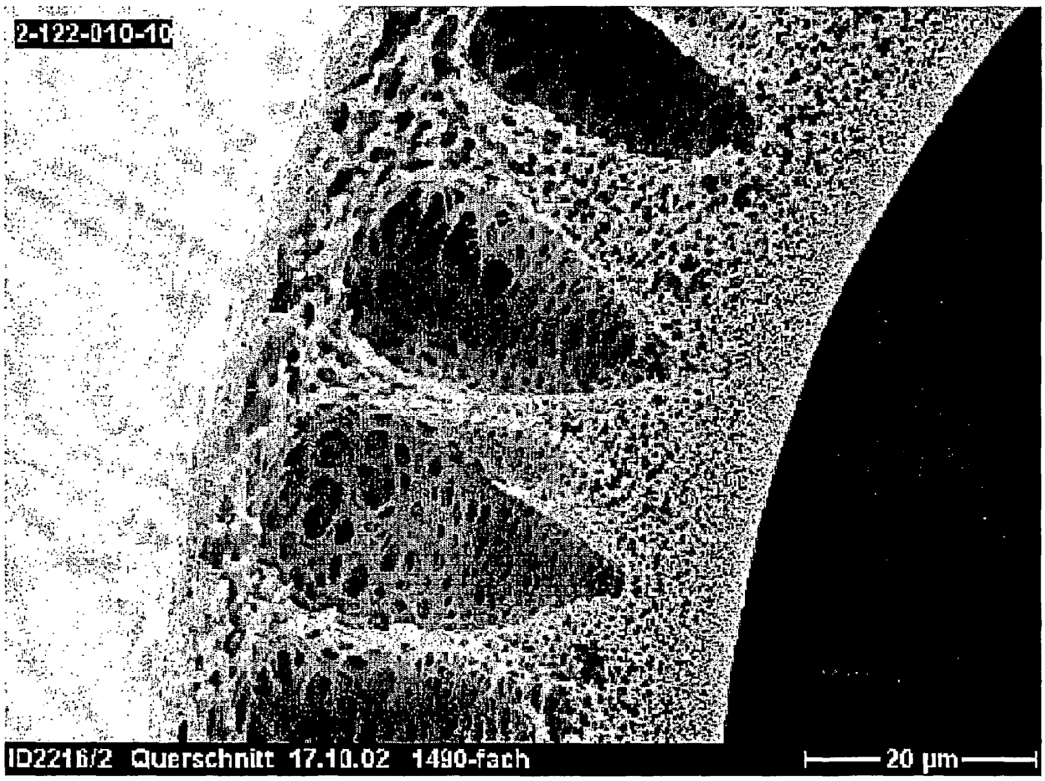


Fig. 4