

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 155**

51 Int. Cl.:

A61M 16/10 (2006.01)

B01D 53/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2006 E 10190289 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2316517**

54 Título: **Conjunto de base para concentrador de oxígeno médico portátil**

30 Prioridad:

20.12.2005 US 312180

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

11.10.2017

73 Titular/es:

**AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, PA 18195-1501, US**

72 Inventor/es:

**WHITLEY, ROGER DEAN;
WAGNER, GLENN PAUL;
LABUDA, MATTHEW JAMES;
SCHIFF, DAVID R.;
BYAR, PETER D.;
WEIMAN, ANDREW M. y
GALEWYRICK, SETH**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 637 155 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

Conjunto de base para concentrador de oxígeno médico portátil

5 Antecedentes de la invención

El suministro de oxígeno terapéutico a pacientes en viviendas y otros entornos residenciales es un segmento importante y creciente de la industria de atención sanitaria. Puede suministrarse oxígeno a un paciente con oxígeno líquido o comprimido con un sistema apropiado de regulación de presión o vaporización y una cánula de administración de gas. Alternativamente, puede suministrarse oxígeno mediante la generación de oxígeno usando un pequeño dispositivo de separación de aire in situ o un concentrador de oxígeno médico situado cerca del paciente que administra el oxígeno generado mediante una cánula.

Las tasas de uso de oxígeno respiratorio ascienden típicamente hasta 3 lpm (litros por minuto a 22°C y 1 atma de presión) para pacientes ambulatorios con requisitos de oxígeno relativamente bajos, hasta 5 lpm para pacientes con problemas respiratorios más graves y posiblemente movilidad limitada, y en ciertos casos hasta 10 lpm para personas con los problemas respiratorios más serios y movilidad más limitada. Un paciente puede precisar inicialmente una tasa más alta de suministro de oxígeno durante una enfermedad y más tarde puede precisar menos oxígeno cuando logra recuperarse. Alternativamente, un paciente puede requerir tasas de oxígeno crecientes a medida que empeora una patología crónica. Puede usarse un conservador para proporcionar un flujo de oxígeno solamente cuando el paciente inhala, reduciendo por ello la cantidad de oxígeno requerido eliminando el suministro de oxígeno que se desperdicia cuando el paciente exhala.

A menudo se prefieren los concentradores portátiles de oxígeno médico a los sistemas de suministro de oxígeno líquido o comprimido en casa y en entornos residenciales, y numerosos vendedores están desarrollando pequeños dispositivos de separación de aire para estas aplicaciones en el campo de la atención sanitaria domiciliaria. Se suele animar a los pacientes a que sean ambulatorios siempre que sea posible para aumentar la efectividad de la terapia de oxígeno y mejorar su salud general. Por lo tanto, la portabilidad de un concentrador de oxígeno médico es una característica importante que permite al paciente moverse de forma fácil y cómoda. Con el fin de maximizar la portabilidad y la facilidad de uso, el concentrador de oxígeno médico debe diseñarse con mínimo peso y dimensiones compactas. El tiempo de ambulación del paciente puede maximizarse mediante el uso de un conservador. US 2005/0072426 A1 describe un concentrador de oxígeno médico portátil.

Se necesita en el campo de la atención sanitaria domiciliaria un concentrador de oxígeno mejorado, ligero, alimentado por batería, portátil para administrar producto de oxígeno a pacientes ambulatorios. Estos pacientes suelen precisar un concentrador que pueda generar hasta aproximadamente 3 lpm de oxígeno en una base continua y que incluya un conservador incorporado que maximice el tiempo de ambulación. Esta necesidad queda satisfecha con las realizaciones de la invención descrita a continuación y definida en las reivindicaciones que siguen.

40 Breve resumen de la invención

La invención se refiere a un conjunto de base para un sistema de separación adsorptiva de gas, preferiblemente de un concentrador de oxígeno médico portátil, incluyendo el conjunto de base una plataforma moldeada incluyendo un elemento inferior que tiene una primera superficie y una segunda superficie generalmente paralela a la primera superficie; dos o más aros cilíndricos montados en la primera superficie del elemento inferior y adaptados para recibir y soportar soltamente respectivos extremos de dos o más columnas cilíndricas; y una placa de estator con orificios montada en la primera superficie del elemento inferior, donde la placa de estator con orificios es parte de una válvula rotativa adaptada para dirigir flujo de gas en la operación del sistema de separación adsorptiva de gas, y donde la placa de estator con orificios tiene un orificio de estator central y dos o más orificios de estator periféricos adyacentes a la primera superficie del elemento inferior. Un orificio de producto de columna está dispuesto en el elemento inferior de la plataforma moldeada dentro de cada uno de los dos o más aros cilíndricos, cada orificio de producto de columna se extiende desde la primera superficie del elemento inferior a un punto entremedio de la primera superficie y la segunda superficie del elemento inferior, cada orificio de producto de columna está adaptado para conectarse de forma estanca y extraíble a una columna cilíndrica, y cada orificio de estator periférico está conectado a un orificio de producto de columna respectivo por un paso dispuesto en el elemento inferior del conjunto de base.

El conjunto de base puede incluir dos o más columnas cilíndricas, teniendo cada columna un interior y un tubo en un extremo en comunicación de flujo con el interior, donde el tubo tiene un elemento sellante flexible dispuesto alrededor de su circunferencia exterior, y donde el tubo con el elemento sellante flexible está adaptado para insertarse de forma estanca y extraíble en un orificio de producto de columna dispuesto en el elemento inferior de la plataforma moldeada. El elemento sellante flexible puede ser una junta tórica dispuesta en una ranura circunferencial en una superficie exterior del tubo, y la junta tórica puede estar dimensionado de tal manera que el tubo y la junta tórica puedan insertarse de forma estanca y extraíble en un orificio de producto de columna.

65

Cada columna puede estar adaptada para bloquearse a un aro cilíndrico mientras el tubo y la junta tórica están insertados de forma estanca en el orificio de producto de columna del aro cilíndrico y puede estar adaptada para desbloquearse del aro cilíndrico mientras el tubo y la junta tórica están quitados del orificio de producto de columna.

5 Al menos dos de las dos o más columnas cilíndricas pueden ser columnas de adsorbente conteniendo material adsorbente para efectuar separación de gas por adsorción selectiva. Al menos una de las dos o más columnas cilíndricas puede estar adaptado para usarse como un depósito de almacenamiento de gas de producto. El depósito de almacenamiento de gas de producto puede contener un material adsorbente adaptado para aumentar la capacidad efectiva de almacenamiento del depósito de producto.

10 El elemento inferior del conjunto de base puede incluir (1) un primer elemento secundario incluyendo la primera superficie, los dos o más aros cilíndricos montados en la primera superficie, una primera superficie intermedia generalmente paralela con la primera superficie, y canales abiertos que forman porciones de los pasos que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo; y (2) un segundo elemento secundario incluyendo la segunda superficie y una segunda superficie intermedia generalmente paralela con la segunda superficie. Las superficies intermedias primera y segunda pueden unirse de tal manera que los primeros canales abiertos en el primer elemento secundario se cubran con la segunda superficie intermedia, formando por ello los pasos dispuestos en el elemento inferior del conjunto de base que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo.

20 El elemento inferior puede incluir alternativamente (1) un primer elemento secundario incluyendo la primera superficie, los dos o más aros cilíndricos montados en la primera superficie, una primera superficie intermedia generalmente paralela con la primera superficie, y primeros canales abiertos que forman primeras porciones de los pasos que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo y (2) un segundo elemento secundario incluyendo la segunda superficie, una segunda superficie intermedia generalmente paralela con la segunda superficie, y segundos canales abiertos que forman segundas porciones de los pasos que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo. Las superficies intermedias primera y segunda pueden estar unidas de tal manera que los primeros canales abiertos en el primer elemento secundario sean congruentes con los segundos canales abiertos del segundo elemento secundario, formando por ello los pasos dispuestos en el elemento inferior del conjunto de base que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo. Cualquiera de la plataforma moldeada, los dos o más aros cilíndricos, y las dos o más columnas de absorción cilíndricas puede incluir material plástico o polimérico. Se describen características adicionales en las reivindicaciones dependientes.

35 **Breve descripción de las varias vistas de los dibujos**

La figura 1 es una vista frontal de un concentrador de oxígeno médico portátil.

40 La figura 2 es una vista posterior del concentrador de oxígeno médico portátil de la figura 1.

La figura 3 es una vista despiezada del concentrador de oxígeno médico portátil de las figuras 1 y 2.

La figura 4 es una vista cortada del concentrador de oxígeno médico portátil de las figuras 1 y 2.

45 La figura 5 es una vista del conjunto de base con columnas de adsorbente, depósito de producto de almacenamiento y válvula rotativa montados en el concentrador de oxígeno médico portátil de las figuras 3 y 4.

La figura 6 es una vista parcial despiezada de la figura 5.

50 La figura 7 es una vista del conjunto de base de las figuras 5 y 6.

La figura 8 es una vista del conjunto de base de la figura 7 que representa una columna de adsorbente bloqueada a la base.

55 La figura 9 es una vista en sección del conjunto de base de la figura 7.

La figura 10 es una vista en sección del conjunto de base de la figura 7 que representa pasos para conectar la válvula rotativa con los extremos de producto de las columnas de adsorbente y el extremo de entrada del depósito de producto de almacenamiento.

60 La figura 11 es una vista en sección de la figura 5 que representa dos columnas de adsorbente y la válvula rotativa montadas en el conjunto de base.

65 La figura 12 es un diagrama esquemático de flujo de un proceso de adsorción de presión oscilante usando el concentrador de oxígeno de las figuras 1-11.

Los dibujos en las figuras enumeradas anteriormente no son necesariamente a escala.

Descripción detallada de la invención

5 Las varias realizaciones de la invención descritas más adelante facilitan un concentrador de oxígeno médico portátil y métodos de operar el concentrador para generar un producto conteniendo más de 85% en volumen de oxígeno. El concentrador usa un sistema de separación de aire para recuperar oxígeno del aire, y este sistema puede ser una unidad de adsorción de oscilación de presión que usa una válvula rotativa para dirigir flujo de gas a, de y entre
10 múltiples columnas de absorbente. La válvula rotativa y las columnas de absorbente pueden montarse en un conjunto de base compacto, y las columnas pueden conectarse de forma desmontable al conjunto de base en un extremo para permitir la fácil sustitución. Se puede disponer pasos integrados en el conjunto de base para el flujo de gas entre las columnas y la válvula rotativa, eliminando por ello un tubo separado en los extremos de producto de las columnas. Las columnas de absorbente y el conjunto de base pueden fabricarse de material plástico o polimérico para minimizar el peso.

15 Los componentes del sistema de separación de aire están rodeados por una envuelta extraíble externa y pueden ser enfriados por un ventilador interior que pasa aire exterior sobre los componentes generadores de calor dentro de la envuelta. Unas baterías recargables para operar el concentrador pueden estar montadas en una superficie externa de la envuelta de modo que el calor generado por la operación de las baterías pueda disiparse al exterior, eliminando por ello la carga de calor interna asociada si las baterías estuviesen situadas dentro de la envuelta.

20 El término genérico “adsorción de oscilación de presión” (PSA) quiere decir que el proceso de adsorción opera en base al principio de adsorción diferencial entre una presión superior para adsorción y una presión inferior para desorción, donde la presión superior es superatmosférica y la presión inferior es superatmosférica, atmosférica o subatmosférica. Una versión de un proceso PSA se define por el término “adsorción de oscilación de presión/vacío” (PVSA) en el que la presión inferior es subatmosférica.

25 El término “en comunicación de flujo con” aplicado a una primera y una segunda región significa que puede fluir gas desde la primera región a la segunda región a través de un tubo de conexión o un paso y/o una región intermedia. El término “conectado a” aplicado a una primera y una segunda región significa que puede fluir gas desde la primera región a la segunda región a través de un tubo de conexión o un paso.

30 Los artículos indefinidos “un/uno” y “una” en el sentido en que se usan aquí significan uno o más cuando se aplican a cualquier elemento en realizaciones de la presente invención descrita en la memoria descriptiva y las reivindicaciones. El uso de “un/uno” y “una” no limita el significado a un solo elemento a no ser que tal límite se indique específicamente. Los artículos definidos “el/la/los/las” precediendo a sustantivos singulares o plurales o expresiones de sustantivos denotan un elemento especificado concreto o elementos especificados concretos y puede tener una connotación singular o plural dependiendo del contexto en el que se usa. El adjetivo “alguno” significa uno, alguno, o todos de forma indiscriminada de cualquier cantidad. El término “y/o” colocado entre una
35 primera entidad y una segunda entidad significa uno de (1) la primera entidad, (2) la segunda entidad, y (3) la primera entidad y la segunda entidad.

40 Una realización del concentrador de oxígeno se representa en una vista frontal exterior en la figura 1. La envuelta exterior 1 incluye un asa de transporte 3, una salida de producto de oxígeno 5 para introducción de una cánula para administrar producto de oxígeno al paciente, una rejilla de entrada de aire 7 en un lado de la envuelta, y una base de soporte o plataforma inferior 9 adaptada para soportar el concentrador sobre el suelo o cualquier otra superficie. La envuelta 1 puede ser una única pieza moldeada o puede estar formada por dos o más componentes secundarios de envuelta unidos para formar la envuelta. Una rejilla de salida de gas (que no se ve en esta vista) está situada en el otro lado de la envuelta. El panel de interfaz de usuario 2 proporciona botones y/o pomos que el paciente puede usar para encender y apagar la unidad, conmutar entre flujo continuo de producto y operación del conservador, y
45 ajustar la tasa de flujo del producto. El panel de interfaz puede proporcionar una visualización de iconos y/o luces para indicar el estado operativo y alarmas para el concentrador, y también permite que el usuario seleccione el modo operativo y las tasas de flujo de producto. Una placa de circuitos impresos que controla la visualización de interfaz puede estar situada en el interior de la envuelta detrás del panel de interfaz 2. La figura 2 representa una
50 vista posterior exterior del concentrador con el asa 3, la rejilla de entrada de aire 7, y la base de soporte 9 como se representa en la figura 1. Dos paquetes de batería 11 y 13 (conteniendo típicamente baterías de iones litio) están conectadas de forma desmontable a la pared trasera externa de la envuelta y contienen baterías recargables que proporcionan potencia para el funcionamiento del concentrador. Los paquetes de batería van montados ventajosamente fuera de la envuelta para reducir la carga de calor generado dentro de la envuelta como se describe
55 más adelante.

60 El concentrador representado en las figuras 1 y 2, incluyendo todos los componentes internos descritos más adelante, pesa típicamente entre aproximadamente 8 lb y aproximadamente 16 lb. En una realización representativa, las dimensiones generales son aproximadamente 13 pulgadas de alto por 12 pulgadas de ancho por 8,6 pulgadas de fondo.

Una vista en perspectiva despiezada del concentrador se ofrece en la figura 3 que representa la envuelta 1, el panel de interfaz 2, el asa 3, la rejilla de entrada de aire 7, y paquetes de batería 11 y 13 como se representa en las figuras 1 y 2. También se representa en la figura 3 la rejilla de salida 8 y componentes de la base de soporte 9, a saber, el segmento de pared vertical 9a y el labio horizontal 9b. El segmento de pared 9a está montado en una porción inferior plana (no visible) que tiene una superficie inferior adaptada para descansar sobre el suelo u otra superficie externa. El sistema de separación de aire 15, que en esta realización es un sistema de adsorción de oscilación de presión, está montado en la superficie superior de la porción inferior plana de la base de soporte 9.

Una vista mayor del sistema de adsorción de oscilación de presión se representa en la figura 4 e ilustra la relación espacial general entre algunos de los componentes del sistema. La alimentación de aire comprimido para el sistema de adsorción de oscilación de presión la realiza el compresor o la bomba de alimentación 17, que en esta realización es un compresor o bomba en espiral movidos por motor eléctrico 19. El vacío para la operación del sistema de adsorción de oscilación de presión lo proporciona un compresor o bomba de vacío 21, que en esta realización es un compresor en espiral o bomba, es movido por el motor 19, y está situado coaxialmente con el motor y con el compresor 17. El conjunto de bomba integrado incluyendo el compresor 17, el motor 19 y la bomba de vacío 21 está montado en la porción inferior plana de la base de soporte 9 por una pluralidad de montajes flexibles de absorción de choques, de los que se ve un montaje flexible 23. Aunque la bomba de alimentación 17 y la bomba de vacío 21 en esta realización son bombas del tipo de espiral, se puede usar cualquier tipo de bomba o compresor conocido en la técnica.

En la realización de la figura 4, el sistema de adsorción de oscilación de presión usa cuatro columnas de absorbente, de las que se ven dos columnas de absorbente 25 y 27 que están montadas extraíblemente en aros cilíndricos 29 y 31, respectivamente, que son parte de un conjunto de base descrito más adelante. Inmediatamente detrás de la columna de absorbente 27 hay una columna vacía de dimensiones similares que se utiliza para almacenamiento de gas de producto como se describe más adelante. Inmediatamente detrás de la columna de absorbente 25 y junto a la columna de almacenamiento de gas de producto está la válvula rotativa que dirige flujo de gas a, de y entre las múltiples columnas de absorbente. Dos columnas de absorbente adicionales (no visibles) están situadas detrás de la columna de almacenamiento de gas y la válvula rotativa.

La salida de gas comprimido 33 de la bomba de alimentación 17 está conectada a un serpentín de refrigeración 35 para sacar el calor de compresión de la alimentación de aire comprimido. La entrada de aire 37 está conectada por tubos (no representados) para aspirar aire exterior por una abertura (no representada) formada en el soporte de apoyo 41, donde la abertura aspira aire ambiente a través de un filtro de espuma de alvéolos abiertos (no representado) detrás de la rejilla de entrada de aire 7 y luego a través de un filtro más fino (por ejemplo, fieltro o HEPA) antes de la admisión del compresor.

El aire exterior para enfriamiento es aspirado a través de la rejilla de entrada de aire 7 (no representada aquí) por el ventilador 39 montado en el soporte de apoyo 41, pasa por un serpentín de refrigeración 35 y la bomba de alimentación 17, y sale a través de la rejilla de salida 8. Una pared fina (no representada) puede estar situada entre el conjunto de base y el conjunto de compresor integrado 17, el motor 19 y la bomba de vacío 21. La pared puede estar montada en la base de soporte 9 y extenderse la mayor parte o todo el trayecto de delante atrás de la base 9 y hacia arriba a al menos la parte superior de la columna de absorbente 25 y la columna de absorbente detrás de la válvula rotativa. La finalidad de la pared es reducir el flujo de aire caliente desde la zona alrededor del compresor 17, el motor 19 y la bomba 21 que de otro modo volvería al conjunto de base y las columnas de absorbente.

Los módulos de control 43 y 45 contienen sistemas electrónicos de control para conversión de potencia CA/CC, controlar la velocidad de la bomba y la velocidad de la válvula rotativa, supervisar la presión de producto, controlar la operación del conservador, controlar el panel de visualización y proporcionar alarmas de sistema, y gestionar la carga de las baterías. Los módulos de control contienen placas de circuitos impresos que tienen un circuito de carga inteligente para controlar la carga de la batería cuando el concentrador opera con potencia CA externa. El circuito de carga determina la cantidad de potencia entrante y la fracción de la potencia entrante que es consumida por el concentrador. La potencia excedente se usa para cargar las baterías. Cuanto más lentamente funciona el concentrador, más potencia se usa para cargar las baterías, lo que acorta el tiempo de carga.

Por cada valor de tasa de flujo de producto, una tabla de consulta en un controlador en el módulo de control 43 o 45 establece la velocidad de la bomba, la velocidad de la válvula rotativa, y la posición de la válvula de control de flujo. El objetivo es mantener una envolvente de presión operativa constante (es decir, el rango de presión máxima a mínima en el desarrollo del ciclo PSA en los lechos adsorbentes) para el proceso. Puede usarse un bucle de control de realimentación opcional para supervisar la presión del depósito de producto y ajustar la velocidad de la bomba y de la válvula rotativa para mantener una presión media constante del depósito de producto.

La entrada 47 de la bomba de vacío 21 está conectada mediante la línea de entrada de vacío 49 al estator de alimentación de la válvula rotativa (no visible) para sacar secuencialmente gas residual de cada columna de absorbente durante los pasos de evacuación y purga en el ciclo de adsorción. La descarga de la bomba de vacío (que no se ve aquí) pasa a través del silenciador o atenuador de ruido 51 y finalmente se descarga a través de la rejilla 8.

El conjunto de base con las columnas de absorbente, la columna de almacenamiento de gas, y la válvula rotativa se representa en la figura 5 después de la extracción de la base de soporte 9 de la figura 4. El conjunto de base incluye una plataforma moldeada que tiene un elemento inferior 52 con un número de aros y soportes montados para montar las columnas de absorbente, la columna de almacenamiento de gas, y la válvula rotativa. El conjunto de base tiene seis posiciones de montaje orientadas simétricamente en dos filas de tres formando una configuración de "seis paquetes" como se representa. Cinco aros cilíndricos están montados en la superficie superior del elemento inferior 52 y están adaptados para recibir de forma desmontable y soportar los respectivos extremos de cuatro columnas de absorbente cilíndricas y una columna vacía para almacenamiento de gas de producto. La válvula rotativa está situada entre dos de las columnas de absorbente y directamente adyacente a las cuatro columnas de absorbente.

La columna de absorbente 27 está montada de forma desmontable en el aro 31 y conectada de forma desmontable a él, la columna de absorbente 25 está montada de forma desmontable en el aro 29 y conectada de forma desmontable a él, la columna de absorbente 53 está montada de forma desmontable en el aro 55 y conectada de forma desmontable a él, y la columna de absorbente 61 está montada de forma desmontable en un cuarto aro (no visible) y conectada de forma desmontable a él. La columna 63, que se usa para almacenamiento de gas de producto y puede estar vacía (es decir, no contiene adsorbente para separación del aire situado en las columnas de absorbente), está montada de forma desmontable en un quinto aro (no visible) y conectada de forma desmontable a él. Opcionalmente, la columna 63 (el depósito de almacenamiento de gas de producto) puede ser alargada para aumentar su volumen y/o puede contener un material adsorbente diferente del material adsorbente en las columnas de absorbente, donde el material adsorbente diferente está adaptado para aumentar la capacidad efectiva de almacenamiento del depósito de producto adsorbiendo gas de producto. La válvula rotativa 65 está montada en el elemento inferior 52 por cuatro montajes empernados, de los que aquí se ven los dos montajes 67 y 69. Los extremos de alimentación de las columnas de absorbente están conectados al estator de alimentación de la válvula rotativa 65 por tubos moldeados 71, 73, 75 y 77.

La salida 79 de la columna vacía 63 (la columna de almacenamiento de gas de producto) está conectada por un tubo (no representado) al conservador incorporado (no representado), desde el que el gas de producto es suministrado a través de la salida de producto de oxígeno 5 (figura 1) a la cánula de paciente. Un filtro bacteriano (no representado) puede estar situado entre la salida 79 y la salida de producto de oxígeno 5. El conservador puede estar montado en módulos de control 43 o 45, o alternativamente en la placa de circuitos impresos detrás del panel de interfaz 2. Si el conservador no se usa, fluye gas de producto continuo desde la salida 79 a la salida de producto de oxígeno 5. Un humidificador externo opcional (no representado) puede estar montado en la envuelta de concentrador donde el humidificador está adaptado para humidificar gas de producto de oxígeno desde la salida 79 y distribuir gas humidificado a la salida de producto de oxígeno 5. La pureza del producto es típicamente de entre 85% en volumen y 96% en volumen de oxígeno, la tasa de flujo de gas de producto es típicamente del rango de 0,25 a 3,5 lpm, y la presión de distribución es de entre 5 psig y 9 psig.

Las columnas de absorbente contienen material adsorbente adecuado para adsorber preferentemente nitrógeno del aire para producir un producto de oxígeno conteniendo al menos 85% en volumen de oxígeno. El adsorbente puede ser alguno de los adsorbentes disponibles en el mercado para este servicio tal como, por ejemplo, zeolita tipo X o zeolita tipo X de bajo contenido de sílice, donde al menos 80% de los lugares catiónicos experimenta intercambio con cationes de litio. El extremo de entrada de cada columna de absorbente puede contener una o varias capas de diferentes adsorbentes para sacar el agua y el dióxido de carbono presentes en el aire ambiente y pueden seleccionarse de alúmina activada y/o zeolita tipo X de sodio o zeolita tipo X de sodio/potasio de bajo contenido de sílice y/o varias formas catiónicas de chabazita. El adsorbente puede empaquetarse densamente mediante varios métodos conocidos en la técnica, tal como carga en caída de nieve y/o sedimentación con vibración para evitar el movimiento después de la carga. Cada uno de estos adsorbentes puede contener ligante o ser de una composición sin ligante, de los que ambos pueden fabricarse mediante técnicas conocidas en la técnica. La forma de las partículas adsorbentes puede ser esférica, cilíndrica, granular, o cualquier adsorbente estructurado, tal como laminados o monolitos.

El adsorbente puede mantenerse en posición mediante dos difusores circulares planos en los extremos de alimentación y producto de las columnas de absorbente, donde uno de los difusores se mantiene a presión mediante un muelle, tal como un resorte ondulado. El difusor circular puede tener un tamiz o malla montado en el lado adyacente al adsorbente con el fin de evitar que el adsorbente escape a través de las aberturas del difusor.

Una vista parcialmente despiezada del conjunto de base se representa en la figura 6 para ilustrar la colocación de las columnas de absorbente y la válvula rotativa. El motor de accionamiento 81 y la caja exterior 83 de la válvula rotativa se representan aquí separados del rotor de producto 85 y del estator de producto 87, que está montado directamente en el elemento inferior 52. El rotor de alimentación y el estator de alimentación están situados dentro de la caja exterior 83. Los extremos de alimentación de las columnas de absorbente están conectados a las entradas del estator de alimentación de la válvula rotativa por tubos moldeados 71, 73, 75 y 77. La salida de vacío 105 conecta el estator de alimentación a la bomba de vacío 21 (figura 4) mediante el tubo moldeado 49 (no representado en la figura 6).

Las columnas de absorbente y la columna de almacenamiento de gas de producto están montadas de forma desmontable y conectadas de forma desmontable a los aros que están montados en la superficie superior del elemento inferior 52. Cada columna tiene en la superficie exterior cerca de la parte inferior una pluralidad de espárragos o salientes que están adaptados para girarse para enganchar y desenganchar en ranuras formadas en los manguitos. La columna de absorbente 25, por ejemplo, tiene salientes 89 y 91 que saltan a las ranuras de retención 93 y 97, respectivamente, en el aro 29. Un tercer saliente (no visible) engancha y desengancha de la ranura de retención 99 en el aro 29. Una vista de un saliente y ranura de retención enganchados se ve con respecto a la columna de absorbente 53, que está montada en el aro 55 por el enganche del saliente 101 en la ranura de retención 103. El saliente 101 puede desengancharse de la ranura de retención 103 girando la columna de absorbente 53 hacia la izquierda (por ejemplo, aproximadamente 17 grados) y elevándolo verticalmente. El enganche del saliente 101 con la ranura de retención 103 se efectúa invirtiendo estos pasos. Este tipo de sistema de bloqueo por enganche y desenganche se describe aquí a efectos de ilustración solamente; son posibles otros tipos de sistemas de bloqueo y pueden usarse para montar de forma desmontable las columnas en el conjunto de base.

La figura 7 representa el conjunto de base sin las columnas y la válvula rotativa para ilustrar la construcción del conjunto. Los tres aros 29, 31 y 55 se han descrito en las figuras 4-7; los otros aros no descritos anteriormente son los aros 107 y 109. Todos los aros están conectados directamente al elemento inferior 52 donde los aros y el elemento inferior pueden fabricarse por separado y unirse con adhesivo o soldadura. Alternativamente, los aros y el elemento inferior pueden fabricarse como una sola pieza. Los aros y el elemento inferior combinados pueden describirse como una plataforma moldeada. En una realización, los aros y el elemento inferior se hacen de un material plástico o polimérico. Las tres ranuras de retención en cada aro son claramente visibles. Los montajes 67, 69, 111 y 113 están adaptados para montar la válvula rotativa 65, típicamente con pernos (no representados) que pasan a través del centro de los montajes y enganchan tuercas situadas en la parte inferior de la base 137.

Dentro de cada uno de los aros hay un orificio central en el elemento inferior 52, de los que se pueden ver tres como orificios de columna de producto 115 y 117 dentro de los aros 55 y 31, respectivamente, y como orificio de entrada de columna de almacenamiento de gas de producto 119 dentro del aro 107. Idénticos orificios centrales de producto de columna (no visibles) están situados dentro de los aros 29 y 109. El estator de producto 87 tiene un orificio de estator situado en el centro 121 (también descrito como un orificio de salida de gas de producto) y orificios de estator periféricos 123, 125, 127 y 129. Estos orificios son adyacentes a la superficie superior del elemento inferior 52 y pueden extenderse al elemento inferior 52. Como se describe más adelante, se puede formar pasos en el elemento inferior 52 para conectar el orificio de estator 121 con el orificio de entrada de columna de almacenamiento de gas 119 y también para conectar el orificio de estator periférico 123 con el orificio de producto de columna 117, el orificio de estator periférico 125 con el orificio de producto de columna (no visible) dentro del aro 29, el orificio de estator periférico 127 con el orificio de producto de columna 115, y el orificio de estator periférico 129 con el orificio de producto de columna (no visible) dentro del aro 109. El estator de producto 87 está situado preferiblemente junto a los cinco aros de modo que ninguno de los cinco pasos dentro del elemento inferior 52 se cruce y de modo que los cinco pasos puedan ser esencialmente coplanares.

La figura 8 ilustra mejor el sistema de bloqueo de enganche y desenganche de la realización representada en las figuras 3-6. En esta ilustración, el saliente 89 en la columna de absorbente 25 se retiene en la ranura de retención 93 con la lengüeta 131 formada en el aro 29 por la forma específica de la ranura de retención 93. La columna de absorbente 25 se puede quitar del aro 29 girando la columna hacia la izquierda (por ejemplo, aproximadamente 17 grados) y elevando la columna verticalmente, dejando por ello que el saliente 89 pase a través de la porción abierta en la parte superior de la ranura de retención 93. La instalación se efectúa invirtiendo estos pasos.

El conjunto de base se ilustra mejor por la vista en sección transversal de la figura 9, que es una sección tomada a lo largo de un eje formado aproximadamente por los centros del orificio de producto de columna 115, el orificio de estator 121 (también descrito como un orificio de salida de gas de producto) de la figura 7, y el orificio de producto de columna 133. La vista en sección representa el orificio de producto de columna 115 en el aro 55, el orificio de producto de columna 133 en el aro 29, y el orificio de estator 121. El orificio de estator periférico 127 está conectado y colocado en comunicación de flujo con el orificio de producto de columna 115 por el paso 135. Este paso se puede formar como un canal dentro del elemento inferior 52 donde el canal se cierra uniendo la superficie superior de la base 137 a la superficie inferior del elemento inferior 52, formando por ello el paso. Alternativamente, el canal podría formarse en la base 137. En otra alternativa, el paso 135 puede estar formado por grupos de canales parciales un grupo en la base 137 y el otro grupo como una imagen especular en el elemento inferior 52. En cualquiera de estas tres alternativas, el elemento inferior 52 y la base 137 pueden definirse como elementos secundarios primero y segundo que están unidos en una interfaz como se representa para formar la porción inferior del conjunto de base.

El orificio de estator periférico 123 está conectado y colocado en comunicación de flujo con el orificio de producto de columna (no visible) dentro del aro 31 por un paso (no visible) similar al paso 135. El orificio de estator periférico 129 está conectado y colocado en comunicación de flujo con el orificio de producto de columna (no visible) dentro del aro 109 por un paso (no visible) similar al paso 135.

Los orificios y los pasos que conectan los orificios en el conjunto de base se representan en la figura 10, que es la

sección 2-2 de la figura 7. La sección representa orificios de producto de columna 115, 117, 133 y 139; el orificio de estator 121; y los orificios de estator periféricos 123, 125, 127 y 129. El paso 135 conecta el orificio de producto de columna 115 con el orificio de estator periférico 127, el paso 141 conecta el orificio de producto de columna 139 con el orificio de estator periférico 129, el paso 143 conecta el orificio de producto de columna 117 con el orificio de estator periférico 123, y el paso 145 conecta el orificio de producto de columna 133 con el orificio de estator periférico 125. El paso 147 conecta el orificio de estator 121 con el orificio de entrada de columna de almacenamiento de gas de producto 119.

Una válvula de retención unidireccional (no representada) puede instalarse en el orificio de estator 121 para asegurar que el gas de producto de oxígeno fluya solamente en una dirección desde las columnas de absorbente 27, 53, 25 y 61, a través de la válvula rotativa, a través del paso 147, a la columna de almacenamiento de gas de producto 63 a través del orificio de entrada 119. Alternativamente, si se desea, la válvula de retención puede instalarse en el orificio de entrada de columna de almacenamiento de gas de producto 119. La válvula de retención está adaptada así para evitar el reflujo de gas de producto de oxígeno desde la columna de almacenamiento de gas de producto 63 al sistema PSA.

Las dimensiones de los pasos 135, 141, 143 y 145 en la figura 10 pueden seleccionarse de tal manera que los volúmenes muertos entre el extremo de producto de cada columna de absorbente y el extremo de producto de la válvula rotativa sean esencialmente iguales con el fin de equilibrar la operación de las columnas durante el ciclo de adsorción. Igualmente, las dimensiones de las líneas 71, 73, 75 y 77 pueden seleccionarse de tal manera que los volúmenes muertos entre el extremo de alimentación de cada columna de absorbente y el extremo de alimentación de la válvula rotativa sean esencialmente iguales con el fin de equilibrar la operación de las columnas durante el ciclo de adsorción.

Las regiones interiores de las columnas de absorbente y la válvula rotativa se representan en la figura 11, que es la sección 4-4 de la figura 5. La columna de absorbente 25 está montada extraíblemente en el aro 29 como se ha descrito previamente. El extremo inferior de la columna está montado con el tubo 149 que tiene el elemento de sellado flexible 151 (por ejemplo, una junta tórica) situado en una ranura circunferencial alrededor de la circunferencia exterior del tubo. El tubo 149 con el elemento de sellado flexible 151 está adaptado para insertarse de forma sellable y extraíble en el orificio de producto de columna 133 situado en el elemento inferior 52 de la plataforma moldeada. De manera análoga, la columna de absorbente 53 está montada extraíblemente en el aro 55 como se ha descrito previamente. El extremo inferior de la columna está montado con el tubo 153 que tiene el elemento de sellado flexible 155, (por ejemplo, una junta tórica) situado en una ranura circunferencial alrededor de la circunferencia exterior del tubo. El tubo 153 con el elemento de sellado flexible 155 está adaptado para insertarse de forma sellable y extraíble en el orificio de producto de columna 115 situado en el elemento inferior 52 de la plataforma moldeada. Las columnas de absorbente 27 y 61 están insertadas igualmente de forma sellable y extraíble en los orificios de producto de columna 117 y 139, respectivamente (no visibles).

La columna 63, que se usa para almacenamiento de gas de producto, está montada igualmente con un tubo que tiene un elemento de sellado flexible, por ejemplo, una junta tórica, situado en una ranura circunferencial alrededor de la circunferencia exterior del tubo. El tubo sirve como una entrada de gas de producto y tiene un elemento de sellado flexible similar al elemento de sellado flexible 155 que está adaptado para insertarse de forma sellable y extraíble en el orificio de entrada de columna de almacenamiento de gas 119 (no visible) situado en el elemento inferior 52 de la plataforma moldeada.

Cualquiera de las cinco columnas (columnas de absorbente 27, 53, 25 y 61 y columna de almacenamiento de gas de producto 63) puede insertarse así de forma sellable y extraíble en los orificios de entrada apropiados de columna de almacenamiento de gas situados en el elemento inferior 52 del conjunto de base.

La válvula rotativa usada en esta realización incluye dos rotores y dos estatores, un conjunto de rotor-estator para dirigir el flujo de gas en los extremos de alimentación de las columnas de absorbente y el otro para dirigir el flujo de gas en los extremos de producto de las columnas de absorbente. En esta realización, las columnas de absorbente descritas anteriormente están orientadas de tal manera que los extremos inferiores son los extremos de producto y los extremos superiores son los extremos de alimentación. La función del conjunto de rotor-estator que sirve los extremos de alimentación de las columnas es dirigir aire comprimido desde la bomba de alimentación secuencialmente a cada columna para el paso de alimentación/fabricación de producto del ciclo de proceso y conectar cada columna secuencialmente con la bomba de vacío para sacar gas residual de cada columna durante los pasos de purga y evacuación del ciclo de proceso. La función del conjunto de rotor-estator que sirve los extremos de producto de las columnas es conectar cada columna de absorbente secuencialmente con la entrada del depósito de almacenamiento de producto de gas durante el paso de alimentación/fabricación de producto del ciclo, conectar secuencialmente pares de columnas para poder transferir gas durante el paso de igualación de presión, conectar secuencialmente pares de columnas para poder transferir gas durante el paso de purga/provisión de purga, y conectar secuencialmente cada columna con la salida de gas de producto que conduce a la columna de almacenamiento de producto durante el paso de presurización de gas de producto.

Se conocen en la técnica varios tipos de válvulas rotativas de dos rotores para uso en sistemas de adsorción de

oscilación de presión, y cualquiera de éstas puede adaptarse para uso en realizaciones de la invención descritas anteriormente. Una válvula de dos rotores que tiene utilidad en estas realizaciones se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos número 11/197.859 presentada el 5 de agosto de 2005, que se incorpora aquí por referencia. Las válvulas rotativas de rotor único para uso en sistemas de adsorción de oscilación de presión también son conocidas en la técnica y pueden adaptarse para uso en estas realizaciones.

La válvula representada en la vista en sección de la figura 11 usa el conjunto de rotor-estator superior para dirigir el flujo de gas en los extremos de alimentación, es decir, los extremos superiores, de las columnas de absorbente 27, 53, 25 y 61. El conjunto de rotor-estator inferior se usa para dirigir el flujo de gas entre los extremos de producto, es decir, los extremos inferiores, de las columnas de absorbente y entre las columnas de absorbente y la columna de almacenamiento de gas de producto 63.

El estator superior o de alimentación 159 tiene orificios en comunicación de flujo con los extremos superiores o de alimentación de las columnas de absorbente 27, 53, 25 y 61, un orificio en comunicación de flujo con la salida del serpentín de refrigeración 35 (figura 4) conectado al compresor de aire de alimentación 17 (figura 4), y un orificio en comunicación de flujo con la salida de vacío 105 (figura 6) que conecta con la bomba de vacío 21 (figura 4). Los extremos de estos orificios están situados en una cara plana lisa del estator superior o de alimentación 159. El rotor de alimentación 157 tiene una cara plana lisa del rotor en contacto sellable y rotativo con la cara de estator de alimentación 159 y tiene orificios adaptados para estar en correspondencia secuencialmente con orificios seleccionados en la cara de estator de alimentación 159 cuando la cara de rotor de alimentación 157 gira en la cara de estator de alimentación 159. El rotor de alimentación 157 tiene pasos internos que conectan orificios seleccionados en la cara de rotor de modo que, cuando el rotor de alimentación 157 gira, los extremos de alimentación de las columnas de absorbente 27, 25, 53 y 61 (o las columnas 61, 53, 25 y 27 si los rotores giran en la dirección opuesta) se ponen secuencialmente en comunicación de flujo seleccionada con el compresor de alimentación de aire 17 y la bomba de vacío 21 según el ciclo específico de adsorción de oscilación de presión usado en la operación del proceso.

El estator inferior o de producto 161 tiene orificios en comunicación de flujo con los extremos inferiores o de producto de las columnas de absorbente 27, 53, 25 y 61, y un orificio en comunicación de flujo con la entrada de la columna de almacenamiento de gas de producto 63. Los extremos de estos orificios están situados en una cara plana lisa del estator de producto 161. El rotor de producto 163 tiene una cara de rotor plana lisa en contacto sellable y rotativo con la cara del estator de producto 161 y tiene orificios adaptados para estar secuencialmente en correspondencia con orificios seleccionados en la cara del estator de producto 161 cuando la cara de rotor de producto 163 gira en la cara del estator de producto 161. El rotor de producto 163 tiene pasos internos que conectan orificios seleccionados en dicha cara de estator de modo que, cuando el rotor de producto 163 gira, los extremos de producto de las columnas de absorbente 27, 25, 53 y 61 (o las columnas 61, 53, 25 y 27 si los rotores giran en la dirección opuesta) se ponen secuencialmente en comunicación de flujo seleccionada con la entrada de la columna de almacenamiento de gas de producto 63 según el ciclo específico de adsorción de oscilación de presión usado en la operación del proceso. El rotor de producto 163 también tiene pasos internos que conectan pares de orificios seleccionados en la cara de rotor de modo que, cuando el rotor de producto 163 gira, los extremos de producto de pares seleccionados de columnas de absorbente se ponen secuencialmente en comunicación de flujo según el ciclo específico de adsorción de oscilación de presión usado en la operación del proceso.

El concentrador de oxígeno médico descrito anteriormente puede operar en cualquier ciclo deseado de adsorción de oscilación de presión de cuatro lechos (PSA). Un diagrama de flujo esquemático ejemplar se representa en la figura 12 para un proceso de adsorción de oscilación de presión/vacío (PVSA) usando cuatro lechos adsorbentes y un solo depósito de almacenamiento de gas de producto. En el proceso, el aire ambiente que entra mediante la línea de entrada 165 es comprimido a una presión de 18 psia a 26 psia en la bomba de alimentación 167 y fluye mediante la línea 169 a la entrada de alimentación de la válvula rotativa 171. La bomba de alimentación 167 puede ser cualquier tipo de compresor de gas conocido en la técnica; en esta realización, la bomba es un compresor del tipo de espiral o bomba que es parte del sistema de bomba integrado 173 incluyendo el motor de accionamiento central 175, la bomba de alimentación 167 y la bomba de vacío 177 (estos pueden corresponder, por ejemplo, al motor de accionamiento 19, la bomba de alimentación 17, y la bomba de vacío 21 de la figura 4).

La válvula rotativa 171 incluye el estator de alimentación 159, el rotor de alimentación 157, el estator de producto 161, y el rotor de producto 163. Los rotores 157 y 163 se hacen girar por un motor de accionamiento (no representado) que corresponde al motor de accionamiento 81 de las figuras 6 y 11. El estator de alimentación 159 tiene cuatro orificios de alimentación conectados a las líneas 71, 73, 75 y 77 (véase también la figura 6) que, a su vez, están conectados a las columnas de absorbente 27, 61, 53 y 25 (véase también la figura 6), respectivamente. Otro orificio en el estator de alimentación 159 está conectado mediante la línea 179 a la bomba de vacío 177. El rotor de alimentación 157 tiene una cara de rotor plana lisa en contacto sellable y rotativo con la cara del estator de alimentación 159 y tiene orificios adaptados para estar secuencialmente en correspondencia con orificios seleccionados en la cara del estator de alimentación 159 cuando la cara del rotor de alimentación 157 gira en la cara del estator de alimentación 159. El rotor de alimentación 157 tiene pasos internos que conectan orificios seleccionados en la cara del rotor de modo que, cuando el rotor de alimentación 157 gira, los extremos de alimentación de las columnas de absorbente 27, 25, 53 y 61 (o las columnas 61, 53, 25 y 27) se pongan

secuencialmente en comunicación de flujo seleccionada con el compresor de aire de alimentación 167 y la bomba de vacío 177 según el ciclo específico de adsorción de oscilación de presión usado en la operación del proceso. La cavidad interna de la válvula rotativa 171 puede mantenerse a presión subatmosférica para proteger los extremos de producto de las columnas de absorbente contra la contaminación por agua presente en el aire ambiente en caso de escape a través de las interfaces de estator-rotor.

El estator de producto 161 tiene cuatro orificios de producto que están conectados mediante las líneas 135, 141, 143 y 145 a las columnas de absorbente 53, 61, 27 y 25, respectivamente. Estas líneas corresponden a los canales 135, 141, 143 y 145 en la figura 10. El estator de producto 161 también tiene un orificio que está conectado mediante la línea 147 a la columna de almacenamiento de gas de producto 63. La línea 147 corresponde al paso 147 de la figura 10. La línea de producto de oxígeno 181 conduce directamente a la salida de producto de oxígeno 5 o a un conservador incorporado opcional (no representado).

Un proceso de adsorción de presión oscilante ejemplar que usa el sistema de la figura 12 utiliza un ciclo de repetición de cuatro pasos esbozado más adelante para una columna de absorbente dada:

(1) un paso de alimentación/formación de producto donde el aire de alimentación presurizado es introducido a un extremo de alimentación del lecho mientras que el gas de producto enriquecido con oxígeno es retirado de un extremo de producto del lecho;

(2) un paso de alimentación/formación de producto/provisión de represurización donde el aire de alimentación presurizado es introducido a un extremo de alimentación del lecho mientras que un gas de producto enriquecido con oxígeno es retirado de un extremo de producto del lecho, y donde una porción del gas de producto se usa para presurizar otro lecho que experimenta su paso de represurización de producto;

(3) un paso de despresurización en el que el lecho es despresurizado extrayendo gas de él, donde al menos una porción del gas retirado es transferida a otro lecho que experimenta un paso de represurización;

(4) un paso de provisión de purga en el que el lecho es despresurizado más extrayendo gas de él, donde al menos una porción del gas retirado es transferida a otro lecho que experimenta un paso de purga;

(5) un paso de evacuación en el que se saca gas del extremo de alimentación del lecho hasta que el lecho llega a una presión de lecho subatmosférica mínima;

(6) un paso de purga en el que el lecho es purgado introduciendo gas de purga al extremo de producto del lecho mientras se sigue evacuando el lecho, donde el gas de purga se suministra desde otro lecho que experimenta el paso (4);

(7) un paso de represurización en el que se introduce gas de presurización al extremo de producto del lecho, donde el gas de presurización es suministrado desde otro lecho que experimenta el paso (3); y

(8) un paso de represurización de producto en el que el gas de producto procedente de otro lecho o el depósito de almacenamiento de producto de gas es introducido al extremo de producto del lecho.

El paso de represurización de producto (8) puede ir seguido de un paso de represurización de alimentación donde el gas de alimentación es introducido al extremo de alimentación del lecho durante un período anterior al inicio de la extracción de producto en el paso de alimentación/formación de producto (1).

Cada una de las columnas de absorbente 27, 61, 53 y 25 experimenta, a su vez, estos pasos, y la relación entre los pasos en las columnas se resume en el gráfico de ciclo expuesto en la tabla 1.

Tabla 1

| Gráfico de ciclo PVSA de 4 lechos | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Columna | Paso número | | | | | | | |
| 27 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 61 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 53 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 25 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 |

La válvula rotativa 171 controla las direcciones del flujo secuencial de gas de la siguiente manera: el flujo de gas de alimentación a cada columna y el gas de producto desde cada columna en orden durante los pasos 1 y 2; el flujo de producto de gas de una columna que forma producto o el cilindro de almacenamiento de gas de producto 63 a cada columna durante el paso de represurización de producto 8; el flujo de gas de represurización por orden desde la columna 27 a la columna 53, la columna 61 a 25, la columna 53 a la columna 27, y la columna 25 a la columna 61

durante los pasos 3 y 7; proporcionar flujo de gas de purga por orden desde la columna 27 a la columna 25, la columna 61 a la columna 27, la columna 53 a la columna 61, y la columna 25 a la columna 53 durante los pasos 4 y 6; el flujo de gas residual de evacuación desde cada columna por orden durante el paso 5; y el flujo de gas residual de purga desde cada columna por orden durante el paso 6. El tiempo transcurrido de cada paso se puede poner a cualquier duración deseada; puede seleccionarse para cada paso un tiempo transcurrido ejemplar de 1,0 segundo, dando por ello un tiempo de ciclo de repetición total ejemplar de 8,0 segundos.

Aunque el sistema de cuatro columnas de adsorbente descrito anteriormente utiliza una orientación de “seis paquetes” en la que el conjunto de base de la figura 7 soporta los cuatro lechos adsorbentes, la columna de almacenamiento de gas de producto, y la válvula rotativa en dos filas simétricas de tres posiciones, otras orientaciones son posibles a condición de que la válvula rotativa esté adyacente a cada una de las columnas de adsorbente. Por ejemplo, es posible una orientación pentagonal en la que la válvula rotativa esté rodeada simétricamente por las cuatro columnas de adsorbente y la columna de almacenamiento de producto. En otra alternativa, las dos filas paralelas de tres posiciones pueden estar desviadas más bien que directamente enfrente como en la figura 5 de tal manera que la válvula rotativa esté directamente adyacente y equidistante de las columnas de adsorbente, y la columna de almacenamiento de gas de producto está situada en el lado opuesto de dos columnas de adsorbente de tal manera que las columnas de adsorbente estén entre la columna de almacenamiento de gas de producto y la válvula rotativa. Los pasos en base al conjunto de soporte pueden modificarse con respecto a la orientación de la figura 10 en esta alternativa.

Aunque el sistema y el proceso descritos anteriormente utilizan cuatro lechos adsorbentes y el ciclo PSA de la tabla 1, puede usarse, si se desea, otro número de lechos y otros ciclos PSA. Por ejemplo, el conjunto de base de la figura 7 podría modificarse para soportar dos columnas de adsorbente, una columna de almacenamiento de gas de producto, y la válvula rotativa en una configuración de “cuatro paquetes”. En otro ejemplo, la orientación de “seis paquetes” de la figura 5 puede ser usada con tres columnas de adsorbente y dos columnas de almacenamiento de gas de producto. En otro ejemplo, puede usarse un sistema que tiene cinco columnas de adsorbente y una columna de almacenamiento de gas de producto donde las columnas de adsorbente y la columna de almacenamiento de gas de producto están situadas en una configuración hexagonal alrededor de la válvula rotativa. En otro ejemplo, un sistema con siete columnas de adsorbente y una columna de almacenamiento de gas de producto puede diseñarse de tal manera que las columnas y las posiciones de válvula rotativa estén orientadas en tres filas paralelas de tres (es decir, un “paquete de nueve”) con la válvula rotativa en el centro. Un diseñador experto de estos sistemas puede contemplar otras geometrías alternativas, números de columnas de adsorbente, y números de columnas de almacenamiento de gas de producto. Cualquiera de estas alternativas puede utilizar la realización de la invención descrita anteriormente donde las columnas están montadas en un conjunto de base que tiene pasos internos integrales que conectan las columnas con los orificios de la válvula rotativa.

El concentrador de oxígeno descrito anteriormente puede operar en cualquier orientación. La base de soporte o plataforma inferior 9 (figuras 1 y 2) define una superficie plana, y el concentrador está adaptado para operar cuando la superficie plana está orientada horizontalmente o en cualquier ángulo con respecto a un plano horizontal. En la mayoría de las aplicaciones, la base 9 (figuras 1 y 2) se coloca sobre el suelo u otra superficie horizontal. Sin embargo, en otras aplicaciones, el concentrador puede operar mientras descansa sobre su parte delantera o trasera, por ejemplo, debajo del asiento de un aeroplano, tren, bus o ferry.

El concentrador puede operar en alguno de varios modos de suministro de potencia. En un modo, el concentrador opera con potencia CA mientras está conectado a una toma de potencia CA, y las baterías se recargan cuando sea necesario durante esta operación. En otro modo, el concentrador opera a potencia CA mientras las baterías se han quitado para carga externa o mantenimiento. En un tercer modo, el concentrador opera con la potencia de la batería únicamente. En un cuarto modo, el concentrador opera con potencia CC mientras está conectado a una toma de potencia CC en un coche u otros medios de transporte o alternativamente mientras está conectado a una batería de almacenamiento CC durante un corte de potencia CA. Cuando opera con potencia CC suministrada desde fuera, las baterías del concentrador pueden estar montadas o quitadas del concentrador.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de base para un sistema de separación adsorptiva de gas, preferiblemente de un concentrador de oxígeno médico portátil, incluyendo el conjunto de base
- 5 (a) una plataforma moldeada incluyendo un elemento inferior (52, 137) que tiene una primera superficie y una segunda superficie generalmente paralela a la primera superficie;
- 10 (b) dos o más aros cilíndricos (29, 31, 55, 109, 107) montados en la primera superficie del elemento inferior (52, 137) y adaptados para recibir y soportar soltamente respectivos extremos de dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61, 63); y
- 15 (c) una placa de estator con orificios (87, 161) montada en la primera superficie del elemento inferior (52, 137), donde la placa de estator con orificios (87, 161) es parte de una válvula rotativa (65, 171), adaptada para dirigir flujo de gas en la operación del sistema de separación adsorptiva de gas, y donde la placa de estator con orificios (87, 161) tiene un orificio de estator central (121) y dos o más orificios de estator periféricos (125, 123, 127, 129), adyacentes a la primera superficie del elemento inferior (52, 137);
- 20 donde
- (d) un orificio de producto de columna (133, 117, 115, 139, 119) está dispuesto en el elemento inferior (52, 137) de la plataforma moldeada dentro de cada uno de los dos o más aros cilíndricos (29, 31, 55, 109, 107);
- 25 (e) cada orificio de producto de columna se extiende desde la primera superficie del elemento inferior (52, 137) a un punto entremedio de la primera superficie y la segunda superficie del elemento inferior (52, 137);
- (f) cada orificio de producto de columna (133, 117, 115, 139, 119) está adaptado para conectarse de forma estanca y extraíble a una columna cilíndrica (25, 27, 53, 61, 63);
- 30 (g) y donde cada orificio de estator periférico (125, 123, 127, 129) está conectado a un orificio de producto de columna respectivo (133, 117, 115, 139) por un paso (145, 143, 135, 141) dispuesto en el elemento inferior (52, 137) del conjunto de base.
- 35 2. El conjunto de base de la reivindicación 1, incluyendo dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61), teniendo cada columna un interior y un tubo (149, 153) en un extremo en comunicación de flujo con el interior, donde el tubo tiene un elemento sellante flexible (151, 155) dispuesto alrededor de su circunferencia exterior, y donde el tubo con el elemento sellante flexible está adaptado para insertarse de forma estanca y extraíble en un orificio de producto de columna (133, 117, 115, 139, 119) dispuesto en el elemento inferior (52, 137) de la plataforma moldeada.
- 40 3. El conjunto de base de la reivindicación precedente, donde el elemento sellante flexible (151, 155) es una junta tórica dispuesta en una ranura circunferencial en una superficie exterior del tubo (149, 153) y donde la junta tórica está dimensionada de modo que el tubo (149, 153) y la junta tórica puedan insertarse de forma estanca y extraíble en un orificio de producto de columna (133, 117, 115, 139, 119).
- 45 4. El conjunto de base de la reivindicación precedente, donde cada columna (25, 27, 53, 61, 63) está adaptada para bloquearse a un aro cilíndrico (29, 31, 55, 109, 107) mientras el tubo (149, 153) y la junta tórica están insertados de forma estanca en el orificio de producto de columna (133, 117, 115, 139, 119) del aro cilíndrico y está adaptada para desbloquearse del aro cilíndrico mientras el tubo y la junta tórica están quitados del orificio de producto de columna.
- 50 5. El conjunto de base de la reivindicación 1, incluyendo las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61), donde al menos dos de las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61, 63) son columnas de adsorbente (25, 27, 53, 61) conteniendo material adsorbente para efectuar separación de gas por adsorción selectiva.
- 55 6. El conjunto de base de la reivindicación 1, incluyendo las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61), donde al menos una de las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61, 63) está adaptada para usarse como un depósito de almacenamiento de gas de producto (63).
- 60 7. El conjunto de base de la reivindicación precedente, donde el depósito de almacenamiento de gas de producto (63) contiene un material adsorbente adaptado para aumentar la capacidad efectiva de almacenamiento del depósito de producto.
8. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el elemento inferior incluye
- 65 (1) un primer elemento secundario (52) incluyendo la primera superficie, los dos o más aros cilíndricos (29, 31, 55, 109, 107) montados en la primera superficie, una primera superficie intermedia generalmente paralela con la primera superficie, y

(2) un segundo elemento secundario (137) incluyendo la segunda superficie y una segunda superficie intermedia generalmente paralela con la segunda superficie;

5 (3) donde el primer elemento secundario (52) o el segundo elemento secundario (137) incluye canales abiertos que forman porciones de los pasos (145, 143, 135, 141) que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo;

10 (4) y donde las superficies intermedias primera y segunda están unidas de tal manera que los canales abiertos, si se incluyen en el primer elemento secundario (52), se cubran con la segunda superficie intermedia y, si se incluyen en el segundo elemento secundario (137), se cubran con la primera superficie intermedia, formando por ello los pasos (145, 143, 135, 141) dispuestos en el elemento inferior (52, 137) del conjunto de base que conectan cada orificio de estator periférico (125, 123, 127, 129) a un orificio de producto de columna respectivo (133, 117, 115, 139).

15 9. El conjunto de base de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el elemento inferior incluye

(1) un primer elemento secundario (52) incluyendo la primera superficie, los dos o más aros cilíndricos (29, 31, 55, 109, 107) montados en la primera superficie, una primera superficie intermedia generalmente paralela con la primera superficie, y primeros canales abiertos que forman primeras porciones de los pasos (145, 143, 135, 141) que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo; y

20 (2) un segundo elemento secundario (137) incluyendo la segunda superficie, una segunda superficie intermedia generalmente paralela con la segunda superficie, y segundos canales abiertos que forman segundas porciones de los pasos (145, 143, 135, 141) que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo;

25 (3) donde las superficies intermedias primera y segunda están unidas de tal manera que los primeros canales abiertos en el primer elemento secundario (52) sean congruentes con los segundos canales abiertos del segundo elemento secundario (137), formando por ello los pasos (145, 143, 135, 141) dispuestos en el elemento inferior (52, 137) del conjunto de base que conectan cada orificio de estator periférico a un orificio de producto de columna respectivo.

30 10. El conjunto de base de la reivindicación 5, donde cualquiera de la plataforma moldeada, los dos o más aros cilíndricos (29, 31, 55, 109, 107), y las dos o más columnas de absorción cilíndricas (25, 27, 53, 61) incluyen material plástico o polimérico.

35 11. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61), donde se han formado ranuras de retención (93, 97) en cada uno de los aros (29, 31, 55, 109, 107), cada una de las columnas (25, 27, 53, 61, 63) tiene una pluralidad de espárragos o salientes (89, 91) en la superficie exterior cerca de una parte inferior de la columna respectiva, y los espárragos o salientes están adaptados para girarse para engancharse y desengancharse en las ranuras.

40 12. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61), donde una de las dos o más columnas cilíndricas (25, 27, 53, 61, 63) está adaptada para usarse como un depósito de almacenamiento de gas de producto (63), y el orificio de producto de columna (119) del depósito de almacenamiento de gas de producto (63) está conectado al orificio de estator central (121) por un paso (147) dispuesto en el elemento inferior (52, 137) del conjunto de base.

45 13. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde una válvula de retención unidireccional adaptada para evitar el reflujo de gas de producto está instalada en el orificio de estator (121) o en el orificio de producto de columna (119) del depósito de almacenamiento de gas de producto (63) de la reivindicación precedente.

50 14. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde

55 (1) cada una de las columnas (25, 27, 53, 61, 63) incluye un extremo de alimentación, una entrada de alimentación en el extremo de alimentación, un extremo de producto, y una salida de producto en el extremo de producto, y donde al menos dos de las columnas cilíndricas son columnas de adsorbente conteniendo material adsorbente para efectuar separación de gas por adsorción selectiva;

60 (2) el conjunto de base es parte de un sistema de separación adsorptiva de gas incluyendo un conjunto de bomba con una bomba de alimentación (17) que tiene una salida de gas comprimido (33) y una bomba de vacío (21) que tiene una entrada de gas (47); y una salida de producto de gas (5);

65 (3) la válvula rotativa (65, 171) tiene otra pluralidad de orificios adaptados para poner la salida de gas comprimido (33) de la bomba de alimentación en comunicación de flujo secuencialmente con el extremo de alimentación de cada

- columna de adsorbente y para poner la entrada de gas (47) de la bomba de vacío en comunicación de flujo secuencialmente con el extremo de alimentación de cada columna de adsorbente, estando adaptados los orificios de estator periféricos (125, 123, 127, 129) para poner la salida de producto de gas (5) en comunicación de flujo secuencialmente con el extremo de producto de cada columna de adsorbente y para poner el extremo de producto de cada columna de adsorbente en comunicación de flujo secuencialmente con el extremo de producto de otra columna de adsorbente; y
- 5
- (4) el conjunto de base y el conjunto de bomba están montados sobre una plataforma de soporte (9).
- 10 15. El conjunto de base de alguna de las reivindicaciones precedentes, donde una plataforma inferior está conectada soltamente a una envuelta (1), la envuelta y la plataforma inferior definen un volumen cerrado cuando la envuelta está conectada a la plataforma, el conjunto de base es parte de un sistema de separación de aire que incluye las columnas y la válvula rotativa y está dispuesto en el volumen cerrado, y donde una o más baterías recargables (11, 13) están conectadas soltamente a la pared exterior de la envuelta (1) y adaptadas para proporcionar potencia para mover el sistema de separación de aire.
- 15

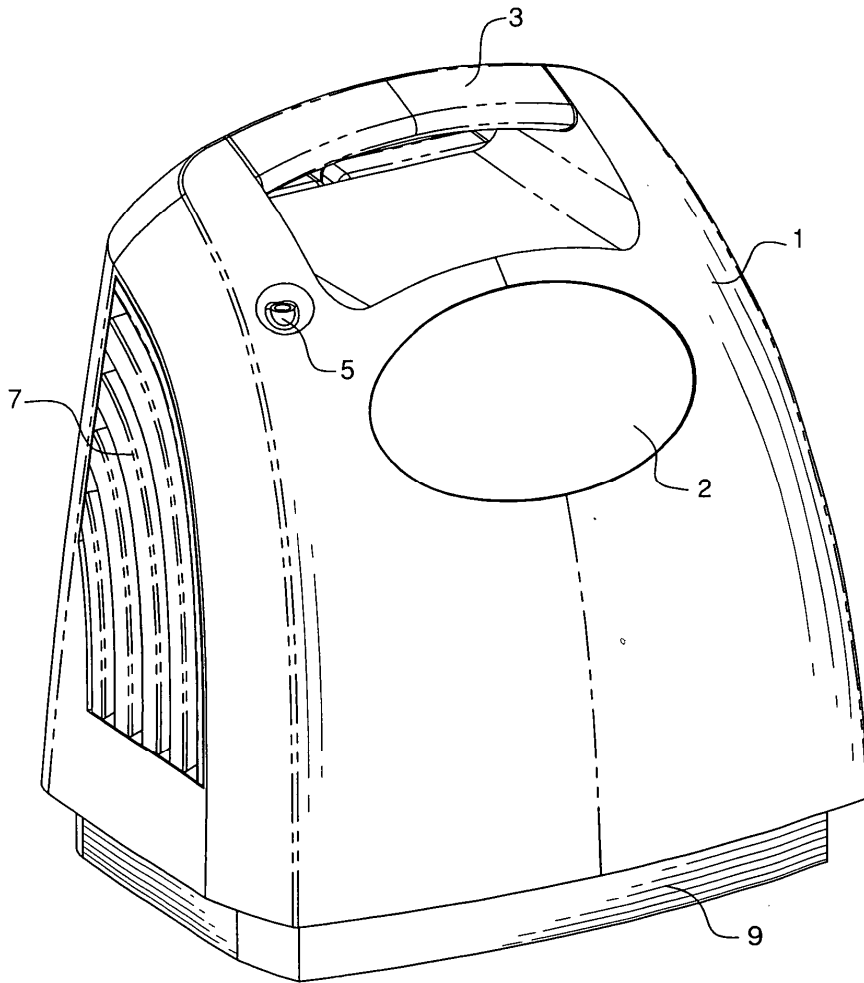


FIG. 1

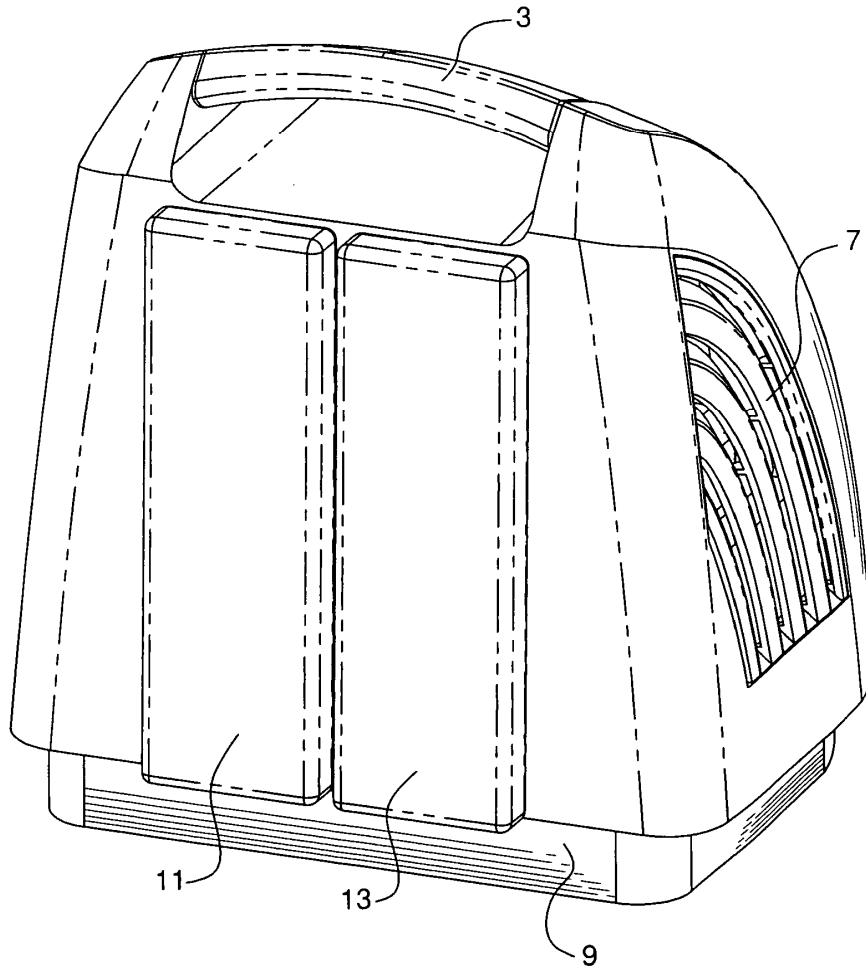


FIG. 2

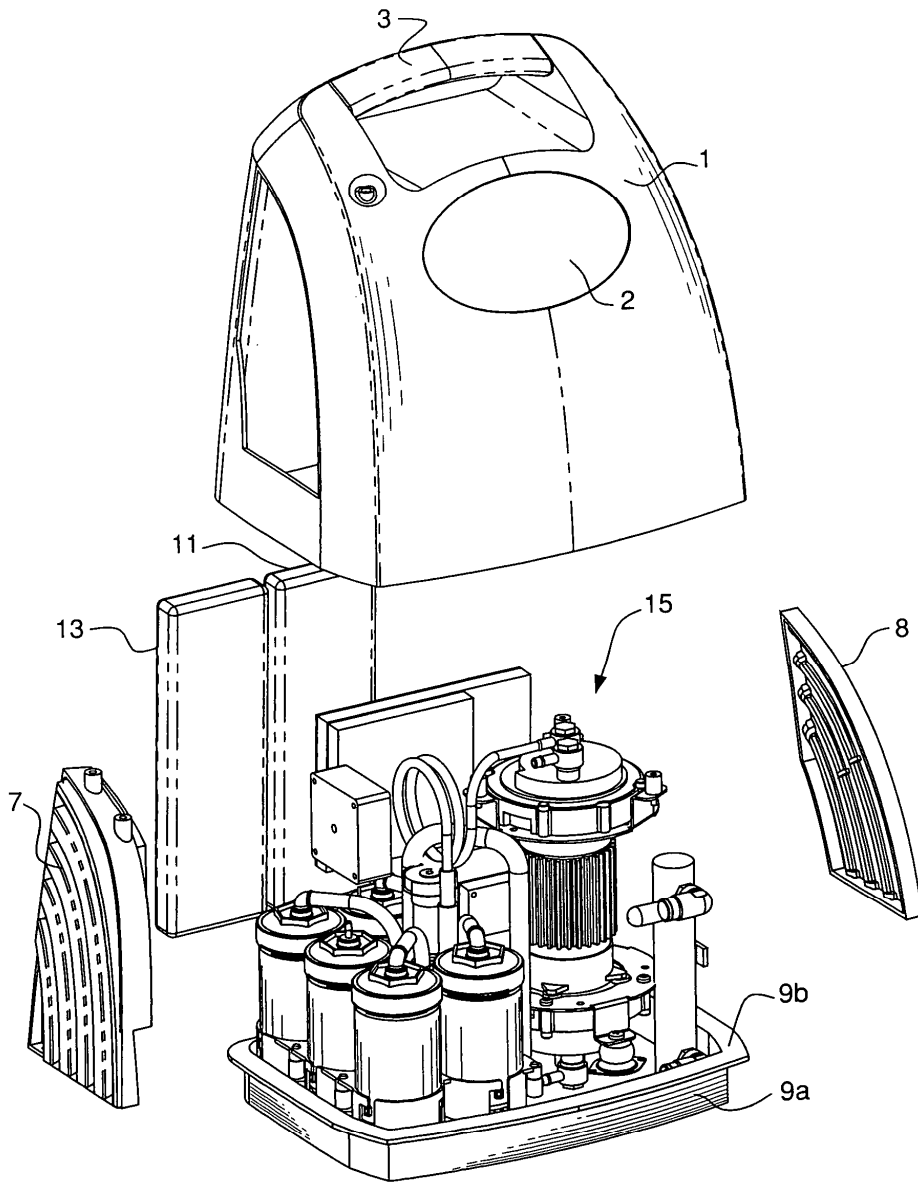


FIG. 3

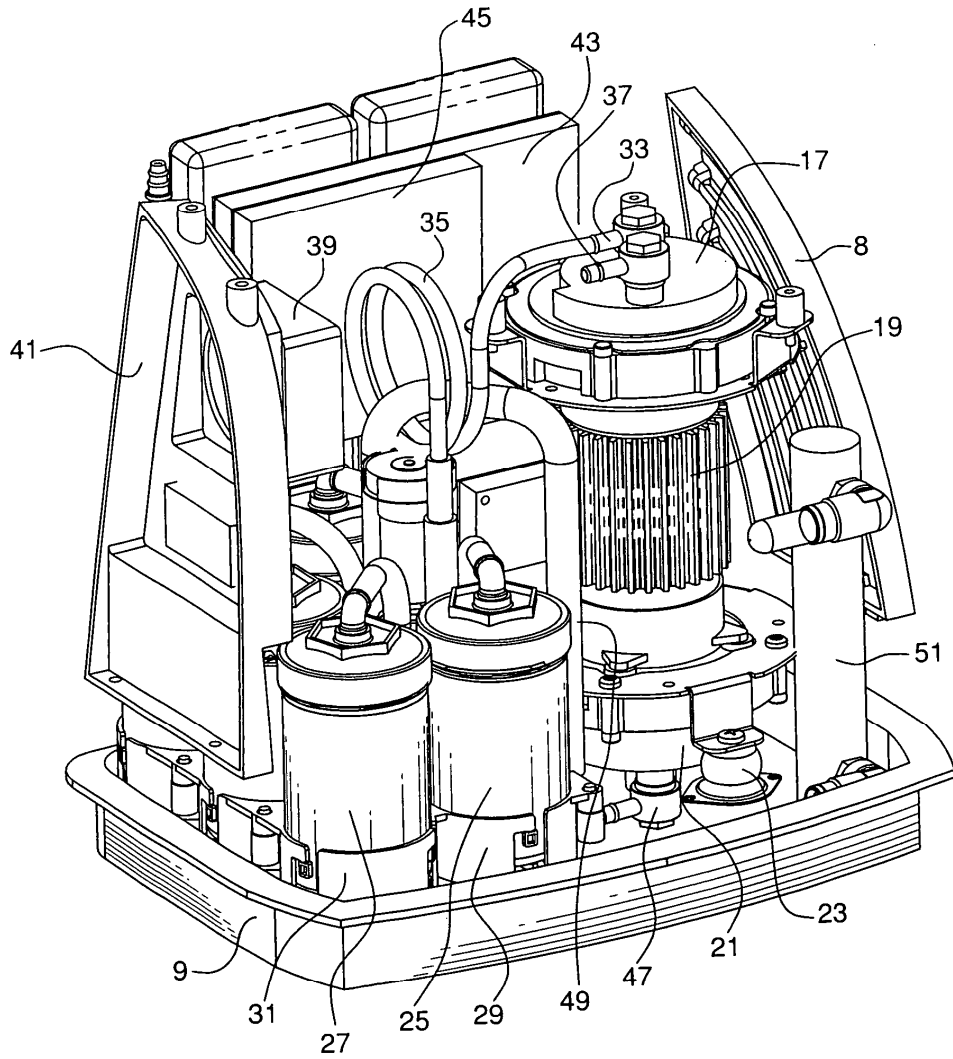


FIG. 4

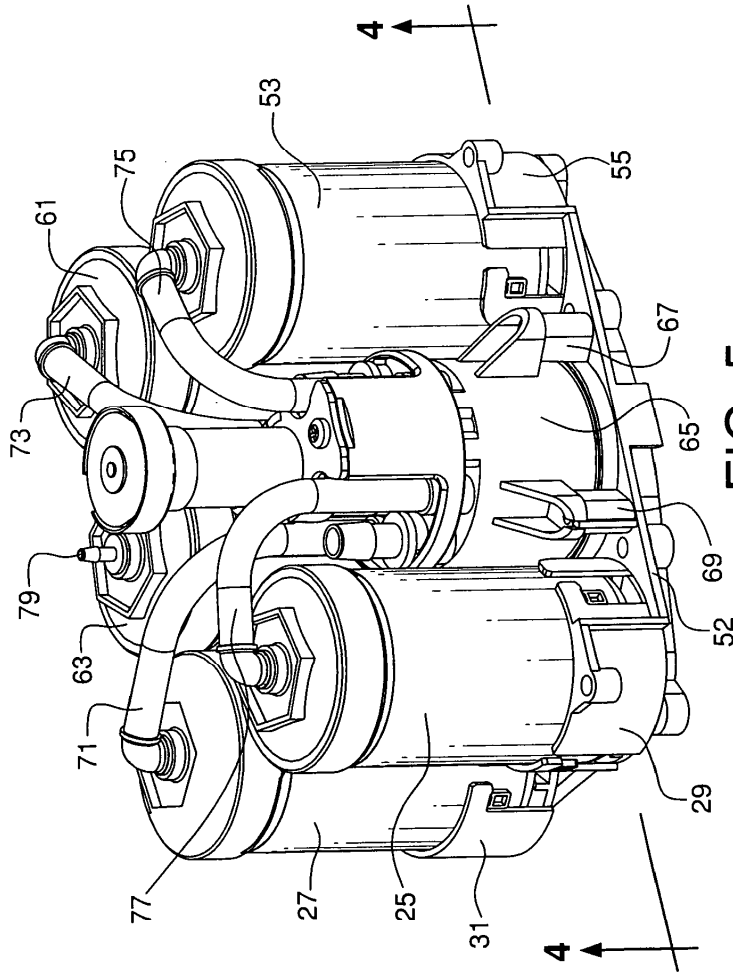


FIG. 5

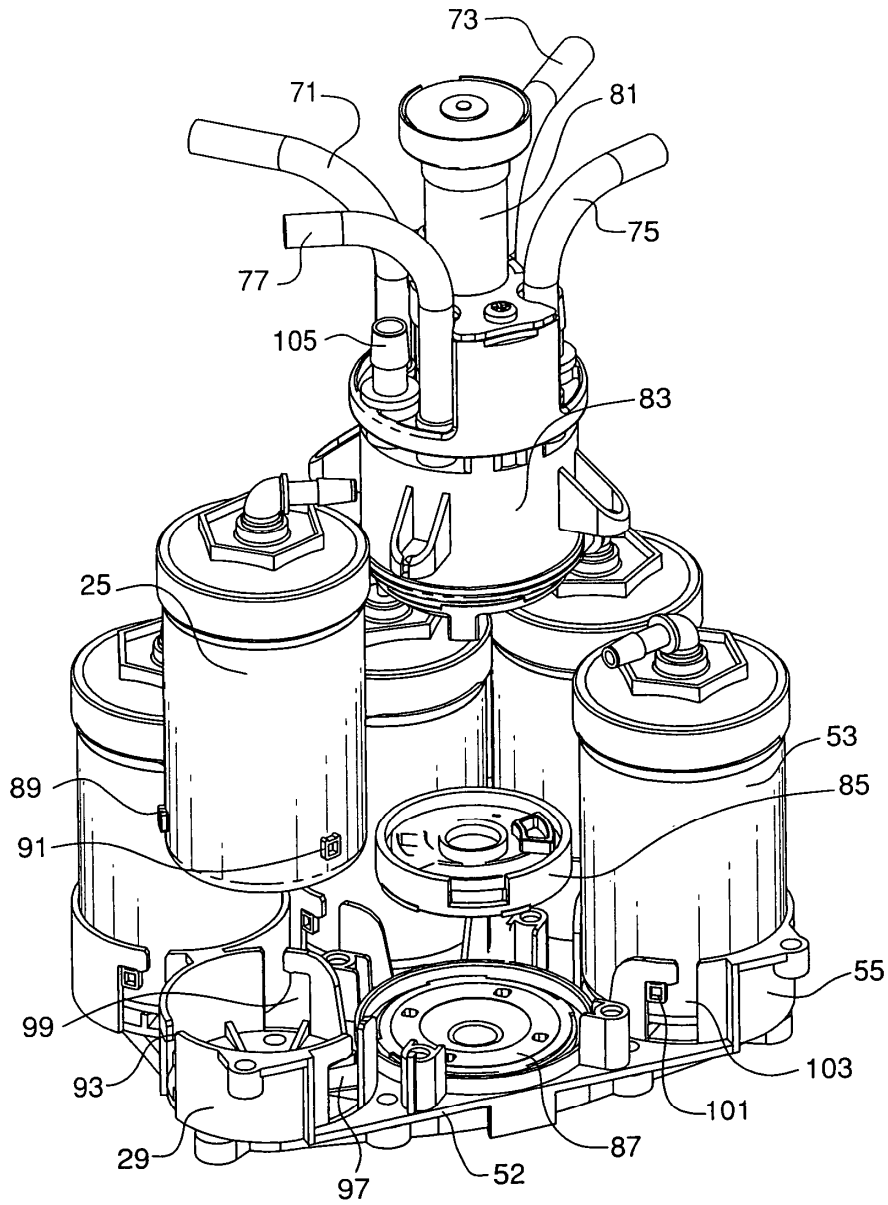


FIG. 6

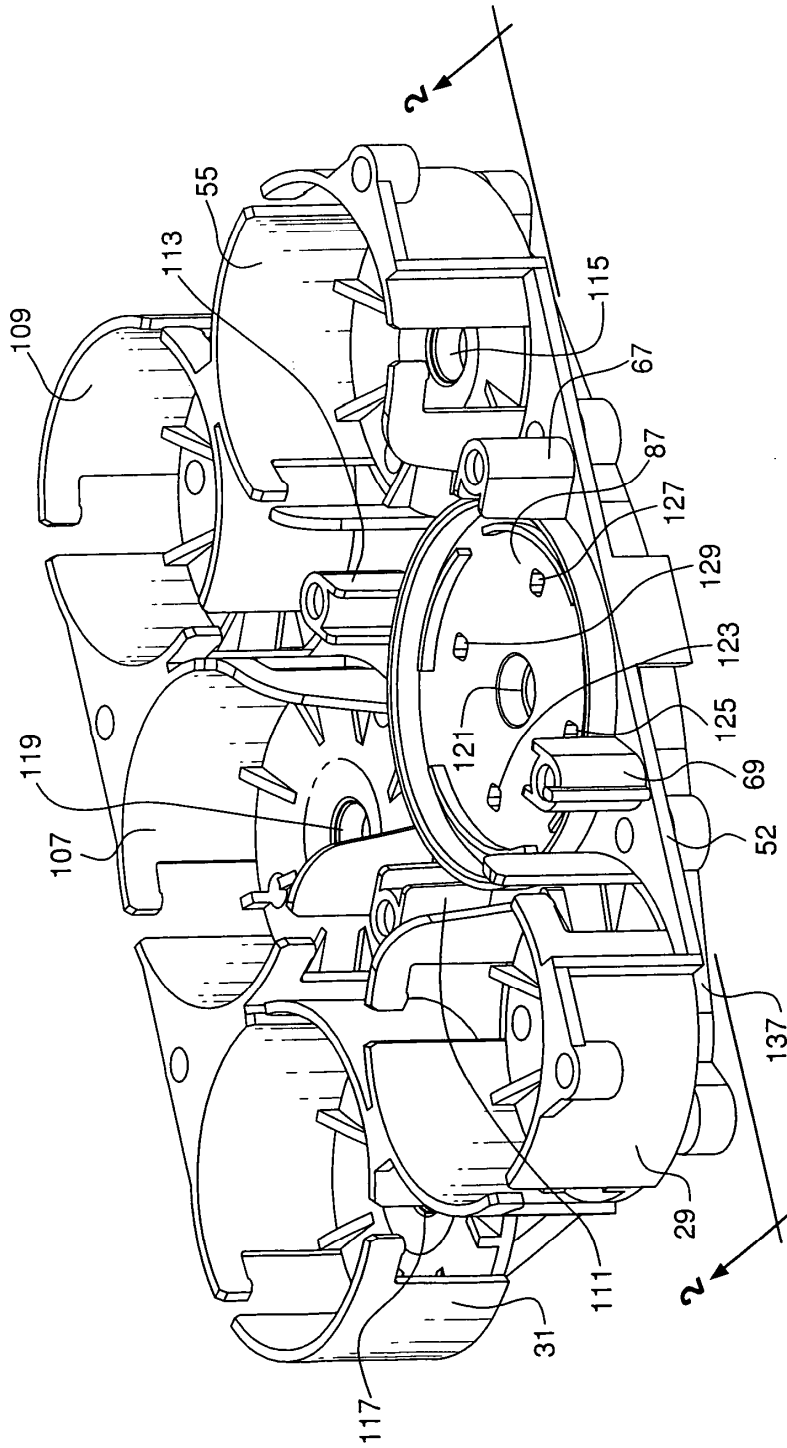


FIG. 7

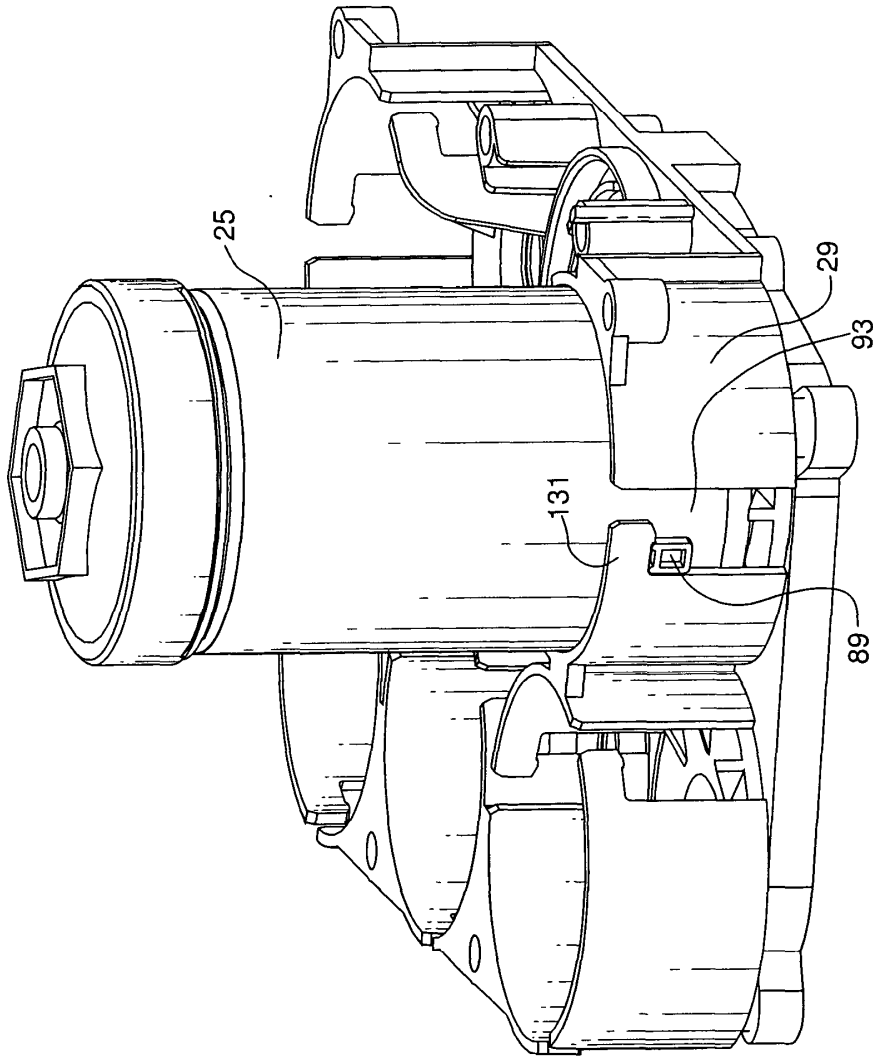


FIG. 8

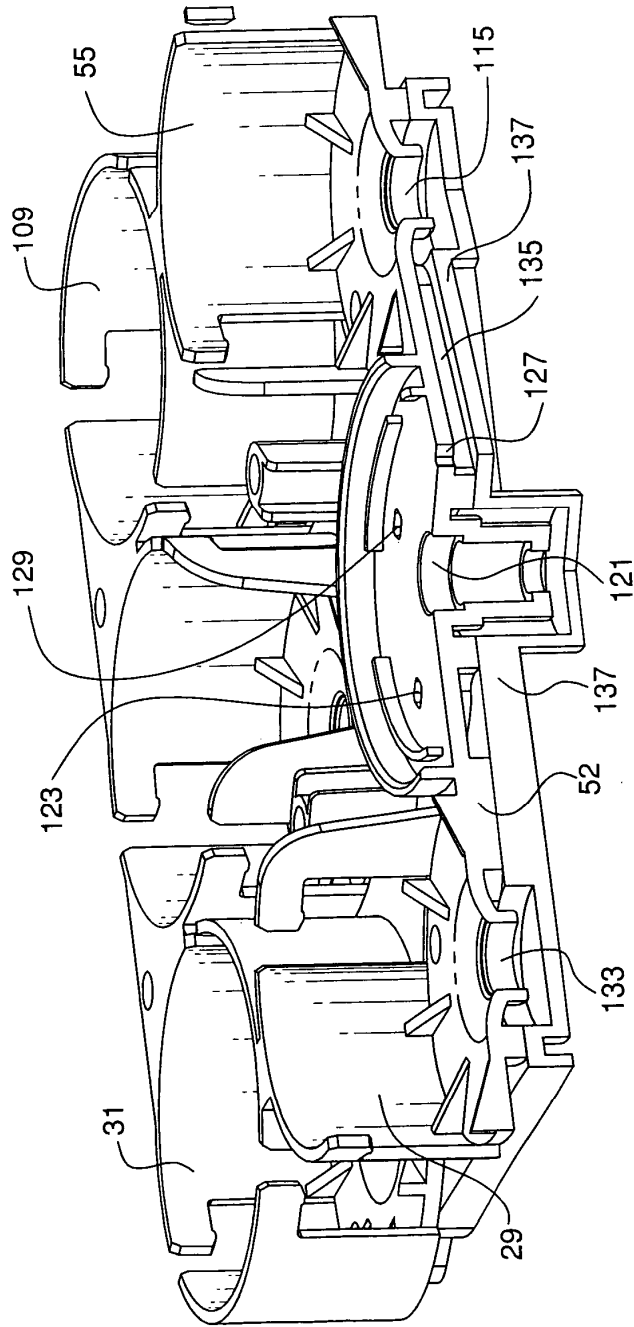


FIG. 9

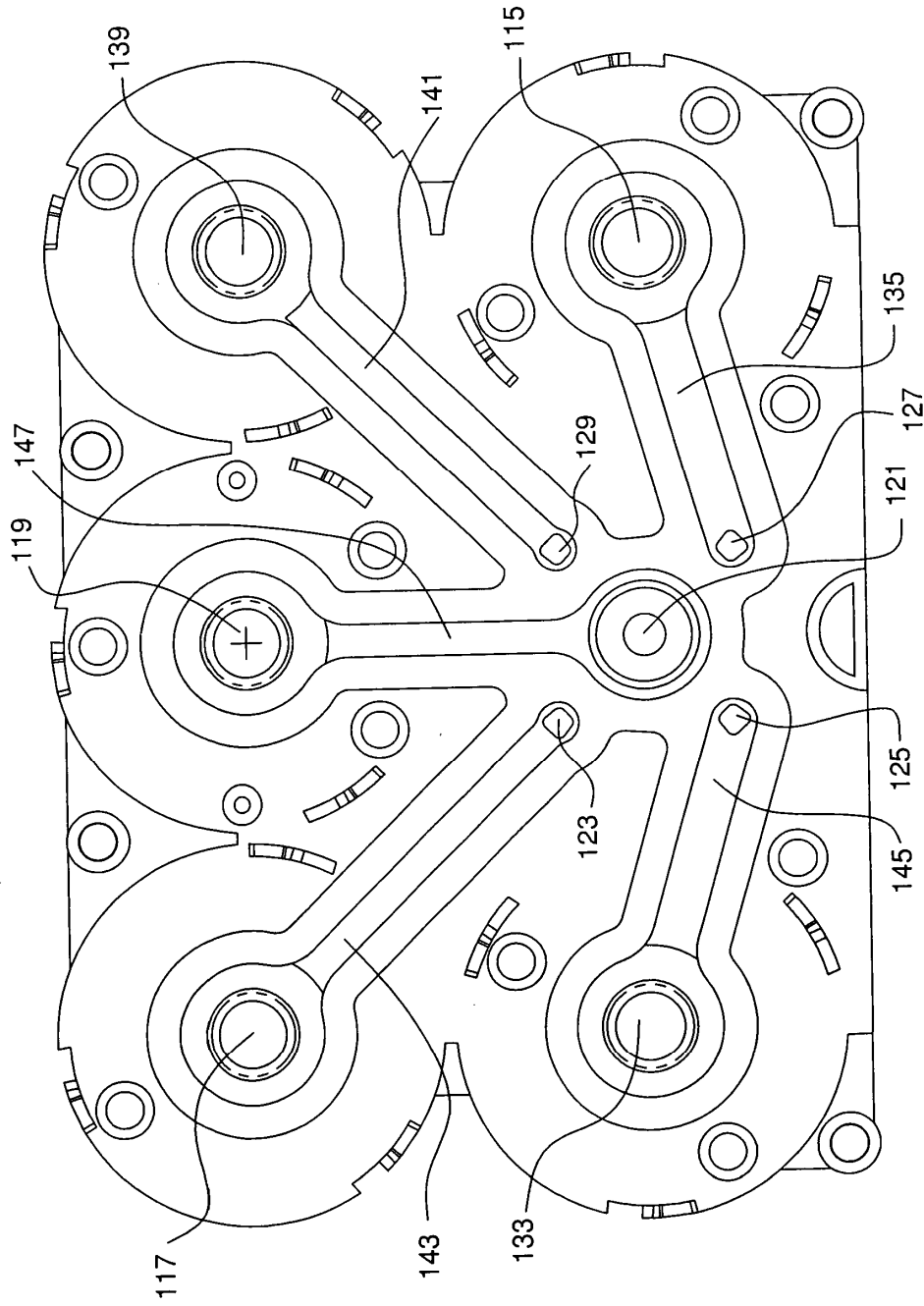
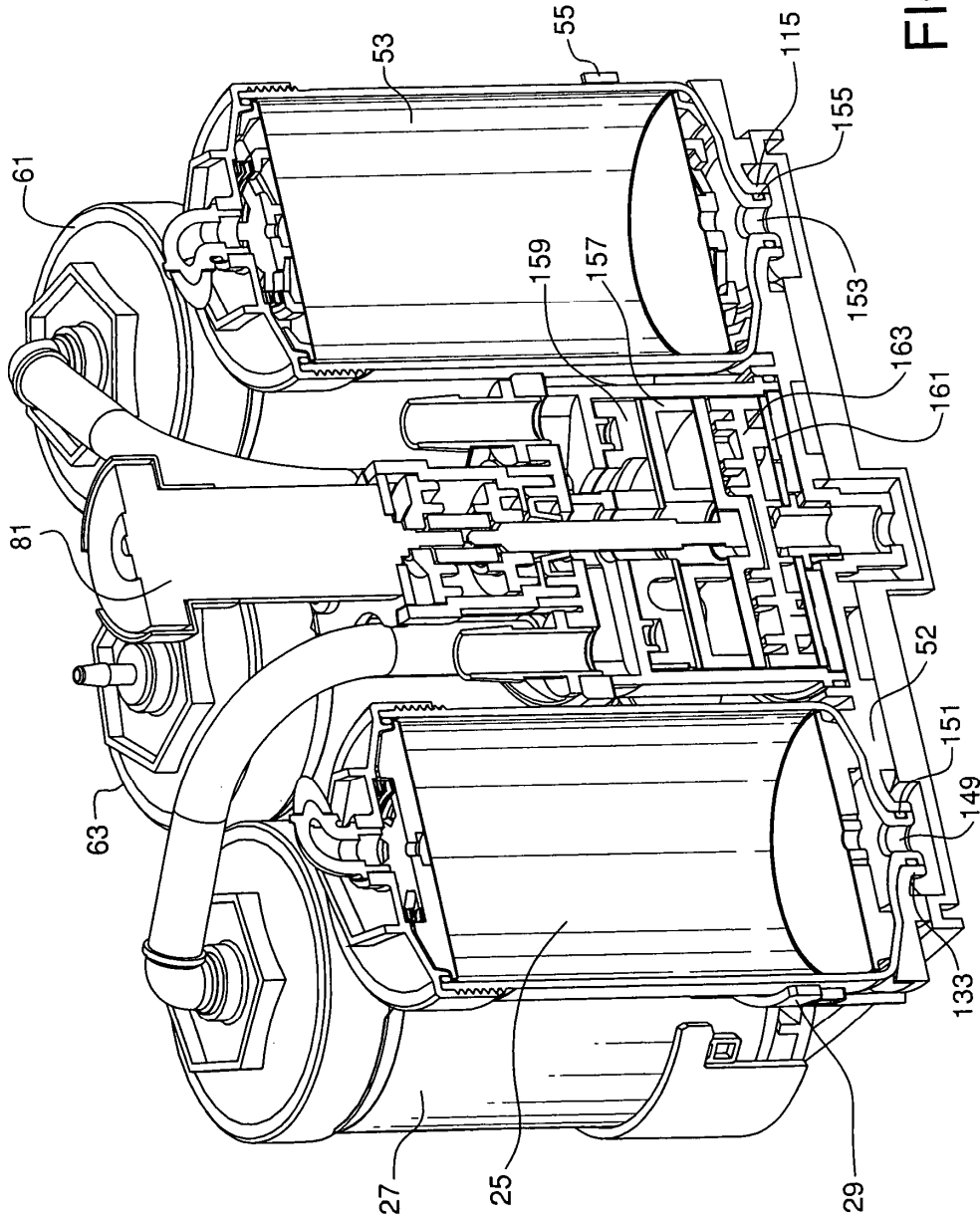


FIG. 10



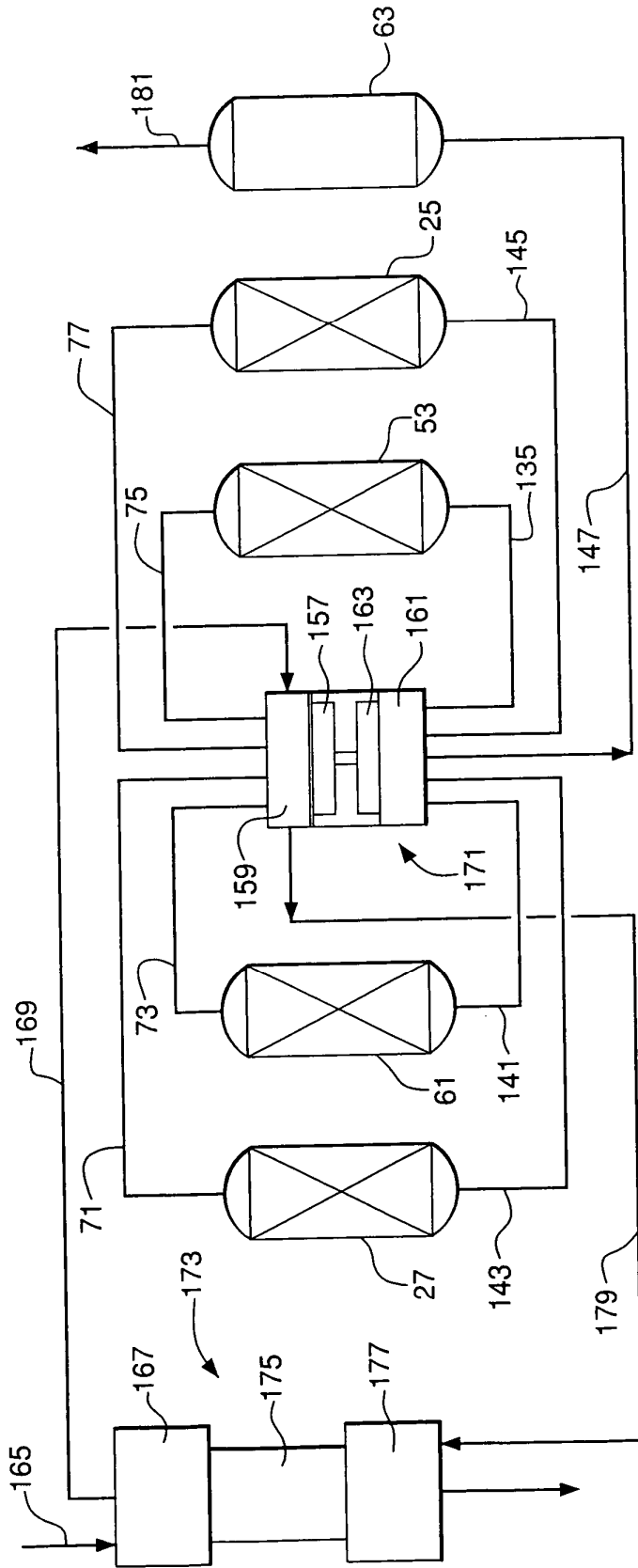


FIG. 12