(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 820 334**

(51) Int. CI.:

A61M 1/16 (2006.01)
B01D 61/32 (2006.01)
B01D 63/02 (2006.01)
B01D 63/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2016 PCT/GB2016/050098**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16120591**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2016 E 16702973 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3250253**

(54) Título: **Aparatos de intercambio de masa y métodos para su uso**

(30) Prioridad:

28.01.2015 GB 201501411

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2021

(73) Titular/es:

HAEMAIR LIMITED (100.0%)
Room 403, ILS Phase 2, Swansea University,
Singleton Park, Swansea
SA2 8PP, GB

(72) Inventor/es:

JOHNS, WILLIAM R;
EVANS, ALAN F y
KNIGHT, RONALD K

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Aparatos de intercambio de masa y métodos para su uso

La presente invención se refiere a un aparato de intercambio de masa y métodos para su uso, en particular a un aparato de intercambio de masa para modificar la composición y la temperatura de muestras líquidas.

Hay una variedad de circunstancias en las que es deseable alterar las propiedades de la sangre (o productos sanguíneos, como células concentradas). Estas circunstancias incluyen transfusión de sangre, baipás cardiopulmonar (CEC), oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) y diálisis renal. Las propiedades que se pueden cambiar incluyen:

- concentración de oxígeno y dióxido de carbono (transfusión de sangre, CPB, ECMO)
- temperatura (transfusión de sangre, CPB, ECMO)
- concentración de iones y especies disueltas (transfusión de sangre, diálisis renal, CPB, ECMO)

Actualmente, estos cambios se realizan en estadios independientes.

En relación con el cambio de temperatura, se puede permitir que la sangre de transfusión se caliente a temperatura ambiente o se puede calentar con un calentador de sangre antes de administrarla a un paciente. En otras situaciones, la sangre puede enfriarse, por ejemplo, durante operaciones como el baipás cardiopulmonar, en las que se mantiene a los pacientes a baja temperatura para ralentizar el metabolismo. En la oxigenación por membrana extracorpórea, la sangre se puede enfriar o calentar, según sea necesario para mantener al paciente a la temperatura deseada.

Los dispositivos de CPB y ECMO actualmente consisten en dos estadios, un estadio de intercambio de calor seguida de un estadio de intercambio de masa. El estadio de intercambio de calor sigue la tecnología convencional de un intercambiador tubular (por ejemplo, fibra hueca) o de placas y marcos. Se han propuesto alternativas en las que el intercambio de calor y masa se lleva a cabo al mismo tiempo intercalando membranas permeables para el intercambio de masa y membranas impermeables para el intercambio de calor (véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. 3.834.544).

El intercambio de gases se puede realizar a través de membranas microporosas o permeables a gases. Dicho intercambio es deseable en transfusiones de sangre (así como en CEC y ECMO) para que la sangre se entregue al paciente en condiciones casi arteriales (con alto oxígeno y bajo dióxido de carbono) en lugar de condiciones venosas.

El intercambio de iones y especies disueltas se puede lograr mediante membranas microporosas adecuadas. Actualmente se lleva a cabo en intercambiadores de masa específicos para diálisis renal. También es deseable ajustar las concentraciones de iones y especies solubles en la sangre de transfusión para acercarla a las condiciones de sangre fresca. Específicamente, es deseable recuperar las condiciones de sangre casi fresca para la sangre de transfusión almacenada convencionalmente.

También es deseable ajustar y corregir las concentraciones de iones y especies solubles como opción en CPB y ECMO. Los pacientes que se someten a CEC y ECMO con frecuencia tienen problemas de salud asociados y concurrentes que pueden resultar en una acumulación de especies indeseables y/o el agotamiento de especies deseables en la sangre. La capacidad de recuperar concentraciones deseables de estas especies puede ayudar a la recuperación del paciente y reducir los riesgos para la salud y el bienestar del paciente de estos problemas de salud asociados.

Actualmente, la transferencia de calor, la transferencia de gas y la transferencia de especies solubles solo se pueden realizar en serie o mediante el uso de intercambiadores multicapa complejos (como de US 3.834.544).

Es deseable proporcionar un medio para ajustar la concentración de especies gaseosas en un líquido como la sangre, mientras se controla simultáneamente la temperatura del líquido y opcionalmente se ajusta la concentración de especies iónicas y/o disueltas en ese líquido.

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, en un primer aspecto, se proporciona un método de uso de un intercambiador de masa, en donde el intercambiador de masa comprende:

un primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

un segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

teniendo los canales primero y segundo una membrana permeable entre ellos, para permitir la transferencia de especies seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal,

el método comprende las etapas de pasar el líquido a tratar a lo largo del primer canal e introducir una mezcla de líquido y gas en el segundo canal para proporcionar un agente de tratamiento de dos fases.

Mediante el uso de un agente de tratamiento de dos fases, es posible entregar simultáneamente especies gaseosas

(por ejemplo, oxígeno) en el líquido tratado, mientras se hace uso de la alta capacidad térmica de la fase líquida del agente de tratamiento para transferir calor significativo hacia o desde el líquido tratado.

Un beneficio adicional de emplear el agente de tratamiento de dos fases es que con un fluido de transferencia acuoso se pueden emplear membranas microporosas en oxigenadores ECMO. Se ha evitado el uso de membranas microporosas en oxigenadores ECMO convencionales con intercambio de sangre/gas ya que durante el uso los poros de las membranas microporosas se bloquean con proteína. Esto da como resultado que las membranas tengan una vida útil máxima entre 6 y 24 horas y se tengan que emplear membranas menos eficientes que no tienen poros que penetren completamente en el espesor de la membrana. Un fluido de extracción acuoso puede reducir o eliminar el bloqueo de los poros en membranas microporosas. En consecuencia, para aplicaciones de ECMO se pueden usar membranas microporosas más eficientes. Dichas membranas también permiten corregir la composición anormal del plasma sanguíneo. Pueden diseñarse fluidos de tratamiento adecuados para añadir especies deficientes y/o eliminar cualquier especie indeseable que pueda estar presente en la sangre.

La presente invención requiere que se introduzcan tanto gas como líquido en el segundo canal y, por tanto, se distingue de los procesos en los que se genera un agente de tratamiento de dos fases únicamente mediante un proceso de evaporación y/o condensación que se produce dentro del segundo canal. Con la introducción de gas y líquido en el segundo canal, el flujo de 2 fases resultante proporciona una transferencia de gas mejorada con el beneficio de un diseño más simple y menos costoso. Además, la presencia de la fase gaseosa mejora la transferencia de masa hacia y desde la fase líquida en la que se mezcla.

La presente invención también se distingue de los procesos en los que el componente de gas deseado se disuelve en el líquido de tratamiento o se une a especies suspendidas en el líquido de tratamiento, y de procesos tales como depuración (absorción) y extracción (desorción). En el lavado (absorción) y la extracción (desorción), el propósito principal de la mezcla de gas/líquido de 2 fases es promover el intercambio de masa entre las dos fases.

El líquido tratado puede ser sangre (por ejemplo, sangre completa o un producto sanguíneo como células sanguíneas concentradas). En otros ejemplos, el líquido tratado puede ser un cultivo microbiano, ya que generalmente es deseable ejercer un estrecho control sobre la temperatura y composición de dichos cultivos.

Por medio de la invención, es posible proporcionar un tratamiento de líquido (por ejemplo, sangre) en un estadio relativamente simple, de manera que el líquido tratado siga una ruta de flujo simple y corta a través del intercambiador de masa. La ruta simple evita la creación de áreas de bajo flujo o estancamiento y el tratamiento en un estadio reduce el tiempo de residencia global del líquido a través del aparato. En aplicaciones donde se usa sangre completa, como CPB y ECMO, el poco tiempo de residencia resultante reduce el tiempo disponible para que la sangre se coagule y, por lo tanto, reduce el riesgo de coágulos de sangre. Además, la ruta de flujo corta simple reduce la tensión sobre los glóbulos rojos y, por tanto, la tendencia a la hemólisis (esto también es ventajoso cuando el líquido a tratar es un producto sanguíneo). Estas rutas de flujo cortas simples también son beneficiosos para otras mezclas líquidas, por ejemplo, medios para soportar el crecimiento microbiano donde se reduce el riesgo de crecimiento de microorganismos no deseados dentro del aparato.

En ciertos casos, el líquido a tratar y la fase líquida del agente de tratamiento tienen diferentes temperaturas en el momento de la entrada a los canales primero y segundo respectivamente. Así, por ejemplo, la sangre se puede calentar a la temperatura corporal antes de entregarla a un paciente. En otros casos, la fase líquida del agente de tratamiento puede tener la misma temperatura que el líquido tratado, para mantener la temperatura del líquido tratado al nivel deseado. En otros casos más, la fase líquida del agente de tratamiento puede tener una temperatura por debajo de la temperatura corporal.

En ciertos casos, la membrana permeable puede ser permeable al gas pero impermeable al líquido. En otros casos, la membrana permeable puede ser microporosa, es decir, puede permitir el paso de líquidos y especies disueltas a través de ella (además de gases).

En ciertos casos, el líquido tratado y el agente de tratamiento fluyen en contracorriente entre sí. Esta disposición puede mejorar las tasas de transferencia de masa y de calor. En otras disposiciones, el flujo puede ser en paralelo o en contracorriente.

En general, el intercambiador de masa se orienta de manera que los canales primero y segundo se extienden en dirección vertical.

En determinadas circunstancias, la sangre puede fluir hacia abajo a lo largo del primer canal. Por ejemplo, en transfusión de sangre, un flujo descendente facilita la entrega de sangre desde un soporte de goteo convencional. El flujo descendente también puede ser deseable en ECMO y CPB para ayudar a asegurar que cualquier burbuja que pueda estar presente en la sangre viaje en sentido opuesto al flujo sanguíneo, evitando así el riesgo de que las burbujas salgan del intercambiador de masa con la sangre y entren al cuerpo del paciente. En otros casos, puede ser deseable un flujo ascendente para purgar las burbujas del aparato, que luego se eliminan mediante una trampa de burbujas.

La membrana permeable se puede proporcionar, p. ej. en forma de criba plana. En otros casos, el segundo canal

puede tener forma tubular, estando su pared provista por la membrana permeable.

Preferiblemente, el agente de tratamiento se introduce en el intercambiador de masa a través de dos lumbreras de entrada: una lumbrera de entrada de gas para la fase gaseosa y una lumbrera de entrada de líquido para la fase líquida. Las dos lumbreras están por separado en comunicación de fluidos con una cámara de mezcla, estando la cámara de mezcla en comunicación de fluidos con el segundo canal. Las dos fases se mezclan en la cámara de mezcla y pasan por el segundo canal del intercambiador de masa. Preferiblemente, la entrada de gas se ubica aguas arriba de la entrada de líquido para promover una buena mezcla.

Preferiblemente, después de su paso a través del segundo canal, el agente de tratamiento se introduce en una cámara de separación dispuesta aguas abajo del intercambiador de masa. En la cámara de separación, las dos fases del agente de tratamiento de dos fases se separan, por ejemplo, mediante la acción de la gravedad. La cámara de separación puede comprender dos salidas, siendo cada salida para descargar el flujo de una fase respectiva del agente de tratamiento de dos fases.

En determinadas realizaciones, la fase líquida del agente de tratamiento de dos fases puede reacondicionarse después de su paso a través del intercambiador de masa, por ejemplo, por medio de un intercambiador de iones, tal como una resina de intercambio iónico. Este procedimiento puede permitir que cualquier cambio efectuado en la composición de la fase líquida durante su paso a través del intercambiador de masa se invierta al menos parcialmente. Esto puede permitir que se recicle la fase líquida.

El reacondicionamiento de la fase líquida del agente de tratamiento de dos fases puede realizarse antes o después de la separación de las dos fases del agente de tratamiento de dos fases. Preferiblemente, este procedimiento se lleva a cabo después de la separación de la fase líquida desde la fase gaseosa.

En un segundo aspecto, se proporciona un intercambiador de masa para usar en un método según el primer aspecto, comprendiendo el intercambiador de masa:

un primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

un segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

teniendo los canales primero y segundo una membrana permeable entre ellos, para permitir la transferencia de especies seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal,

en donde el intercambiador de masa comprende además un conducto de entrega de gas y un conducto de entrega de líquido, estando ambos conductos de entrega en comunicación de fluidos con el segundo canal, en donde uno o ambos conductos de entrega de gas y líquido están provistos de una pared permeable que se extiende a través de su sección, la pared permeable actúa para promover una distribución uniforme de fluido a través de la sección transversal del conducto.

En una realización, se proporciona un intercambiador de masa, teniendo el intercambiador de masa una región de intercambio que comprende:

el primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

el segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

teniendo los canales primero y segundo una membrana permeable entre ellos, para permitir la transferencia de especies seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal,

en donde se proporciona una cámara de mezcla aguas arriba de la región de intercambio, estando configurada la cámara de mezcla para recibir el flujo de fluido desde una entrada de líquido y una entrada de gas,

la cámara de mezcla está provista de al menos un tabique, estando orientado el tabique a lo largo de una dirección que conduce desde la cámara de mezcla a la región de intercambio.

En una realización, se proporciona un intercambiador de masa, que comprende:

el primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

el segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

teniendo los canales primero y segundo una membrana permeable entre ellos, para permitir la transferencia de especies seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal,

comprendiendo el segundo canal al menos un tabique orientado lateralmente a la membrana permeable a lo largo de la dirección del flujo de fluido a través del canal.

Efectivamente, la presente invención permite el control independiente simultáneo de la transferencia de calor y/o gas

y/o especies disueltas. Por lo tanto, contrasta con las operaciones de transferencia de masa y calor combinadas multifase conocidas en las que el calor del cambio de fase es significativo y los procesos de transferencia están vinculados (como evaporación, condensación y perfusión).

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a las siguientes figuras en las que:

La Figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de un primer intercambiador de masa para usar en el método del primer aspecto de la invención;

La figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de una parte de un segundo intercambiador de masa para usar en el método del primer aspecto de la invención;

La figura 3 muestra una vista del intercambiador de masa de la figura 2, tomada a lo largo de la línea A-A.

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de una parte de un tercer intercambiador de masa para usar en el método del primer aspecto de la invención.

Con referencia a la Figura 1, un intercambiador de masa 10 comprende una carcasa 11 y una pluralidad de conductos tubulares 12 ubicados dentro de la carcasa 11. Los conductos tubulares 12 están en una relación espaciada alineados entre sí, y se mantienen en su lugar mediante bloques de resina 13a, b dispuestos dentro de la carcasa 11 en los extremos aguas arriba y aguas abajo de los conductos. Los bloques de resina tienen superficies libres 13a' y 13b' que se orientan en un ángulo oblicuo a los conductos 12.

Las paredes de los conductos tubulares son permeables a los gases y opcionalmente a especies iónicas (por ejemplo, las paredes pueden estar provistas de materiales permeables a los gases, pero impermeables a los líquidos como el polimetilpenteno o el óxido de polifenileno. Alternativamente, las paredes pueden ser microporosas y, por lo tanto, permeables a moléculas pequeñas, incluidos gases, líquidos, especies disueltas y especies iónicas). Se proporciona una cámara de mezcla 14 aguas arriba de los conductos tubulares 12 y está en comunicación de fluidos con los conductos. La cámara de mezcla 14 se dispone para recibir el flujo de gas desde una entrada de gas 16 y una entrada de líquido 18. La entrada de gas 16 se coloca aguas arriba de la entrada de líquido 18 (en relación con la dirección de flujo del gas y el líquido a través de los conductos tubulares). Se proporciona una cámara de separación 20 aguas abajo de los conductos tubulares 12 y está en comunicación de fluidos con los conductos. La cámara de separación incluye una salida de gas 22 y una salida de líquido 24, estando la salida de líquido aguas abajo de la salida de gas (con respecto al flujo de gas y líquido a través de los conductos tubulares).

La carcasa 11 tiene una entrada de sangre 26 y una salida de sangre 28. La entrada y salida 26, 28 están en comunicación de fluidos con un volumen interior 30 de la carcasa, el volumen interior 30 está limitado por las paredes interiores de la carcasa 11, la superficie externa de los conductos 12 y las superficies libres de los bloques de resina 13a, 13b. La orientación de las superficies libres de los bloques 13a, b ayuda a garantizar que la sangre pueda viajar sin problemas a través del volumen interior de la carcasa, sin cambios bruscos de dirección, y ayuda a evitar la formación de áreas (p. ej., adyacentes al flujo sanguíneo) en las que la sangre puede recircular y estancarse, lo que da como resultado un tiempo de residencia que es suficiente para que se produzca la coagulación de la sangre.

En uso, el intercambiador de masa 10 se orienta de manera que los conductos tubulares 12 se extienden en una dirección vertical. Se hace que la sangre (tal como sangre completa o un producto sanguíneo) fluya a través del volumen interior 30 de la carcasa 11, desde la entrada de sangre 26 a la salida de sangre 28. Al mismo tiempo, se hace que un fluido de tratamiento de dos fases que comprende fases líquida y gaseosa fluya a lo largo de los conductos tubulares 12 desde la cámara de mezcla 14 a la cámara de separación 20. La migración de especies a través de las paredes permeables de los conductos 12 permite que la composición de la sangre se ajuste según sea necesario. Por ejemplo, la fase gaseosa puede comprender predominantemente oxígeno, para oxigenar la sangre y/o eliminar el dióxido de carbono de la sangre. La fase gaseosa también puede contener una concentración controlada de dióxido de carbono para evitar concentraciones excesivamente bajas de dióxido de carbono en la sangre y/o puede contener una pequeña concentración cuidadosamente controlada de óxido nítrico para aliviar cualquier deficiencia de óxido nítrico en la sangre.

Además, cuando las paredes de los conductos tubulares comprenden membranas microporosas, la concentración de ciertas especies iónicas en la fase líquida (por ejemplo, potasio y/o hierro) puede mantenerse a un nivel bajo para reducir las concentraciones de estas especies en la sangre. La fase líquida también puede contener componentes con afinidad por tales especies cuyas concentraciones se desea reducir. La fase líquida también puede contener concentraciones de especies que se desea transferir a la sangre.

Además, la temperatura del líquido puede seleccionarse para promover la transferencia de calor hacia o desde la sangre, de modo que la temperatura de la sangre se ajuste según sea necesario. Por ejemplo, la temperatura de la fase líquida puede seleccionarse para llevar la sangre cerca de la temperatura corporal.

La fase gaseosa del fluido de tratamiento de dos fases entra en la cámara de mezcla 14 a través de la entrada de gas 16, mientras que la fase líquida del fluido de tratamiento entra en la cámara de mezcla 14 a través de la entrada de líquido 18. La mezcla de gas y líquido fluye hacia abajo a través de los conductos tubulares 12 accionados por las

respectivas presiones de suministro. Cuando un conducto tiene poco líquido, hay menos resistencia al flujo de gas y, por lo tanto, el gas fluye más rápido hacia el conducto. Este flujo más rápido aspira líquido de la cámara de mezcla 14 a ese conducto, para corregir la distribución desigual. Esto ayuda a asegurar una distribución razonablemente uniforme de gas y líquido dentro de cada conducto 12.

Las fases gaseosa y líquida se separan en la cámara de separación 20. La fase líquida se extrae a través de la salida de líquido 24 y la fase gaseosa se extrae a través de la salida de gas 22.

En la realización de la Figura 1, el fluido de tratamiento fluye verticalmente hacia abajo a través del intercambiador de masa. En otras realizaciones, el fluido de tratamiento puede fluir verticalmente hacia arriba a través del intercambiador de masa, logrando una distribución razonablemente uniforme de gas y líquido a través de cada conducto a través de un mecanismo análogo a la realización de la Figura 1.

En la realización de la Figura 1, la sangre fluye a través del intercambiador de masa en la misma dirección que el fluido de tratamiento. Esta disposición se denomina flujo en paralelo. Sin embargo, también es posible el flujo en contracorriente, donde la sangre y el fluido de tratamiento fluyen en direcciones opuestas a través del intercambiador de masa.

Como alternativa a las entradas separadas de gas y líquido, el fluido de tratamiento de dos fases puede entregarse al intercambiador de masa como una mezcla preformada de gas/líquido.

Con referencia a la Figura 2, una variante del intercambiador de masa de la Figura 1 comprende una carcasa 11, conductos tubulares 12, un bloque de resina 13b y una salida de sangre 28 que corresponden todos a las características equivalentes de la Figura 1.

La realización de la Figura 2 se configura de tal manera que el fluido de tratamiento fluye hacia arriba a través del intercambiador de masa, es decir, en contracorriente con relación a la sangre. En realizaciones alternativas, el intercambiador de masa de la Figura 2 puede invertirse, de modo que el fluido de tratamiento fluya hacia abajo a través del intercambiador de masa.

Se proporciona una cámara de suministro de gas 40 aguas arriba de los conductos tubulares 12 y está provista de una entrada de gas 42. La cámara de suministro de gas está en comunicación de fluidos con los conductos tubulares 12 a través de un bloque poroso 44 y una cámara de suministro de líquido 46 que se encuentra adyacente a los conductos tubulares 12. La cámara de suministro de líquido 46 está provista de una entrada de líquido 48. La entrada de líquido 48 está en comunicación de fluidos con la cámara de suministro de líquido a través de una pared permeable 49.

Con referencia a la figura 3, la cámara de suministro de líquido 46 está provista de tabiques 50 que se alinean con el eje de flujo del intercambiador de masa.

En uso, el gas fluye hacia la cámara de suministro de gas 40 a través de la entrada de gas 42, y luego procede a fluir a través del bloque poroso 44 hacia la cámara de suministro de líquido 46. La provisión del bloque poroso ayuda a asegurar una distribución razonablemente uniforme del gas a través de la sección transversal del intercambiador de masa cuando entra en la cámara de suministro de líquido 46.

La cámara de suministro de líquido contiene líquido que se suministra desde la entrada de suministro de líquido 48 a través de la pared permeable 49. La provisión de la pared permeable ayuda a garantizar que el suministro de líquido a la cámara de suministro de líquido 46 se distribuya de manera razonablemente uniforme a la anchura de la entrada 48.

El líquido que entra a la cámara de suministro de líquido 46 se mezcla con el gas para proporcionar un fluido de tratamiento de dos fases que fluye hacia los conductos tubulares 12. Las tabiques 50 en la cámara de suministro de líquido ayudan a mantener una distribución uniforme de gas y líquido en el fluido de dos fases al limitar la medida en que las fases gaseosa y líquida pueden separarse en la cámara de suministro de líquido, p. ej. si el intercambiador de masa está inclinado.

Con referencia a la Figura 4, un intercambiador de masa 70 comprende una pluralidad de cribas permeables 72 que están en una relación espaciada alineadas entre sí. Los pares adyacentes de cribas permeables definen canales de flujo entre ellas, de manera que se proporciona una serie de canales 74 de fluido de tratamiento, alternando los canales de fluido de tratamiento con canales de sangre 76.

Cada uno de los canales de fluido de tratamiento 74 comprende múltiples tabiques 78 que se extienden a través de cada canal respectivo, entre las cribas respectivas de ese canal. Por tanto, cada canal de fluido de tratamiento comprende múltiples subcanales. Los subcanales se extienden a lo largo de un eje longitudinal del intercambiador de masa.

Los canales de sangre se extienden generalmente a lo largo de una dirección transversal del intercambiador de masa, cada canal está delimitado por un par respectivo de cribas y un par de elementos de conformación 80a, b que se orientan oblicuamente al eje longitudinal del intercambiador de masa. Los elementos de conformación 80a, b ayudan a asegurar que la sangre fluya suavemente desde una entrada de sangre 82 a una salida de sangre 84, estando la entrada y salida dispuestas en lados opuestos del intercambiador de masa.

El fluido de tratamiento se introduce en los canales de fluido de tratamiento por medio de una o más cámaras de mezcla, cámaras de suministro y/o entradas de fluido, como se describe en relación con las Figuras 1 y 2. Las tabiques 78 dentro de los canales de fluido de tratamiento ayudan a limitar la medida en que las fases gaseosa y líquida se separan si se inclina el intercambiador de masa. En una variante de la realización mostrada en la Figura 4, los canales de sangre y los canales de fluido de tratamiento pueden extenderse ambos a lo largo de un eje longitudinal del intercambiador de masa. En este caso, la entrada y salida de sangre se ubican en los extremos aguas arriba y aguas abajo del intercambiador de masa y no se requieren elementos de configuración adicionales. Medios alternativos para lograr mezclas casi uniformes de gas/líquido en todos los canales, como será evidente para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Método de uso de un intercambiador de masa, en donde el intercambiador de masa comprende:

un primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

un segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

el método comprende las etapas de:

pasar el líquido a tratar por el primer canal; e

introducir una mezcla de líquido y gas en el segundo canal para proporcionar un agente de tratamiento de dos fases;

en donde el método no implica el tratamiento de un cuerpo humano o animal

los canales primero y segundo tienen una membrana permeable microporosa proporcionada entre ellos,

para permitir la transferencia simultánea de gas seleccionado y especies disueltas seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal.

2. Método según la reivindicación 1, en donde el líquido a tratar es sangre.

3. Método según la reivindicación 1, en donde el líquido a tratar es un cultivo microbiano líquido.

4. Método según la reivindicación 1, en donde el líquido a tratar es un producto sanguíneo.

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido a tratar y la fase líquida del agente de tratamiento tienen diferentes temperaturas en el momento de la entrada en los canales primero y segundo respectivamente.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición de la fase líquida del agente de tratamiento es tal que se hace que las especies disueltas migren a través de la membrana permeable entre el líquido a tratar y el agente de tratamiento.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la membrana permeable se proporciona en forma de criba plana.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el segundo canal tiene forma tubular.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el intercambiador de masa se orienta de manera que los canales primero y segundo se extienden en dirección vertical.

10. Método según la reivindicación 9, en donde el líquido a tratar se hace pasar en dirección ascendente a lo largo del primer canal.

11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el intercambiador de masa comprende una entrada de gas y una entrada de líquido que están por separado en comunicación de fluidos con una cámara de mezcla, estando la cámara de mezcla en comunicación de fluidos con el segundo canal, en donde la entrada de gas se sitúa aguas arriba de la entrada de líquido, y la fase gaseosa del agente de tratamiento se introduce en la entrada de gas y la fase líquida del agente de tratamiento se introduce en la entrada de líquido.

12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde posteriormente al paso del agente de tratamiento de dos fases a través del intercambiador de masa, la fase líquida del agente de tratamiento de dos fases se reacondiciona para revertir al menos en parte cualquier cambio de composición que haya ocurrido en la fase líquida durante el paso del agente de tratamiento a través del intercambiador de masa.

13. Intercambiador de masa para su uso en un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el intercambiador de masa:

un primer canal para acomodar el flujo de un líquido a tratar; y

un segundo canal para acomodar el flujo de un agente de tratamiento,

en donde el intercambiador de masa comprende además un conducto de entrega de gas y un conducto de entrega de líquido, estando ambos conductos de entrega en comunicación de fluidos con el segundo canal, en donde uno o ambos conductos de entrega de gas y líquido están provistos de una pared permeable que se extiende a lo largo de su sección transversal, actuando la pared permeable para promover una distribución uniforme del fluido a través de la sección transversal del conducto de entrego; y

caracterizado porque los canales primero y segundo tienen una membrana permeable microporosa proporcionada entre ellos, para permitir la transferencia simultánea de gas seleccionado y especies disueltas seleccionadas entre el primer canal y el segundo canal.

14. Intercambiador de masa para uso en un método según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, según la reivindicación 13, en donde se proporciona una cámara de mezcla aguas arriba de la región de intercambio, estando configurada la cámara de mezcla para recibir flujo de fluido desde una entrada de líquido y un entrada de gas,

la cámara de mezcla está provista de al menos un tabique, estando orientado el tabique a lo largo de una dirección que conduce desde la cámara de mezcla a la región de intercambio.

15. Intercambiador de masa según la reivindicación 14, para su uso en particular en un método según la reivindicación 8, comprendiendo el segundo canal al menos un tabique orientado lateralmente a la membrana permeable a lo largo de la dirección del flujo de fluido a través del canal.

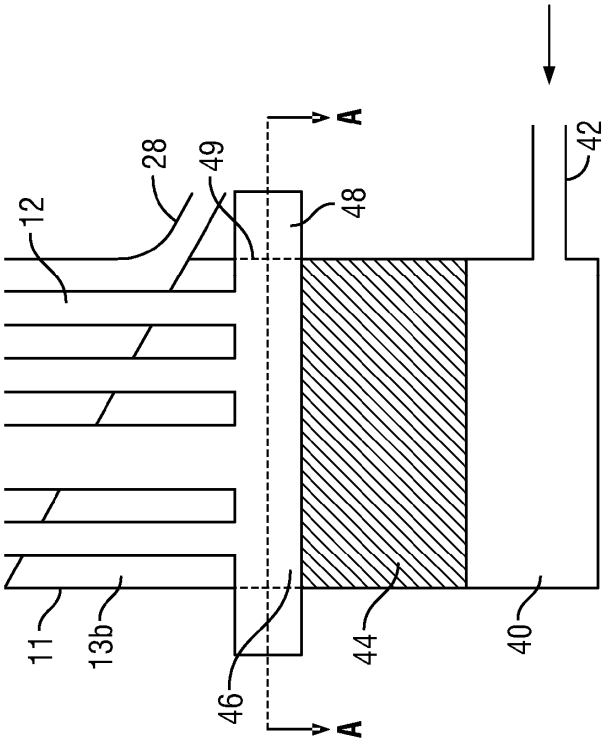
A
A
28
49
48
42
12
11
13b
46
44
40

FIG. 2

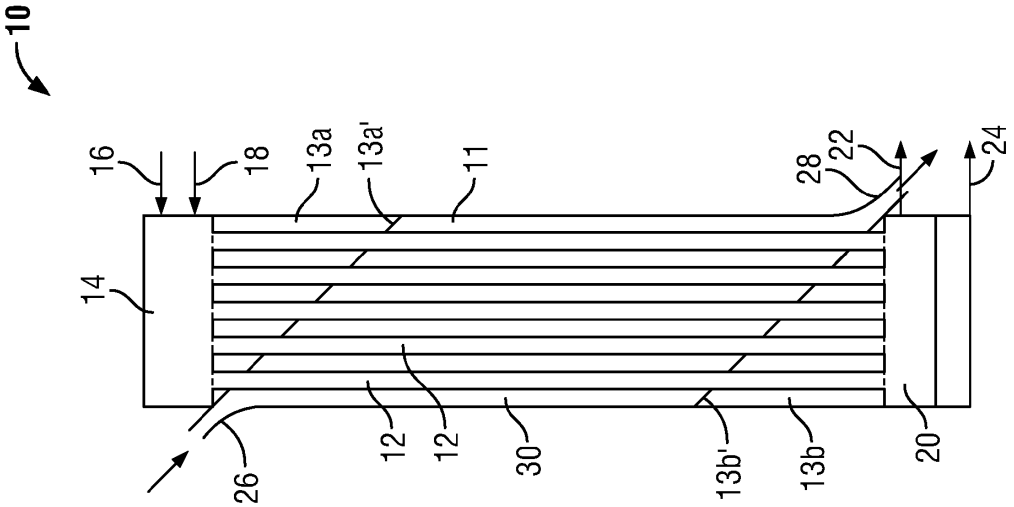
10
16
18
13a
13a'
11
28
22
24
14
12
12
30
13b'
13b
20
26

FIG. 1

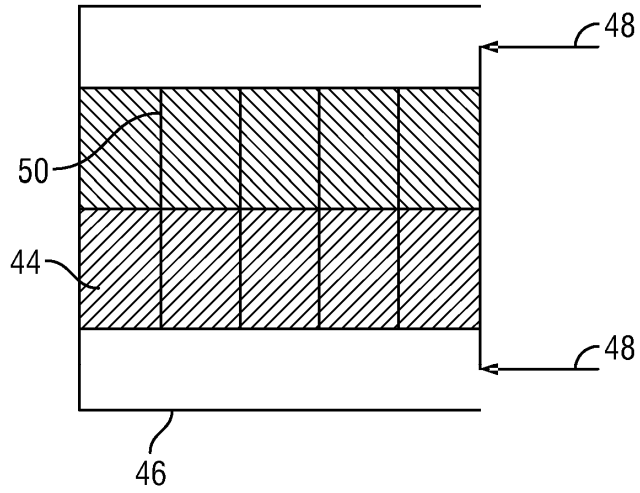

FIG. 3

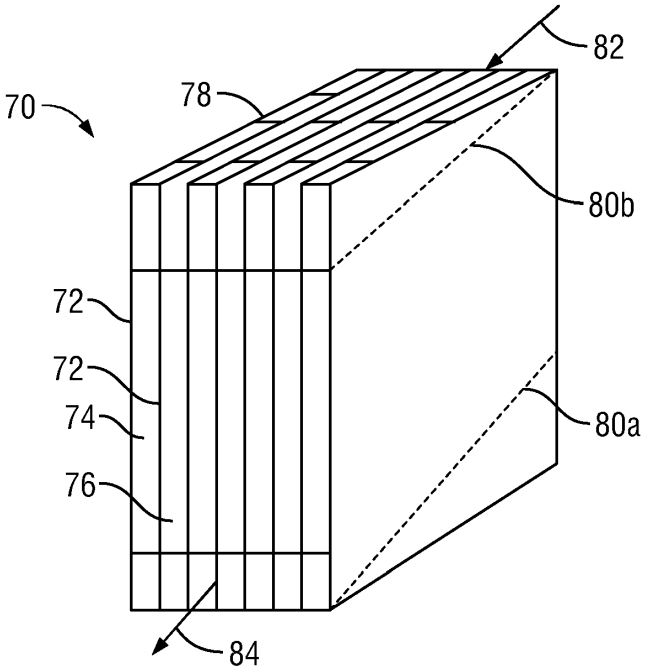

FIG. 4