

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 992**

51 Int. Cl.:

B01D 15/38	(2006.01)	C23C 16/04	(2006.01)
C02F 1/469	(2006.01)	C02F 1/461	(2006.01)
C23C 16/455	(2006.01)		
C02F 103/34	(2006.01)		
C02F 101/30	(2006.01)		
C02F 1/44	(2006.01)		
B01D 71/02	(2006.01)		
B01D 67/00	(2006.01)		
B01D 61/42	(2006.01)		
B01D 71/68	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2015** **E 15175700 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 3115099**

54 Título: **Procedimiento para electrosorción y electrofiltración mediante una membrana de polímeros revestida con metal, y procedimiento para ello**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2020

73 Titular/es:
I3 MEMBRANE GMBH (100.0%)
Wittenmoor 36
22525 Hamburg, DE

72 Inventor/es:
BRINKE-SEIFERTH, STEPHAN y
KOLITSCH, ANDREAS

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 759 992 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

Procedimiento para electrosorción y electrofiltración mediante una membrana de polímeros revestida con metal, y procedimiento para ello

5 La presente invención se refiere a una membrana de polímeros revestida con metal, a un procedimiento para su producción, a un dispositivo de electrosorción o de electrofiltración, así como a un procedimiento para electrosorción y electrofiltración mediante una membrana de polímeros revestida con metal.

10 Las membranas microporosas son conocidas desde hace mucho tiempo. Las mismas se realizan principalmente de polímeros y se utilizan para el tratamiento de aguas (aguas residuales, agua potable, aguas de uso industrial), como también en la industria farmacéutica para producir agua ultrapura, como también en la ingeniería médica, como filtros estériles o filtros de protección para las vías respiratorias. Los campos de utilización son diversos y muy diferentes. Las membranas microporosas en general tienen un tamaño de los poros de entre 0,01 μm y 10 μm , y retienen sustancias en correspondencia con esos tamaños de los poros.

15 Los filtros microporosos usualmente se utilizan para separar sustancias disueltas en agua y obtener un filtrado claro. En general esto sucede de forma mecánica, mediante el tamaño de los poros. Todas las sustancias que son más grandes que los poros son retenidas de forma mecánica. Junto con esa característica, existe también otro mecanismo que tiene lugar para retener sustancias durante el pasaje por la membrana. Se trata de una adsorción no definida a través de los materiales de los cuales se compone la propia membrana, como por ejemplo polietersulfona, polipropileno o fluoruro de polivinilideno (PVDF). De este modo, los diferentes materiales adsorben en diferente grado distintas sustancias disueltas ("Analyte Loss Due to Membrane Filter Adsorption as Determined by High-Performance Liquid Chromatography" M. Carlson y R.D. Thompson, Journal of Chromatographic Science, volumen 20 38, febrero del 2000).

25 Una adsorción dirigida de sustancias que son más reducidas que el tamaño de los poros de la membrana microporosa, mediante las propiedades del material, del material de la membrana, se alcanza mediante el tratamiento de la composición química del material de la membrana. Una carga positiva se genera por ejemplo mediante la unión del material de la membrana con compuestos de amonio cuaternarios cargados de forma positiva. 30 Membranas cargadas de forma positiva se conocen por ejemplo por el documento US 5.282.971 o por el documento US 7.396.465 B2; membranas cargadas de forma negativa se conocen por el documento US 7.132.049 B2. Por ejemplo, las membranas microporosas cargadas de forma positiva se utilizan para retener bacterias de forma mecánica y dejar pasar sustancias cargadas de forma positiva, para evitar una adsorción no dirigida, no cuantificable, a través del material de la membrana. Las membranas cargadas de forma positiva, y también de forma 35 negativa, sin embargo, se utilizan también para fijar y concentrar proteínas mediante adsorción. Las membranas microporosas cargadas de forma positiva, junto con la filtración, se utilizan también para fijar endotoxinas y virus mediante adsorción, tal como se representa por ejemplo en el documento DE 1999981099947 A1.

40 Por el documento CH 678403 se conoce una membrana revestida con metal, con pasos posiblemente poco porosos entre macroporos, de un lado, y microporos, del lado metálico. Además, por ejemplo, por el documento DE 101 64 214 A1, se conocen membranas de metal con pasos a modo de túneles. Éstos se diferencian de los pasos porosos en el uso del término en la solicitud, tal como se conocen por ejemplo de las membranas de polímeros porosas, en el hecho de que los mismos no conforman cavidades por fuera del canal de paso propiamente dicho, dentro de la 45 membrana. De este modo, el término poroso no equivale a la afirmación de que la membrana presenta poros, por tanto, pasos, como por ejemplo en el documento DE 101 64 214 A1. De este modo, los pasos presentan una superficie dentro de la membrana, la cual supera marcadamente la superficie de un túnel circular con el mismo tamaño de los poros, a través de una membrana del mismo grosor, al menos en 50 %, en particular varias veces, en particular al menos en 3 veces.

50 Además, por el documento WO 1999/22843 A1 se conoce el hecho de pulverizar de forma iónica, con metal, una membrana de polímeros. Asimismo, por el documento WO 2011/057341 se conocen procedimientos, en particular mediante ALD, para la producción de membranas revestidas con metal.

55 Por el documento US 4.857.080 se conoce también el hecho de cerrar una membrana con un revestimiento metálico. El documento EP 0380266 A1 describe una combinación de rejillas metálicas y membranas porosas mediante la aplicación de pulsos de tensión alterna, para una purificación. Otra forma de la adsorción es la electrosorción. La electrosorción tiene lugar mediante la producción de un campo cargado de forma eléctrica en superficies, mediante la aplicación de una tensión positiva y negativa en dos electrodos. Una combinación de 60 electrosorción y filtración ultraporosa se encuentra en "Removal of arsenic and humic substances (HSs) by electro-ultrafiltration (EUF)" (Weng, Y.-H. et al., Chem. Eng. R&D volumen 77, julio de 1999, páginas 461-468). De este modo, mediante la producción de un campo eléctrico a través de un electrodo externo que está posicionado cerca de una membrana de ultrafiltración; un aumento de la adsorción de arsénico (V) cargado de forma negativa, durante la filtración de aguas cargada con arsénico, se alcanza mediante una ultrafiltración de 30 % en 90 %. Una utilización 65 similar de electrosorción en combinación con membranas se describe en el documento US 2013/0240361 A1. En una combinación de sustancias con propiedades altamente adsorptivas y su regeneración mediante carga eléctrica,

se describe la purificación de agua de diálisis. El procedimiento se realiza en combinación con un filtro de membrana de diálisis.

5 Una membrana de electrosorción se describe en el documento EP 0872278 A1. En este caso, una membrana de cerámica es provista de una capa conductora de carbono pirolítico. De este modo, los poros se cierran con carbono pirolítico y la superficie cerámica, entonces, mediante temperatura elevada, se vuelve conductora mediante la conversión de la superficie cerámica en carburo. Con esa membrana de cerámica, sales de fijan de forma adsorptiva en la superficie, mediante electrosorción.

10 Junto con las ventajas de las membranas cargadas de forma positiva o negativa mediante tratamiento químico, a saber, la combinación de filtración mecánica y adsorción, las mismas presentan también una desventaja. Puesto que la carga no puede variarse, las sustancias que se fijan de forma adsorptiva, después del tratamiento de la membrana, sólo pueden separarse nuevamente de la membrana u obtenerse mediante un desplazamiento de la carga a través de una solución de paso, en general mediante una variación del valor pH. En particular en la obtención de
15 componentes activos, como por ejemplo proteínas, mediante concentración, esto representa una inversión adicional.

Una posible electrosorción en la superficie conductora de una membrana cerámica permite una sorción más flexible de sustancias, pero en muy costosa en cuanto a su fabricación. De este modo, los poros de la membrana se cierran durante el procedimiento para producir la superficie conductora para, en una etapa de producción subsiguiente,
20 mediante temperaturas muy elevadas, proporcionar a la superficie cerámica una capa de carburo conductora.

El objeto consiste en indicar un dispositivo más efectivo y un procedimiento más efectivo para electrofiltración y/o electrosorción.

25 Dichos objetos se solucionan mediante un procedimiento según la reivindicación 1, así como mediante un dispositivo de electrofiltración y/o de electrosorción según la reivindicación 5. Las reivindicaciones dependientes 2 a 4 y 6 a 8 indican perfeccionamientos ventajosos.

La deposición mediante pulverización iónica por magnetrón posibilita la producción, de gran superficie, de capas delgadas con un grosor de la capa homogéneo y con una estructura de la capa compleja. La base de la deposición por magnetrón consiste en una descarga de plasma en atmósfera de gas inerte, por ejemplo, argón, la cual se refuerza mediante un campo magnético estático (A. Anders, Handbook of Plasma Immersion Ion Implantation and Deposition, Wiley-VHC, 2004). Los iones del gas del procedimiento aceleran cátodos y, al dar con los mismos, se obtienen átomos. Por consiguiente, el cátodo (objetivo) debe componerse del material que debe depositarse. Los
30 átomos obtenidos desde el objetivo se condensan después sobre el sustrato que debe revestirse, y forman una capa delgada continua. Ese grosor de la capa puede generarse de forma controlada, desde pocos nanómetros hasta varios micrómetros. Junto con magnetrones, ante todo para el revestimiento de superficies de gran tamaño, por ejemplo, en el revestimiento de vidrio arquitectónico, están muy difundidas las variantes rectangulares con varios metros de longitud. Debido a ello pueden revestirse superficies de membranas.

40 La deposición de capa de átomos (en inglés: atomic layer deposition - ALD), es un procedimiento para la deposición de capas superficiales atómicamente delgadas y conformes desde la fase gaseosa, mediante una reacción superficial auto-limitante (S.M. George, Chem.Rev. 110, 2010, 111-130). Con frecuencia se utilizan procedimientos de reacción de dos etapas, entre dos reactivos. De este modo, el primer precursor gaseoso es guiado a la cámara del procedimiento y se adsorbe en la superficie. Al mismo tiempo, esto conduce a una auto-LIMITACIÓN del procedimiento, puesto que en la superficie sólo puede adherirse una mono-capa del precursor. Los residuos excedentes se eliminan de la cámara de reacción en una etapa de lavado subsiguiente, con un gas inerte, con frecuencia argón. A continuación, el segundo gas precursor es guiado a la cámara de reacción e igualmente se adsorbe en la superficie. Se produce ahora una reacción química de los dos precursores adsorbidos, lo cual
45 conduce a la formación de una capa con el grosor de una mono-capa, del producto de reacción. Los productos de reacción gaseosos se lavan igualmente con gas inerte, desde la cámara de reacción. Mediante ese procedimiento de cuatro etapas, los precursores reaccionan exclusivamente sobre la superficie y no en la fase gaseosa, debido a lo cual se producen capas muy delgadas y homogéneas. Mediante la repetición de las etapas, de este modo, de manera definida, capa de átomos por capa de átomos pueden aplicarse en las superficies accesibles para los gases.
50 La adsorción de los productos de reacción desde la fase gaseosa posibilita el revestimiento muy homogéneo de estructuras complejas, con una relación de aspecto elevada y, por tanto, está muy difundida en la industria actual de semiconductores.

60 La ventaja de este procedimiento, tal como ha observado el inventor, reside en el hecho de que también los pasos porosos, aberturas y cavidades de una membrana de polímeros pueden revestirse de manera efectiva y, con ello, puede producirse una membrana porosa inerte y/o biocida. Además, debido a esto puede producirse también una membrana con superficie muy conductora, para la electroadsorción o electrofiltración.

65 En cuanto a la membrana de polímeros revestida con metal y su producción, una membrana de polímeros (por ejemplo, polisulfona, polietersulfona, polipropileno o fluoruro de polivinilideno), puede ser provista de una capa de metal delgada mediante el procedimiento de deposición por capa de átomos. De este modo, el tiempo de

permanencia de la membrana en el procedimiento se selecciona tan reducido que la temperatura se mantiene por debajo de 200°C, y la membrana de polímeros no se influencia en su estructura química original. Como ejemplo, una membrana de polietersulfona con estructura microporosa fue provista de una capa delgada de aluminio, de 20 nm. En esa membrana se realizaron análisis de porosidad. La siguiente tabla muestra los resultados de la medición de porosidad de la membrana, en primer lugar, en el estado original, y, en segundo lugar, con una capa de aluminio gruesa definida de 20 nm, de aluminio.

Tabla 1: Tamaños de los poros de una membrana de polietersulfona en el original, y con una capa de aluminio con un grosor de 20 nm.

	Membrana de polietersulfona		
	Revestimiento de 20 nm de Al	Original	Diferencia %
Tamaño de los poros Bubble point (µm)	0,51	0,56	8,5
Tamaño de los poros medio (µm)	0,41	0,43	6,1
Tamaño de los poros más reducido (µm)	0,37	0,39	5,5

Puede observarse que la porosidad de la membrana se influencia por debajo del 10 %. Para producir una membrana de polímeros revestida con metal puede:

a. proporcionarse una membrana de polímeros

b. la membrana de polímeros se reviste con metal mediante procedimientos ALD, donde en particular la temperatura de la membrana de polímeros no supera los 200 °C.

De este modo, el revestimiento de metal se aplica al menos de forma plana sobre un primer lado de la membrana de polímeros y/o al menos sobre las superficies accesibles para el gas desde un lado, hasta que el grosor de la capa del revestimiento de metal de la membrana de polímeros, referido al Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño medio de los poros de la membrana de polímeros no revestida, se ubica entre 1 % y 45 %.

El revestimiento se aplica en particular de forma porosa y en particular de forma directa. De forma directa significa que el revestimiento, mediante ALD, se aplica directamente sobre la membrana de polímeros. En general, para ello, primero se aplica un precursor y después la capa de metal propiamente dicha. De manera especialmente ventajosa, el precursor se trata de un precursor que contiene óxido de aluminio, de manera que el revestimiento, al depositarse posteriormente el metal, se compone de metal y de óxido de aluminio.

El revestimiento se denomina como poroso, no porque en sí mismo presente obligatoriamente una superficie porosa, sino porque el mismo refleja ampliamente la superficie porosa de la membrana de polímeros y no la cierra.

Las superficies accesibles para el gas desde un lado pueden también ser la totalidad de las superficies de la membrana. También, los poros pueden cerrarse previamente de forma total o parcial, para reducir las superficies accesibles para el gas desde un lado.

Un revestimiento también puede tener lugar desde los dos lados, de manera que las superficies accesibles para el gas son revestidas por al menos uno de los dos lados de la membrana de polímeros. De este modo, por ejemplo, puede producirse una membrana revestida de ambos lados, cuyo interior no está revestido, puesto que los poros se cerraron de forma previa. A continuación, los poros pueden cerrarse otra vez.

De este modo, una membrana de polímeros revestida puede producirse con sólo una porosidad reducida de forma mínima, y al mismo tiempo, con una buena conductividad. Si la membrana de polímeros no se reviste sólo sobre un lado, sino completamente con metal, conforme al procedimiento anterior, aislándose en metal, revistiéndose por tanto también las superficies de los pasos porosos con metal, en particular de forma completa, entonces se produce una membrana inerte y muy resistente.

Como metal para el revestimiento se consideran en particular cobre, aluminio, plata, oro, níquel, platino y/o wolframio, o aleaciones que contengan cobre, aluminio, plata, oro, níquel, platino y/o wolframio.

Se considera especialmente preferente un revestimiento que es inerte o biocida, en particular mediante la utilización de metal biocida y/o inerte para el revestimiento. Pueden alcanzarse revestimientos biocidas por ejemplo mediante la utilización de plata en el revestimiento. Pueden lograrse revestimientos inertes por ejemplo mediante la utilización de wolframio para el revestimiento.

Como membrana de polímeros se consideran por ejemplo membranas de polisulfona, polipropileno, polietersulfona, polieterimida, poliacrilonitrilo, policarbonato, tereftalato de polietileno, fluoruro de polivinilideno (PVDF) y/o

politetrafluoroetileno o polisulfona de esa clase, polipropileno, polietersulfona, polieterimida, poliacrilonitrilo, celulosa, policarbonato, tereftalato de polietileno, fluoruro de polivinilideno (PVDF) y/o politetrafluoroetileno.

5 De manera especialmente ventajosa, se deposita metal hasta que el grosor de la capa del revestimiento de metal de la membrana de polímeros, referido al Bubble Point Pore inicial y/o al tamaño medio de los poros de la membrana de polímeros no revestida, se ubica entre 1 % y 45 %.

En el caso de esos valores pueden reunirse una estabilidad elevada y conductividad, con un buen rendimiento y una porosidad elevada.

10 De manera preferente, se deposita metal hasta que la porosidad de la membrana de polímeros con revestimiento de metal, referido al Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño de los poros medio, con respecto a la membrana de polímeros no revestida, están reducidos entre 1 % y 50%, en particular entre 1 y 20 %. También en el caso de esos valores pueden reunirse una estabilidad elevada y conductividad, con un buen rendimiento y una porosidad elevada.

15 De manera preferente, el metal se deposita hasta que el Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño medio de los poros de la membrana de polímeros con revestimiento de metal se ubica entre 0,01 y 10 μm . Para ello, se selecciona la membrana de polímeros con un Bubble Point Pore inicial y/o tamaño medio de los poros de más de 0,01 a 10 μm .

20 De manera ventajosa, la membrana de polímeros, de un primer lado, y de un segundo lado situado de forma opuesta al primer lado, se reviste de forma plana con metal, de forma porosa, de modo indirecto.

25 Debido a esto, durante la salida del revestimiento de los pasos porosos, así como de los bordes, en tanto no exista ninguna conexión entre los dos lados, puede crearse una membrana con dos superficies eléctricamente conductoras y aisladas una con respecto a otra. Esto puede lograrse por ejemplo mediante el cerrado previo y la apertura subsiguiente de los poros. En cambio, si los pasos porosos se revisten igualmente de forma completa y eventualmente también los bordes, se produce una membrana completamente encapsulada y muy resistente.

30 De manera ventajosa, se deposita metal hasta que el grosor del revestimiento de metal o el grosor medio del revestimiento de metal asciende al menos a 1nm, en particular al menos a 5 nm y como máximo a 50 nm. En el caso de esos valores puede reunirse una estabilidad elevada, y en el caso de al menos 5 nm también una buena conductividad, con un buen rendimiento y una porosidad elevada.

35 El tamaño de los poros de la membrana de polímeros no revestida se selecciona entre 0,01 y 15 μm , en particular hasta de 10 μm . Debido a ello, un cerrado de los poros con metal puede impedirse de forma especialmente conveniente.

40 De manera ventajosa, se deposita metal hasta que el grosor del revestimiento de metal de los poros dentro de la membrana o el grosor medio del revestimiento de metal de los poros dentro de la membrana se ubica entre al menos 1 y como máximo 50 nm.

Para la solución del objeto inventivo en cuanto a la electrofiltración o la electrosorción, según el procedimiento

45 a. se pone a disposición de una membrana de polímeros con revestimiento plano y poroso de metal, sobre al menos un primer lado de la membrana de polímeros, donde el tamaño de los poros de la membrana de polímeros no revestida se ubica entre 0,01 y 15 μm ;

b. se proporciona un contraelectrodo;

50 c. la membrana de polímeros y el contraelectrodo se disponen en un recipiente para almacenar líquido, sin que entre los mismos exista una conexión eléctricamente conductora;

d. se introduce líquido en el recipiente;

55 e. se aplica una tensión entre el revestimiento de metal de la membrana de polímeros y el contraelectrodo;

f. el líquido se extrae al menos parcialmente desde el recipiente o atraviesa la membrana al menos de forma parcial;

g. se invierte la polaridad de la tensión.

60 Si en la etapa f se extrae todo el líquido, de manera ventajosa, antes o después de la etapa g, se suministra líquido; esto por lo demás es posible. Las etapas se realizan particularmente en el orden indicado, donde las etapas d y e también pueden tener lugar en el orden inverso.

65 La membrana de polímeros con revestimiento de metal se trata de una membrana revestida con metal o con revestimiento metálico, tal como se ha descrito más arriba. Las mismas son especialmente adecuadas, en particular

también cuando los pasos porosos están revestidos con metal. Puesto que de ese modo la superficie eléctricamente activa resulta marcadamente más grande. No obstante, también pueden utilizarse otras membranas de polímeros revestidas con metal.

5 En particular en el caso de la utilización de membranas de polímeros con revestimiento interno, el revestimiento metálico está adaptado con respecto al líquido de manera tal, que el mismo es inerte en el caso de un contacto con dicho líquido.

10 De manera especialmente ventajosa, el contraelectrodo se forma mediante otro revestimiento plano, poroso, de metal, sobre un segundo lado situado de forma opuesta con respecto al primer lado, donde los revestimientos de metal están aislados unos con respecto a otros mediante la membrana de polímeros, o se forma mediante un electrodo permeable, dispuesto mediante la interposición de un espaciador aislante y permeable, en particular formado por una red metálica.

15 De manera preferente, la porosidad de la membrana de polímeros con revestimiento de metal, referido al Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño de los poros medio, con respecto a la membrana de polímeros no revestida, se selecciona reducida, entre 1 % y 50%, y en particular entre 1 y 20 %. De este modo se proporciona una conductividad fiable, al mismo tiempo que una porosidad elevada.

20 De manera ventajosa, la membrana de polímeros se selecciona de manera que el grosor del revestimiento de metal asciende a 1 nm, en particular se ubica entre 5 y 50 nm. De este modo se proporciona una conductividad fiable, al mismo tiempo que una porosidad elevada.

25 De manera ventajosa se proporciona un electrodo de referencia con fines de medición y se mide el potencial en el electrodo de referencia.

30 De manera ventajosa, junto con la membrana de polímeros con revestimiento de metal que se utiliza como electrodo, y contraelectrodo, así como eventualmente un electrodo de referencia, se proporciona al menos otro electrodo, al menos otra membrana de polímeros con revestimiento de metal, en particular tal como se explicó anteriormente, como electrodo adicional. Ese electrodo adicional se dispone eventualmente en el recipiente y de forma eléctrica desde la membrana de polímeros con revestimiento de metal y el contraelectrodo, en particular en la etapa c.

35 En particular, en al menos otro electrodo se aplica una tensión que está seleccionada de manera que el potencial del contraelectrodo se sitúa entre el potencial de la membrana de polímeros con revestimiento de metal y al menos otro electrodo. En particular, el contraelectrodo en el recipiente se dispone entre la membrana de polímeros con revestimiento de metal y al menos otro electrodo.

40 En ese caso también puede ser conveniente utilizar una pluralidad de electrodos de referencia y disponerlos respectivamente entre los electrodos y/o contraelectrodos.

45 Se realizaron ensayos de electrosorción en una membrana de polietersulfona. Para ello, una membrana de filtración de laboratorio con un diámetro de $d = 47$ mm fue provista de una capa de aluminio de 15 nm mediante pulverización iónica por magnetrón. En la superficie de aluminio se adhirió un cable de cobre y fue provisto de una laca aislante. El resto del cable era de 30 cm de largo y estaba aislado. La membrana se introdujo en una unidad de filtración a presión negativa, usual en el comercio. El líquido sobrenadante se llenó con agua clara y en el líquido sobrenadante se introdujo un contraelectrodo de platino.

50 En el líquido sobrenadante se introdujeron endotoxinas, de manera que el líquido sobrenadante presentó una concentración de endotoxinas de 1.000 IE (unidades internacionales de endotoxina). La filtración tuvo lugar sin presión. Tuvo lugar una filtración de la membrana en el estado original sin revestimiento y una filtración con una membrana de un revestimiento de 15 nm. En la membrana revestida se aplicó una tensión de + 500 mV. Los resultados están representados en la siguiente tabla.

	Concentración de endotoxina en EU/ml		ml
	Receptor	Recipiente colector	Volumen de muestra
Filtro sin revestimiento	1000	952,5	100
Filtro con revestimiento en el caso de + 500 mV	1000	0,3	50

55 Puede observarse claramente que mediante el revestimiento de aluminio cargado se adsorben casi completamente las endotoxinas, de manera que la concentración es próxima a cero. La membrana de polímeros en el estado original sin revestimiento de metal, pero también la membrana de polímeros revestida con metal sin tensión adsorbe poco.

5 El grosor de la capa, de la capa de metal sobre la membrana, influye en cómo queda el tamaño de los poros. Por ejemplo, en el caso de una membrana de microfiltración con un tamaño de los poros medio de 0,1 μm , un grosor de la capa de 25 nm conduciría en una reducción aritmética del tamaño de los poros en aproximadamente 0,05 μm , aquél de 40 nm a una reducción en 0,02 μm . Esto conduce a una marcada reducción de la porosidad. En lugar de aplicar un grosor de la capa de 40 nm en el caso de una membrana de microfiltración, en este ejemplo mayormente es conveniente seleccionar una membrana de ultrafiltración con un tamaño de los poros de 0,05 μm y proporcionar un grosor de la capa de 15 nm, el cual, de forma aritmética, conduce también a un tamaño de los poros de 0,02 μm . Gracias a esto puede alcanzarse una porosidad marcadamente más elevada.

10 Según el objeto, el mismo se soluciona mediante un dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración que contiene un contraelectrodo y una membrana de polímeros con revestimiento plano y poroso, de metal, sobre al menos un lado de la membrana de polímeros, y una unión por contacto del revestimiento de metal para la aplicación de una tensión con respecto al contraelectrodo, donde el tamaño de los poros de la membrana de polímeros no revestida se ubica entre 0,01 y 15 μm .

20 El contraelectrodo se trata de otro revestimiento plano, poroso, de metal, sobre un segundo lado situado de forma opuesta con respecto al primer lado, o de un electrodo permeable, dispuesto mediante la interposición de un espaciador aislante y permeable, en particular formado por una red metálica.

El dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración, de manera ventajosa, puede contener otro electrodo.

25 El dispositivo puede contener también un dispositivo para generar una tensión, el cual en particular está dispuesto de manera que el mismo puede generar un potencial entre el revestimiento de metal de la membrana de polímeros y el contraelectrodo.

El contraelectrodo y la membrana de polímeros con revestimiento plano y poroso de metal en particular están aislados eléctricamente uno con respecto a otro.

30 El dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración presentan para ello en particular un recipiente para la disposición y/o para la conducción de líquido, donde la membrana de polímeros y el contraelectrodo están aislados eléctricamente uno con respecto a otro.

35 El dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración pueden contener uno o una pluralidad de electrodos de referencia.

40 El mismo, de manera ventajosa, puede contener también al menos otro electrodo, tal como se describe más arriba con relación al procedimiento de electrosorción y/o de electrofiltración. También las otras características referidas al objeto, descritas con relación a ese procedimiento, de manera ventajosa, pueden trasladarse al dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración.

45 La membrana de polímeros con revestimiento de metal, de manera ventajosa, se trata de una membrana revestida con metal o con revestimiento metálico, tal como se ha descrito más arriba. Las mismas son especialmente adecuadas, en particular también cuando los pasos porosos están revestidos con metal. Puesto que de ese modo la superficie eléctricamente activa resulta marcadamente más grande. No obstante, también pueden utilizarse otras membranas de polímeros revestidas con metal.

50 Un dispositivo de electrofiltración según la invención, estrictamente a modo de ejemplo, se muestra en la figura 1. Con el mismo puede realizarse el procedimiento de electrofiltración según la invención.

El líquido se introduce en el recipiente receptor y a través de la membrana, formada por una membrana de polímeros revestida con metal, aplicando una tensión entre el electrodo que está formado por la membrana, y el contraelectrodo, se filtra en el recipiente colector. La frita se utiliza para estabilizar la membrana.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para electrosorción y/o electrofiltración, el cual comprende las siguientes etapas
 - 5 a. puesta a disposición de una membrana de polímeros con revestimiento plano y poroso de metal, sobre al menos un primer lado de la membrana de polímeros, donde el tamaño de los poros de la membrana de polímeros no revestida se ubica entre 0,01 y 15 μm ;
 - 10 b. puesta a disposición de un contraelectrodo;
 - 10 c. disposición de la membrana de polímeros y del contraelectrodo en un recipiente para almacenar líquido;
 - d. introducción de líquido en el recipiente;
 - 15 e. aplicación de una tensión entre el revestimiento de metal de la membrana de polímeros y el contraelectrodo;
 - f. extracción al menos parcial del líquido desde el recipiente o pasaje al menos parcial del líquido a través de la membrana;
 - 20 g. inversión de la polaridad de la tensión.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde el contraelectrodo se forma mediante otro revestimiento plano, poroso, de metal, sobre un segundo lado situado de forma opuesta con respecto al primer lado, donde los revestimientos de metal están aislados unos con respecto a otros mediante la membrana de polímeros, o se forma mediante un electrodo permeable, dispuesto mediante la interposición de un espaciador aislante y permeable, en particular formado por una red metálica.
 - 25
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la porosidad de la membrana de polímeros con revestimiento de metal, referido al Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño de los poros medio, con respecto a la membrana de polímeros no revestida, están reducidos entre 1 % y 50 %, en particular entre 1 y 20 %.
 - 30
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el grosor del revestimiento de metal se ubica entre 5 y 50 nm.
 - 35
5. Dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración que contiene una membrana de polímeros con revestimiento plano y poroso, de metal, sobre al menos un lado de la membrana de polímeros, y una unión por contacto del revestimiento de metal, donde el tamaño de los poros de la membrana de polímeros no revestida se ubica entre 0,01 y 15 μm , y contiene un contraelectrodo, donde el contraelectrodo se forma mediante otro revestimiento plano, poroso, de metal, sobre un segundo lado, situado de forma opuesta con respecto al primero lado, o está formado por un electrodo permeable, dispuesto mediante la interposición de un espaciador aislante y permeable, en particular formado por una red metálica.
 - 40
6. Dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración según la reivindicación 5, caracterizado porque la porosidad de la membrana de polímeros con revestimiento de metal, referido al Bubble Point Pore inicial y/o el tamaño de los poros medio, con respecto a la membrana de polímeros no revestida, están reducidos entre 1 % y 50 %, en particular entre 1 y 20 %.
 - 45
7. Dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, caracterizado porque el grosor del revestimiento de metal se ubica entre 5 y 50 nm.
 - 50
8. Dispositivo de electrosorción y/o de electrofiltración según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque el revestimiento, y en particular la membrana de polímeros, es inerte y/o biocida.

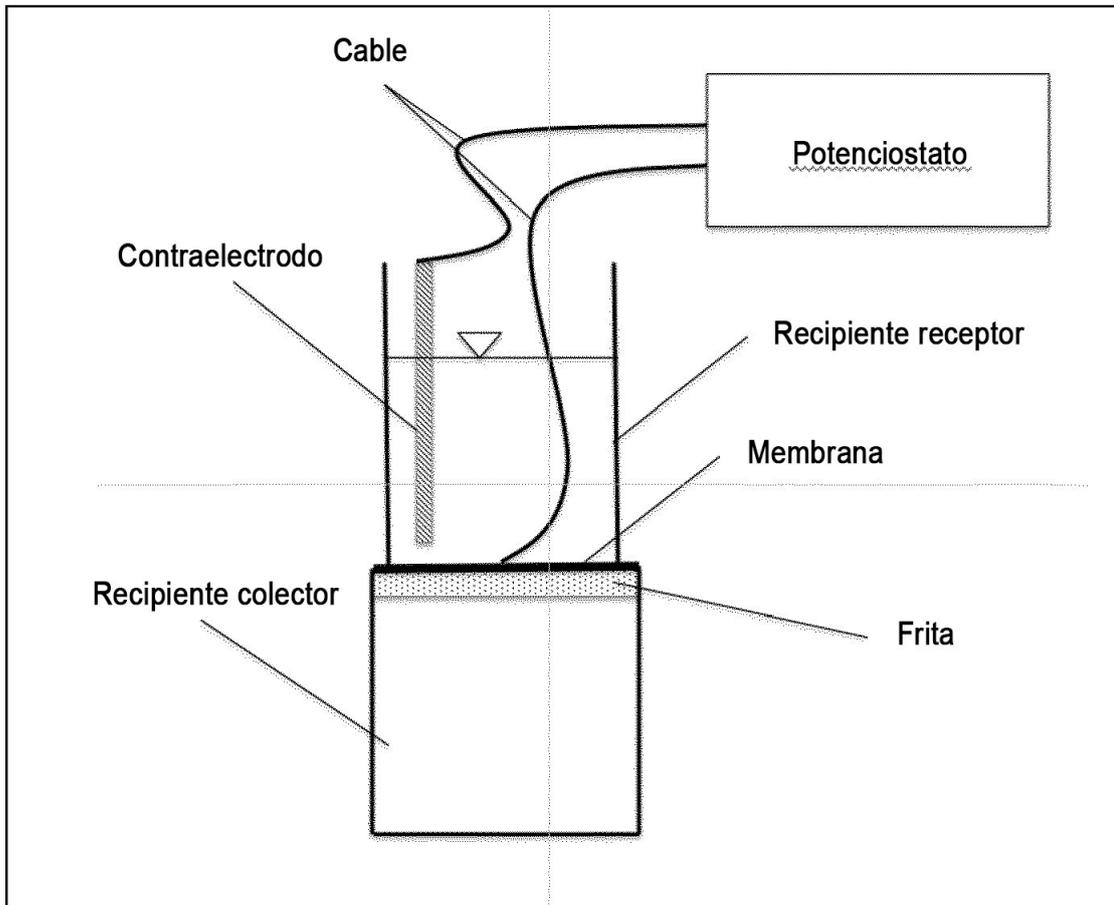


Fig. 1