

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 156**

51 Int. Cl.:

B01D 61/42 (2006.01)

B01D 67/00 (2006.01)

B01D 71/68 (2006.01)

C23C 16/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2017** **E 20211873 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024** **EP 3804841**

54 Título: **Procedimiento con electrosorción**

30 Prioridad:

28.12.2016 DE 102016125818

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
29.11.2024

73 Titular/es:

I3 MEMBRANE GMBH (100.0%)
Theodorstr. 41P
22761 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

BRINKE-SEIFERTH, STEPHAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 990 156 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 con electrosorción

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

Las endotoxinas son lipopolisacáridos (LPS) y partes constituyentes de la membrana externa de la pared celular de las bacterias gramnegativas. Éstas están constituidas por un lípido lipofílico y anclado en la membrana así como un polisacárido hidrófilo, que representa las propiedades antigénicas. Las endotoxinas se liberan cuando se lisan
 10 las células bacterianas. Son extremadamente termoestables y pueden seguir detectándose incluso después de la esterilización, es decir, una vez destruidas las bacterias. Debido a su capacidad para inducir una reacción inmunitaria, las endotoxinas pertenecen a los pirógenos. Las endotoxinas en una cantidad de 1 ng/kg de peso corporal ya se consideran suficientes para desencadenar una reacción febril (ARDUINO (1989)). Además de fiebre como consecuencia de la inflamación, pueden desencadenar numerosas reacciones fisiológicas en los seres
 15 humanos tras el contacto con las mucosas y, especialmente, cuando entran en el torrente sanguíneo. En este caso pueden mencionarse la disminución de la presión arterial, la coagulación de la sangre y la activación del complemento, así como estados de shock potencialmente mortales.

Las endotoxinas suelen detectarse en el conejo o en la prueba del lisado de amebocitos de Limulus (LAL). La prueba LAL se basa en la sangre del cangrejo herradura, que reacciona de forma extremadamente sensible a las endotoxinas de las bacterias gramnegativas en su coloración. Debido a su sensibilidad, la prueba de LAL es la más utilizada en el entorno farmacológico y médico. Sin embargo, las endotoxinas sólo pueden determinarse con esta prueba en líquidos claros, no coloreados. Por lo tanto, no es posible realizar una determinación directa de las endotoxinas en la sangre de los seres humanos. Por lo tanto, en los últimos años se ha desarrollado la denominada
 25 prueba de activación de monocitos. Funciona mediante varias etapas de reacciones enzimáticas que siguen el modelo de la reacción de la fiebre en los seres humanos. También es necesario crear una curva estándar para cada determinación, ya que los reactivos de cada chico de prueba reaccionan de forma diferente. Esta prueba requiere una formación especial y presenta unos costes específicos elevados, además de requerir mucho más tiempo que la prueba LAL.

Las membranas microporosas se conocen desde hace mucho tiempo. Éstas se fabrican principalmente de polímeros y se utilizan para el procesamiento del agua (aguas residuales, agua potable, agua industrial) y en la industria farmacéutica para la producción de agua ultrapura, así como en la tecnología médica como filtros estériles o filtros respiratorios. Los campos de aplicación son numerosos y muy diversos. Las membranas microporosas
 35 tienen por regla general un tamaño de poro entre 0,01 µm y 10 µm y retienen sustancias de manera correspondiente a estos tamaños de poro.

Los filtros microporosos se usan normalmente para separar sustancias disueltas en agua y obtener un filtrado claro. Esto se realiza por regla general mecánicamente a través del tamaño de poro. Todas las sustancias que superan el tamaño de los poros quedan retenidas mecánicamente. Además de esta propiedad, existe otro mecanismo que tiene lugar para retener las sustancias cuando atraviesan la membrana. Se trata en este sentido de una adsorción no definida por los materiales de los que está hecha la propia membrana, como por ejemplo polietersulfona, polipropileno o poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF). A este respecto, diferentes materiales adsorben diferentes sustancias disueltas en diversos grados ("Analyte Loss Due to Membrane Filter Adsorption as
 45 Determined by High-Performance Liquid Chromatography" M. Carlson y R.D. Thompson, Journal of Chromatography Science, vol. 38, feb. 2000).

La adsorción dirigida de sustancias más pequeñas que el tamaño de poro de la membrana microporosa mediante las propiedades materiales del material de la membrana se consigue tratando la composición química del material de la membrana. La carga positiva se genera, por ejemplo, combinando el material de la membrana con compuestos de amonio cuaternario cargados positivamente. Las membranas cargadas positivamente se conocen por el documento US 5.282.971 o por el documento US 7.396.465 B2, las membranas cargadas negativamente por el documento US 7.132.049 B2. Por ejemplo, las membranas microporosas cargadas positivamente se utilizan para retener mecánicamente las bacterias y permitir el paso de sustancias cargadas positivamente, con el fin de
 55 evitar la adsorción no dirigida, no cuantificable por el material de la membrana. Las membranas cargadas positiva y también negativamente se utilizan sin embargo también para unir y concentrar proteínas mediante adsorción. Las membranas microporosas cargadas positivamente también se utilizan para fijar endotoxinas y virus mediante adsorción además de filtración, como se muestra por ejemplo en el documento DE 1999981099947A1.

Una membrana recubierta de metal con posiblemente pasajes ligeramente porosos entre macroporos en un lado y microporos en el lado metálico se conoce por el documento CH 678403. También se conocen membranas metálicas con pasajes en forma de túnel, por ejemplo por el documento DE 101 64 214 A1. Éstas se diferencian de los pasajes porosos en el uso lingüístico de la solicitud, como por ejemplo los conocidos de las membranas poliméricas porosas, en que no forman ninguna cavidad fuera del canal de pasaje real dentro de la membrana. Por consiguiente, poroso no debe equipararse a la afirmación de que la membrana presenta poros, es decir, pasajes, como por ejemplo en el documento DE 101 64 214 A1. Los pasajes porosos presentan por consiguiente una
 65

superficie dentro de la membrana que excede significativamente la superficie de un túnel redondo con el mismo tamaño de poro a través de una membrana del mismo espesor, al menos en un 50 %, en particular en un múltiplo, en particular al menos 3 veces.

- 5 Además se conoce por el documento WO 1999/22843 A1 la pulverización catódica de una membrana polimérica con metal.

También se conoce por el documento US 4.857.080 el sellado de una membrana con un revestimiento metálico.

- 10 Otra forma de adsorción es la electrosorción. La electrosorción se realiza creando un campo cargado eléctricamente en las superficies aplicando una tensión positiva y negativa a dos electrodos. Una combinación de electrosorción y filtración ultraporosa está en "Removal of arsenic and humic substances (HSs) by electro-ultrafiltration (EUF)" (Weng, Y.-H. *et al.*, Chem. Eng. R&D vol. 77, julio de 1999, páginas 461-468). A este respecto, mediante la creación de un campo eléctrico a través de un electrodo externo, que está colocado cerca de una
15 membrana de ultrafiltración, se consigue un aumento de la adsorción de arsénico (V) cargado negativamente durante la filtración de agua contaminada con arsénico mediante ultrafiltración del 30 % al 90 %. Un uso similar de la electrosorción en combinación con membranas se describe en el documento US201 3/0240361 A1. La purificación del agua de diálisis se describe en una combinación de sustancias con fuertes propiedades de adsorción y su regeneración por carga eléctrica. El procedimiento se hace funcionar en combinación con un filtro
20 de membrana de diálisis.

- En el documento EP0872278A1 se describe una membrana de electrosorción. En este caso, una membrana cerámica se dota de una capa conductora de carbono pirolítico. A este respecto, los poros se cierran con carbono pirolítico y, a continuación, la superficie cerámica se hace conductora a alta temperatura convirtiendo la superficie
25 cerámica en carburo. Con esta membrana cerámica se unieron sales de manera adsorptiva a la superficie mediante electrosorción. Una posible electrosorción en la superficie conductora de una membrana cerámica permite una sorción más flexible de las sustancias, sin embargo su fabricación es muy costosa. A este respecto, los poros de la membrana se cierran durante el procedimiento de producción de la superficie conductora con el fin de dotar a la superficie cerámica de una capa de carburo conductora en una etapa de producción posterior por medio de
30 temperaturas muy elevadas.

- Además de las ventajas de las membranas cargadas positiva o negativamente mediante tratamiento químico, a saber, la combinación de filtración mecánica y adsorción, éstas también presentan una desventaja. Dado que la carga no puede variarse, las sustancias que se han unido por adsorción sólo pueden eliminarse o recuperarse de
35 la membrana después de cargar la membrana desplazando la carga a través de una solución a atravesar, por regla general cambiando el valor de pH. Esto representa un gasto adicional, en particular cuando se extraen principios activos como por ejemplo las proteínas por concentración. Las endotoxinas se desnaturalizan desplazando el valor de pH hacia el intervalo básico. Sin embargo, este cambio de pH sería necesario para recuperar las endotoxinas de una membrana cargada positivamente. Por tanto, no es posible extraer por medio de membranas cargadas
40 permanentemente endotoxinas de la sangre, por ejemplo, y transferirlas a continuación a un líquido incoloro y alimentar éstas a un análisis más sencillo.

- Se da a conocer un procedimiento para la separación al menos temporal y/o para la detección de sustancias biológicamente activas cargadas, en particular para establecer endotoxinas de líquidos, en particular de líquidos coloreados.
45

- También se divulga un procedimiento para la retención al menos temporal de sustancias biológicamente activas cargadas, en particular para establecer endotoxinas, por ejemplo para permitir una determinación del contenido de endotoxinas, que puede lograrse independientemente de las demás sustancias del líquido original.
50

- El objetivo es establecer un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y especificar un dispositivo correspondiente.

- Los objetivos se solucionan mediante un procedimiento según la reivindicación 1, así como mediante un dispositivo de electrofiltración y/o electrosorción según la reivindicación 11. Las reivindicaciones dependientes 2 a 10 y 12 a 14 indican otros perfeccionamientos ventajosos.
55

- La producción de una membrana polimérica para su uso en el procedimiento y/o el dispositivo con un revestimiento plano y poroso de metal es posible, por ejemplo, mediante deposición por medio de pulverización catódica con magnetrón. Esto permite producir capas finas de gran superficie con un espesor de capa homogéneo y también estructuras de capa complejas. La base de la deposición por magnetrón es una descarga de plasma en una atmósfera de gas inerte, por ejemplo argón, que se amplifica mediante un campo magnético estático (A. Anders, Handbook of Plasma Immersion Ion Implantation and Deposition, Wiley-VHC, 2004). Los iones del gas de proceso se aceleran hacia el cátodo y desprenden átomos de éste cuando chocan. Por consiguiente, el cátodo (blanco) debe estar formado por el material que se va a depositar. A continuación, los átomos expulsados del blanco se condensan en el sustrato que se va a revestir y forman una fina capa continua. Este espesor de capa puede
60
65

generarse de forma controlada desde unos pocos nanómetros hasta varios micrómetros. Además de los magnetrones redondos, se utilizan mucho las versiones rectangulares de varios metros de longitud, sobre todo para el revestimiento de grandes superficies, por ejemplo, en el revestimiento de vidrio arquitectónico. Mediante esto pueden revestirse superficies de membranas.

Para la producción de membranas poliméricas con revestimiento plano y poroso de metal, puede dotarse una membrana polimérica (por ejemplo, polisulfona, polietersulfona, polipropileno o poli(fluoruro de vinilideno)) de una fina capa de metal mediante el procedimiento de pulverización catódica por magnetrón. A este respecto, el tiempo de permanencia de la membrana en el proceso se selecciona tan bajo que la temperatura se mantenga por debajo de 200 °C, en particular por debajo de 100 °C, y la estructura química original de la membrana polimérica no se ve afectada. Como ejemplo, se recubrió una membrana de polietersulfona con estructura microporosa con una fina capa de aluminio de 20 nm. Se realizaron estudios de porosidad en esta membrana. La siguiente tabla muestra los resultados de la medición de la porosidad de la membrana por un lado en su estado original y por otro lado con una capa de espesor definido de aluminio de 20 nm.

	Membrana de polietersulfona		
	Revestimiento de 20 nm de Al	Original	% de diferencia
Tamaño de poro del punto de burbuja (µm)	0,51	0,56	8,5
Tamaño de poro promedio (µm)	0,41	0,43	6,1
Tamaño de poro más pequeño (µm)	0,37	0,39	5,5

Tabla 1: Tamaños de poro de una membrana de polietersulfona microporosa en estado original y con una capa de aluminio de 20 nm de espesor.

Se observa que la porosidad de la membrana se ve influida en menos de un 10 %.

A este respecto, el revestimiento metálico se aplica al menos en una gran superficie en un primer lado de la membrana polimérica y/o al menos en las superficies accesibles desde un lado, en particular hasta que el espesor de capa del revestimiento de metal de la membrana polimérica ascienda a entre el 1 % y el 45 % con respecto al poro inicial del punto de burbuja y/o el tamaño de poro promedio de la membrana polimérica no revestida.

En particular, con el revestimiento preferido de hasta 200 nm de espesor, es posible influir apenas en el tamaño de poro de la membrana polimérica, en particular de la membrana de polisulfona, en particular en el intervalo de 0,1 µm a 10 µm, y por consiguiente dejarla en gran medida inalterada.

El revestimiento es en particular poroso y en particular se aplica directamente.

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

Como membrana polimérica se tienen en cuenta, por ejemplo, membranas de polisulfona, polipropileno, polietersulfona, polieterimida, poliacrilonitrilo, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) y/o politetrafluoroetileno o polisulfona de este tipo,

polipropileno, polietersulfona, polieterimida, poliacrilonitrilo, celulosa, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF) y/o politetrafluoroetileno.

Con especial ventaja, el metal se ha depositado hasta que el espesor de capa del revestimiento metálico de la membrana polimérica ascienda a entre el 1 % y el 45 % con respecto al poro inicial del punto de burbuja y/o el tamaño de poro promedio de la membrana polimérica no revestida.

Con estos valores, una buena conductividad puede combinarse con un buen rendimiento y una elevada porosidad.

Preferentemente, el metal se ha depositado hasta que la porosidad de la membrana polimérica con revestimiento de metal se haya reducido entre el 1 % y el 50 %, en particular el 1 y el 20 %, con respecto al poro inicial del punto de burbuja y/o el tamaño de poro promedio en comparación con la membrana polimérica no revestida. Estos valores también combinan una buena conductividad con un buen rendimiento y una elevada porosidad.

Preferentemente, el metal se ha depositado hasta que el poro inicial del punto de burbuja y/o el tamaño de poro promedio de la membrana polimérica con revestimiento de metal y/u óxido de aluminio ascienda a de 0,01 a 10 µm. Para ello, se selecciona la membrana polimérica con un poro inicial de punto de burbuja y/o un tamaño de poro promedio de más de 0,01 a 10 µm.

Ventajosamente, la membrana polimérica está revestida directamente de manera porosa con metal en el primer lado y en un segundo lado opuesto al primero. En particular, los revestimientos planos, incluidas las metalizaciones, están aislados eléctricamente entre sí.

5

Al omitir el revestimiento de los pasajes porosos así como los bordes hasta el punto de que no haya conexión conductora entre los dos lados, se puede crear una membrana con dos superficies eléctricamente conductoras y aisladas entre sí.

10

Ventajosamente, el metal se ha depositado hasta que el espesor del revestimiento de metal o el espesor promedio del revestimiento de metal asciende a al menos 1 nm, en particular a al menos 5 nm y como máximo a 50 nm. Con estos valores, se puede combinar una buena conductividad con un buen rendimiento y una alta porosidad en el caso de al menos 5 nm.

15

El tamaño de poro de la membrana polimérica no revestida se selecciona ventajosamente entre 0,01 y 15 μm , en particular hasta 10 μm y/o mayor o igual a 0,1 μm . En este caso puede evitarse especialmente bien un cierre de los poros con metal.

20

Ventajosamente, el metal se ha depositado hasta que el espesor del revestimiento de metal de los poros dentro de la membrana o el espesor promedio del revestimiento de metal de los poros dentro de la membrana ascienda a al menos 1 y a como máximo 50 nm. El objetivo se soluciona también mediante el uso de una membrana polimérica revestida de metal que presenta pasajes porosos, en donde la membrana polimérica revestida de metal presenta una membrana polimérica interna con pasajes porosos y un revestimiento de metal, caracterizado por que la membrana polimérica está completamente encapsulada por el revestimiento de metal y por que el revestimiento de metal presenta un espesor de 1 nm, en particular de 5 nm a 500 nm.

25

A este respecto, el revestimiento se aplica en particular directamente sobre la membrana polimérica. En particular, la membrana polimérica revestida está constituida exclusivamente por la membrana polimérica y el revestimiento metálico.

30

Con especial ventaja, la membrana polimérica con revestimiento de metal presenta por consiguiente una porosidad reducida entre el 1 % y el 50 %, en particular el 1 % y el 20 %, con respecto al poro del punto de burbuja inicial y/o el tamaño de poro promedio en comparación con la membrana polimérica no revestida.

35

Por ejemplo, la membrana también puede plegarse y/o utilizarse plegada, como es sabido con las membranas convencionales. En particular, se utiliza y/o incluye al menos un medio auxiliar de plegado aislante, en particular al menos uno en cada lado de la membrana. Éstos permiten el paso de líquido y en particular garantizan que los pliegues individuales estén aislados entre sí. En particular, el al menos un medio auxiliar de plegado se dispone en uno o ambos lados de la membrana antes del plegado y se pliega junto con la membrana. Los medios auxiliares de plegado no tienen por qué estar hechos en particular de un material completamente aislante; por ejemplo, se puede utilizar un velo de polímero que está revestido en un lado o en ambos lados para que sea eléctricamente conductor, en donde el propio velo proporciona sin embargo aislamiento.

40

45

El procedimiento divulgado en el presente documento para la separación al menos temporal y/o para la detección de sustancias biológicamente activas cargadas se lleva a cabo de acuerdo con el procedimiento

50

a. se facilita una membrana polimérica con un revestimiento plano y poroso de metal, en particular como se ha descrito anteriormente, al menos en un primer lado, en particular dos lados, de la membrana polimérica;

b. se facilita un contraelectrodo;

c. se aplica una tensión entre el revestimiento de metal de la membrana polimérica y el contraelectrodo;

55

d. la membrana polimérica y, en particular, el contraelectrodo se ponen en contacto con el líquido, en donde el contacto se realiza, en particular, de tal manera que el líquido produce al menos una conexión entre la membrana polimérica y el contraelectrodo.

60

Mediante un procedimiento de este tipo pueden adsorberse y/o retenerse, debido a ello en particular separarse sustancias cargadas, en particular sustancias cargadas biológicamente activas, sin embargo también otras sustancias cargadas, de líquidos, por ejemplo sangre, al menos temporalmente mediante la unión a la membrana polimérica con revestimiento metálico. A este respecto, es posible una conducción del procedimiento mucho más adaptada y flexible de lo que es posible con las membranas (iónicamente) cargadas conocidas. Invertiendo la polaridad de la tensión, lo que no requiere el mismo nivel de tensión con signo invertido, sino que también puede tener un valor inferior o superior, y/o reduciendo la tensión, también puede facilitarse el desprendimiento, por ejemplo para la recuperación, por ejemplo en otro líquido, en particular sin necesidad de modificar el valor de pH.

65

- La magnitud de la tensión asciende ventajosamente a como máximo 1,5 V. En particular, la magnitud de la tensión asciende a como máximo 1,5 V, incluso después de invertir la polaridad. La tensión o la energía necesaria para generarla puede transmitirse, por ejemplo, de forma capacitiva, inductiva y/o por cable. En particular, la tensión o la energía necesaria para generarla puede transmitirse a una carcasa que encierra la membrana polimérica y el contraelectrodo, en particular de forma inductiva. La tensión o la energía necesaria para generarla puede, por ejemplo, acoplarse inductivamente en la carcasa y aplicarse a la membrana polimérica y al contraelectrodo dentro de la carcasa a través de cables.
- Por sustancias biológicamente activas cargadas ha de entenderse una pluralidad de sustancias. A este respecto, por ejemplo mediante la selección de la tensión y/o de la superficie de la membrana, puede permitirse una retención más o menos específica, una separación o una detección más o menos específica de sustancias individuales o numerosas. A este respecto, la retención y/o adsorción de partículas más fuertemente cargadas sobre/a través de la membrana ya es posible a tensiones más bajas que las partículas menos cargadas. Esto permite una cierta selectividad mediante la selección de la tensión. A este respecto, no es absolutamente necesario separar y/o detectar una única sustancia. Como sustancias biológicamente activas se tienen en cuenta, por ejemplo, virus, bacterias, endotoxinas, proteínas, aminoácidos, zwitteriones, sustancias con punto isoeléctrico, exosomas y/o vesículas. Para que se consideren cargadas, no es necesario que lo estén en todos los entornos. Basta con que tengan carga en un estado en el que estén o puedan estar en contacto con la membrana, en particular, que estén presentes en el líquido al menos parcialmente en un estado cargado. Así, al separar y/o detectar en particular proteínas, en particular virus, se trabaja en particular en una solución con un valor de pH en el que las sustancias que deben retenerse y/o adsorberse presentan la mayor carga posible, en particular en relación con las sustancias que no pueden retenerse o adsorberse.
- Por regla general, la membrana polimérica con revestimiento metálico y, en particular también el contraelectrodo entran en amplio contacto con el líquido, en particular se humedecen grandes superficies. Sin embargo, incluso un contacto de área pequeña o una conexión de área pequeña, por ejemplo mediante una gota entre el contraelectrodo y la membrana polimérica con revestimiento metálico, es suficiente. El contacto también puede lograrse rellenando uno o una pluralidad de poros de una membrana polimérica de doble lado revestida metálicamente, uno de cuyos lados se utiliza como contraelectrodo.
- Con especial ventaja, el contraelectrodo se forma o bien por otro revestimiento plano, poroso de metal en un segundo lado opuesto al primero, en donde los revestimientos planos de metal están aislados entre sí por la membrana polimérica, o bien por un electrodo permeable dispuesto con capa intermedia de un espaciador aislante y permeable entre ellos y/o con espaciamiento, en particular formado por una red metálica y/o un electrodo de varilla.
- Ventajosamente, la porosidad de la membrana polimérica con revestimiento de metal se selecciona de manera reducida entre el 1 % y el 50 %, en particular el 1 y el 20 % con respecto a la membrana polimérica no revestida con respecto al poro del punto de burbuja inicial y/o el tamaño de poro promedio. A este respecto se proporciona una conductividad fiable y una alta porosidad al mismo tiempo.
- La membrana polimérica se selecciona ventajosamente de manera que el espesor del revestimiento de metal ascienda a 1 nm, en particular a de 5 a 50 nm, y/o el tamaño de poro de la membrana polimérica no revestida sea en particular superior a 0,01 μm y en particular inferior a 15 μm . A este respecto se proporciona una conductividad fiable y una alta porosidad al mismo tiempo.
- Con especialmente ventaja se facilita un electrodo de referencia para fines de medición y se mide el potencial en el electrodo de referencia.
- Ventajosamente, además de la membrana polimérica con revestimiento metálico, que se utiliza de acuerdo con la invención como electrodo, y el contraelectrodo así como dado el caso el electrodo de referencia, se proporciona al menos otro electrodo, en particular se proporciona al menos otra membrana polimérica con revestimiento metálico o un lado adicional de la membrana polimérica con revestimiento metálico, en particular como se ha explicado anteriormente como electrodo adicional. En particular, este electrodo adicional también está dispuesto en la carcasa común y aislado eléctricamente de la membrana polimérica con revestimiento metálico y del contraelectrodo. La carcasa común también puede ser una carcasa exterior que encierra una carcasa interior en la que están dispuestos la membrana polimérica y el contraelectrodo.
- En particular, se aplica una tensión al al menos otro electrodo que se selecciona de forma que el potencial del contraelectrodo se encuentre entre el potencial de la membrana polimérica con revestimiento metálico y el al menos otro electrodo. En particular, el contraelectrodo está dispuesto en la carcasa entre la membrana polimérica con revestimiento metálico y el al menos otro electrodo.
- En este caso, también puede ser útil utilizar varios electrodos de referencia y disponerlos en cada caso entre los electrodos y/o el contraelectrodo.

Las pruebas de electrosorción se llevaron a cabo en una membrana de polietersulfona con un tamaño de poro de 0,2 μm en una disposición como la que se muestra en la figura 1. Para ello, se dotó una membrana de filtración de laboratorio con un diámetro de $d = 47 \text{ mm}$ de una capa de aluminio de 15 nm mediante pulverización catódica por magnetrón. Se pegó un cable de cobre a la superficie de aluminio y se dotó de una laca aislante. El cable restante tenía unos 30 cm de longitud y estaba aislado. La membrana se introdujo en una unidad de filtración a vacío habitual en el comercio. El recipiente de muestra se llenó con agua pura y se introdujo en éste un contraelectrodo de platino.

Se introdujeron endotoxinas en el agua pura del recipiente de muestra de forma que se alcanzara una concentración de endotoxinas de 1.000 UI (unidades internacionales de endotoxina) en el agua pura del recipiente de muestra. La filtración se realizó sin presión. Se realizó una filtración de la membrana en su estado original sin revestimiento y una filtración con una membrana con un revestimiento de 15 nm. Se aplicó una tensión de + 500 mV a la membrana revestida. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

	Concentración de endotoxina en UE/ml		ml
	Muestra	Recipiente colector	Volumen de la muestra
Filtro sin revestimiento	1000	952,5	100
Filtro con revestimiento a + 500 mV	1000	0,3	50

Puede verse claramente que las endotoxinas son retenidas casi por completo, en particular adsorbidas, por el revestimiento de aluminio cargado, de modo que la concentración en el recipiente colector es cercana a cero. La membrana polimérica en su estado original sin revestimiento metálico, sin embargo también la membrana polimérica recubierta de metal sin tensión adsorbe poco.

Las endotoxinas adsorbidas pueden disolverse de nuevo y eliminarse de la membrana invirtiendo la polaridad de la tensión y enjuagando la membrana.

De forma similar al experimento descrito anteriormente para la retención de endotoxinas, también se puede lograr la retención de virus. Se sabe que los virus presentan una carga negativa por encima de su punto isoeléctrico y pueden unirse por adsorción a superficies con carga positiva (Adsorption of Viruses to charged-modified Silica, Zerdá *et al.* Applied and Environmental Microbiology, enero de 1985, pág. 91-95). Utilizando la misma configuración de prueba descrita anteriormente para la retención de bacterias, se realizaron pruebas para la retención de virus. A este respecto, se utilizaron bacteriófagos MS2 con un tamaño de 25 nm (diámetro). El punto isoeléctrico de estos bacteriófagos se encuentra en pH 3,9. Se filtraron 15 ml de una solución acuosa de 10^5 UFP/ml (unidades formadoras de placa/ml) a través de la membrana con un valor de pH de la solución de 7. Se analizaron membranas de polietersulfona de 0,2 μm sin revestimiento y con un revestimiento de titanio (20 nm) así como un revestimiento de oro (20 nm). En la siguiente tabla se muestra los resultados de las pruebas:

Revestimiento	Tensión en voltios	Retención en Log 10
sin	0,0	0,1
Titanio	0,0	0,05
Titanio	1,0	1,4
Oro	0,0	< 0,01
Oro	1,0	2,4

Si se observan los resultados de las pruebas de retención, en particular de adsorción, sin revestimiento y sin tensión, se obtiene una baja retención de virus en la membrana sin revestimiento. Sin revestimiento, las membranas poliméricas tienen un potencial zeta (tensión superficial). El titanio y el oro tienen un potencial zeta más bajo (cercano a cero). Por tanto, es comprensible que sin tensión en la membrana sin revestimiento se adsorban más virus que en las membranas revestidas, ya que el revestimiento de la membrana con titanio u oro reduce el potencial zeta y, por tanto, la carga de la membrana.

Observando los resultados de las pruebas de adsorción bajo una tensión de 1,0 voltios, el revestimiento de titanio consigue una retención de virus del orden de 1,4 Log_{10} (es decir, una retención de > 95 %) y un revestimiento de oro del orden de 2,4 Log_{10} (es decir, una retención de > 99 %).

Se ha demostrado que una membrana provista de una capa metálica y una tensión aplicada de 0,5 voltios o 1,0

voltios puede lograr una mejora significativa en la retención, en particular la adsorción, de endotoxinas como también de virus en comparación con una membrana no cargada.

Además, tras cambiar el voltaje en las pruebas de retención de endotoxinas de +500 mV a -500 mV, se pudo recuperar al menos el 50 % de las endotoxinas unidas por adsorción enjuagando la membrana con agua. Esto demostró que al menos algunas de las endotoxinas se desorben de nuevo invirtiendo la tensión.

El objetivo se soluciona mediante un procedimiento para determinar la ocupación de los sitios de unión de la membrana polimérica con revestimiento plano y poroso de metal y/o para determinar al menos una concentración al menos relativa en el líquido, en donde este procedimiento se caracteriza por que se detecta y/o evalúa el flujo de corriente provocado por la tensión aplicada, en particular con respecto al quedar por debajo de un límite y/o sobrepasar una tasa de cambio positiva y/o negativa y/o su desarrollo temporal y en particular se activa una alarma al quedar por debajo o sobrepasar el límite. Esto permite controlar, por ejemplo, los límites de concentración o las tasas de cambio de las concentraciones. Esta vigilancia puede llevarse a cabo muy de cerca e incluso en tiempo real. Por ejemplo, de ese modo puede controlarse la concentración de endotoxinas en la sangre. El flujo de corriente depende de la ocupación de los sitios de unión en la membrana. Si hay menos sitios de unión disponibles, el flujo de corriente disminuye. A este respecto, la concentración no tiene por qué determinarse como valor absoluto, también basta con reconocer cuándo se sobrepasan o no se alcanzan los valores de referencia, a este respecto los valores de referencia también pueden darse en forma de flujos de corriente.

Por ejemplo, puede activarse una alarma cuando se sobrepasan determinados límites de concentración y/o tasas de cambio, en particular medidas como la tasa de cambio del flujo de corriente, por ejemplo acústica, óptica y/o eléctricamente. De manera representativa, el objetivo se resuelve mediante dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración que contiene un contraelectrodo y una membrana polimérica con revestimiento plano y poroso de metal en al menos un lado de la membrana polimérica, en particular como se ha descrito anteriormente, y un contacto del revestimiento de metal para aplicar una tensión al contraelectrodo. A este respecto, lo anterior también se aplica al dispositivo, en particular con respecto al electrodo, la membrana, el revestimiento, el contraelectrodo, el electrodo de referencia y/o la disposición.

A este respecto, la membrana polimérica y, en particular, también el contraelectrodo están dispuestos en una carcasa que está diseñada en particular como accesorio de inyección y/o presenta un volumen de retención bajo, en particular de como máximo de 10 ml y/o como máximo 20 mm³/mm² de revestimiento de metal en la membrana polimérica, en particular como máximo 2 mm³/mm² de revestimiento de metal en la membrana polimérica, y/o la membrana polimérica y el contraelectrodo están configurados para conectarse a una fuente de tensión o están conectados a una de este tipo, que está configurada para formar una tensión entre la membrana polimérica y el contraelectrodo y en donde en particular, la fuente de tensión está dispuesta con la membrana polimérica y el contraelectrodo en una carcasa común y/o se proporciona un dispositivo de medición de corriente, que mide la corriente que fluye entre la membrana polimérica y el contraelectrodo y/o su tasa de cambio y/o la compara con un valor límite y/o la fuente de tensión está configurada para invertir la polaridad de la tensión.

Para conectar a una fuente de tensión y/o poner en contacto el revestimiento de metal, el revestimiento metálico de la membrana puede, por ejemplo, conectarse y/o ponerse en contacto directamente con un conductor eléctrico, por ejemplo un cable, por ejemplo mediante soldadura. Sin embargo, puede ponerse en contacto adicionalmente o como alternativa con otros componentes eléctricamente conductores, por ejemplo con una jaula en la que se inserta la membrana y/o con al menos un medio auxiliar de plegado con revestimiento conductor, y estar o llegar a estar conectado a la fuente de tensión por medio de estos y dado el caso otros componentes y/o cables y/o estar en contacto con ellos.

También es posible incorporar un acoplamiento inductivo y/o capacitivo en la conexión a la fuente de tensión para que, por ejemplo, también sea posible conectarse a la fuente de tensión a través de una carcasa cerrada sin los correspondientes pasacables.

La carcasa común también puede ser una carcasa exterior que encierra una carcasa interior en la que están dispuestos la membrana polimérica y el contraelectrodo.

A este respecto, en particular, se proporciona un volumen de permanencia para el líquido en la carcasa, en el que el líquido puede permanecer o moverse a través del líquido. El revestimiento plano y poroso de metal de la membrana polimérica y en particular también el contraelectrodo están dispuestos dentro de este volumen. En particular, este volumen de permanencia está dispuesto en una conexión permeable a los líquidos con al menos una, en particular dos conexiones para tubos flexibles y/o jeringas, en particular en forma de conexión Luer lock. En particular, este volumen de permanencia junto con el volumen de al menos una, en particular las dos conexiones y la conexión permeable a los líquidos representa el volumen de retención.

El dispositivo también puede contener, en particular en la carcasa común, un dispositivo para generar una tensión, por ejemplo una batería, que está dispuesta y/o en contacto en particular de tal manera que puede generar un potencial entre el revestimiento metálico de la membrana polimérica y el contraelectrodo.

El dispositivo está diseñado en particular como un filtro accesorio y/o accesorio de pulverización.

El contraelectrodo y la membrana polimérica con revestimiento plano y poroso de metal en particular están aislados eléctricamente entre sí.

El dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración presenta para ello, en particular, un recipiente y/o carcasa para la disposición y/o paso de líquido, estando dispuesta la membrana polimérica y el contraelectrodo de manera eléctricamente aislada entre sí.

El dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración puede contener uno o más electrodos de referencia.

Ventajosamente, también puede contener al menos otro electrodo como el descrito anteriormente en relación con el procedimiento de electrosorción y/o electrofiltración. Las demás características descritas en relación con este procedimiento también pueden implementarse ventajosamente en el dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración.

En el caso de la membrana polimérica con revestimiento metálico se trata ventajosamente de una membrana polimérica con revestimiento metálico como la descrita anteriormente. Estos son especialmente adecuados, en particular si los pasajes porosos también están revestidos de metal. Dado que la superficie eléctricamente activa es entonces significativamente mayor. No obstante, también pueden utilizarse otras membranas poliméricas revestidas de metal.

De forma especialmente ventajosa, en el caso del contraelectrodo se trata o bien de otro revestimiento plano, poroso de metal sobre un segundo lado opuesto al primer lado, o bien de un electrodo permeable dispuesto con capa intermedia de un espaciador aislante y permeable entre ambos, en particular formado por una red metálica.

Ventajosamente, el dispositivo está configurado para realizar el procedimiento para separar al menos temporalmente y/o para detectar sustancias biológicamente activas cargadas, en particular con algunas o todas las realizaciones ventajosas. En particular, también está configurado para realizar el procedimiento para determinar la ocupación de los sitios de unión de la membrana polimérica con un revestimiento plano y poroso de metal y/o para determinar al menos una concentración en el líquido. El procedimiento se realiza en particular con un dispositivo de acuerdo con la invención.

Otras configuraciones ventajosas se explicarán a continuación puramente a modo de ejemplo por medio de los siguientes dibujos esquemáticos. A este respecto, muestran:

Figura 1: un dispositivo de electrofiltración de acuerdo con la invención

Figura 2: un dispositivo de electrofiltración de acuerdo con la invención como filtro de accesorio de inyección

Figura 3: un dispositivo de electrofiltración de acuerdo con la invención con una membrana plegada configurada como cartucho en una carcasa.

La figura 1 muestra un dispositivo de electrofiltración de acuerdo con la invención. Con éste puede realizarse el procedimiento de electrofiltración.

Se introduce un líquido en el recipiente de muestra (5) y se filtra a través de la membrana (6), formada por una membrana polimérica revestida de metal, hacia el recipiente colector (3) con aplicación de una tensión, aplicada mediante un potenciómetro (4), entre la membrana (6), diseñada como electrodo, y el contraelectrodo (2). La frita (7) sirve para estabilizar la membrana.

La figura 2 muestra un dispositivo de electrofiltración de acuerdo con la invención configurado como filtro de accesorio de inyección. Se muestra una membrana redonda (8) de material polimérico, metalizada por un lado o en ambos lados. La metalización puede aplicarse a este respecto en un lado, aguas arriba de la membrana (en la figura arriba) o aguas abajo de la membrana (en la figura abajo) o en ambos lados. Cuando se aplica a ambos lados, los lados metalizados quedan en particular aislados entre sí.

En principio, la figura 2 muestra dos posibles diseños en una sola figura. O bien se omiten todas las partes etiquetadas con el sufijo b, o bien se omiten todas las partes etiquetadas con el sufijo a.

En particular, el filtro también presenta al menos un contraelectrodo (10a o 10b, 12a o 12b). Puede diseñarse, por ejemplo, como una rejilla metálica.

Pueden estar contenidas láminas de separación (9a o 9b) eléctricamente aislantes pero permeables, que permiten el flujo de un líquido en la dirección indicada por las flechas, sin embargo aseguran el aislamiento eléctrico entre

la membrana redonda (8) y el contraelectrodo (10a o 10b). Sin embargo, también es posible una realización sin dicha línea de separación si otras medidas de diseño garantizan un aislamiento adecuado.

El filtro de accesorio de inyección presenta una entrada de filtro (13). También presenta una salida de filtro (14). Pueden incluir pasos para el contacto. Pueden realizarse mediante cables, pero también de manera inductiva, capacitiva, mediante enchufes y/o similares.

También incluye conductores eléctricos (12a o 12b y 11a u 11b). Los conductores (12a o 12b) también pueden servir como contraelectrodos y por consiguiente sustituir los contraelectrodos (10a o 10b).

En particular, la entrada de filtro y la salida de filtro forman parte de una carcasa para sellar herméticamente todo el filtro, de modo que sólo es posible una pérdida de líquido entre la entrada de filtro y la salida de filtro y únicamente atravesando los elementos dispuestos en el flujo de líquido, como membrana redonda, lámina separadora y contraelectrodo, si están diseñados como permeables o de rejilla.

El filtro de accesorio de inyección está diseñado a este respecto de tal forma que permite aplicar un potencial entre la metalización de la membrana redonda y el contraelectrodo. Para ello presenta en particular los correspondientes conductores, pasos y/o dispositivos de contacto y/o transmisión (especialmente inductivos y/o capacitivos). La aplicación de tensión puede realizarse a este respecto, por ejemplo, mediante una fuente de tensión (15a o 15b) y conductores eléctricos 12a o 12b y 11a u 11b).

Con la ayuda de un filtro de accesorio de inyección de este tipo con una fuente de tensión (15a o 15b), las sustancias contenidas en el líquido, por ejemplo las endotoxinas, pueden adsorberse en la membrana redonda (8), por ejemplo bajo una primera polarización de la fuente de tensión cuando el líquido, en particular la sangre, pasa a través del filtro de accesorio de inyección.

Posteriormente, las sustancias pueden liberarse, en particular con polarización inversa o sin tensión y pasando a través de otro líquido, en particular en sentido contrario al flujo indicado por las flechas, por ejemplo agua.

La figura 3 muestra un cartucho de acuerdo con la invención en una carcasa con una membrana (16) plegada. Según el estado de la técnica, dichos cartuchos de filtro plegado se fabrican de la siguiente manera:

1. La membrana (16) se coloca y se pliega entre dos medios auxiliares de plegado (17a y 17b), en particular de un flujo y/o lámina de polímero.
2. La membrana plegada fabricada se introduce a presión en una jaula redonda (18) (cage) para que no vuelva a desplegarse y está provista de un núcleo (core). La jaula y el núcleo están configurados en particular de plástico y en particular de modo que pueda pasar el líquido, en particular con orificios rectangulares o redondos.
3. La membrana con medio auxiliar de plegado y la jaula y el núcleo se sueldan al cierre superior de una tapa de plástico cerrada y, a continuación, se sueldan al cierre inferior (placa con abertura).

Este fue también el procedimiento en este ejemplo de realización y puede utilizarse generalmente con la membrana contenida y/o utilizada de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra una membrana (16) plegada de material polimérico, metalizada en un lado o ambos lados. La metalización puede aplicarse a este respecto en un lado, aguas arriba de la membrana (en la figura fuera) o aguas abajo de la membrana (en la figura dentro) o en ambos lados. Cuando se aplica a ambos lados, los lados metalizados quedan aislados entre sí, en particular por la propia membrana. La membrana se pliega, en particular, mediante medios auxiliares de plegado plegados con la membrana, que consisten, en particular, en un flujo de polímero (17a,b). El flujo polimérico puede diseñarse como un flujo conductor (con un revestimiento metálico en ambos lados) o como un flujo aislante de tensiones.

En principio, la figura 3 muestra dos posibles diseños en una sola figura. O bien se omiten todas las partes etiquetadas con el sufijo b, o bien se omiten todas las partes etiquetadas con el sufijo a. Ventajosamente, en la variante en la que están contenidas las partes designadas por el sufijo a, la membrana se pone en contacto directamente como electrodo a través de una línea eléctrica, o en la variante en la que se incluyen las partes designadas por el sufijo b, la membrana se pone en contacto como electrodo a través de un medio auxiliar de plegado (17b) eléctricamente conductor y a través de un núcleo (core) eléctricamente conductor que sujeta la membrana plegada.

En particular, el filtro también presenta al menos un contraelectrodo (25a o 25c). Puede diseñarse como rejilla metálica y/o un electrodo de varilla, por ejemplo.

El filtro, diseñado como cartucho con una membrana plegada, presenta una entrada de filtro (22). También tiene

una salida de filtro (23). Pueden incluir pasos para el contacto. Pueden realizarse mediante cables, pero también de manera inductiva, capacitiva, mediante enchufes y/o similares.

5 Están contenidos también conductores eléctricos (24a y 25a o 24b y 25b). Los conductores (25a o 25b) pueden servir de contraelectrodos y por consiguiente sustituir a los contraelectrodos.

10 En particular, la entrada de filtro y la salida de filtro forman parte de una carcasa para sellar herméticamente todo el filtro, de modo que sólo es posible una pérdida de líquido entre la entrada de filtro y la salida de filtro y únicamente atravesando los elementos dispuestos en el flujo de líquido, como membrana y contraelectrodo, si están diseñados como permeables o de rejilla.

15 El cartucho con membrana plegada está diseñado a este respecto de tal forma que permite aplicar un potencial entre la metalización de la membrana y el contraelectrodo. Para ello presenta en particular los correspondientes conductores, pasos y/o dispositivos de contacto y/o transmisión (especialmente inductivos y/o capacitivos). La aplicación de tensión puede realizarse a este respecto, por ejemplo, mediante una fuente de tensión (26a o 26b) y conductores eléctricos 25a o 25b y 24a u 24b).

20 Con la ayuda de un cartucho de este tipo con una membrana plegada con una fuente de tensión (26a o 26b), por ejemplo, las sustancias contenidas en el líquido pueden adsorberse en la membrana (8) plegada bajo una primera polarización de la fuente de tensión cuando el líquido pasa a través del cartucho con la membrana plegada.

25 Posteriormente, en particular bajo polarización inversa o sin tensión y, en particular, haciendo pasar otro líquido, en particular en el sentido de flujo inverso al indicado por las flechas, por ejemplo agua, pueden desorberse las sustancias previamente unidas por electrosorción a la membrana plegada del filtro.

Lista de referencias

- 1 Cable
- 2 Contraelectrodo
- 3 Recipiente colector
- 4 Potenciostato
- 5 Recipiente de muestra
- 6 Membrana
- 7 Frita
- 8 Membrana redonda (polímero) con metalización en un lado (en el lado aguas arriba o aguas abajo) o en ambos lados
- 9 a y b Lámina separadora permeable, eléctricamente aislante
- 10 a y b Contraelectrodo aguas arriba (a) o aguas abajo (b) de la membrana redonda 1 conmutable en forma de rejilla metálica permeable
- 11 a Hilo metálico para el contacto de la metalización en el lado aguas arriba de la membrana redonda 8
b Hilo metálico para el contacto de la metalización en el lado aguas abajo de la membrana redonda 8
- 12 a y b Conductor eléctrico al contraelectrodo/rejilla metálica 10a o 10b
- 13 Entrada de filtro con paso(s) para el contacto eléctrico del electrodo/membrana y el contraelectrodo
- 14 Salida de filtro opcionalmente con paso para el contacto eléctrico del contraelectrodo/rejilla metálica
- 15 a Fuente de tensión para aplicar potencial eléctrico al electrodo y al contraelectrodo
b Fuente de tensión para aplicar potencial eléctrico al electrodo y al contraelectrodo
- 16 Membrana plegada
- 17 a y b: Lámina separadora permeable, eléctricamente aislante delante o detrás de la membrana
- 18 Manguito exterior conductor del cartucho
- 19 Manguito interior conductora del cartucho
- 20 Cierre superior y placa deflectora del cartucho
- 21 Cierre inferior y salida del cartucho
- 22 Entrada de filtro y carcasa del filtro
- 23 Salida de filtro y carcasa del filtro
- 24 a Paso de contacto para el contacto eléctrico de la metalización en el lado aguas arriba de la membrana 16
b Paso de contacto para el contacto eléctrico de la metalización en el lado aguas abajo de la membrana 16
- 25 a Paso de contacto y contraelectrodo en el lado aguas arriba de la membrana 16 metalizada
b Paso de contacto para el contacto eléctrico del contraelectrodo en el lado posterior de la membrana 16 metalizada
c Contraelectrodo en el lado aguas abajo de la membrana 16 metalizada
- 26 a Fuente de tensión para aplicar potencial eléctrico al electrodo y al contraelectrodo
b Fuente de tensión para aplicar potencial eléctrico al electrodo y al contraelectrodo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento que utiliza una electrosorción de sustancias cargadas en una membrana polimérica con revestimiento plano y poroso de metal para determinar la ocupación de los sitios de unión de dicha membrana polimérica por las sustancias cargadas y/o para determinar al menos una concentración al menos relativa de las sustancias cargadas en un líquido, en donde el procedimiento comprende las etapas siguientes:
 - a. facilitar la membrana polimérica con revestimiento plano y poroso de metal al menos en un primer lado de la membrana polimérica;
 - b. facilitar un contraelectrodo;
 - c. aplicar una tensión entre el revestimiento de metal de la membrana polimérica y el contraelectrodo;
 - d. poner en contacto la membrana polimérica y el contraelectrodo con el líquido, en donde la puesta en contacto se realiza de tal manera que el líquido genera al menos una conexión entre la membrana polimérica y el contraelectrodo
 en donde se detecta y/o evalúa el flujo de corriente provocado por la tensión aplicada, en particular se evalúa con respecto a quedar por debajo de un límite y/o a sobrepasar una tasa de cambio positiva y/o negativa y/o su desarrollo temporal.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde se activa una alarma cuando el valor queda por debajo o sobrepasa.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la evaluación se realiza en tiempo real.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se controla al menos un límite de concentración o la tasa de cambio al menos de una concentración.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde cuando se sobrepasan determinados límites de concentración y/o tasas de cambio, en particular medidas como tasa de cambio del flujo de corriente, se realiza una alarma, por ejemplo acústica, óptica y/o eléctrica.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa c se realiza después de las etapas a y b y antes de la etapa d, o en donde la etapa d se realiza después de las etapas a y b y antes de la etapa c.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde después de las etapas a a d se elimina al menos parcialmente el líquido y/o se realiza al menos un paso parcial del líquido a través de la membrana.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde después de las etapas a a d se realiza una inversión de la polaridad y/o una reducción de la tensión, en particular antes y/o después de la inversión de polaridad y/o reducción se realiza un enjuagado de la membrana.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el contraelectrodo se forma o bien por otro revestimiento plano, poroso de metal en un segundo lado opuesto al primer lado, en donde los revestimientos planos de metal están aislados entre sí por la membrana polimérica, o bien por un electrodo permeable, en particular formado por una red metálica, dispuesto con capa intermedia de un espaciador aislante y permeable.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espesor del revestimiento de metal asciende a de 5 a 50 nm y el tamaño de poro de la membrana polimérica no revestida es en particular superior a 0,01 μm .
11. Dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración que contiene al menos una membrana polimérica con un revestimiento plano y poroso de metal en al menos un lado de la membrana polimérica y un contacto del revestimiento de metal y un contraelectrodo y, en particular, otro electrodo, en donde la membrana polimérica y el contraelectrodo están dispuestos en una carcasa, y en donde la membrana polimérica y el contraelectrodo están conectados a una fuente de tensión, que está configurada para formar una tensión entre la membrana polimérica y el contraelectrodo, y en donde está previsto un dispositivo de medición de corriente que mide la corriente que fluye entre la membrana polimérica y el contraelectrodo y/o su tasa de cambio y, en particular, la compara con un valor límite.
12. Dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración según la reivindicación 11, en donde la fuente de tensión está configurada para invertir la polaridad y/o reducir la tensión.
13. Dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración según la reivindicación 11 o 12, en donde el dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración presenta medios para realizar una alarma, por ejemplo realizar una alarma acústica, óptica y/o eléctrica, y está configurado para realizar una alarma cuando se queda por debajo o sobrepasa el valor límite.

14. Dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración según la reivindicación 11, 12 o 13, en donde la carcasa está configurada como accesorio de inyección y/o presenta un pequeño volumen de retención, en particular de como máximo 10 ml y/o como máximo $20 \text{ mm}^3/\text{mm}^2$ de revestimiento de metal en la membrana polimérica, en particular como máximo $2 \text{ mm}^3/\text{mm}^2$ de revestimiento de metal en la membrana polimérica, y/o en donde la fuente de tensión está dispuesta en la carcasa.

5

15. Dispositivo de electrosorción y/o electrofiltración según una de las reivindicaciones 11 a 14, en donde el contraelectrodo o bien se forma por otro revestimiento plano, poroso de metal en un segundo lado opuesto al primero o bien se ha formado por un electrodo permeable, en particular formado por una red metálica, dispuesto con capa intermedia de un espaciador aislante y permeable.

10

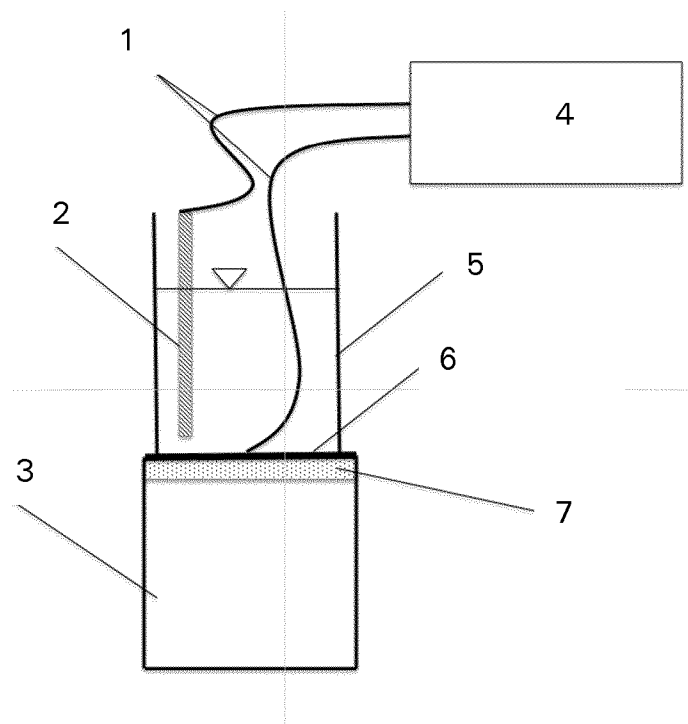


Fig. 1

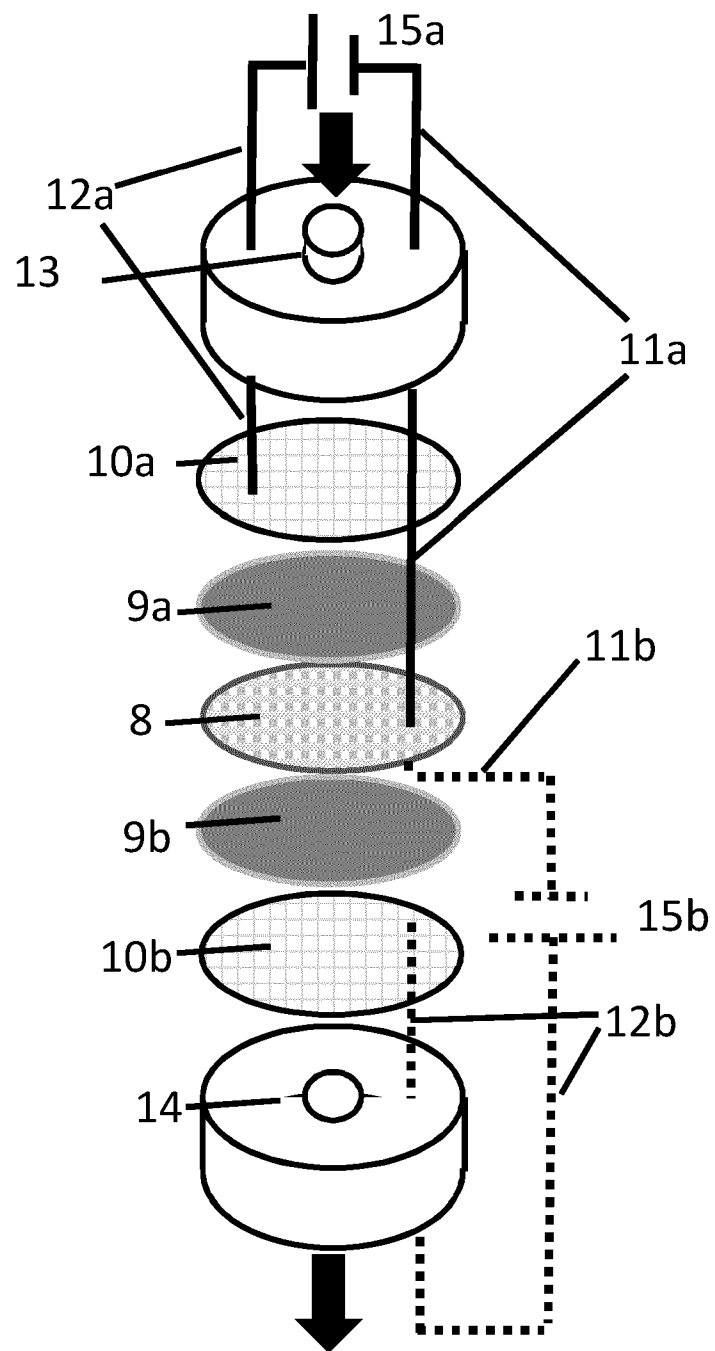


Fig. 2

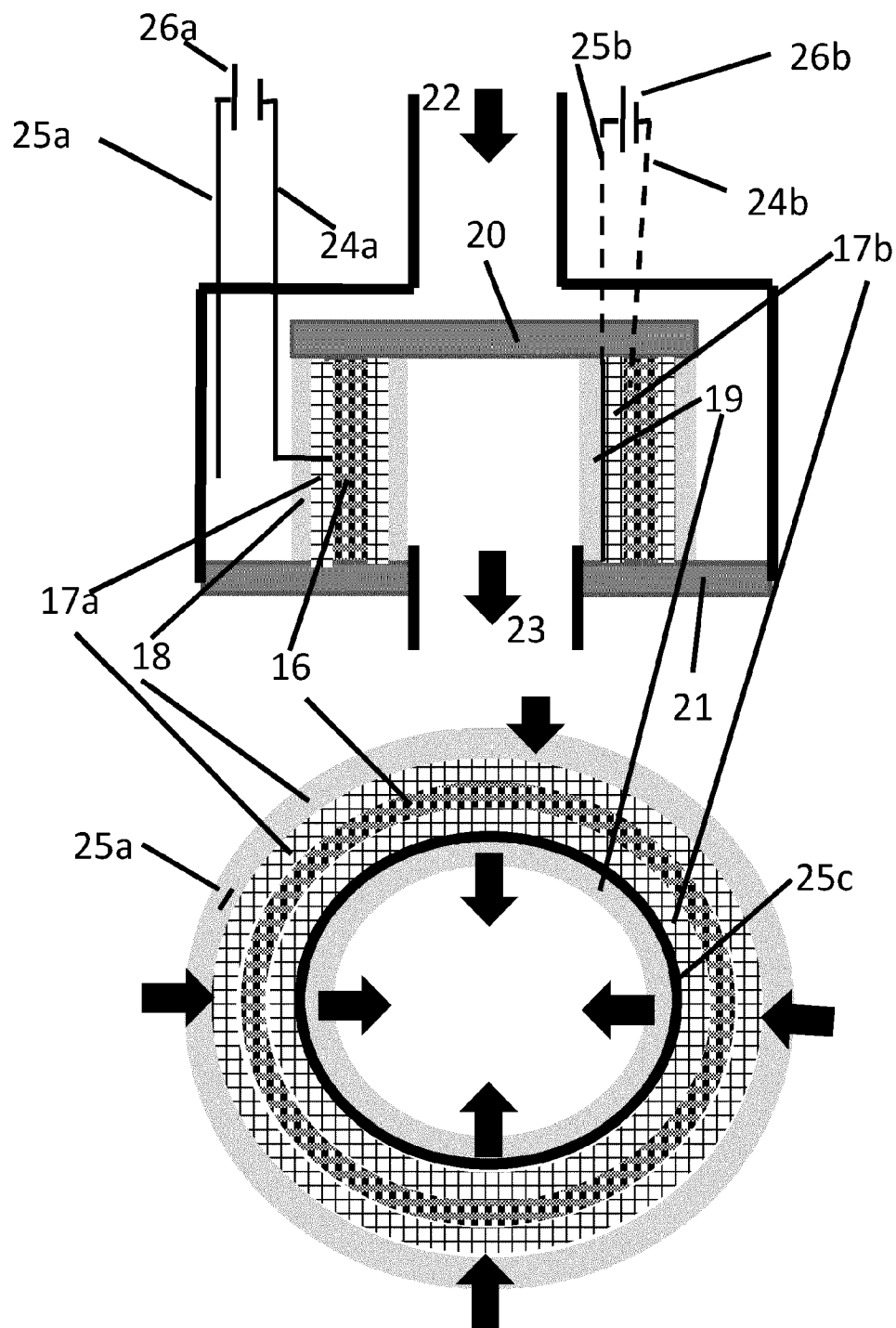


Fig. 3