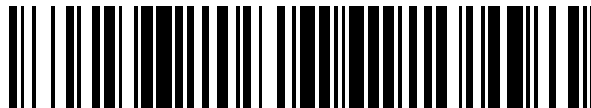


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 778**

51 Int. Cl.:

A61M 16/10 (2006.01)

B01D 53/053 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2004 E 04772650 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016 EP 1661596**

54 Título: **Aparato concentrador de oxígeno**

30 Prioridad:

26.08.2003 JP 2003301021

02.09.2003 JP 2003309861

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

22.06.2016

73 Titular/es:

**TEIJIN PHARMA LIMITED (100.0%)
1-1, UCHISAIWAICHO 2-CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO 100-8585, JP**

72 Inventor/es:

**NAWATA, HIDEO;
FUJIMOTO, NAOTOSHI;
KUROME, KANJI y
MATSUBARA, SADAKAZU**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 574 778 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

Aparato concentrador de oxígeno

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención versa sobre un aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión que usa un adsorbente que, preferentemente, adsorbe nitrógeno en vez de oxígeno y, en particular, versa sobre un aparato médico concentrador de oxígeno usado en la terapia de inhalación de oxígeno, que es un tratamiento para enfermedades respiratorias.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 En años recientes, ha venido creciendo el número de pacientes que padecen enfermedades respiratorias tales como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares. Uno de los métodos de terapia más efectivos para tales enfermedades respiratorias es la terapia de inhalación de oxígeno, que permite que el paciente inhale un gas con alta concentración de oxígeno o aire sobreoxigenado. Como fuente del con alta concentración de oxígeno o del aire sobreoxigenado suministrado el paciente (denominada "fuente de suministro de oxígeno" en esta memoria), un
15 aparato concentrador de oxígeno, oxígeno líquido, un tanque de gas con alta concentración de oxígeno y similares son muy conocidos, pero, entre otros, en vista de la conveniencia de su uso y de su facilidad de mantenimiento y manejo, en la terapia doméstica con oxígeno se usa principalmente el aparato concentrador de oxígeno.

- Aunque se conoce un aparato concentrador de oxígeno de tipo membrana que usa una membrana para la saturación selectiva con oxígeno, se usa de forma más generalizada un aparato concentrador de oxígeno de tipo
20 adsorción por oscilación de presión que usa un adsorbente que, preferentemente, adsorbe nitrógeno, y que puede proporcionar una mayor concentración de oxígeno.

- Métodos conocidos para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno generado en el aparato concentrador de oxígeno incluyen: un método para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno con un caudal constante continuamente; y un método para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno únicamente en una fase
25 inspiratoria; o en una porción de la fase inspiratoria, en sincronización con la respiración del paciente.

- Cuando el gas con alta concentración de oxígeno a un caudal constante es suministrado continuamente, el aparato concentrador de oxígeno está dotado de un dispositivo de ajuste del caudal para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno al caudal constante prescrito para el paciente. Este dispositivo de ajuste del caudal puede ser un dispositivo de ajuste del caudal de tipo orificio, un dispositivo de ajuste del caudal que use una válvula de
30 aguja y un dispositivo de ajuste del caudal de tipo retroalimentación usando un sensor del caudal. El dispositivo de ajuste del caudal de tipo orificio tiene una pluralidad de orificios de diferentes diámetros para que pueda seleccionarse uno de la pluralidad de orificios para obtener un caudal deseado en la condición de presión corriente arriba del orificio. El dispositivo de ajuste del caudal de tipo retroalimentación controla el grado de apertura de una válvula reductora en función de un valor de medición del sensor de caudal.

- 35 Además, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº S61-131756 y la publicación de patente japonesa con visto bueno de expediente nº H03-22185 dan a conocer un método de suministro de oxígeno para suministrar gas con alta concentración de oxígeno únicamente en una fase inspiratoria, o en una porción de la fase inspiratoria, en sincronización con la respiración del paciente, y un aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión con este método de suministro de oxígeno sincronizado con la respiración.

- 40 Además también, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2001-187145, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2003-144549 y la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2003-144550 dan a conocer una válvula mecánica reguladora de la presión que tiene un pistón y un muelle usados en el método de suministro de oxígeno de una manera continua o intermitente sincronizada con la respiración descrita más arriba.

- 45 Además también, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2000-352482, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2002-121010, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº H07-136272 y la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2002-45424 dan a conocer un aparato concentrador de oxígeno móvil o portátil alimentado por baterías que extiende el área de actividad del paciente y contribuye a una calidad de vida (CDV) mejorada.

- 50 Por otro lado, cuando el aparato concentrador de oxígeno suministra el gas con alta concentración de oxígeno al paciente, la concentración de oxígeno del gas con alta concentración de oxígeno puede reducirse debido a la degradación del adsorbente, a fallo del propio aparato concentrador, etcétera. El paciente no puede obtener suficiente efecto terapéutico con la concentración de oxígeno reducida del gas con alta concentración de oxígeno y, por lo tanto, resulta deseable dotar al aparato concentrador de oxígeno de un sensor de la concentración de oxígeno
55 para medir la concentración del gas con alta concentración de oxígeno.

Aunque normalmente se ha usado un sensor de la concentración de oxígeno de tipo zirconia como sensor de la concentración de oxígeno para medir la concentración de oxígeno del gas con alta concentración de oxígeno, la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2002-214012 y la publicación de patente japonesa pendiente de examen nº 2003-135601 dan a conocer un aparato medidor de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas.

5 En lo que sigue se describirán un principio de medición de la concentración del gas a través de un medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas.

10 Dos transductores ultrasónicos que pueden transmitir y recibir ondas ultrasónicas entre sí están dispuestos de manera opuesta en una conducción a través de la cual fluye un gas de gasógeno para que las ondas ultrasónicas puedan ser transmitidas y recibidas en la dirección de avance del flujo de gas. Suponiendo que la velocidad del sonido observada en este caso sea V_1 , que la velocidad del sonido en el gas inmóvil es C y que la velocidad del flujo del gas en la conducción es V , V_1 puede ser expresada mediante la siguiente fórmula (1):

$$V_1 = C + V \quad (1)$$

Entonces, la velocidad del sonido V_2 observada cuando las ondas ultrasónicas son transmitidas y recibidas en la dirección inversa del flujo de gas puede ser expresada por la siguiente fórmula (2):

$$V_2 = C - V \quad (2)$$

15 Por lo tanto, aunque la velocidad V de flujo del gas sea desconocida, la velocidad V de flujo del gas puede anularse sumando las fórmulas (1) y (2) y, en consecuencia, puede calcularse solo la velocidad C del sonido en el gas inmóvil por medio de la siguiente fórmula (3):

$$C = (V_1 + V_2) / 2 \quad (3)$$

20 Además, suponiendo que la temperatura del gas sea T , que la proporción del calor específico del gas sea k , la constante del gas sea R y el peso molecular medio del gas sea M , se sabe que la velocidad C del sonido en el gas inmóvil puede expresarse por medio de la siguiente fórmula (4):

$$C = \sqrt{\frac{kRT}{M}} \quad (4)$$

En la fórmula (4), k y R son constantes y el valor de C puede ser obtenido por la fórmula (3) y, por lo tanto, si solo se mide la temperatura T del gas, la fórmula (4) puede transformarse en la fórmula (5) para obtener el peso molecular medio M del gas:

$$M = kRT / C^2 \quad (5)$$

25 Así, por ejemplo, si el gas medido es un gas de dos componentes consistente en oxígeno y nitrógeno, suponiendo que la concentración de oxígeno sea x , la concentración de nitrógeno sea $1 - x$, que el peso molecular del oxígeno sea 32 y que el peso molecular del nitrógeno sea 28, la concentración de oxígeno x puede ser determinada usando la relación de la siguiente fórmula (6):

$$32x + 28(1 - x) = M \quad (6)$$

Además, un principio de la medición de un caudal en el aparato de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas en el que hay dos transductores ultrasónicos dispuestos de manera opuesta es como sigue.

30 Usando las fórmulas (1) y (2) anteriormente descritas, aunque la velocidad C del sonido en el gas inmóvil sea desconocida, la velocidad V de flujo del gas puede ser obtenida mediante la siguiente fórmula (7):

$$V = (V_1 - V_2) / 2 \quad (7)$$

35 Entonces, si se puede obtener la velocidad V de flujo del gas, el caudal del gas puede ser fácilmente obtenido multiplicándola por el área de la sección transversal de la conducción a través de la cual fluye el gas. Ya se conocen diferentes aparatos concentradores de oxígeno por los documentos EP 0 750 217 A, US 5 906 672 A, US 6 348 082 B, GB 2 113 114 A, US 4 648 888 A, DE 198 29 957 C y US 2002/038656 A.

Compendio de la invención

En un aparato concentrador de oxígeno usado en la terapia de inhalación de oxígeno, en particular en un aparato portátil concentrador de oxígeno, del que se requiere que sea de tamaño y peso reducidos, se desea que el número de partes sea tan bajo como sea posible. Una válvula mecánica de regulación de la presión usada en un concentrador convencional de oxígeno está constituido principalmente por un pistón, un muelle y un alojamiento, y su configuración requiere cierto tamaño para presentar sus características. Además, el alojamiento, que se forma de latón o aluminio, puede limitar la reducción en peso del aparato. Por lo tanto, para reducir el tamaño y el peso del aparato de suministro de oxígeno, es deseable omitir tal válvula mecánica reguladora de la presión. Sin embargo, la regulación de la presión es necesaria para suministrar al paciente el gas con alta concentración de oxígeno de manera estable.

Además, en el aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión, a medida que se reduce la presión de descarga del gas con alta concentración de oxígeno, también se reduce el consumo de energía. En consecuencia, en el caso del aparato portátil concentrador de oxígeno, puede usarse una batería de menor capacidad y, por lo tanto, todo el aparato puede reducirse en tamaño y en peso. Sin embargo, en la válvula mecánica de regulación de la presión, en la que la presión regulada es determinada mecánicamente por el tamaño del pistón y las características de retorno del muelle y, por lo tanto, que tienen que corresponder con una producción óptima con el máximo caudal de suministro de oxígeno, el consumo de energía puede aumentar innecesariamente cuando se hace funcionar el aparato con un pequeño caudal de oxígeno. Además, para ajustar la presión corriente arriba del regulador de caudal a un valor deseado, existe el problema de que la presión en el lado primario de la válvula reguladora de la presión o, en otras palabras, la presión en la salida de las columnas de adsorción del aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión tiene que ser puesta más alta y, en consecuencia, el consumo de energía puede aumentar más.

Además también, cuando el oxígeno es suministrado en sincronización con la respiración del usuario por una válvula electromagnética, que es usada como medio de ajuste del caudal, controlándose el caudal de oxígeno por un tiempo de apertura de la válvula electromagnética, si el caudal suministrado es bajo, el tiempo de apertura de la válvula electromagnética puede llegar a ser muy corto y, en particular, y dependiendo de la presión corriente arriba de la válvula electromagnética, el tiempo para permitir que fluya una cantidad deseada del gas con alta concentración de oxígeno puede ser sustancialmente igual al tiempo de respuesta de la válvula electromagnética y, en este tiempo, la válvula electromagnética puede no ser debidamente controlada.

Además también, como resulta evidente por el principio de la medición de la concentración y el caudal del gas por parte del medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas, cuando se mide la velocidad V_1 del sonido en la dirección de avance del flujo de gas y, a continuación, se mide la velocidad V_2 del sonido en la dirección inversa al flujo del gas, para anular la velocidad V de flujo del gas para determinar la concentración por la fórmula (3) anteriormente descrita, la velocidad V del flujo de gas, cuando se miden V_1 y V_2 , tiene que ser constante. Sin embargo, cuando el medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas es usado en el aparato concentrador de oxígeno sincronizado con la respiración, en el que el caudal del gas con alta concentración de oxígeno que fluye a través del medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas varía mucho entre el inicio y la parada del suministro del gas con alta concentración de oxígeno, existe un problema, porque el error de medición de la velocidad C del sonido con la fórmula (3) puede hacerse muy grande y, en consecuencia, la concentración de oxígeno puede no ser medida con precisión.

La presente invención ha sido hecha para resolver estos problemas y, por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato concentrador de oxígeno que comprende un mecanismo regulador de la presión que puede ajustar la presión del gas descargado de columnas de adsorción de un aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión sin usar una válvula mecánica de regulación de la presión, y que puede ajustar la presión al valor que resulte deseable.

La presente divulgación también da a conocer un aparato de suministro de gas del tipo sincronizado con la respiración que comprende un medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas que puede medir con precisión la concentración de oxígeno del gas de gasógeno.

Según la presente invención, se proporciona un aparato concentrador de oxígeno que comprende:

medios de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión que incluyen: al menos una columna de adsorción formada por un cilindro hueco que tiene unas tomas primera y segunda, llenándose el interior del cilindro hueco con un adsorbente para adsorber selectivamente nitrógeno en lugar de oxígeno; un medio de suministro de aire a presión conectado con la primera toma de la columna de adsorción y dispuesto para suministrar aire a presión a la columna de adsorción; un medio de evacuación conectado con la primera toma de la columna de adsorción y que permite la evacuación de la columna de adsorción; y un medio de conmutación para permitir que el medio de suministro de aire a presión y el medio de evacuación se comuniquen selectivamente con la primera toma, estando dispuesto el medio de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión para generar un gas con alta concentración de oxígeno repitiendo un procedimiento de adsorción, en el cual el medio de suministro de

aire a presión suministra aire a presión a la columna de adsorción para adsorber el nitrógeno del aire, y un procedimiento de regeneración, en el cual el medio de evacuación despresuriza la columna de adsorción para separar el nitrógeno adsorbido por la columna de adsorción para regenerar el adsorbente;

5 un conducto que se comunica por un extremo con la segunda toma del medio de concentración de oxígeno y está dispuesto para introducir en un usuario el gas con alta concentración de oxígeno generado por el medio de concentración de oxígeno desde la segunda toma;

un medio de ajuste del caudal proporcionado en el conducto y dispuesto para ajustar el caudal del gas con alta concentración de oxígeno generado por el medio de concentración de oxígeno;

10 un medio medidor de la presión dispuesto entre el medio de concentración de oxígeno y el medio de ajuste del caudal en el conducto y

un medio de control para controlar al menos el medio de conmutación del medio de concentración de oxígeno y el medio de ajuste del caudal,

15 en el que el medio de control está dispuesto para ajustar un ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración del medio de concentración de oxígeno para controlar la presión corriente arriba del medio de ajuste del caudal controlando el medio de conmutación en función de la presión del gas con alta concentración de oxígeno en el conducto medida por el medio medidor de la presión.

20 Según la presente invención, la presión corriente arriba del medio de ajuste del caudal puede ser ajustada sin usar una válvula mecánica de regulación de la presión y todo el aparato puede reducirse en tamaño y en peso. Además, a diferencia de la válvula mecánica convencional de regulación de la presión, la presión ajustada puede ser cambiada y la presión puede ser controlada hasta un valor óptimo para cada caudal regulado de antemano. En el aparato concentrador de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión, en el que, al reducirse la presión del suministro de oxígeno, también se reduce el consumo de energía, es posible reducir el consumo de energía. Además, en un aparato portátil concentrador de oxígeno que use una batería, puede reducirse el consumo de energía para que el tiempo de utilización del aparato concentrador de oxígeno pueda extenderse y/o el aparato pueda reducirse en tamaño y en peso.

Además, en el caso del método de suministro de oxígeno sincronizado con la respiración, en el que puede eliminarse la necesidad de una válvula reguladora de la presión y la presión puede ser controlada hasta un valor óptimo para cada caudal regulado de antemano, cuando el caudal es bajo, puede reducirse la presión corriente arriba de un medio de válvula de corte usado como medio de ajuste del caudal para que el tiempo de apertura de válvula pueda hacerse mayor que el tiempo de respuesta del medio de válvula de corte y que, en consecuencia, pueda mejorarse el control.

30 La presente divulgación también da a conocer un aparato de suministro de gas que comprende:

un medio para detectar la respiración de un usuario; y

35 una válvula de corte del caudal del gas de gasógeno que tiene una función para iniciar y detener la salida del gas de gasógeno en sincronización con la respiración del usuario en función del resultado de una detección,

comprendiendo además el aparato de suministro de gas un medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas que tiene dos transductores ultrasónicos dispuestos de manera opuesta en una conducción a través de la cual fluye el gas de gasógeno,

40 determinándose que el valor de concentración medido cuando se detiene la salida del gas de gasógeno es la concentración del gas de gasógeno.

45 Dado que la concentración de oxígeno es medida mientras la salida del flujo de gas de gasógeno está detenido en sincronización con la respiración del usuario, incluso en el aparato de suministro de gas del tipo sincronizado con la respiración, el medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas puede medir la concentración de oxígeno del gas de gasógeno con precisión.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de una realización preferente de la presente invención;

la Fig. 2 es un diagrama explicativo de un concentrador de oxígeno del tipo de dos columnas;

la Fig. 3 es un diagrama explicativo de un concentrador de oxígeno del tipo de múltiples columnas;

50 la Fig. 4 es un diagrama que muestra un ejemplo de una sección de ajuste del caudal (de tipo continuo);

la Fig. 5 es un diagrama que muestra un ejemplo de una sección de ajuste del caudal (de un tipo con sincronización respiratoria);

la Fig. 6 es una vista esquemática de otra realización de la presente invención;

5 la Fig. 7 es un diagrama que muestra un ejemplo de una sección de ajuste del caudal (que se conmuta entre los tipos con sincronización respiratoria /continuo);

la Fig. 8 es un diagrama que muestra un ejemplo de una sección de ajuste del caudal (que se conmuta entre los tipos con sincronización respiratoria /continuo);

la Fig. 9 es un diagrama esquemático de un aparato concentrador de oxígeno usado en un experimento;

10 la Fig. 10 es un diagrama esquemático de bloques de un aparato de suministro de gas del tipo de sincronización con la respiración; y

la Fig. 11 es un diagrama esquemático de bloques de un medio de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas.

Mejor modo de realización de la invención

En lo que sigue se describirán realizaciones preferentes de la presente invención con referencia a los dibujos.

15 Con referencia a la Fig. 1, un aparato concentrador 100 de oxígeno según una realización preferente de la presente invención comprende como componentes principales: una sección 110 de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión; un sensor 122 de presión; un sensor 124 de la concentración de oxígeno; una
20 sección 140 de ajuste del caudal; una sección 160 de regulación del caudal; y una sección 150 de control para controlar el efecto de la sección 110 de concentración de oxígeno y la sección 140 de ajuste del caudal, y la sección 110 de concentración de oxígeno, el sensor 122 de presión, el sensor 124 de la concentración de oxígeno y la
25 sección 140 de ajuste del caudal están dispuestos a lo largo de un conducto 130. Puede proporcionarse un depósito tampón 120 para almacenar temporalmente gas con alta concentración de oxígeno generado en la sección 110 de concentración de oxígeno entre la sección 110 de concentración de oxígeno y la sección 140 de ajuste del caudal a lo largo del conducto 130. Según se describe más abajo, en particular, cuando se suministra gas para respiración en
30 sincronización con la respiración del usuario, el uso del depósito tampón 120 permite una reducción en la cantidad máxima de generación de gas con alta concentración de oxígeno de la sección 110 de concentración de oxígeno. El gas con alta concentración de oxígeno generado por la sección 110 de concentración de oxígeno es introducido en la nariz del paciente a través del depósito tampón 120, el sensor 122 de presión, el sensor 124 de la concentración de oxígeno y la sección 140 de ajuste del caudal a lo largo del conducto 130 y por medio de una cánula nasal NP. El
35 sensor 124 de la concentración de oxígeno puede ser un sensor semiconductor que comprende un semiconductor, cuyo valor de resistencia varía según la concentración del gas con alta concentración de oxígeno. La concentración de oxígeno del gas con alta concentración de oxígeno puede controlarse ajustando el número de revoluciones de un compresor de la sección 110 de concentración de oxígeno en función del valor de la medición del sensor 124 de la
40 concentración de oxígeno.

35 La sección 110 de concentración de oxígeno comprende al menos: una columna de adsorción que se llena con un adsorbente para adsorber selectivamente nitrógeno; y un compresor para suministrar aire comprimido a la columna de adsorción, y concentra oxígeno ejecutando alternativamente: (1) un procedimiento de adsorción para introducir el
40 aire comprimido en dicha columna de adsorción y adsorber el nitrógeno en un estado presurizado para obtener el gas con alta concentración de oxígeno; y (2) un procedimiento de regeneración para reducir la presión interna en la columna de adsorción para separar el nitrógeno del adsorbente para regenerarlo. La sección 110 de concentración de oxígeno puede ser de tipo adsorción por oscilación de presión aplicada, de tipo oscilación de presión de vacío, o de tipo oscilación de presión aplicada y de vacío, dependiendo del intervalo de oscilación de presión en la columna de adsorción.

45 La columna de adsorción puede comprender un miembro columnario hueco formado de un material que tiene poca permeabilidad, tal como metal, y el adsorbente puede ser un tamiz molecular de zeolita cristalina, que tiene adsorcividad selectiva al nitrógeno. Esta zeolita es, preferentemente, una zeolita que tiene un elemento metálico como un catión que incluye, por ejemplo, zeolita de sodio X, zeolita de litio X y similares.

50 La sección 110 de concentración de oxígeno puede ser de múltiples columnas, con una, dos, tres o más columnas de adsorción. La Fig. 2 muestra un ejemplo de una sección de concentración de oxígeno del tipo de dos columnas, pudiendo comprender la sección 110 de concentración de oxígeno: dos columnas 10 de adsorción; un compresor 12 que constituye un medio de suministro de aire a presión; una bomba 14 de vacío que constituye un medio de evacuación; válvulas 16 de conmutación de tres vías y llaves 18 de paso que constituyen el medio de conmutación; y conducciones para conectar entre estos elementos. Los procedimientos de adsorción y regeneración de las
55 columnas 10 de adsorción pueden ser controlados conmutando la apertura y el cierre de las válvulas 16 de conmutación de tres vías y las llaves 18 de paso.

Como es evidente por la Fig. 2, las columnas 10 de adsorción tienen unas primeras tomas, que se comunican con el compresor 12 como medio de suministro de aire a presión y con la bomba 14 de vacío como medio de evacuación, y unas segundas tomas, que se comunican con el conducto 130. Aquí, el compresor 12 puede ser usado como medio de evacuación de una manera combinada. Además, el medio de evacuación puede ser simplemente un tubo de escape para descargar gas nitrógeno a la atmósfera.

La Fig. 3 muestra un ejemplo de una sección de concentración de oxígeno de tipo de múltiples columnas, en el que la sección 110 de concentración de oxígeno comprende: una pluralidad de (cuatro en el ejemplo de la Fig. 3) columnas 20 de adsorción, un compresor 22 que constituye un medio de presurización; una bomba 24 de vacío que constituye el medio de evacuación; y una válvula rotativa 26 que se comunica con cada columna 20 de adsorción. En este ejemplo, la válvula rotativa 26 constituye un medio de conmutación, para que las columnas 22 de adsorción puedan ser conmutadas entre los procedimientos de adsorción y regeneración mediante la rotación de la válvula rotativa 26.

Como es evidente por la Fig. 3, las columnas 20 de adsorción también tienen unas primeras tomas que se comunican con el compresor 22 como medio de suministro de aire a presión y con la bomba 24 de vacío como medio de evacuación, y unas segundas tomas, que se comunican con el conducto 130. Aquí también puede usarse el compresor 22 como medio de evacuación de manera combinada. Además, el medio de evacuación puede ser simplemente un tubo de escape para descargar gas nitrógeno a la atmósfera.

El paciente o usuario puede regular la caudal de salida desde la cánula nasal NP por la sección 160 de regulación del caudal. A título de ejemplo, la sección 160 de regulación del caudal puede comprender un conmutador giratorio (no mostrado) o un potenciómetro (no mostrado), cuya posición de regulación corresponde al caudal, y la sección 160 de regulación del caudal especifica el caudal del gas con alta concentración de oxígeno que sale de la cánula nasal NP hacia la sección 150 de control. La sección 150 de control lee el caudal regulado por el regulador 160 de caudal. Según se describe más abajo, la sección 150 de control controla la sección 110 de concentración de oxígeno y la sección 140 de ajuste del caudal para que pueda salir por la cánula nasal NP el caudal regulado por el regulador 160 de caudal.

Con referencia a la Fig. 4, en una realización de la presente invención, la sección 140 de ajuste del caudal comprende: una válvula reductora 30; y un sensor 32 de caudal dispuesto corriente abajo de la válvula reductora 30. La válvula reductora 30 comprende: un elemento de válvula que puede ser amovible entre una posición abierta, en la que la válvula está completamente abierta, y una posición cerrada, en la que la válvula está completamente cerrada; un muelle que empuja a dicho elemento de válvula hacia dicha posición cerrada; y un solenoide conectado con la sección 150 de control, y la válvula reductora 30 puede actuar como una válvula proporcional de tipo solenoide que puede posicionar infinitamente dicho elemento de válvula entre dichas posiciones abierta y cerrada en proporción a un valor de corriente de control suministrada desde la sección 150 de control a dicho solenoide. El sensor 32 de caudal puede comprender un caudalímetro de hilo caliente, un caudalímetro de presión diferencial, un caudalímetro de tipo supersónico, un caudalímetro de engranajes y similares conectado con la sección 150 de control.

La sección 150 de control cambia el valor de la corriente suministrada a dicho solenoide en función del caudal medido por el sensor 32 de caudal para controlar el grado de apertura de la válvula reductora 30 para que el gas con alta concentración de oxígeno del caudal regulado por el regulador 160 de caudal salga continuamente desde la cánula nasal NP. Aquí, el sensor 32 de caudal no siempre tiene que ser proporcionado corriente abajo de la válvula reductora 30, sino que puede estar dispuesto entre la sección 110 de concentración de oxígeno y la válvula reductora 30. Lo esencial es que el sensor 32 de caudal esté dispuesto en una posición apropiada a lo largo del conducto 130 en el que pueda medirse con precisión el caudal del gas con alta concentración de oxígeno que sale de la cánula nasal NP.

Mientras el gas con alta concentración de oxígeno generado por la sección 110 de concentración de oxígeno es ajustado a un caudal constante específico por la sección 140 de ajuste del caudal y suministrado al paciente, el sensor 122 de presión mide la presión en el conducto 130. El resultado de la medición es enviado a la sección 150 de control y, en función del resultado de la medición, la sección 150 de control ajusta un ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración de las columnas 20 de adsorción de la sección 110 de concentración de oxígeno para controlar la presión en el conducto. Más específicamente, si el ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración se vuelve más rápido, se reduce la presión del gas con alta concentración de oxígeno descargado de la sección 110 de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión, y si el ciclo se vuelve más lento, la presión aumenta. Por lo tanto, la presión en el conducto puede ser controlada a una presión específica acelerando el ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración cuando se aumenta la presión en el conducto y decelerando el ciclo cuando se reduce la presión.

En el caso de un medio de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión de tipo de múltiples columnas, en el que las columnas 20 de adsorción estén conectadas con los medios de presurización y despresurización 22, 24 por medio de la válvula rotativa 26, la sección 150 de control puede controlar la presión en el conducto ajustando la velocidad de rotación de la válvula rotativa en función de la información de presión medida por el sensor 122 de presión.

La información de presión medida por el sensor 122 de presión y enviada luego a la sección 150 de control es sometida preferentemente a un procedimiento de media móvil en la sección 150 de control. El ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración de la sección 110 de concentración de oxígeno puede ser ajustado para que el valor de la presión después del procedimiento de media móvil sea un valor de presión diana. En el medio de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión, en el que la presión del gas con alta concentración de oxígeno descargado de las columnas de adsorción fluctúa según el ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración, la presión en el conducto puede ser controlada de modo más estable ejecutando el procedimiento de media móvil. El procedimiento de media móvil puede eliminar los componentes de fluctuación. Cuando el depósito tampón 120 es pequeño, la oscilación de la presión es significativa y hace difícil controlar la presión de forma estable, pero el control estable puede ser posible ejecutando el procedimiento de media móvil para eliminar los componentes de fluctuación. Elimina la necesidad de aumentar el tamaño del tampón 120 para suprimir la oscilación de la presión y es ventajoso en términos de miniaturización.

Por lo tanto, una carga en la sección 110 de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión puede ser reducida seleccionando una presión mínima apropiada para cada valor regulado de caudal. Aquí, una vez que se determinan la concentración de oxígeno y el caudal del gas con alta concentración de oxígeno suministrado por la sección 110 de concentración de oxígeno, también se determina en consonancia la producción del medio de presurización y despresurización. El valor de producción puede ser obtenido por anticipado, y las respectivas salidas de los medios de presurización y despresurización pueden ser controladas por la sección 150 de control según la regulación de la sección 160 de regulación del caudal. Al aumentar el caudal del gas con alta concentración de oxígeno, o al aumentar la concentración del gas con alta concentración de oxígeno, aumenta la producción de los medios de presurización y despresurización.

A continuación, se describirá otro ejemplo de una sección 140 de ajuste del caudal con referencia a la Fig. 5. En la realización de la Fig. 5, una sección 150 de control del caudal comprende una válvula 40 de corte y un sensor 42 de presión que está dispuesto corriente abajo de la válvula 40 de corte como medio de detección de la fase respiratoria del paciente, y suministra gas con alta concentración de oxígeno solo en una fase inspiratoria o en una porción de una fase inspiratoria. La válvula 40 de corte comprende: un elemento de válvula que puede ser selectivamente amovible entre una posición abierta, en la que la válvula está completamente abierta, y una posición cerrada, en la que la válvula está completamente cerrada; un muelle que empuja a dicho elemento de válvula hacia dicha posición cerrada; y un solenoide conectado con la sección 150 de control, y la válvula 40 de corte puede actuar como una válvula de corte de tipo solenoide en la que dicho elemento de válvula es movido a dicha posición abierta cuando la sección 150 de control suministra corriente a dicho solenoide. El sensor 42 de presión puede ser un transductor de presión de tipo semiconductor y similares, conectado con la sección 150 de control. Dado que el aire espiratorio fluye a la cánula, aumentando su presión interna cuando el usuario está en una fase espiratoria, y que el aire de la cánula fluye fuera de la cánula cuando el usuario está en una fase inspiratoria, el inicio de la fase inspiratoria puede ser detectado leyendo este cambio. El punto en el que la presión en el conducto 130 cambia de presión positiva a presión negativa puede ser determinado como el punto de inicio de la fase inspiratoria en función de la salida del sensor 42 de presión, y el gas con alta concentración de oxígeno puede ser suministrado únicamente en la fase inspiratoria o en una porción de la fase inspiratoria para que pueda aumentar la eficiencia de la utilización del gas con alta concentración de oxígeno por parte del paciente.

En lo que sigue se ilustrará un ejemplo de un control en tal configuración. En un intervalo temporal en el que es constante un caudal por minuto, que se calcula en función del caudal regulado por la sección 160 de regulación del caudal y del inicio de la fase inspiratoria detectado por el sensor 42 de presión como medio de detección de las fases respiratorias, la válvula 40 de corte es abierta durante un periodo de tiempo específico en sincronización con el inicio de la fase inspiratoria. Aquí, el caudal por minuto puede darse mediante la siguiente fórmula (8):

$$Q = n \times q \quad (8)$$

en la que,
 Q es un caudal por minuto (cm^3/min),
 n es una frecuencia respiratoria ($1/\text{min}$), y
 q es un caudal suministrado mientras la válvula electromagnética se abre una vez (cm^3).

Por lo tanto, para hacer constante el caudal Q por minuto, si aumenta la frecuencia respiratoria n por minuto, puede reducirse el caudal q suministrado mientras la válvula electromagnética se abre una vez y, si se reduce la frecuencia respiratoria n por minuto, puede aumentar el caudal q suministrado mientras la válvula electromagnética se abre una vez. Aquí, el caudal Q por minuto puede ser dado por la 160 de regulación del caudal como un caudal regulado de antemano, y la frecuencia respiratoria n por minuto puede ser calculada de los varios intervalos temporales anteriores de la fase inspiratoria detectada por el sensor 42 de presión. Por lo tanto, el caudal q suministrado mientras la válvula electromagnética es abierta una vez puede estar dado por la siguiente fórmula (9):

$$q = Q' / n \quad (9)$$

en la que,

Q' es un caudal regulado de antemano (cm^3/min).

Por otro lado, el intervalo temporal de apertura de la válvula 40 de corte, a partir del cual se calcula el caudal q suministrado mientras la válvula electromagnética es abierta una vez, depende de la diferencia de presión entre los lados corriente arriba y corriente abajo de la válvula 40 de corte. Aquí, la corriente abajo de la válvula 40 de corte está conectada con la cánula nasal NP y puede suponerse que la presión en el lado corriente abajo de la válvula 40 de corte sea aproximadamente la presión atmosférica. Por lo tanto, el caudal q depende principalmente de la presión en el lado corriente arriba de la válvula 40 de corte. Si la presión corriente arriba de la válvula 40 de corte o, en otras palabras, la presión en la salida del depósito tampón 120 es controlada para que sea constante, el intervalo temporal de apertura para dar un caudal deseado q puede ser calculado automáticamente una vez que se determinen el caudal Q' regulado de antemano y la frecuencia respiratoria n por minuto.

Ha de hacerse notar aquí que, a medida que aumente la presión en el lado corriente arriba de la válvula 40 de corte, el intervalo temporal de apertura de la válvula 40 de corte tiene que ser reducido en consonancia y que, cuando la presión corriente arriba de la válvula 40 de corte se vuelve demasiado elevada, el control de la válvula 40 de corte puede degradarse. En tales casos, se regula la presión que ha de controlarse para que tenga un valor reducido según cada caudal Q' regulado de antemano.

Además, en esta realización, en particular, puede seleccionarse una capacidad apropiada del depósito tampón 120 en función del valor máximo del caudal q suministrado mientras se abre una vez la válvula electromagnética.

A continuación se describirá una realización adicional de la presente invención con referencia a la Fig. 6.

Un aparato concentrador 200 de oxígeno según la realización mostrada en la Fig. 6 comprende, como componentes principales: una sección 210 de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión; un sensor 222 de presión; un sensor 224 de la concentración de oxígeno; una sección 240 de ajuste del caudal; una sección 260 de regulación del caudal; una sección 270 de selección del método de suministro de oxígeno; una sección 210 de concentración de oxígeno; y una sección 250 de control para controlar el efecto de la sección 250 de ajuste del caudal, y la sección 210 de concentración de oxígeno, el sensor 222 de presión, el sensor 224 de la concentración de oxígeno, y la sección 240 de ajuste del caudal están dispuestos a lo largo de un conducto 230. Puede proporcionarse, entre la sección 210 de concentración de oxígeno y la sección 240 de ajuste del caudal a lo largo del conducto 230, un depósito tampón 220 para almacenar temporalmente gas con alta concentración de oxígeno generado en la sección 210 de concentración de oxígeno.

Esta realización está configurada de forma sustancialmente similar a la de la Fig. 1, salvo en que esta realización comprende la sección 270 de selección del método de suministro de oxígeno para conmutar el método de suministro de oxígeno entre el modo de suministro continuo y el modo de suministro síncrono descrito más arriba. Por lo tanto, en lo que sigue solo se describirá la diferencia con respecto a la realización de la Fig. 1.

La sección 270 de selección del método de suministro de oxígeno puede comprender un conmutador que tiene al menos dos posiciones correspondiente al modo síncrono y al modo continuo descritos más arriba y que está conectado con la sección 250 de control para que el paciente o usuario pueda seleccionar el método de suministro del gas con alta concentración de oxígeno entre el modo síncrono, en el que el gas con alta concentración de oxígeno es suministrado intermitentemente en sincronización con la respiración del usuario, y el modo continuo, en el que el gas con alta concentración de oxígeno es suministrado continuamente.

Por otro lado, según se muestra en la Fig. 7, a título de ejemplo, la sección 240 de ajuste del caudal comprende: un sensor 50 de caudal; una válvula 52 de conmutación de tres vías; una válvula 54 de corte; un sensor 58 de presión; una conducción ramificada 132 que se bifurca del conducto 230 por medio de la válvula 52 de conmutación de tres vías y que se une con el conducto 230 entre la válvula 54 de corte y el sensor 58 de presión; y un orificio variable 56 que se proporciona en la conducción ramificada 132. En el orificio variable 56, en el que hay dispuesta una pluralidad de orificios, cada uno de los cuales tiene un diámetro de agujero por el que puede pasar un caudal específico bajo una presión corriente arriba controlada en un valor constante, como un disco concéntrico, pudiendo estar dispuesto un orificio concéntricamente con el conducto rotando el disco para restringir el flujo del gas con alta concentración de oxígeno para que pueda suministrarse al paciente continuamente el gas con alta concentración de oxígeno de un caudal deseado.

Cuando se selecciona el modo de suministro sincronizado con la respiración, la válvula 54 de corte se abre y se cierra en el intervalo temporal de apertura calculado en función de información procedente de la sección 260 de regulación del caudal y de información procedente del sensor 58 de presión, que constituye el medio de detección de las fases respiratorias. Cuando se selecciona el modo de suministro continuo, la orificio o el medio de la válvula reductora puede ser configurado para suministrar un caudal según la sección 260 de regulación del caudal. Permite que el paciente seleccione el preferido entre el suministro de oxígeno intermitente sincronizado con la respiración y el suministro de oxígeno continuo.

La Fig. 8 muestra una variación de la realización de la Fig. 7. En la realización de la Fig. 8, la sección 240 de ajuste del caudal comprende: una válvula reductora 62; un sensor 60 de caudal; y un sensor 64 de presión como medio de detección de las fases respiratorias. Cuando se selecciona el modo síncrono para suministrar en sincronización con

la respiración, la válvula reductora 62 es controlada entre los estados completamente abierto y completamente cerrado en función de información procedente del regulador 260 de caudal y de información procedente del sensor 64 de presión para suministrar oxígeno de manera intermitente sincronizada con la respiración. Cuando se selecciona el modo de suministro continuo, la válvula reductora 62 puede ser controlada en función de información procedente de la sección 260 de regulación del caudal y del sensor 60 de caudal para suministrar un caudal específico.

La Fig. 9 muestra un aparato usado para un experimento. En la Fig. 9, el aparato concentrador 300 de oxígeno comprende: una sección 310 de concentración de oxígeno de tipo oscilación de presión; un depósito tampón 320; un sensor 322 de presión para medir la presión en el depósito tampón 320; una sección 340 de ajuste del caudal; una sección 360 de regulación del caudal; una sección 370 de selección del método de suministro de oxígeno; y una sección 350 de control para controlar el efecto de la sección 310 de concentración de oxígeno y de la sección 340 de ajuste del caudal. La sección 310 de concentración de oxígeno es un concentrador de oxígeno de tipo oscilación de presión aplicada y de vacío de cuatro columnas que comprende: cuatro columnas 312 de adsorción; un compresor 314 que puede aumentar y reducir la presión; y una válvula rotativa 316 y que genera gas con alta concentración de oxígeno a una concentración de oxígeno del 90% al caudal de 1000 cm³/min.

Además, la sección 340 de ajuste del caudal comprende: un sensor 342 de caudal de tipo ultrasónico; una válvula reductora 344; y un sensor 346 de presión que constituye el medio de detección de las fases respiratorias. La válvula reductora 344 comprende una válvula proporcional de tipo solenoide que tiene un diámetro de orificio máximo de $\varnothing 1,7$ mm. El sensor 346 de presión tiene un intervalo de medición de la presión de ± 75 Pa, y se determina el punto en el que la presión medida por el sensor 346 de presión cambia de presión positiva a presión negativa como punto de inicio de la fase inspiratoria. Además, la salida del sensor 322 de presión experimenta un procedimiento de media móvil de 20 segundos, y se ajusta el número de revoluciones de la válvula rotativa 316 para que el valor de la media móvil sea 20 kPa.

El método de suministro de oxígeno fue puesto en el modo sincronizado con la respiración por la sección 370 de selección del método de suministro de oxígeno y el caudal fue regulado de antemano a 3000 cm³/min por la sección 360 de regulación del caudal. Con base en la idea de que el oxígeno suministrado en el tiempo espiratorio se desperdicia y que, por lo tanto, el oxígeno debería ser suministrado únicamente en el tiempo inspiratorio y con base además en el hecho de que la proporción entre la inspiración y la espiración de la respiración humana es generalmente 1:2, el caudal sustancial suministrado fue regulado a 1000 cm³/min. Aquí, la proporción entre la inspiración y la espiración de la respiración humana no siempre está limitado a 1:2.

Dado que el depósito tampón 320 tenía una capacidad de 250 cm³ y que el medio 344 de la válvula reductora tenía un diámetro de orificio de $\varnothing 1,7$ mm, el depósito tampón 320 podría tener una presión media de 20 kPa para suministrar la cantidad requerida para el caudal regulado de antemano de 3000 cm³/min (el caudal sustancial de 1000 cm³/min) en el modo de suministro en sincronización con la respiración. Por ejemplo, si el caudal es regulado de antemano a 5000 cm³/min (el caudal sustancial de 1670 cm³/min), se requiere una presión media del depósito tampón 320 de 40 kPa. En este caso, se utilizó una curva de regresión que había sido derivada de datos medidos por anticipado en un experimento para calcular un intervalo temporal apropiado mientras la válvula fue abierta una vez a partir del caudal regulado de antemano y la frecuencia respiratoria.

Una bomba de presión negativa y una válvula electromagnética que fue abierta y cerrada reiteradamente a intervalos específicos periódicamente generaron presión negativa en el extremo de la cánula nasal NP a modo de respiración artificial. En sincronización con el inicio de la fase inspiratoria de la respiración artificial detectada por el sensor 346 de presión, la sección 350 de control abrió y cerró la válvula reductora 344 entre los estados completamente abierto y completamente cerrado para suministrar oxígeno. La válvula reductora 344 fue abierta y cerrada en un intervalo temporal que permitía que fuera constante el caudal por minuto que se calculó a partir del caudal regulado de antemano de 3000 cm³/min y la frecuencia respiratoria/min, o, en este caso, que fuera de 1000 cm³/min. En este momento, el caudal por minuto medido realmente suministrado al usuario fue de aproximadamente 1000 cm³/min.

Por otro lado, el método de suministro de oxígeno fue puesto, por medio de la sección 370 de selección del método de suministro de oxígeno, en el modo de suministro continuo, en el que el gas con alta concentración de oxígeno fue suministrado continuamente. En este momento, el medio 344 de la válvula reductora fue controlado para que el valor de caudal medido por el sensor 342 de caudal fuera el caudal regulado de antemano de 3000 cm³/min. Aquí, cuando el oxígeno fue suministrado continuamente, el gas con alta concentración de oxígeno fue suministrado a un caudal que había sido regulado por la sección 360 de regulación del caudal y, por lo tanto, el compresor 314 fue controlado para generar un caudal de salida de 3000 cm³/min. En consecuencia, el caudal medido realmente que fue suministrado continuamente fue de 3000 cm³/min.

La Fig. 10 muestra un aparato de suministro de gas de tipo de sincronización respiratoria.

En la Fig. 10, un aparato concentrador 400 de oxígeno comprende: un medio 406 de concentración de oxígeno que separa el oxígeno del aire; un compresor 404 que suministra el aire como gas fuente al medio 406 de concentración de oxígeno; un filtro 402 que elimina el polvo incluido en el aire suministro al medio 406 de concentración de

5 oxígeno; un medio 408 de ajuste de la presión del gas que ajusta la presión del gas con alta concentración de oxígeno como gas de gasógeno; un medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas; una válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas de gasógeno; un medio 414 de detección de la respiración que detecta la respiración del usuario; y, además, un controlador principal 416 que está conectado eléctricamente para controlar estos componentes.

La Fig. 11 muestra una configuración esquemática del medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas.

10 Hay dos transductores ultrasónicos 420 que pueden transmitir y recibir ondas ultrasónicas dispuestos en ambos extremos de una conducción 422 que constituye una conducción de prueba que tiene una sección transversal circular y que se extiende linealmente. Los transductores ultrasónicos 420 están dispuestos de manera opuesta en la conducción 422 a través de la que fluye el gas de gasógeno y, en este ejemplo, se adopta un transductor ultrasónico que tiene una frecuencia central de 40 kHz.

15 Hay dos sensores 424 de temperatura dispuestos en las inmediaciones de las tomas del gas de gasógeno para no alterar el flujo de gas en el recorrido de propagación ultrasónica. Los dos sensores 424 de temperatura están dispuestos en las tomas de la conducción 422 para que pueda medirse la temperatura media del gas de gasógeno que fluye a través de la conducción 422. Si la variación de temperatura del gas de gasógeno no es grande, puede bastar un único sensor 424 de temperatura.

20 Preferentemente, el medio 414 de detección de la respiración comprende un microsensor de presión diferencial. Para detectar la respiración del usuario, el controlador principal 416 detecta el inicio de la fase inspiratoria en función de la salida oscilante de la presión desde el microsensor de presión diferencial.

En lo que sigue se describirá un efecto del aparato concentrador 400 de oxígeno.

25 Cuando no se detecta la respiración del usuario, la válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas de gasógeno está cerrada. En el aparato concentrador 400 de oxígeno, hasta que se detecta la inspiración del usuario, en preparación para el suministro del gas de gasógeno necesario al usuario, el compresor 404 presuriza el gas fuente y lo suministra al medio 406 de concentración de oxígeno y el medio 406 de concentración de oxígeno genera una gran concentración de gas con alta concentración de oxígeno como gas de gasógeno. El medio 408 de ajuste de la presión del gas puede mantener la presión del gas de gasógeno a un nivel específico corriente arriba de la válvula 412 de corte del recorrido del flujo de gas.

30 Cuando el usuario inicia la respiración y comienza el suministro del gas de gasógeno, el medio 414 de detección de la respiración detecta el inicio de la fase inspiratoria del usuario. Una vez que se detecta el inicio de la fase inspiratoria, el controlador principal 416 calcula el tiempo de apertura de válvula requerido para suministrar una cantidad regulada de antemano del gas de gasógeno al usuario en función de información sobre la presión actual del gas de gasógeno ajustada por el medio 408 de ajuste de la presión del gas y abre la válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas durante el tiempo de apertura de válvula. A continuación, se cierra la válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas y se repite el proceso anterior.

35 El aparato concentrador 400 de oxígeno usa el medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas para determinar si el gas de gasógeno supera o no la concentración de oxígeno regulada de antemano. El medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas puede detectar una concentración de oxígeno precisa cuando se detiene el flujo del gas de gasógeno en el conducto y, por lo tanto, el controlador principal 416 envía una señal para iniciar la medición al medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas mientras la válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas de gasógeno está cerrada.

45 A continuación, un microordenador 430 en el medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas envía una señal para transmitir ondas ultrasónicas a un excitador 426 para que uno de los transductores ultrasónicos 420 seleccionado mediante un conmutador transmitir/recibir 434 pueda transmitir las ondas ultrasónicas. El otro de los transductores ultrasónicos 420 recibe las ondas ultrasónicas transmitidas, y las ondas ultrasónicas recibidas son recibidas como una señal eléctrica por un receptor 428 por medio del conmutador transmitir/recibir 434 y, a continuación, enviadas al microordenador 430. El microordenador 430 calcula la velocidad del sonido en el gas de gasógeno desde el momento de transmitir y recibir la señal.

50 Acto seguido, el microordenador 430 conmuta la dirección de transmisión/recepción de las ondas ultrasónicas por medio del conmutador transmitir/recibir 434 y calcula la velocidad del sonido en la dirección inversa mediante el método descrito anteriormente. Este cálculo de la velocidad del sonido se realiza reiteradamente hasta que se detecte la inspiración del usuario y se abra la válvula 412 de corte del recorrido del flujo del gas. Se suman y se promedian varios resultados de cálculo para que pueda reducirse el error de medición de la velocidad del sonido.

55 Simultáneamente con la transmisión/recepción de las ondas ultrasónicas mencionadas anteriormente, el microordenador 430 también detecta la temperatura del gas de gasógeno por medio del sensor 424 de temperatura. Cuando se detecta la inspiración del usuario, el controlador principal 416 envía una señal para detener la medición al

5 medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas. Tras recibir esta señal de detención, el microordenador 430 calcula la concentración de oxígeno del gas de gasógeno a partir de la velocidad del sonido y de la temperatura del gas de gasógeno, que son detectadas hasta ahora en función de la fórmula (4) mencionada anteriormente. Más específicamente, por ejemplo, la concentración de oxígeno puede ser calculada usando los métodos mostrados en los documentos de patente 4 y 5 mencionados anteriormente. El valor calculado de la concentración de oxígeno es devuelto desde el microordenador 430 al controlador principal 416.

10 Aunque este ejemplo está configurado para que el controlador principal 416 determine que la salida del gas de gasógeno está detenida, el medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas puede medir no solo la concentración del gas, sino también el caudal del gas y, por lo tanto, el medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas puede también determinar que el flujo del gas de gasógeno está detenido. Así, el medio 410 de medición de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas puede repetir la transmisión y la recepción de las ondas ultrasónicas continuamente y detectar el caudal del gas cada vez y, si solo se puede determinar que el caudal del gas es igual a cero, se puede calcular la concentración de oxígeno del gas de gasógeno, y la concentración de oxígeno calculada puede ser enviada al controlador principal 416.

15 El alcance de la invención está definido por las siguientes reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato concentrador (100) de oxígeno que comprende:
- 5 medios (110) de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión que incluyen: al menos una columna (10) de adsorción formada por un cilindro hueco que tiene unas tomas primera y segunda, llenándose el interior de dicho cilindro hueco con un adsorbente para adsorber selectivamente nitrógeno en lugar de oxígeno; un medio (12) de suministro de aire a presión conectado con la primera toma de dicha columna (10) de adsorción y dispuesto para suministrar aire a presión a dicha columna (10) de adsorción; un medio (14) de evacuación conectado con la primera toma de dicha columna (10) de adsorción y que permite la evacuación de dicha columna (10) de adsorción; y un medio (16) de conmutación para permitir que dicho medio (12) de suministro de aire a presión y dicho medio (14) de evacuación se comuniquen selectivamente con dicha primera toma,
- 10 estando dispuesto dicho medio (110) de concentración de oxígeno de tipo adsorción por oscilación de presión para generar un gas con alta concentración de oxígeno repitiendo un procedimiento de adsorción, en el cual dicho medio (12) de suministro de aire a presión suministra aire a presión a dicha columna (10) de adsorción para adsorber el nitrógeno de dicho aire, y un procedimiento de regeneración, en el cual dicho medio (14) de evacuación despresuriza dicha columna (10) de adsorción para separar el nitrógeno adsorbido por dicha columna (10) de adsorción para regenerar dicho adsorbente;
- 15 un conducto (130) que se comunica por un extremo con la segunda toma de dicho medio (110) de concentración de oxígeno y está dispuesto para introducir en un usuario el gas con alta concentración de oxígeno generado por dicho medio (110) de concentración de oxígeno desde dicha segunda toma;
- 20 un medio (140) de ajuste del caudal proporcionado en dicho conducto (130) y dispuesto para ajustar el caudal del gas con alta concentración de oxígeno generado por dicho medio (110) de concentración de oxígeno;
- 25 un medio medidor (122) de la presión dispuesto entre dicho medio (110) de concentración de oxígeno y dicho medio (140) de ajuste del caudal en dicho conducto (130) y
- 30 un medio (150) de control para controlar al menos el medio (16) de conmutación de dicho medio (110) de concentración de oxígeno y dicho medio (140) de ajuste del caudal,
- en el que dicho medio (150) de control está dispuesto para ajustar un ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración de dicho medio (110) de concentración de oxígeno para controlar la presión corriente arriba de dicho medio (140) de ajuste del caudal controlando dicho medio (16) de conmutación en función de la presión de dicho gas con alta concentración de oxígeno en dicho conducto (130) medida por dicho medio medidor (122) de la presión.
2. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 1 en el que dicho medio de concentración de oxígeno tiene múltiples columnas (20) de adsorción y dicho medio de conmutación tiene una válvula rotativa (26) que permite que cada una de dichas múltiples columnas (20) de adsorción se comunique selectivamente con dicho medio de suministro de aire a presión y dicho medio de evacuación, estando dispuesto dicho medio de control para controlar el número de revoluciones de dicha válvula rotativa (26).
- 35
3. Un aparato concentrador de oxígeno según las reivindicaciones 1 o 2 que, además, comprende un medio (160) de regulación del caudal para regular el caudal del gas con alta concentración de oxígeno que ha de ser suministrado al usuario,
- 40 en el que dicho medio (150) de control está dispuesto para controlar dicho medio de conmutación para ajustar un ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración para que pueda obtenerse el caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio (160) de regulación del caudal.
4. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 3 en el que dicho medio (150) de control está dispuesto para ejecutar un procedimiento de media móvil en dicho conducto (130) medido por dicho medio medidor (122) de la presión en términos de tiempo, y está dispuesto para controlar dicho medio de conmutación para ajustar el ciclo de los procedimientos de adsorción y regeneración del medio (110) de concentración de oxígeno para que la presión tras el procedimiento de media móvil sea un valor diana de la presión.
- 45
5. Un aparato concentrador de oxígeno según las reivindicaciones 3 o 4 en el que dicho medio de ajuste del caudal tiene una válvula de corte dispuesta en dicho conducto; y un medio de detección de las fases respiratorias, dispuesto corriente abajo de dicha válvula de corte en dicho conducto, para detectar una fase respiratoria del usuario,
- 50 en el que dicho medio de control está dispuesto para calcular un tiempo de apertura de válvula de dicha válvula de corte en función del caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal y de información sobre una fase respiratoria detectada por dicho medio de detección de las fases
- 55

respiratorias, para abrir dicha válvula de corte durante dicho tiempo de apertura de la válvula desde el comienzo de la fase inspiratoria detectada por dicho medio de detección de las fases respiratorias.

5 6. Un aparato concentrador de oxígeno según las reivindicaciones 3 o 4 en el que dicho medio de ajuste del caudal incluye, además, un orificio variable que tiene una pluralidad de orificios de diámetros diferentes y está dispuesto en dicho conducto,

en el que dicho medio de control está dispuesto para seleccionar un orificio de dicha pluralidad de orificios para que dicho gas con alta concentración de oxígeno pueda atravesar dicho orificio variable con un caudal regulado por dicho medio de regulación del caudal.

10 7. Un aparato concentrador de oxígeno según las reivindicaciones 3 o 4 en el que dicho medio de ajuste del caudal incluye una válvula proporcional (30) dispuesta en dicho conducto; y hay un medio medidor del caudal dispuesto corriente arriba o abajo de dicha válvula en dicho conducto, en el que dicho medio de control está dispuesto para controlar el grado de apertura de dicha válvula proporcional para que el valor medido por dicho medio medidor del caudal pueda coincidir con el caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal.

15 8. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 5 que, además, comprende medio (270) de selección del método de suministro de oxígeno para seleccionar entre un modo continuo, para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno al usuario de forma continua, y un modo sincrónico para suministrar en sincronización con la respiración del usuario,

en el que dicho medio (240) de ajuste del caudal, además, incluye:

20 una válvula (52) de tres vías dispuesta corriente arriba de dicha válvula (54) de corte en dicho conducto (230);

una conducción ramificada (132) bifurcada de dicho conducto (230) por medio de dicha válvula (52) de tres vías y que se une con dicho conducto (230) corriente abajo de dicha válvula (54) de corte; y

25 un orificio variable (56) dispuesto en dicha conducción ramificada (132) y que tiene una pluralidad de orificios de diferentes diámetros,

en el que, cuando está seleccionado dicho modo sincrónico, dicho medio (250) de control está dispuesto para aislar dicha conducción ramificada (132) de dicho conducto (230) y para calcular el tiempo de apertura de válvula de dicha válvula (54) de corte en función del caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal (260) y de la información sobre la fase respiratoria detectada por dicho medio (58) de detección de las fases respiratorias, para abrir dicha válvula (54) de corte durante dicho tiempo de apertura de válvula desde el comienzo de la fase inspiratoria detectada por dicho medio (58) de detección de las fases respiratorias,

30 y, cuando está seleccionado dicho modo continuo, dicho medio (250) de control está dispuesto para conectar dicha conducción ramificada (132) con dicho conducto (230) y seleccionar un orificio de dicha pluralidad de orificios para que dicho gas con alta concentración de oxígeno pueda atravesar dicho orificio variable (56) con un caudal regulado por dicho medio (260) de regulación del caudal.

35 9. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 5 que, además, comprende un medio de selección del método de suministro de oxígeno para seleccionar entre un modo continuo, para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno al usuario continuamente, y un modo sincrónico, para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno en sincronización con la respiración del usuario,

en el que hay un medio medidor del caudal dispuesto corriente abajo de dicha válvula de corte en el conducto, y

dicho medio de ajuste del caudal incluye, además:

una válvula de tres vías dispuesta corriente arriba de dicha válvula de corte en dicho conducto;

45 una conducción ramificada bifurcada de dicho conducto por medio de dicha válvula de tres vías y que fluye a dicho conducto corriente abajo de dicha válvula y corriente arriba de dicho medio medidor del caudal; y

una válvula proporcional dispuesta en dicha conducción ramificada,

50 en el que, cuando está seleccionado dicho modo sincrónico, dicho medio de control está dispuesto para aislar dicha conducción ramificada de dicho conducto y para calcular el tiempo de apertura de válvula de dicha válvula de corte en función del caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal y de la información sobre la fase respiratoria detectada por dicho medio de detección de las fases respiratorias, para abrir dicha válvula de corte durante dicho tiempo de apertura de

válvula desde el comienzo de la fase inspiratoria detectada por dicho medio de detección de las fases respiratorias,

5 y en el que, cuando está seleccionado dicho modo continuo, dicho medio de control está dispuesto para conectar dicha conducción ramificada con dicho conducto y controlar el grado de apertura de dicha válvula proporcional para que el valor medido por dicho medio medidor del caudal pueda coincidir con el caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal.

10. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 5 que, además, comprende un medio de selección del método de suministro de oxígeno para seleccionar entre un modo continuo, para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno al usuario continuamente, y un modo síncrono, para suministrar el gas con alta concentración de oxígeno en sincronización con la respiración del usuario,

10 en el que hay un medio medidor del caudal dispuesto en dicho conducto, y dicho medio de ajuste del caudal incluye, además:

una válvula proporcional dispuesta en dicho conducto; y

15 un medio de detección de las fases respiratorias dispuesto corriente abajo de dicha válvula proporcional en dicho conducto y que detecta la fase respiratoria del usuario,

20 en el que, cuando está seleccionado dicho modo síncrono, dicho medio de control está dispuesto para calcular el tiempo de apertura de válvula de dicha válvula de corte en función del caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal y de la información sobre la fases respiratoria detectada por dicho medio de detección de las fases respiratorias, para abrir dicha válvula de corte durante dicho tiempo de apertura de válvula desde el comienzo de la fase inspiratoria detectada por dicho medio (58) de detección de las fases respiratorias,

25 y, cuando está seleccionado dicho modo continuo, dicho medio de control está dispuesto para controlar el grado de apertura de dicha válvula proporcional para que el valor medido por dicho medio medidor del caudal pueda coincidir con el caudal del gas con alta concentración de oxígeno regulado por dicho medio de regulación del caudal.

11. Un aparato concentrador de oxígeno según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10 que, además, comprende un medio medidor de la concentración de oxígeno dispuesto corriente arriba o abajo de dicho medio de ajuste del caudal en dicho conducto,

30 en el que dicho medio de control está dispuesto para controlar dicho medio de suministro de aire a presión para que la concentración de oxígeno medida por dicho medio medidor de la concentración de oxígeno pueda ser una concentración de oxígeno deseada.

12. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 11 en el que dicho medio medidor de la concentración de oxígeno incluye un aparato medidor (410) de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas que tiene: una conducción (422) de prueba que se extiende linealmente; y dos transductores ultrasónicos (420) dispuestos de forma opuesta en dicha conducción de prueba, estando dispuesto dicho aparato medidor de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas para medir la concentración de oxígeno y el caudal del gas con alta concentración de oxígeno mediante ondas ultrasónicas,

35 en el que, en uso de dicho aparato concentrador de oxígeno, se mide la concentración de oxígeno mientras el gas con alta concentración de oxígeno está inmóvil en dicha conducción de prueba.

40 13. Un aparato concentrador de oxígeno según la reivindicación 12 en el que el aparato está dispuesto para determinar que el gas con alta concentración de oxígeno está inmóvil en función del caudal medido por dicho aparato medidor de tipo ultrasónico de la concentración y el caudal del gas.

Fig.1

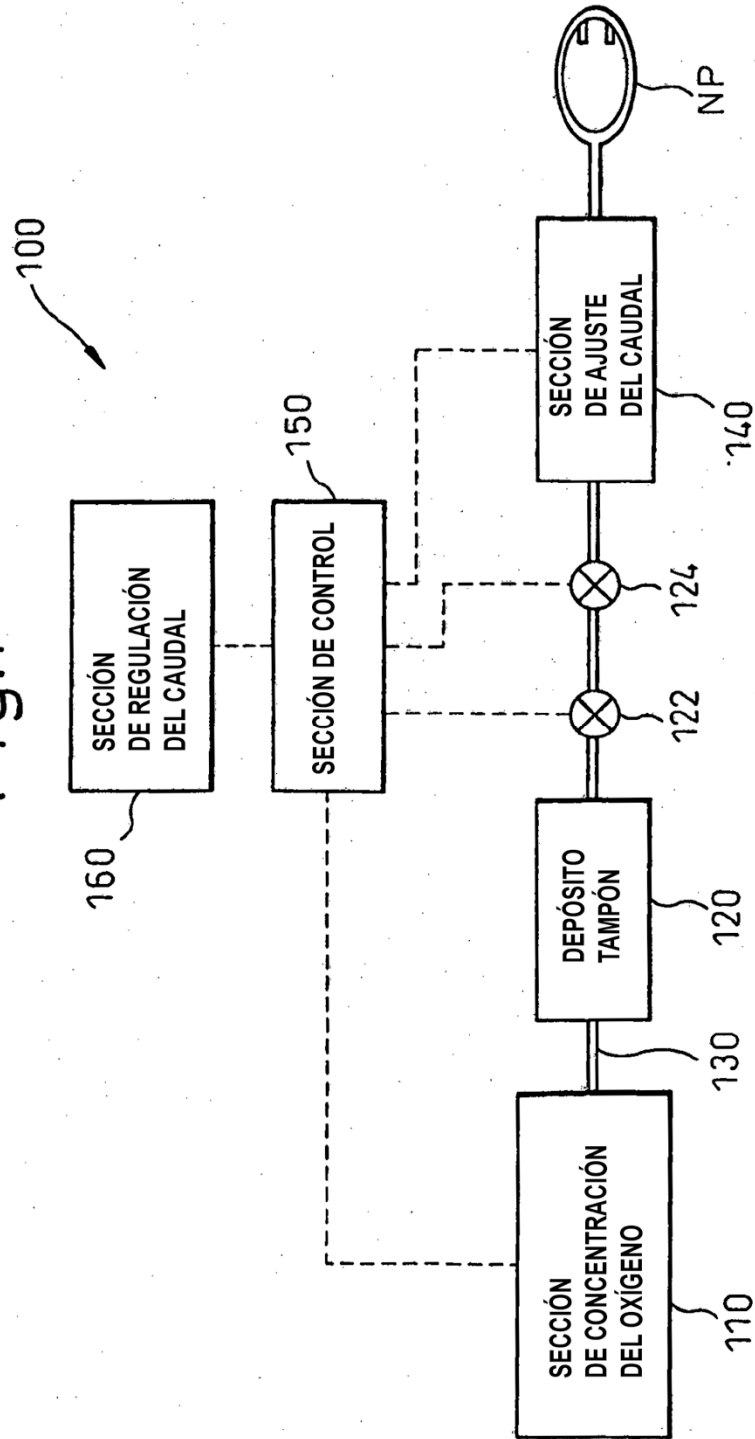


Fig.2

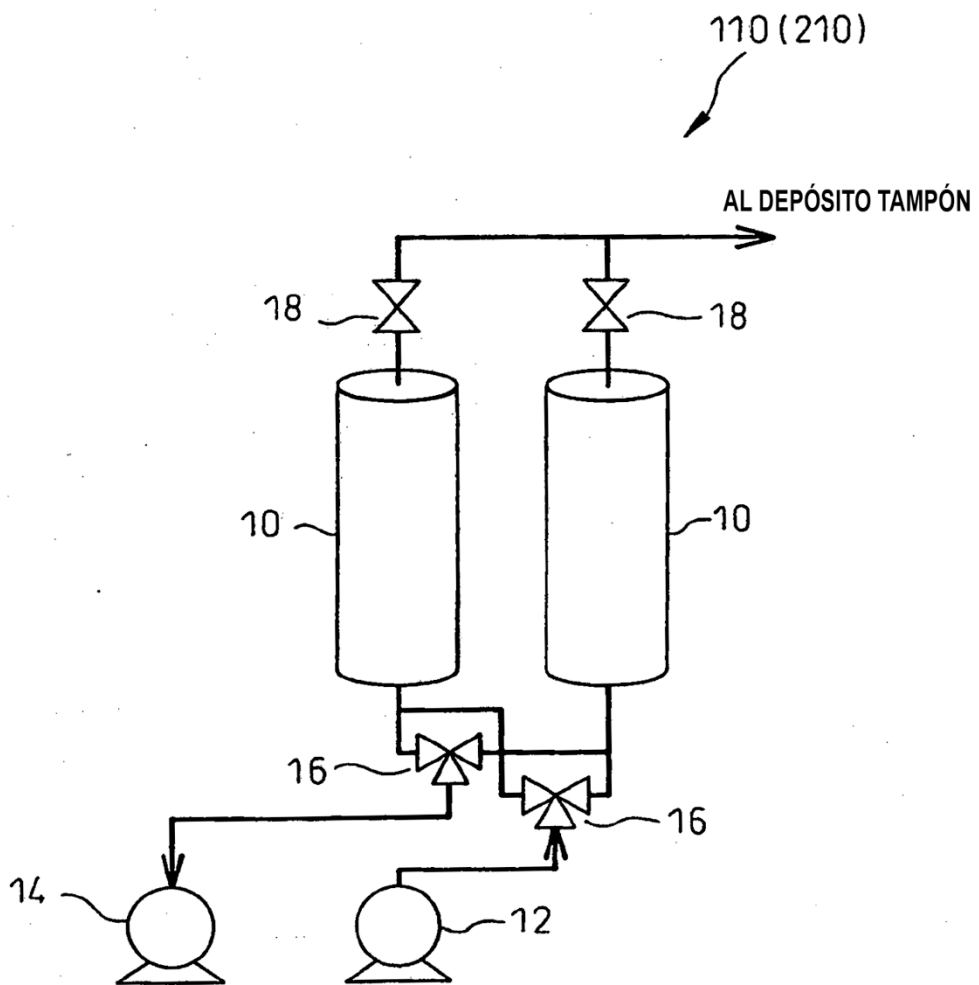


Fig.3

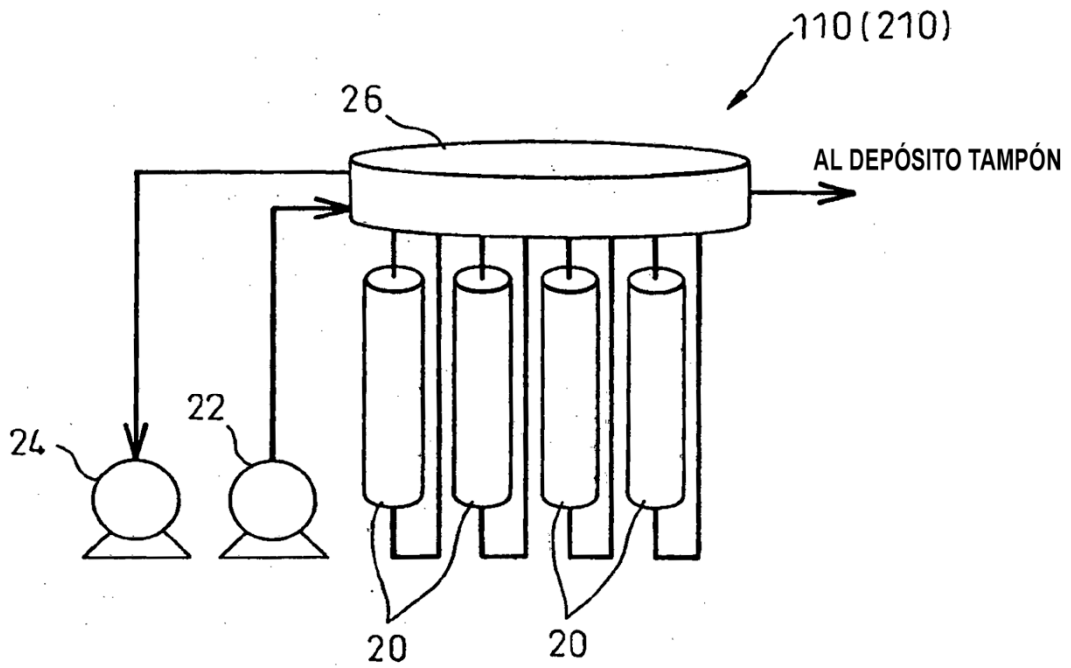


Fig.4

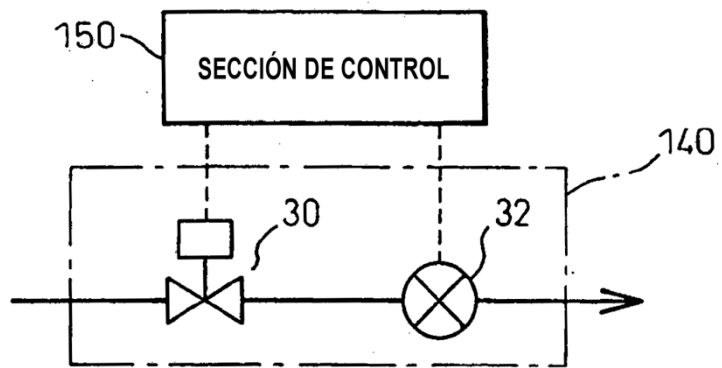


Fig.5

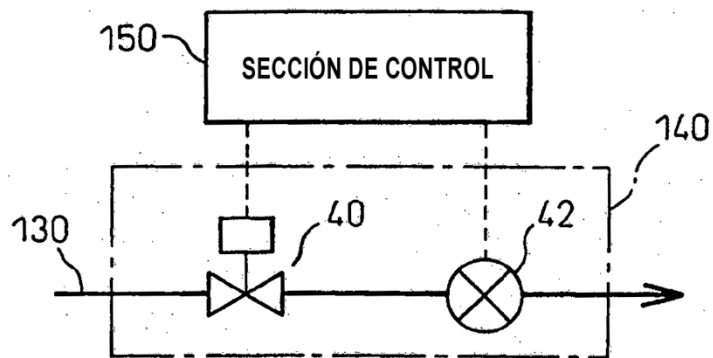


Fig.6

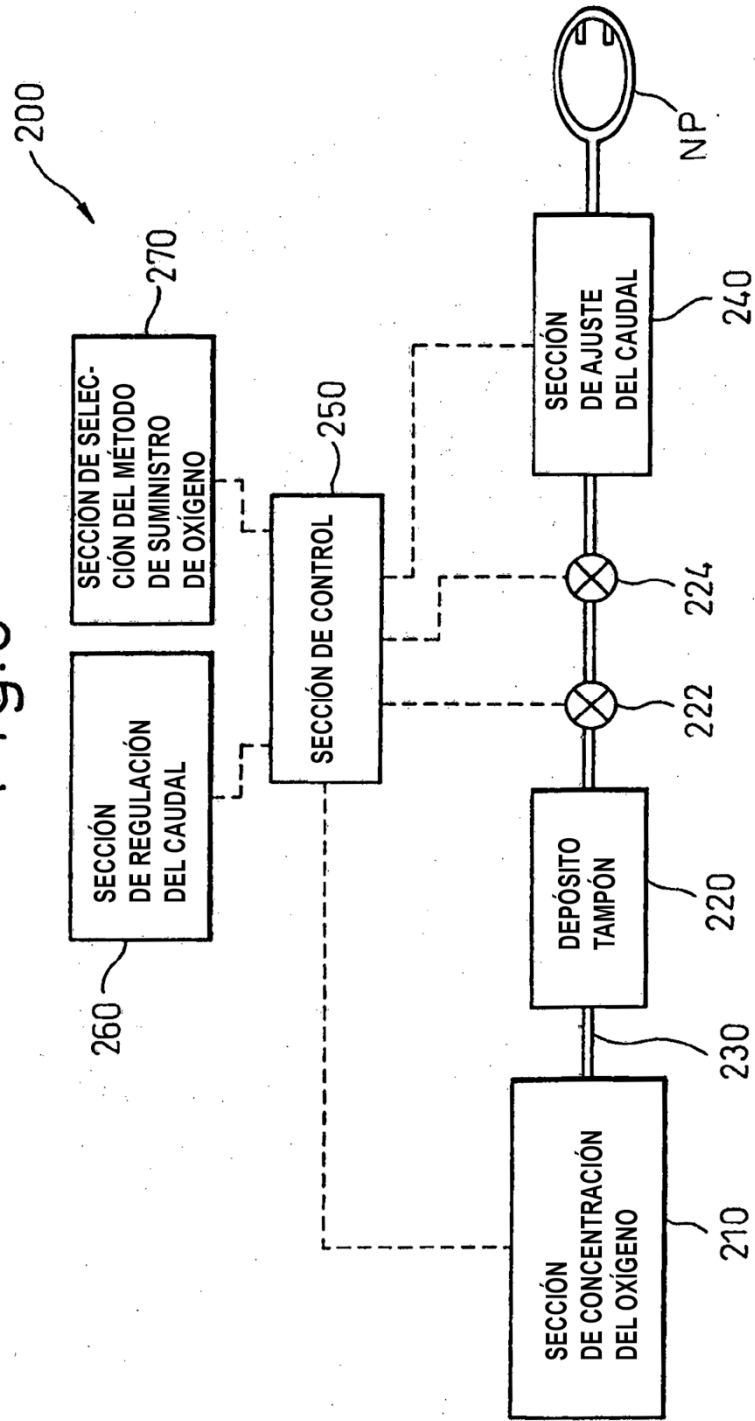


Fig.7

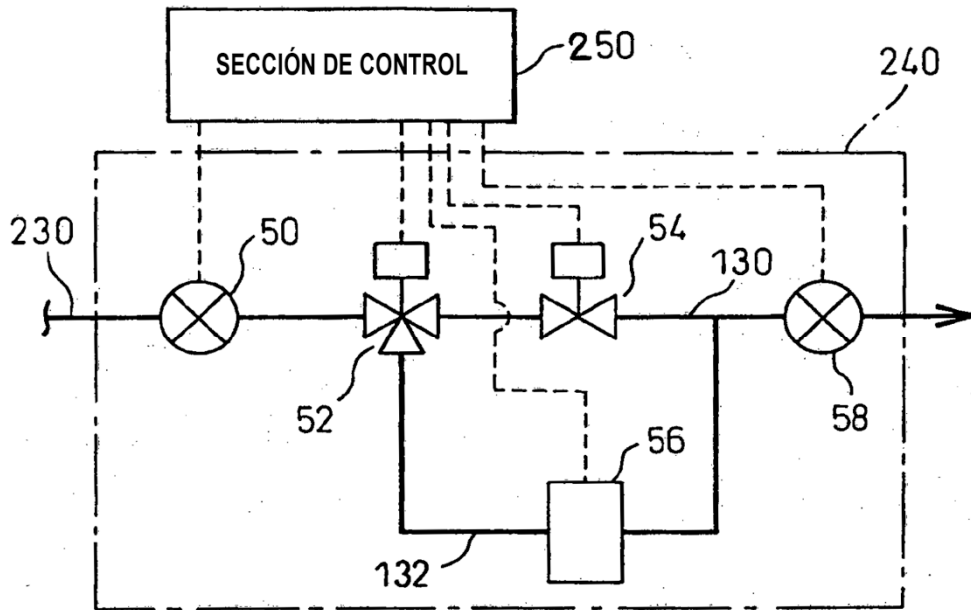


Fig.8

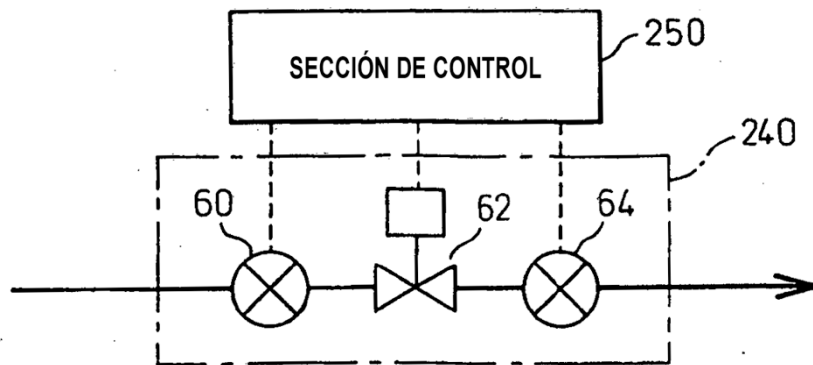


Fig.9

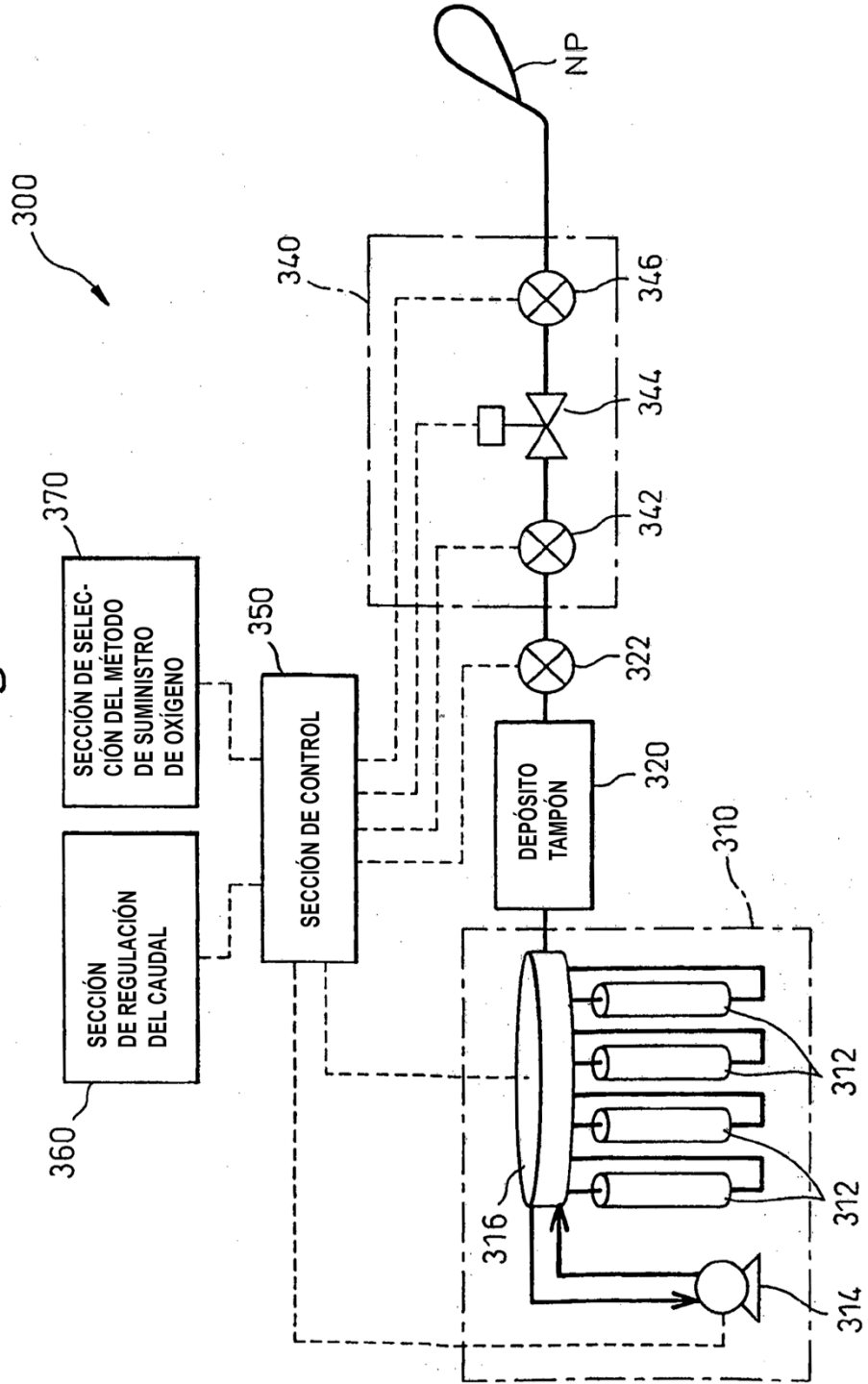


Fig.10

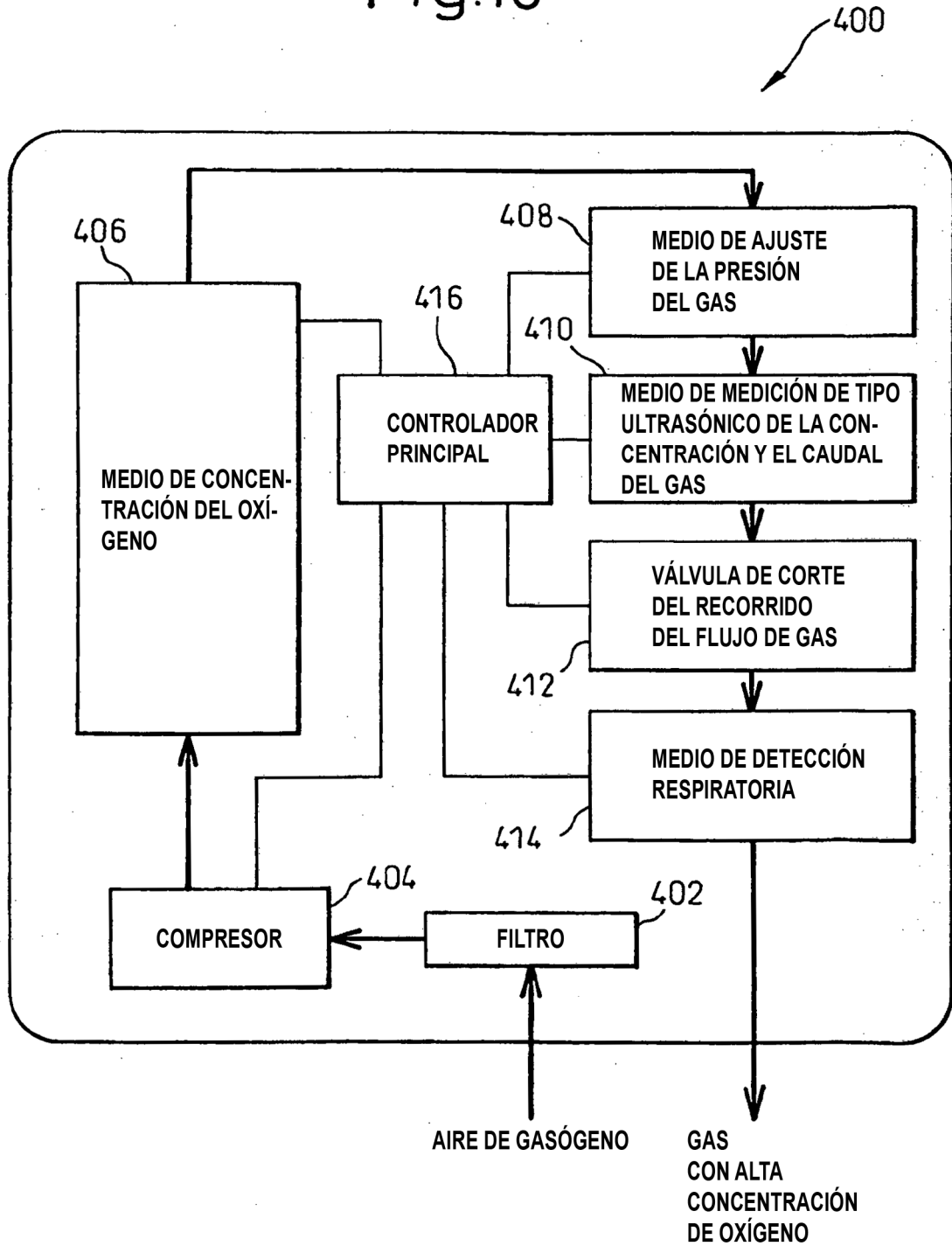


Fig.11

