

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 375**

51 Int. Cl.:

B01D 63/02 (2006.01)

A61M 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2017 PCT/EP2017/000377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17167443**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2017 E 17719153 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3436183**

54 Título: **Equipo de membrana de fibras huecas para el intercambio de sustancias y procedimiento para fabricarlo**

30 Prioridad:
29.03.2016 DE 102016003611

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2021

73 Titular/es:
**ENMODES GMBH (100.0%)
Wilhelmstraße 38
52070 Aachen, DE**

72 Inventor/es:
BORCHARDT, RALF

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 806 375 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

- 5 Equipo de membrana de fibras huecas para el intercambio de sustancias y procedimiento para fabricarlo
- 10 La invención se refiere a un paquete de fibras huecas enrollado sobre un núcleo, compuesto por una pluralidad de fibras huecas permeables a unas sustancias, de al menos una estera de fibras huecas, en la cual las fibras huecas se mantienen distanciadas con hilos de urdimbre. La invención se refiere también a un equipo para el intercambio de sustancias entre sangre y un gas/una mezcla de gases, que incluye una cámara que puede ser atravesada por sangre, en la que está dispuesta una pluralidad de fibras huecas permeables a unas sustancias como paquete de fibras huecas enrollado o plegado, pudiendo ser atravesadas las fibras huecas por un medio de intercambio, en particular un gas/una mezcla de gases y pudiendo ser bañadas por la sangre.
- 15 La invención se refiere también a un procedimiento para fabricar un paquete de fibras huecas de un tal equipo.
- 20 Los equipos de esta clase se conocen por el estado de la técnica y se utilizan por ejemplo como oxigenadores. No obstante, tales equipos pueden utilizarse también para purificar la sangre de sustancias nocivas, por ejemplo en la diálisis.
- 25 En oxigenadores ha de enriquecerse con tales equipos la sangre que fluye a través del equipo con oxígeno y empobrecerse en dióxido de carbono. Este proceso se realiza generando mediante el gas/la mezcla de gases como medio de intercambio que fluye a través de las fibras huecas permeables a unas sustancias, un gradiente de concentración de las sustancias a intercambiar (O_2 y CO_2) entre la sangre y el gas/la mezcla de gases, con lo que mediante el proceso de la permeación atraviesa oxígeno desde el gas/la mezcla de gases a través de las paredes de fibras huecas hasta la sangre y dióxido de carbono desde la sangre a través de las paredes de fibras huecas hasta el gas/la mezcla de gases. Tales oxigenadores pueden utilizarse por ejemplo en máquinas cardiopulmonares.
- 30 En función de la aplicación de que se trate, se utilizan medios de intercambio adecuados, para lograr purificar la sangre de una sustancia nociva y dado el caso enriquecerla con otra sustancia deseada mediante permeación.
- 35 Hasta ahora se han fabricado equipos típicos de esta clase enrollando al menos una estera con una pluralidad de fibras huecas permeables a unas sustancias, situadas una tras otra y distanciadas equidistantemente en varias capas, en particular sobre un núcleo, a través del que posteriormente también puede realizarse el flujo entrante o saliente de sangre, o bien al menos plegando una tal estera varias veces formando capas. En una tal estera se encuentran las fibras huecas con preferencia todas paralelas entre sí, encontrándose los extremos de las correspondientes fibras huecas sobre lados opuestos de la estera. El plegado o enrollado puede realizarse por ejemplo en cada caso alrededor de una línea paralela a las direcciones de extensión longitudinal de las esteras de fibras.
- 40 Las fibras pueden también estar orientadas tal que las fibras de capas contiguas del paquete enrollado o plegado se encuentren formando un ángulo diferente de 0° o bien diferente de 180° . Por ejemplo pueden enrollarse o plegarse también dos o más esteras situadas una sobre otra, presentando las fibras de distintas esteras entre sí un ángulo diferente de 0° o bien diferente de 180° .
- 45 En una estera correspondiente pueden estar dispuestas las fibras también a un ángulo distinto de 90° respecto a la dirección de extensión de los hilos de urdimbre que sirven de soporte.
- 50 Los procedimientos de fabricación antes citados pueden utilizarse también con preferencia en cada caso en el equipo correspondiente a la invención, en particular se perfeccionan entonces en función de la invención.
- 55 Mediante tales formas de fabricación puede resultar un paquete de fibras huecas con fibras huecas extendidas al menos esencialmente en una dirección axial, que puede alojarse en una carcasa. Visto en sección transversal (perpendicularmente a la extensión de las fibras o perpendicularmente a la extensión del paquete), la densidad de las fibras huecas del paquete de fibras huecas es esencialmente la misma en todas partes, debido a la equidistancia de las fibras huecas en la estera.
- 60 Mediante el procedimiento del replante, conocido en el ámbito de los expertos, se impermeabilizan los extremos axiales de las fibras huecas entre sí y respecto a una carcasa con una masa de replante, en particular en centrifugas o instalaciones de moldeo utilizadas para ello.
- 65 A través de los extremos axiales de las fibras huecas que quedan libres o liberados tras el replante de masa de replante, puede a continuación conducirse el medio de intercambio, por ejemplo un gas/una

mezcla de gases, a través de las fibras huecas y a través de conductos de entrada y salida dispuestos en la carcasa puede conducirse sangre entre las fibras huecas en la zona entre los puntos de replante del lado axialmente extremo. Mediante las paredes de la carcasa y los puntos de replante se constituye una
5 cámara en la cual están dispuestas las fibras huecas y que puede ser recorrida por la sangre, en particular sin que la sangre tenga contacto directo con el medio de intercambio, en particular el gas/la mezcla de gases.

Los equipos cilíndricos típicos de esta clase tienen una entrada o salida del flujo de sangre a través de un núcleo hueco, sobre el que está arrollada una estera, de las que al menos hay una. El núcleo, que
10 constituye un canal hueco, está abierto en la zona de un extremo axial hacia el interior de la cámara, en particular en dirección radial hacia fuera, con lo que la sangre puede penetrar allí entre el núcleo y el interior de la cámara. En el extremo axialmente opuesto se realiza, con preferencia radialmente hacia fuera, igualmente un paso para la sangre entre el interior de la cámara y un espacio dispuesto con preferencia en la dirección del contorno. Es esencialmente irrelevante cuál de los dos pasos
15 correspondientes antes citados hacia la cámara se utiliza como flujo de entrada y como flujo de salida para la sangre.

La invención se refiere con preferencia al citado diseño de equipos, con preferencia con una salida de la sangre situada radialmente hacia fuera en uno de los extremos axiales y una entrada de la sangre situada
20 radialmente más hacia dentro formada por el núcleo de enrollar en el otro de los extremos axiales. No obstante, la invención no queda limitada a ello.

Dentro de la cámara tiene lugar en general el flujo de la sangre directamente por una vía directa entre la entrada del flujo de la sangre y la salida del flujo de la sangre a través de la cámara. Las zonas distintas
25 de la vía directa reciben menos flujo, con lo que por toda la sección transversal de un paquete de fibras huecas, visto perpendicularmente a la dirección axial, reina un flujo no uniforme. Pero esto es un inconveniente y origina en estas zonas menos atravesadas por el flujo un peor intercambio de sustancias y dado el caso también la formación de trombos.

En el diseño antes citado del equipo, discurre así el flujo de sangre esencialmente entre las zonas extremas axiales desde radialmente más hacia dentro, oblicuamente respecto a la dirección axial, hacia
30 radialmente más afuera. Así resulta por la sección transversal de un paquete de fibras huecas, visto perpendicularmente a la dirección axial, un flujo no uniforme. El flujo máximo se encuentra aquí en una zona anular que, visto en dirección axial, se desplaza desde más hacia dentro radialmente hacia más
35 afuera radialmente.

Quedan especialmente mal recorridos por el flujo en general aquellos lugares que en la carcasa están situados opuestos en la correspondiente posición axial a la entrada o a la salida de la sangre. Referido al
40 citado diseño especial, es peor recorrido por el flujo, por lo tanto, en aquel extremo axial en el que el paso hacia la cámara se encuentra radialmente dentro junto al núcleo hueco, en las zonas del contorno de la cámara situadas radialmente más hacia fuera y en aquel extremo axial donde el paso hacia la cámara se encuentra radialmente hacia fuera, correspondientemente en la zona del contorno situada radialmente hacia dentro, que rodea el núcleo cerrado en este extremo axial.

La publicación DE 28 25 065 A1 muestra un paquete de fibras huecas en el que las fibras huecas están enrolladas alrededor de un núcleo constituido gradualmente en el extremo.

La publicación JP 2007 216175 A muestra un cuerpo de forma cónica dispuesto en el extremo axial del paquete de fibras huecas, lo que origina una variación axial de la densidad de las fibras huecas.

La publicación EP1 674 149 A1 describe la inserción de cuerpos moldeados por el lado extremo en un paquete de membranas, lográndose de esta manera una expansión del paquete.

En la publicación EP 0 285 812 A1 se genera una variación de las densidades de fibras huecas mediante diferencias de sección transversal o de disposición en las esteras de fibras huecas.

La publicación EP 2 042 228 A1 da a conocer la utilización de elementos insertados en paquetes de fibras huecas, que tras el replante se retiran de nuevo.

Es por lo tanto un objetivo de la invención uniformizar el flujo de la sangre en la cámara en toda la sección transversal (perpendicularmente a la extensión axial) a lo largo del paquete de fibras huecas, es decir, aumentar el flujo en las zonas del flujo perjudicadas en la configuración utilizada hasta ahora.

Este objetivo se logra siendo en el paquete de fibras huecas, visto en sección transversal, perpendicularmente a la extensión de las fibras huecas o perpendicularmente a la extensión del paquete, la densidad de fibras huecas localmente diferente, generándose una zona de inferior densidad de fibras

ES 2 806 375 T3

mediante al menos un distanciador alojado al menos axialmente al final en el paquete de fibras huecas, que está enrollado entre dos capas de fibras huecas unidas mediante hilos de urdimbre.

5 En el procedimiento se logra el objetivo porque, influyendo sobre la distancia entre las fibras huecas antes o durante el proceso de enrollar, se generan en sección transversal perpendicularmente a la extensión de las fibras huecas zonas con distinta densidad de fibras huecas, influyéndose sobre la distancia entre las fibras huecas enrollando al menos un distanciador entre dos capas de al menos una estera de fibras huecas.

10 Configurando la densidad de fibras huecas con diferencias locales en la sección transversal, puede reducirse conscientemente la resistencia al flujo allí donde se reduce la densidad de fibras huecas, por ejemplo, aumentando la distancia entre fibras huecas contiguas del paquete. Las zonas hasta ahora perjudicadas técnicamente en cuanto al flujo en función del estado de la técnica, pueden dotarse así en el marco de la invención de un flujo más intenso, reduciendo allí conscientemente la densidad de fibras huecas.

15 Para ello puede estar emplazada con preferencia al menos una zona de inferior densidad de fibras en comparación con la densidad de fibras de las zonas de su entorno en el paquete de fibras huecas. Con preferencia se comparan al respecto zonas que en sección transversal perpendicularmente a la extensión axial se encuentran por completo en el paquete de fibras, en particular por lo tanto ninguna zona que se extienda hasta más allá de la zona del borde del paquete de fibras.

20 Al menos una tal zona de densidad de fibras reducida puede estar dispuesta por ejemplo distanciada, con preferencia enfrentada, en particular enfrentada radialmente a una zona de entrada de la sangre y/o zona de salida de la sangre de la cámara.

25 La configuración puede estar realizada tal que, visto en sección transversal, se forme un gradiente de densidad orientado desde la zona de densidad de fibras reducida en dirección hacia la entrada de la sangre y/o salida de la sangre, es decir, que en un plano de sección transversal situado axialmente al final aumente con preferencia la densidad en dirección hacia la entrada o bien salida. Referido a toda la citada estructura preferida, tiene lugar así, al menos axialmente al final, un aumento de la densidad en una dirección radial.

30 La situación de las zonas de densidad reducida respecto a zonas de mayor densidad de fibras puede permanecer igual en toda la extensión axial de un paquete de fibras huecas, es decir, en todos los planos de sección transversal axial puede ser el mismo el perfil de densidades. No obstante, con preferencia y especialmente en el diseño preferido mencionado, es distinto el perfil de densidades en distintos planos de sección transversal axiales. En particular cuando aumenta la posición axial puede desplazarse una zona, con preferencia zona anular, de densidad reducida desde la zona radialmente más hacia fuera hacia la zona radialmente más hacia dentro. Es decir, que por ejemplo en una posición axialmente central se encuentra un anillo de densidad de fibras reducida radialmente entre zonas anulares de mayor densidad de fibras, en particular en el centro.

35 Según la invención puede presentar una zona de inferior densidad de fibras una densidad de fibras que es al menos un 5%, con preferencia al menos un 10%, con más preferencia aún al menos un 15% inferior a la densidad de fibras en una zona del entorno del paquete de fibras huecas o a la máxima densidad de fibras en el paquete de fibras huecas.

40 En el marco de la invención puede estar reducida la densidad de fibras en una proporción minoritaria de la superficie de la sección transversal del paquete de fibras huecas, en particular al menos en la medida antes citada respecto a una proporción mayoritaria de la superficie de la sección transversal en la cual la densidad de fibras es constantemente mayor o al menos es mayor dentro de un intervalo. Un tal intervalo presenta con preferencias límites del intervalo cuyos valores no se desvían uno de otro en más del 5%.

45 La invención prevé influir sobre la distancia entre las fibras en el paquete de fibras huecas ya terminado enrollando al menos un distanciador entre dos capas de al menos una estera de fibras huecas. Por lo tanto, un tal distanciador puede por ejemplo enrollarse o plegarse entre dos capas de la misma estera o también entre dos capas formadas por dos esteras diferentes.

50 Mediante un tal distanciador aumenta por lo tanto la distancia entre las capas en el lugar del distanciador respecto a zonas de delante y detrás del distanciador. En el lugar de un distanciador toman contacto las capas o bien sus fibras huecas con preferencia con el distanciador. Entonces, con preferencia cuando se trata de un distanciador cuya sección transversal tiene forma circular, están tendidas ambas capas alrededor en la dirección del contorno cada una en menos de 180°, estando en particular en una supuesta vista lateral seccionada una capa tendida alrededor por encima y otra por debajo del distanciador.

- 5 En zonas opuestas perpendicularmente a la dirección axial de las fibras huecas/de un distanciador están reunidas en cada caso de nuevo las dos capas, en particular reunidas sin distancia, en particular tal que las capas y/o las fibras huecas de las capas se tocan tras reunirse de nuevo. En las citadas zonas opuestas pasan ambas capas así desde un estado de contacto en cada caso con el distanciador a un estado de contacto mutuo. Entre esas zonas queda abarcado un espacio libre que provoca la reducción de la densidad, que en particular se encuentra en la dirección de unión de ambas zonas opuestas citadas entre la superficie del distanciador y el punto en que se reúnen de nuevo las capas por primera vez.
- 10 Si se extiende el distanciador por toda la longitud axial de las fibras huecas, se influye de nuevo sobre la densidad de las fibras en toda la longitud axial.
- 15 Pero también puede suceder que un distanciador o varios se dispongan sólo en la zona de los extremos de las fibras entre dos capas de una estera enrollada. Así puede en particular realizarse sólo en la zona de las entradas de la sangre y/o salidas de la sangre situadas axialmente al final una variación de la densidad de las fibras, reduciéndose la densidad.
- 20 También puede suceder que un distanciador esté dispuesto sólo en la zona, en particular en la zona del replante, entre los extremos axiales de las fibras entre dos capas, no extendiéndose un distanciador hasta la zona final de las fibras.
- 25 En general puede estar previsto disponer distanciadores con una longitud inferior a la longitud axial de las fibras huecas en zonas en o entre los extremos axiales de las fibras huecas al enrollar al menos una estera entre dos capas. Así puede realizarse básicamente en cualquier lugar en el paquete de fibras huecas una reducción de la densidad. En particular se realiza entonces la reducción de la densidad en dirección axial esencialmente en toda la longitud que viene dada por el distanciador.
- 30 Puede estar previsto aquí que tales distanciadores permanezcan en el paquete de fibras huecas. Los distanciadores que son accesibles por el lado extremo axialmente pueden también extraerse antes del replante de las fibras huecas del paquete formado, conservando las fibras huecas esencialmente la posición que antes asumían una respecto a otra. Debido a ello, incluso queda libre todo el espacio que previamente ocupaba el distanciador y contribuye a la reducción local de la densidad de las fibras huecas. Si se extrae del paquete un distanciador cuya sección transversal tiene forma circular, queda en el paquete un espacio libre, antes ocupado por el distanciador. Este espacio libre está rodeado con forma de sector circular por ambas capas de la estera de fibras huecas, de las que al menos hay una, ya que esas capas previamente se han apoyado en la superficie de la cubierta del distanciador. En general, en particular si el distanciador no tenía forma circular, reproducen ambas capas en su perfil igualmente la forma de la superficie de cubierta del distanciador retirado.
- 35 Los distanciadores que permanecen en el paquete de fibras huecas pueden estar configurados tal que la sangre pueda atravesarlos, por ejemplo al estar formados por perfiles huecos, por ejemplo tubos, estando en particular perforada su superficie de cubierta. Cuando está perforada la superficie de cubierta, puede estar formada la perforación tal que la misma constituya una superficie de filtro.
- 40 Cuando se configura el distanciador, de los que al menos hay uno, como perfil hueco, en particular como tubo, con preferencia tubo no perforado, resulta también la posibilidad de que un tal distanciador pueda ser recorrido por un medio para templar. Así pueden servir tales distanciadores como intercambiadores de calor, en particular para templar la sangre durante el funcionamiento. Para realizar esto, pueden estar conectados tales distanciadores huecos en sus correspondientes extremos a un circuito de fluido propio.
- 45 Además de la posibilidad de configurar hueco un distanciador, puede prever también la invención constituir un distanciador con sección transversal maciza. Con preferencia puede no asumir un tal distanciador, aparte de su función como distanciador, ninguna función más en el paquete.
- 50 Un distanciador, en particular uno que quede en el paquete, puede presentar con preferencia una sección transversal mayor que la sección transversal de una fibra hueca. Con preferencia puede ser la sección transversal, en particular el diámetro, al menos 2 veces y con más preferencia 3 veces la sección transversal de una fibra hueca correspondiente.
- 55 De esta manera resultan, especialmente en las zonas exteriores opuestas del distanciador, en las cuales se encuentran contiguas aquellas capas de la estera entre las cuales está dispuesto el distanciador, espacios libres entre distanciador y fibras huecas, que reducen la densidad.
- 60 La invención puede también prever, en una realización igualmente posible, que un distanciador esté formado por una fibra hueca permeable a las sustancias que participan en el intercambio de sustancias, en particular exactamente igual que las otras fibras huecas. Una tal fibra hueca como distanciador está constituida por lo tanto hueca, recorrida por el medio de intercambio (en particular gas), en particular por lo tanto replantada igualmente en su extremo y en sección transversal, con preferencia con un diámetro
- 65

mayor, en particular al menos 2 veces, con preferencia al menos 3 veces mayor que las correspondientes fibras huecas de la estera, de las que al menos hay una. Una tal fibra hueca puede estar separada de las fibras huecas de la estera.

5 En general pueden presentar las fibras huecas de una estera, a excepción de la forma de realización que se indica a continuación, todas la misma sección transversal.

Un ejemplo de realización se describirá a continuación en base a las figuras 1 y 2.

10 La figura 1 muestra un diseño preferido de un equipo de la invención. La carcasa 1 forma un cilindro con sección transversal circular con una cámara 2 interior, en la que están dispuestas en paralelo al eje A fibras huecas permeables a las sustancias, que no se muestran. Por el extremo axial están sometidas las mismas a un medio de intercambio, que fluye a través de las fibras huecas, por ejemplo un gas o mezcla de gases.

15 Las fibras huecas están dispuestas alrededor del núcleo hueco 3 que forma un canal, al haberse enrollado al menos una estera de tales fibras huecas alrededor del mismo. El núcleo 3 presenta en el extremo aquí inferior una abertura 4, que por lo tanto referida a la carcasa 1 se encuentra radialmente en el interior. El extremo superior del núcleo 3 constituye aquí la entrada de la sangre.

20 En la dirección de las flechas 5 fluye la sangre que entra por el extremo superior del núcleo primeramente a través del núcleo hacia abajo, entra por la abertura 4 en la cámara 2 y allí entre las fibras huecas en dirección hacia la salida de la sangre 6, que esencialmente está configurada en la dirección del contorno y que se encuentra radialmente hacia afuera respecto a la carcasa 1.

25 Cuando la densidad de las fibras huecas es esencialmente constante (visto en una sección transversal perpendicular al eje A), discurre el flujo principalmente desde la parte interior abajo hacia la parte exterior arriba. En la zona inferior están por lo tanto peor recorridas por el flujo las zonas 7 situadas radialmente hacia afuera, es decir, las opuestas radialmente a la abertura 4 que sirve como entrada en la cámara. En el extremo axialmente superior esto corresponde a las zonas 8 situadas radialmente en el interior.

30 La invención provoca que mediante una reducción local de la densidad de las fibras huecas en estas zonas 7 y 8 opuestas a la entrada y salida, se reduzcan las resistencias al flujo respecto al caso de una densidad de fibras que permanezca constante por toda la sección transversal. Debido a ello aumenta el flujo también en las zonas 7 y 8 que caso contrario se verían perjudicadas.

35 La figura 2 muestra un método correspondiente a la invención para generar localmente una reducción de la densidad de las fibras. Se muestra un detalle de un paquete de fibras huecas formado de acuerdo con la invención con varias capas L1, ..., L4 enrolladas o plegadas.

40 Entre las capas L2 y L3 está dispuesto un distanciador 13, que bien puede extenderse por toda la longitud axial de las fibras huecas o bien presenta también una longitud inferior a la de una fibra hueca correspondiente y entonces puede estar dispuesto en algún lugar entre los extremos axiales de las fibras huecas, por ejemplo en una zona del extremo axial.

45 En esta forma de realización tiene el distanciador 13 una sección transversal que es mayor que la sección transversal de cada fibra 9. En zonas opuestas 14 del distanciador 13 se forman espacios libres allí donde las capas L2 y L3 se levantan del distanciador y se reúnen de nuevo y que provocan la reducción de la densidad deseada. El propio distanciador puede contribuir también mediante su propio volumen a reducir la densidad, cuando la sangre lo recorre, para lo cual puede estar configurado el mismo como tubo perforado. No obstante, el distanciador puede también estar constituido con una sección transversal maciza, con lo que solamente las zonas 14 reducen la densidad. Según las explicaciones anteriores, puede no obstante formar ese distanciador 13 también por sí mismo una fibra hueca permeable a las sustancias, que participa en el intercambio de sustancias.

50 Refiriéndonos a la figura 1, pueden por ejemplo disponerse tales distanciadores en la zona 8, es decir, arriba y radialmente hacia dentro, así como en la zona 7, es decir, abajo y radialmente hacia fuera, para favorecer allí el flujo localmente.

55 Si los distanciadores son accesibles axialmente por el lado extremo en el paquete enrollado/plegado, pueden retirarse los mismos del paquete antes de un replante de las fibras. Si permanecen los mismos, se incluyen con preferencia en la masa de replante.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Paquete de fibras huecas enrollado sobre un núcleo, compuesto por una pluralidad de fibras huecas (9) permeables a unas sustancias de al menos una estera de fibras huecas, en la cual las fibras huecas se mantienen distanciadas con hilos de urdimbre,
 10 **caracterizado porque** en el paquete de fibras huecas, en sección transversal, perpendicularmente a la extensión de las fibras huecas, la densidad de fibras huecas (9) es localmente diferente, generándose una zona de inferior densidad de fibras mediante al menos un distanciador (13) alojado al menos axialmente al final en el paquete de fibras huecas, que está enrollado entre dos capas de fibras huecas (9) unidas mediante hilos de urdimbre.
- 15 2. Paquete de fibras huecas según la reivindicación 1,
caracterizado porque el distanciador (13) presenta una sección transversal mayor que una fibra hueca (9).
- 20 3. Paquete de fibras huecas según la reivindicación 1 ó 2,
caracterizado porque un distanciador está formado por sí mismo también mediante una fibra hueca permeable a unas sustancias, presentando en particular un diámetro que es mayor que la mayor parte de las otras fibras huecas permeables a las sustancias, estando una fibra hueca constituida como distanciador separada de las fibras huecas de la estera.
- 25 4. Equipo para el intercambio de sustancias entre sangre y un medio de intercambio, en particular gas/mezcla de gases, que incluye una cámara (2) que puede ser atravesada por sangre, en la que está dispuesta una pluralidad de fibras huecas (9) permeables a unas sustancias de al menos una estera de fibras huecas, en la que las fibras huecas están mantenidas distanciadas con hilos de urdimbre, como un paquete de fibras huecas enrollado en varias capas sobre un núcleo, pudiendo ser
 30 atravesadas las fibras huecas (9) por el medio de intercambio y pudiendo ser bañadas por la sangre,
caracterizado porque el paquete de fibras huecas está constituido según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 3.
- 35 5. Procedimiento para fabricar un paquete de fibras huecas de un equipo para el intercambio de sustancias entre sangre y un medio de intercambio, en particular un gas/una mezcla de gases, en el que al menos una estera con una pluralidad de fibras huecas (9) permeables a unas sustancias, que están mantenidas distanciadas entre sí en la estera con hilos de urdimbre, se enrolla en varias capas sobre un núcleo (3), para formar el paquete de fibras huecas,
 40 **caracterizado porque** influyendo sobre la distancia entre las fibras huecas (9) antes o durante el proceso de enrollar se generan en sección transversal perpendicularmente a la extensión de las fibras huecas zonas (7, 8, 10, 11, 12, 14) con distinta densidad de fibras huecas (9), influyéndose sobre la distancia entre las fibras huecas (9) enrollando al menos un distanciador (13) entre dos capas (L) de al menos una estera de fibras huecas.
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 5,
caracterizado porque el distanciador, de los que al menos hay uno, sólo se enrolla en la zona de los extremos de las fibras.

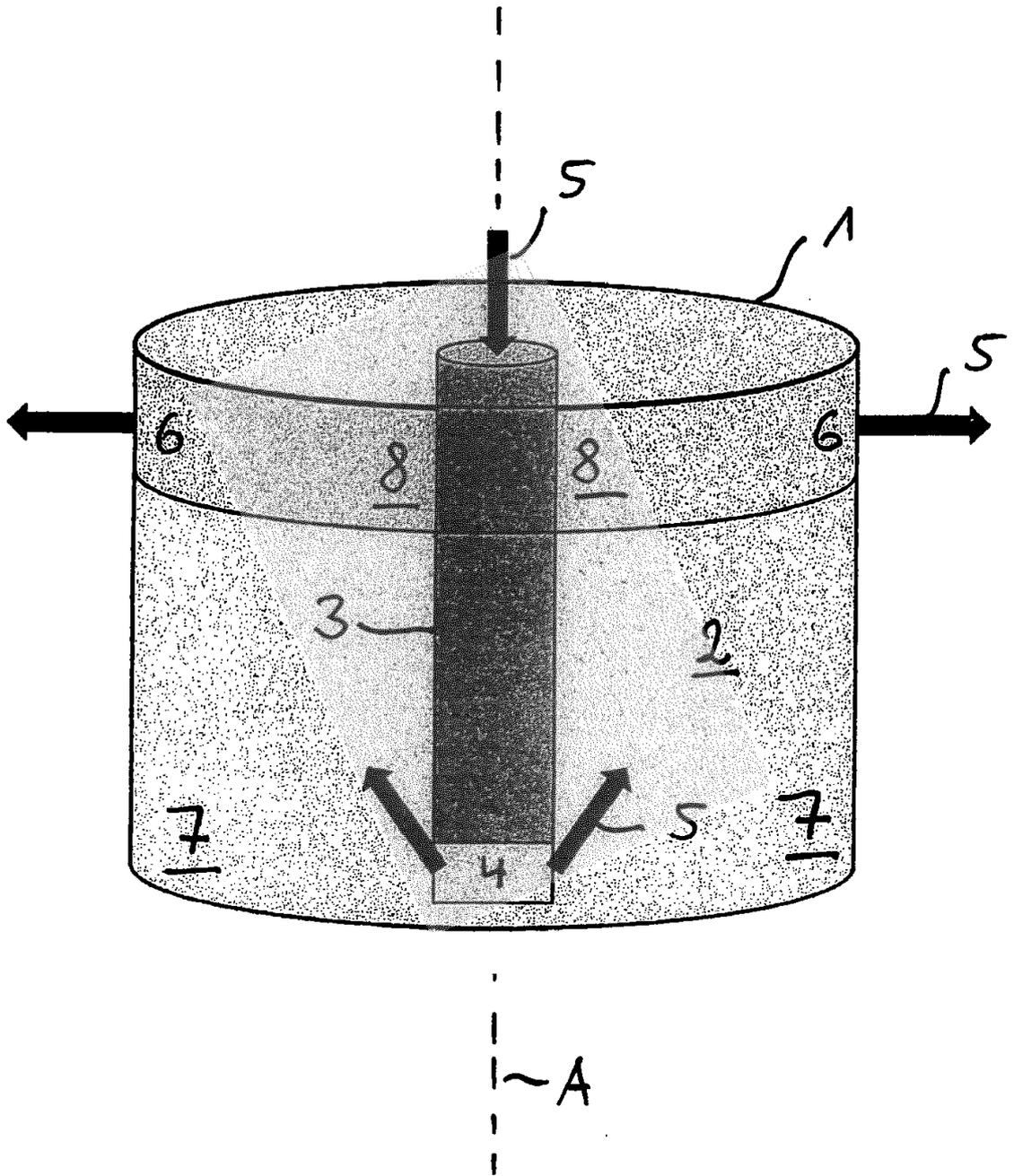


Fig. 1

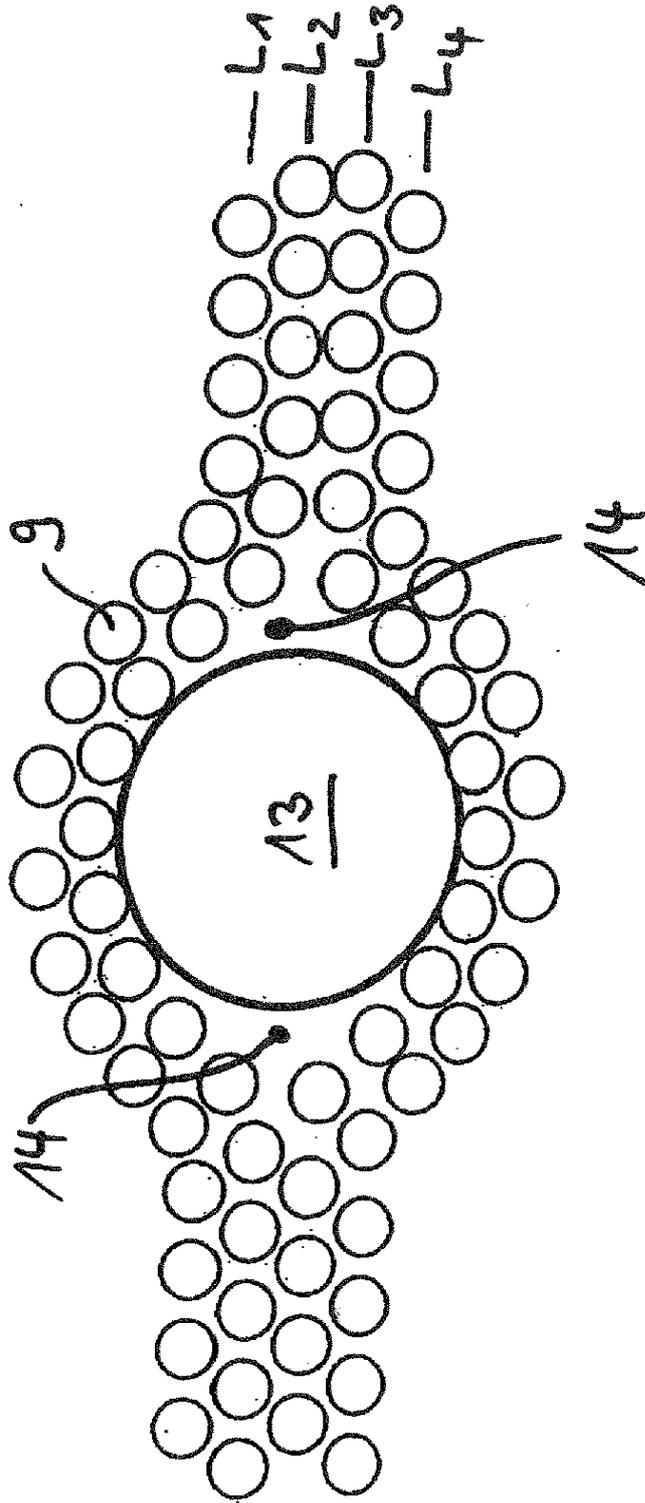


Fig. 2