

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 452 724**

51 Int. Cl.:

**A61M 16/10** (2006.01)

**B01D 53/04** (2006.01)

**C01B 13/02** (2006.01)

**B01D 53/047** (2006.01)

**A62B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2007 E 07828860 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2065067**

54 Título: **Concentrador de oxígeno**

30 Prioridad:

**22.09.2006 JP 2006256850**

**16.02.2007 JP 2007036036**

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

**02.04.2014**

73 Titular/es:

**TEIJIN PHARMA LIMITED (100.0%)  
2-1, KASUMIGASEKI 3-CHOME CHIYODA-KU  
TOKYO 100-0013, JP**

72 Inventor/es:

**UCHIYAMA, MITSURU;  
FUJIMOTO, KATSUSHI y  
ANDO, MAKOTO**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

**ES 2 452 724 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

Concentrador de oxígeno.

- 5 La presente invención se refiere a un concentrador de oxígeno para separar aire enriquecido en oxígeno o gas concentrado en oxígeno del aire para su uso.

Técnica anterior

- 10 En los últimos años, el número de pacientes que padecen enfermedades respiratorias crónicas tales como el enfisema pulmonar, las secuelas de la tuberculosis pulmonar, la bronquitis crónica y similares, ha tendido a aumentar debido al creciente envejecimiento y al deterioro de las condiciones de vida. La terapia por inhalación de oxígeno, consistente en inhalar oxígeno altamente concentrado, se ha utilizado como un procedimiento eficaz para el tratamiento de tales pacientes. La terapia por inhalación de oxígeno es un procedimiento de tratamiento para
- 15 pacientes con las enfermedades descritas anteriormente consistente en inhalar oxígeno gaseoso o un gas concentrado en oxígeno. Una fuente de suministro de oxígeno gaseoso o gas concentrado en oxígeno usada en el tratamiento incluye una botella de oxígeno a alta presión, una botella de oxígeno licuado, un concentrador de oxígeno y similares, pero los casos en los que se utiliza el concentrador de oxígeno han aumentado debido a su durabilidad en uso continuo durante un período prolongado, su facilidad de uso y similares.

- 20 El concentrador de oxígeno es un aparato capaz de separar el oxígeno del aire para concentrarlo. Como tal, un aparato para separar y concentrar el oxígeno, un concentrador de oxígeno de tipo adsorción, equipado con un único o una pluralidad de lechos de adsorción rellenos de adsorbentes capaces de adsorber selectivamente el nitrógeno del aire, es ampliamente conocido y utilizado en los hospitales y en los domicilios con el objetivo de generar oxígeno
- 25 altamente concentrado, al 90 % o superior. Entre ellos, se usa ampliamente un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que utiliza un compresor como aparato de cambio de presión. Tal aparato es un aparato para generar oxígeno altamente concentrado de forma continua mediante la repetición, en un ciclo determinado, de una etapa de adsorción para obtener oxígeno altamente concentrado suministrando aire comprimido desde un compresor a un único o una pluralidad de lechos de adsorción rellenos de adsorbentes
- 30 capaces de adsorber selectivamente nitrógeno y adsorbiendo el nitrógeno sobre los adsorbentes en las condiciones en las que el interior de los lechos de adsorción está presurizado, y una etapa de desorción para desorber el nitrógeno de los adsorbentes reduciendo la presión interna de los lechos de adsorción hasta una presión atmosférica o hasta un nivel de vacío para su regeneración.

- 35 Se adoptan medidas para optimizar un intervalo de ajuste de un volumen de aire que se suministra desde un compresor a los lechos de adsorción o para corregir una secuencia de adsorción-desorción de manera que tolere un cambio de las condiciones del entorno, en particular la dependencia de la temperatura de los adsorbentes para mantener la concentración de oxígeno, con el fin de responder ante una disminución de una concentración de oxígeno en un gas concentrado en oxígeno generado, que es causada por un cambio de las condiciones
- 40 ambientales, tal como la variación de la temperatura o la presión barométrica utilizadas en el concentrador de oxígeno o una disminución de la concentración de oxígeno en un gas concentrado en oxígeno generado, que es causada por el deterioro de los equipos con el tiempo.

- Se conoce un aparato de este tipo que permite mantener una concentración de oxígeno producto, en el que se
- 45 corrige un cambio de la concentración de oxígeno con el tiempo o se compensa una disminución de la concentración de oxígeno causada por el deterioro del equipo con el tiempo y la concentración de oxígeno de un gas concentrado en oxígeno se mantiene en un valor constante detectando la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno mediante el uso de un sensor de oxígeno y la realización de controles de retroalimentación en un volumen de flujo de aire de un compresor, una temporización de ciclo de adsorción-desorción y similares (solicitud de patente
- 50 japonesa abierta a consulta por el público n.º 2000-516854 y patente japonesa abierta a consulta por el público n.º H09-183601).

- La publicación de patente de Estados Unidos n.º 5,071,543 describe un aparato de adsorción por cambio de presión para generar un gas producto enriquecido en oxígeno, que incluye un lecho de tamiz molecular, una entrada de aire,
- 55 válvulas de retención motorizadas, una línea de purga, reguladores montados sobre el panel, un restrictor de flujo en una línea y una válvula de control del regulador con una ventilación.

- La publicación de patente de Estados Unidos n.º 5,137,549 describe un concentrador de oxígeno superenriquecido de dos etapas para separar oxígeno gaseoso sustancialmente puro del aire atmosférico, que incluye lechos de tamiz
- 60 molecular, un compresor, un conjunto de válvula de cruce, válvulas de retención y un sistema de regulación de presión con una válvula limitadora de presión y una válvula de alivio de seguridad.

Exposición de la invención

- 65 Una cantidad de oxígeno prescrita, que es un caudal de oxígeno que se ha de suministrar desde un concentrador de oxígeno a un usuario, se determina en función de la gravedad de los pacientes que vayan a utilizarlo. Por

consiguiente, se elige un aparato óptimo para los pacientes, que se les entrega para que lo usen, entre diversos equipos, como por ejemplo un aparato de tipo de caudal bajo con un caudal de suministro máximo posible de 2 l/min, 3 l/min y similares, y una aparato de tipo de caudal alto con un caudal de suministro máximo posible de 5 l/min, 7 l/min y 10 l/min y similares.

5

Mientras que el caudal de suministro máximo del aparato es el valor descrito anteriormente, un caudal de suministro real de oxígeno utilizado clínicamente se puede ajustar, en general, a un caudal bajo de 0,25 l/min, 0,5 l/min y similares. En este caso, en el que se genera oxígeno con el caudal predeterminado máximo incluso si un caudal prescrito es bajo, ese produce un derroche de oxígeno generado y se consume más energía eléctrica. Esto se traduce en que muchos aparatos traten de reducir el consumo de energía eléctrica mediante un control por inversor de un motor de accionamiento de un compresor con el fin de reducir un volumen de aire como materia prima que se ha de suministrar desde el compresor a un lecho de adsorción.

10

Cuando se trata de garantizar un volumen de aire como materia prima necesario para suministrar oxígeno concentrado en una zona de ajuste de caudal alto en un aparato de tipo de caudal alto, un volumen de aire como materia prima llega a ser excesivo en una zona de ajuste del caudal bajo, lo que se traduce en un exceso de suministro de la materia prima. Esto conduce a la adsorción de parte del oxígeno presente en el aire como materia prima sobre los adsorbentes destinados a concentrar el argón no adsorbido en el gas generado y, como resultado, se reduce una concentración de oxígeno en el gas concentrado en oxígeno generado.

20

Se aplica un procedimiento para reducir un volumen de aire como materia prima suministrado reduciendo el número de revoluciones de un compresor, pero surgen problemas tales como que un intervalo de control del número de revoluciones del compresor es limitado, y que su funcionamiento se vuelve inestable cuando un intervalo del número de revoluciones utilizado es demasiado bajo.

25

Un objeto de la presente invención consiste en resolver los problemas descritos anteriormente y dar a conocer un concentrador de oxígeno que tiene ambas funciones, reduciéndose el consumo de energía eléctrica del aparato y manteniéndose constante una concentración de oxígeno en una zona de ajuste del caudal bajo de un caudal de oxígeno suministrado desde el concentrador de oxígeno.

30

Es decir, la presente invención da a conocer un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión de acuerdo con la reivindicación 1.

Las realizaciones preferentes de la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes. Por ejemplo, una realización en la que el canal de tubo de escape se bifurca desde un canal de tubo que conecta el dispositivo de suministro de aire y el dispositivo de conmutación del canal y está equipado con una válvula de control del caudal como la válvula de descarga.

En una realización adicional, el concentrador está dispuesto para liberar una parte del aire comprimido suministrado al lecho de adsorción inmediatamente antes de la finalización de la etapa de adsorción.

40

En una realización adicional, el dispositivo de conmutación del canal de flujo comprende:

una válvula electromagnética de dos vías (a) instalada en un tubo de suministro de aire comprimido que conecta el dispositivo de suministro de aire y el lecho de adsorción,

45

un canal de tubo bifurcado en el lecho de adsorción y un lado de escape instalado en un lado aguas abajo de la válvula electromagnética de dos vías (a) y

una válvula electromagnética de dos vías (b) instalada en el canal de tubo bifurcado en el lado de liberación.

50

En una realización adicional, el lecho de adsorción se compone de dos lechos de adsorción, y el dispositivo de conmutación del canal de flujo comprende:

un canal de tubo bifurcado que conecta el dispositivo de suministro de aire y cada lecho de adsorción para suministrar aire comprimido;

55

válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado;

un canal de tubo bifurcado en el lecho de adsorción y un lado de escape instalado en un lado aguas abajo de las válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2);

60

válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado en el lado de escape;

un canal de tubo bifurcado que conecta una salida de escape y las válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2);  
y

65

un dispositivo de control para controlar una temporización de conmutación del dispositivo de conmutación de canal de flujo que determina un volumen de liberación de aire comprimido inmediatamente antes de la finalización de una etapa de adsorción, en función de un valor predeterminado en un dispositivo de ajuste del caudal.

5

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión en un ejemplo de realización ilustrativa de la presente invención.

10

La figura 2 es un diagrama que muestra una relación entre una concentración de oxígeno generado y un volumen de suministro de aire como materia prima necesaria para un caudal predeterminado en un concentrador de oxígeno convencional. A-A' representa un intervalo de un caudal de aire suministrable con un compresor y A' representa un límite inferior de un caudal de aire suministrable con un compresor.

15

La figura 3 es un diagrama que muestra una relación entre una concentración de oxígeno generado y un volumen de suministro de aire como materia prima necesaria para un caudal predeterminado en un concentrador de oxígeno de la presente invención.

20

La figura 4 es un diagrama esquemático de un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión en otro ejemplo de realización ilustrativa de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama esquemático que muestra la diferencia de una temporización de conmutación de una válvula de conmutación de la presente invención con respecto a la correspondiente a la técnica convencional.

25

La figura 6 es un diagrama que muestra una onda de presión en una botella de adsorción de un concentrador de oxígeno de la presente invención.

Mejor modo para llevar a cabo la presente invención

30

A continuación se describe un ejemplo de realización ilustrativa en un concentrador de oxígeno de la presente invención, con ayuda de los dibujos. La figura 1 es un diagrama constitucional esquemático de un aparato que ilustra una realización de un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión de la presente invención. En la figura 1, 1 y 3 representan un concentrador de oxígeno y un usuario (paciente) inhalando aire enriquecido en oxígeno humidificado, respectivamente. El concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión 1 está equipado con un filtro de admisión de aire exterior 101, un compresor 103, una válvula de conmutación 104, una botella de adsorción 105, una válvula de retención 106, un tanque de producto 107, una válvula de regulación de presión 108, un dispositivo de ajuste del caudal 109 y un filtro 110. Con esto, es posible generar aire enriquecido en oxígeno mediante la concentración de oxígeno gaseoso procedente del aire como materia prima aportado desde el exterior.

40

El aire como materia prima aportado a un concentrador de oxígeno desde la atmósfera se toma en primer lugar desde un orificio de admisión de aire equipado con un filtro de admisión de aire exterior 101 para eliminar las partículas extrañas tales como polvo y similares que entran en el aparato, de manera que se disponga de aire limpio que no contenga partículas gruesas, polvos y similares. En este momento, el aire atmosférico ordinario contiene aproximadamente el 21 % de oxígeno gaseoso, aproximadamente el 77 % de nitrógeno gaseoso, el 0,8 % de argón gaseoso y el 1,2 % de gases tales como vapor de agua y otros. Tal concentrador de oxígeno concentra y aísla selectivamente el oxígeno gaseoso requerido para un gas de respiración.

45

Para aislar tal oxígeno gaseoso se utiliza un procedimiento de adsorción por cambio de presión, en el que el aire como materia prima se presuriza por acción del compresor 103 para suministrar el aire a la botella de adsorción 105 rellena de adsorbentes que contienen zeolitas y similares, que adsorben selectivamente las moléculas de nitrógeno gaseoso en relación con las moléculas de oxígeno gaseoso mediante un cambio sucesivo de las botellas de adsorción 105 objetivo mediante la válvula de conmutación 104, con lo que alrededor del 77 % del nitrógeno gaseoso contenido en el aire como materia prima dentro de la botella de adsorción 105 se adsorbe selectivamente y se elimina para expulsar el oxígeno gaseoso no adsorbido por un extremo de la botella de adsorción 105 al tanque de producto 107.

50

Se utilizan zeolitas de tamiz molecular tal como zeolita 5A, zeolita 13X, zeolita Li-X, zeolita MD-X y similares como adsorbente capaz de adsorber selectivamente las moléculas de nitrógeno gaseoso en relación con las moléculas de oxígeno gaseoso.

60

La botella de adsorción 105 descrita anteriormente se compone de un recipiente cilíndrico relleno con los adsorbentes descritos anteriormente y está generalmente disponible como un aparato de tipo botella única, que utiliza una botella de adsorción en una etapa de desorción para generar intermitentemente oxígeno cambiando sucesivamente a una etapa de adsorción, un aparato de tipo botella doble con dos botellas de adsorción, que utiliza

65

dos botellas de adsorción para generar continuamente oxígeno, alternando entre una etapa de adsorción y una etapa de desorción de manera tal que, mientras que la botella de adsorción se encuentra en una etapa de adsorción, la otra botella de adsorción se encuentran en una etapa de desorción, o también un aparato de tipo múltiples botellas, que tiene tres o más botellas. El tipo de múltiples botellas, con dos botellas o más botellas de adsorción 105 se usa preferiblemente con el fin de producir de forma continua y eficaz aire enriquecido en oxígeno a partir de aire como materia prima.

Un compresor de aire de tipo giratorio, tal como compresores de aire de tipo tornillo, de tipo giratorio, de tipo helicoidal y similares, puede utilizarse en algunos casos como el compresor 103 descrito anteriormente, además de un compresor de aire de tipo alternativo. La fuente de potencia de un motor para accionar este compresor 103 puede ser de corriente continua o de corriente alterna.

Un gas concentrado en oxígeno que contiene oxígeno gaseoso como componente principal, que no se adsorbe en la botella de adsorción 105 descrita anteriormente, se hace fluir hacia el tanque de producto 107 a través de la válvula de retención 106 que está instalada con el objetivo de evitar que el reflujo del gas hacia la botella de adsorción 105.

Ahora es preciso desorber un nitrógeno gaseoso adsorbido en los adsorbentes rellenos en la botella de adsorción 105 con el fin de reutilizar los adsorbentes para volver a adsorber el nitrógeno gaseoso del nuevo aire como materia prima introducido. Para este propósito, se usa la válvula de conmutación 104 para cambiar de una condición presurizada lograda por el compresor 103 a una condición despresurizada (por ejemplo, estado de presión atmosférica o estado de presión negativa) para desorber el nitrógeno gaseoso adsorbido y regenerar los adsorbentes. En esta etapa de desorción, puede producirse un reflujo de gas concentrado en oxígeno como gas de purga desde el lado de salida de producto de la botella de adsorción durante la etapa de adsorción o desde tanque de producto 107 con el fin de aumentar una eficacia de desorción.

Un gas concentrado en oxígeno se produce a partir de aire como materia prima y se almacena en el tanque de producto 107. El gas concentrado en oxígeno almacenado en el tanque de producto 107 contiene, por ejemplo, un oxígeno gaseoso altamente concentrado hasta una concentración del 95 %. Posteriormente, la válvula reguladora de presión 108, el dispositivo de ajuste del caudal 109 y similares, controlan el caudal y la presión del oxígeno que se suministrará a un usuario y se alimentará al humidificador 201, desde la cual se suministrará un gas concentrado en oxígeno humidificado al paciente 3.

Tal humidificador utilizado puede incluir un humidificador sin suministro de agua que no usa agua, en el que un gas concentrado en oxígeno en estado seco es humidificado por la humedad aportada por el aire exterior utilizando un módulo de membrana de permeación de humedad que tiene membranas de permeación de humedad; un humidificador de tipo burbujeo que usa agua para la humidificación; o un humidificador de tipo evaporación superficial.

Se detecta un valor predeterminado en el dispositivo de ajuste del caudal 109 para controlar el número de revoluciones en un motor eléctrico para el compresor 103 por el dispositivo de control 401 para controlar un volumen de flujo de aire que se ha de suministrar a la botella de adsorción 105. Cuando un caudal predeterminado se ajusta en un caudal bajo, la reducción del número de revoluciones en un motor eléctrico para el compresor reduce el volumen de aire como materia prima que se ha de suministrar y la cantidad de oxígeno que se ha de generar, lo que conduce a la reducción del consumo de energía eléctrica.

Existe un límite para controlar el número de revoluciones en un compresor, de manera que la reducción del número de revoluciones en el compresor más de lo necesario puede traducirse en un funcionamiento inestable del compresor, y en ocasiones en su parada. Por consiguiente, el control para reducir el número de revoluciones del compresor 103 tiene un límite, independientemente de que un caudal predeterminado de oxígeno en un concentrador de oxígeno se ajuste en un caudal bajo, lo que tiene como resultado un funcionamiento a una velocidad constante de un límite inferior de funcionamiento del compresor 103 cuando el caudal es igual a un valor dado o menos.

Como se muestra en la figura 2, un intervalo en el que el compresor 103 puede suministrar de forma estable aire comprimido es un intervalo A-A' y el compresor se hace funcionar a una velocidad constante de límite inferior A' cuando un intervalo de un caudal predeterminado es igual a 1 l/min o menos.

La botella de adsorción 105 en un concentrador de oxígeno está diseñada para mantener una concentración de oxígeno en el 90 % o superior, incluso a un caudal predeterminado máximo del aparato. Por lo tanto, cuando un volumen de aire como materia prima se suministra en exceso a un cierto nivel en un límite inferior de funcionamiento del compresor en una zona de caudal bajo de un caudal de oxígeno predeterminado incluso si un volumen de oxígeno aislado es bajo, no solo las moléculas de nitrógeno, sino también las moléculas de oxígeno, se adsorben sobre los adsorbentes de la botella de adsorción 105, causando un fenómeno de exceso de adsorción. Como se muestra en una línea corta discontinua de trazos largos de la figura 2, el fenómeno de exceso de adsorción se puede evitar incluso con un caudal predeterminado de 1 l/min o menos si se puede reducir un volumen de flujo de aire que ha de ser suministrado por el compresor, pero el compresor no puede ser accionado de forma estable a sus

condiciones nominales o por debajo de estas. Como resultado, se reduce la cantidad de oxígeno generado en un gas concentrado en oxígeno generado y se incrementa la concentración de argón no adsorbido, lo que tiene como resultado un fenómeno en el que la concentración de oxígeno en el gas de concentrado en oxígeno se reduce en una zona de caudal bajo (a 1 l/min o menos).

5

Con el fin de evitar dicho fenómeno de exceso de adsorción, un concentrador de oxígeno de la presente invención está provisto de un tubo bifurcado equipado con válvula de descarga 102 en un canal de flujo entre el compresor 103 y la válvula de conmutación 104 para liberar el exceso de aire como materia prima. Cuando un valor predeterminado del dispositivo de ajuste del caudal es igual a un valor determinado o menos y el número de revoluciones en el compresor se controla en un límite inferior para entrar en funcionamiento constante, la válvula de descarga 102 se abre para liberar el exceso de aire como materia prima relativo a un volumen de suministro requerido para el aire como materias prima. Para el uso de tal válvula de descarga 102 se puede aplicar un procedimiento en el que una cantidad en exceso de la materia prima que se ha de suministrar se libera proporcionalmente controlando una apertura de válvula de una válvula de control contra un caudal predeterminado, o un procedimiento en el que una cantidad en exceso se libera de acuerdo con una hora de apertura de una válvula electromagnética. Mediante el uso de tal procedimiento de control, se puede prevenir el exceso de adsorción de oxígeno y el aire como materia prima suministrada en exceso se puede liberar como se muestra en un área sombreada de la figura 3. Como resultado, la concentración de oxígeno generado se puede mantener en una tasa constante independientemente de un caudal predeterminado.

20

La figura 4 es un diagrama constitucional esquemático de un aparato que ilustra un concentrador de oxígeno de tipo adsorción de presión variable en otra realización de la presente invención.

De manera similar al aparato de la figura 1, el aire como materia prima aportado desde el exterior se introduce en un orificio de admisión de aire equipado con un filtro de admisión de aire exterior 501 para eliminar las partículas extrañas tales como polvo y similares. En este momento, el aire atmosférico ordinario contiene aproximadamente el 21 % de oxígeno gaseoso, aproximadamente el 77 % de nitrógeno gaseoso, el 0,8 % de argón gaseoso y el 1,2 % de gases tales como vapor de agua y similares. En un aparato de este tipo, solamente se concentra y se aísla el oxígeno gaseoso requerido para un gas de respiración.

30

Para aislar tal oxígeno gaseoso, el aire como materia prima es presurizado y suministrado por el compresor 503 a dos botellas de adsorción 505A y 505B rellenas de adsorbentes que contienen zeolitas y similares, que adsorben selectivamente las moléculas de nitrógeno gaseoso en relación con las moléculas de oxígeno gaseoso mediante un cambio sucesivo de las botellas de adsorción objetivo mediante la válvula de conmutación 504, y alrededor del 77 % del nitrógeno gaseoso contenido en el aire como materia prima se adsorbe selectivamente y se elimina dentro de las botellas de adsorción.

35

Aire enriquecido en oxígeno que contiene oxígeno gaseoso como componente principal, que no se adsorbe en las botellas de adsorción descritas anteriormente, se hace fluir hacia el tanque de producto 507 a través de la válvula de retención 506 instalada con el objetivo de evitar que el reflujo del gas hacia las botellas de adsorción.

40

Es preciso desorber un nitrógeno gaseoso adsorbido en los adsorbentes rellenos en la botella de adsorción con el fin de reutilizar los adsorbentes para volver a adsorber un nitrógeno gaseoso del nuevo aire como materia prima introducido. Así pues, la válvula de conmutación 504 cambia de una condición presurizada lograda por el compresor 503 a una condición despresurizada (por ejemplo, estado de presión atmosférica o estado de presión negativa) para desorber un nitrógeno gaseoso adsorbido y regenerar los adsorbentes. En esta etapa de desorción, puede producirse un reflujo de gas concentrado en oxígeno como gas de purga desde el lado del producto de la botella de adsorción (o tanque de producto) en una etapa de adsorción con el fin de aumentar una eficacia de desorción.

45

Un gas concentrado en oxígeno se produce a partir de aire como materia prima y se almacena en el tanque de producto 507. El gas concentrado en oxígeno almacenado en el tanque de producto 507 contiene, por ejemplo, un oxígeno gaseoso altamente concentrado hasta un nivel del 95 % y se suministra al humidificador 512 controlando el caudal y la presión con una válvula reguladora de presión, un dispositivo de ajuste del caudal 509 (CV: válvula de control) o similares para suministrar un gas concentrado en oxígeno humidificado a los pacientes.

50

Se detecta un valor predeterminado en el dispositivo de ajuste del caudal 509 para controlar el número de revoluciones en un motor eléctrico para el compresor 503 por el dispositivo de control para controlar un volumen de flujo de aire que se ha de suministrar a las botellas de adsorción. Cuando un caudal predeterminado se ajusta en un caudal bajo, la reducción del número de revoluciones disminuye la cantidad de oxígeno generado, lo que conduce a la reducción del consumo de energía eléctrica. Cuando un volumen de aire como materia prima se suministra en exceso a un cierto nivel en un límite inferior de funcionamiento del compresor, no solo las moléculas de nitrógeno, sino también las moléculas de oxígeno, se adsorben sobre los adsorbentes de las botellas de adsorción 505A y 505B, causando un fenómeno de exceso de adsorción. En un concentrador de oxígeno de la presente invención, con el fin de evitar tal fenómeno de exceso de adsorción, la válvula de conmutación 504 se cambia durante la etapa de adsorción para controlar un volumen de aire como materia prima que se ha de suministrar a las botellas de adsorción y se libera el exceso de aire como materia prima.

60

65

En un concentrador de oxígeno de tipo botella doble, en cuanto a la válvula de conmutación 504 correspondiente, se adopta una estructura en una combinación de cuatro válvulas de dos vías (válvulas electromagnéticas de dos vías, a1, a2, b1 y b2), como se muestra en la figura 4. Cada válvula electromagnética puede estar conectada mediante un tubo o un tubo bifurcado, o las cuatro válvulas electromagnéticas pueden estar montadas en un distribuidor.

La figura 5 muestra una temporización de apertura/cierre de cada válvula de dos vías. Cuando se suministra aire comprimido a la botella de adsorción 505A desde un compresor en una etapa de adsorción, generalmente la otra botella de adsorción 505B se encuentra en una etapa de desorción y la botella de adsorción en condiciones presurizadas se despresuriza para liberar el nitrógeno adsorbido a la atmósfera. En este momento, la válvula de dos vías a1 se abre, pero las válvulas de dos vías a2 y b1 se cierran, de manera que se suministra aire comprimido a la botella de adsorción 505A. Al mismo tiempo, la válvula de dos vías b2 se abre para liberar un gas enriquecido en nitrógeno a la botella de adsorción 505B. Alternando esta forma de operación tras un tiempo dado, la etapa de adsorción y la etapa de desorción se alternan repetidamente entre las botellas de adsorción 505A y 505B.

Por el contrario, un aparato de la presente invención abre la válvula de dos vías b1 en una etapa tardía de la etapa de adsorción en la botella de adsorción 505A para liberar parte del aire comprimido suministrado por el compresor 503 desde la válvula de dos vías b1 a través de una línea de escape. Esto puede reducir la cantidad de aire como materia prima suministrado desde la válvula de dos vías a1 a la botella de adsorción 505A, evitando un fenómeno de exceso de adsorción de oxígeno. De manera similar, al abrir la válvula de dos vías b2 en una etapa tardía de la etapa de adsorción en la botella de adsorción 505B, parte del aire comprimido se libera desde la válvula de dos vías b2 a través de la línea de escape.

El control de la válvula de conmutación 504 viene determinado de acuerdo con un valor predeterminado de un caudal de suministro de oxígeno y una temporización de conmutación viene controlada de acuerdo con una señal predeterminada del dispositivo de ajuste del caudal 509. Por ejemplo, en un aparato capaz de suministrar un caudal de hasta 3 l/min, cuando un valor predeterminado es igual a 1 l/min o más, el número de revoluciones de un motor para el compresor 503 se controla sin cambiar la temporización de conmutación para controlar el volumen de suministro de aire como materia prima, mientras que cuando un valor predeterminado es igual a 1 l/min o menos, la temporización para abrir las válvulas de dos vías b1/b2 que constituyen la válvula de conmutación 504 en una etapa tardía de la etapa de adsorción se controla antes de tiempo, controlando así el volumen de aire como materia prima que se ha de suministrar a cada botella de adsorción 505A y 505B.

Cuando un concentrador de oxígeno de tipo botella doble, capaz de suministrar un caudal de suministro descrito anteriormente de hasta 3 l/min en la figura 4 se usa bajo una secuencia repetitiva de una etapa de adsorción y una etapa de desorción cada 15 segundos y a un caudal de oxígeno predeterminado de 3 l/min, se obtiene un gas concentrado en oxígeno con una concentración de oxígeno del 93 %, mientras que cuando se usa un caudal de oxígeno predeterminado de 0,25 l/min, una concentración de oxígeno en el gas concentrado en oxígeno generado se reduce del 93 % al 88 % debido al exceso de adsorción de moléculas de oxígeno sobre los adsorbentes y a la concentración de argón gaseoso.

Como se muestra en la figura 5, en un aparato de la presente invención, cuando la válvula de dos vías b1 de la válvula de conmutación 504 en el lado de liberación se abre cinco segundos antes de la etapa de adsorción de la botella de adsorción 505A y de la válvula de dos vías b2 en el lado de liberación se abre cinco segundos antes de la etapa de adsorción de la botella de adsorción 505B, se libera parte del aire como materia prima procedente del compresor 503 que se ha de suministrar a la botella de adsorción en la etapa de adsorción. De esta manera, es posible mantener una concentración de oxígeno del 93 %, incluso cuando el aparato se hace funcionar con un caudal de oxígeno predeterminado de 0,25 l/min.

Se puede controlar una temporización para realizar una apertura anticipada ajustando proporcionalmente un volumen de aire como materia prima de manera que coincida con un caudal predeterminado o se puede controlar mediante múltiples etapas.

Como se muestra en la figura 6, se observa un fenómeno en el que parte de un gas de liberación se hace fluir hacia una botella de adsorción inmediatamente antes de la finalización de una etapa de desorción, pero esto no tiene efecto sobre una concentración de oxígeno generado y puede por el contrario lograr una reducción del consumo de energía eléctrica debido a que es posible evitar un aumento mayor de lo necesario de una presión en la botella de adsorción.

#### 60 Efecto de la invención

En un concentrador de oxígeno de la presente invención, se inserta una válvula de descarga (válvula electromagnética, válvula de control (CV) y similares) entre una salida del compresor y una entrada de una botella de adsorción para liberar el aire como materia prima innecesaria, y de esta manera se incrementa una concentración de oxígeno generado y un compresor puede ser accionado de forma estable sin recibir efecto alguno de las condiciones circundantes.

Además, cuando un valor predeterminado de un caudal de oxígeno suministrado está en una zona de caudal bajo, mediante la liberación del aire como materia prima innecesario en una etapa tardía de la etapa de adsorción, es posible prevenir el exceso de adsorción de las moléculas de oxígeno causada por un exceso de suministro de aire como materia prima y una disminución de la concentración de oxígeno generado causada por la concentración de argón. Además, incluso en una zona de caudal bajo, es posible reducir el consumo de energía eléctrica y se puede estabilizar el funcionamiento de un compresor.

**REIVINDICACIONES**

1. Un concentrador de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión (1), que incluye:
- 5 al menos un lecho de adsorción (105) relleno de un adsorbente capaz de adsorber selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno;
- un dispositivo de suministro de aire (101, 103) para suministrar aire comprimido al lecho de adsorción,
- 10 un dispositivo de conmutación del canal de flujo (104) para repetir con una periodicidad predeterminada una etapa de adsorción en la que se suministra aire desde el dispositivo de suministro de aire al lecho de adsorción para aislar oxígeno concentrado y una etapa de desorción para despresurizar el lecho de adsorción con el fin de regenerar el adsorbente del mismo;
- 15 un dispositivo de ajuste del caudal (109) para ajustar el caudal volumétrico de oxígeno concentrado suministrado a un usuario;
- un canal de tubo de escape equipado con una válvula de descarga (102) en un canal de flujo entre el dispositivo de suministro de aire y el lecho de adsorción para liberar a la atmósfera una parte del aire comprimido que se ha de
- 20 suministrar al lecho de adsorción; y
- un dispositivo de control para controlar el caudal volumétrico de aire comprimido suministrado desde el dispositivo de suministro de aire de manera que esté en un determinado valor límite inferior de funcionamiento con el fin de permitir el funcionamiento estable del dispositivo de suministro de aire y un caudal volumétrico de aire comprimido liberado a
- 25 través de la válvula de descarga, cada uno de ellos cuando el ajuste del dispositivo de ajuste del caudal es igual o inferior a un valor de ajuste dado, y en los demás casos para controlar el caudal volumétrico de aire comprimido suministrado desde el dispositivo de suministro de aire en función del ajuste del dispositivo de ajuste del caudal.
2. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el canal de tubo de escape
- 30 se bifurca desde un canal de tubo que conecta el dispositivo de suministro de aire y el dispositivo de conmutación del canal de flujo y está equipado con una válvula de control del caudal como la válvula de descarga.
3. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de suministro de aire es un compresor (103) con un inversor y el dispositivo de control está dispuesto para controlar el número de
- 35 revoluciones del compresor para mantener el determinado valor límite inferior de funcionamiento y para controlar el caudal volumétrico de aire comprimido llevando a cabo una operación de apertura/cierre de la válvula de descarga para liberar desde el tubo de escape la parte del aire comprimido, cada uno de ellos cuando el ajuste es igual o inferior al valor de ajuste dado.
- 40 4. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el concentrador está dispuesto para liberar una parte del aire comprimido suministrado al lecho de adsorción inmediatamente antes de la finalización de la etapa de adsorción.
5. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el dispositivo de conmutación
- 45 del canal de flujo comprende:
- una válvula electromagnética de dos vías (a) instalada en un tubo de suministro de aire comprimido que conecta el dispositivo de suministro de aire y el lecho de adsorción,
- 50 un canal de tubo bifurcado entre el lecho de adsorción y un lado de escape instalado en un lado aguas abajo de la válvula electromagnética de dos vías (a) y
- una válvula electromagnética de dos vías (b) instalada en el canal de tubo bifurcado en el lado de liberación.
- 55 6. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el lecho de adsorción se compone de dos lechos de adsorción, y el dispositivo de conmutación del canal de flujo comprende:
- un canal de tubo bifurcado que conecta el dispositivo de suministro de aire y cada lecho de adsorción para suministrar aire comprimido;
- 60 válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado;
- un canal de tubo bifurcado en el lecho de adsorción y un lado de escape instalado en un lado aguas abajo de las válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2);
- 65 válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado en el lado de escape; y

un canal de tubo bifurcado que conecta una salida de escape y las válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2).

7. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el dispositivo de conmutación  
5 del canal de flujo comprende cada distribuidor de:

el canal de tubo bifurcado que conecta el dispositivo de suministro de aire y cada lecho de adsorción para suministrar aire comprimido;

10 las válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado;

el canal de tubo bifurcado en el lecho de adsorción y un lado de escape instalado en un lado aguas abajo de las válvulas electromagnéticas de dos vías (a1 y a2);

15 las válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2) instaladas en cada canal de tubo bifurcado en el lado de escape; y

el canal de tubo bifurcado que conecta una salida de escape y las válvulas electromagnéticas de dos vías (b1 y b2).

20 8. El concentrador de oxígeno de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende un dispositivo de control para controlar, en función del ajuste del dispositivo de ajuste del caudal, una temporización de conmutación del dispositivo de conmutación del canal de flujo con el fin de determinar un volumen de liberación de aire comprimido inmediatamente antes de la finalización de una etapa de adsorción.

Figura 1

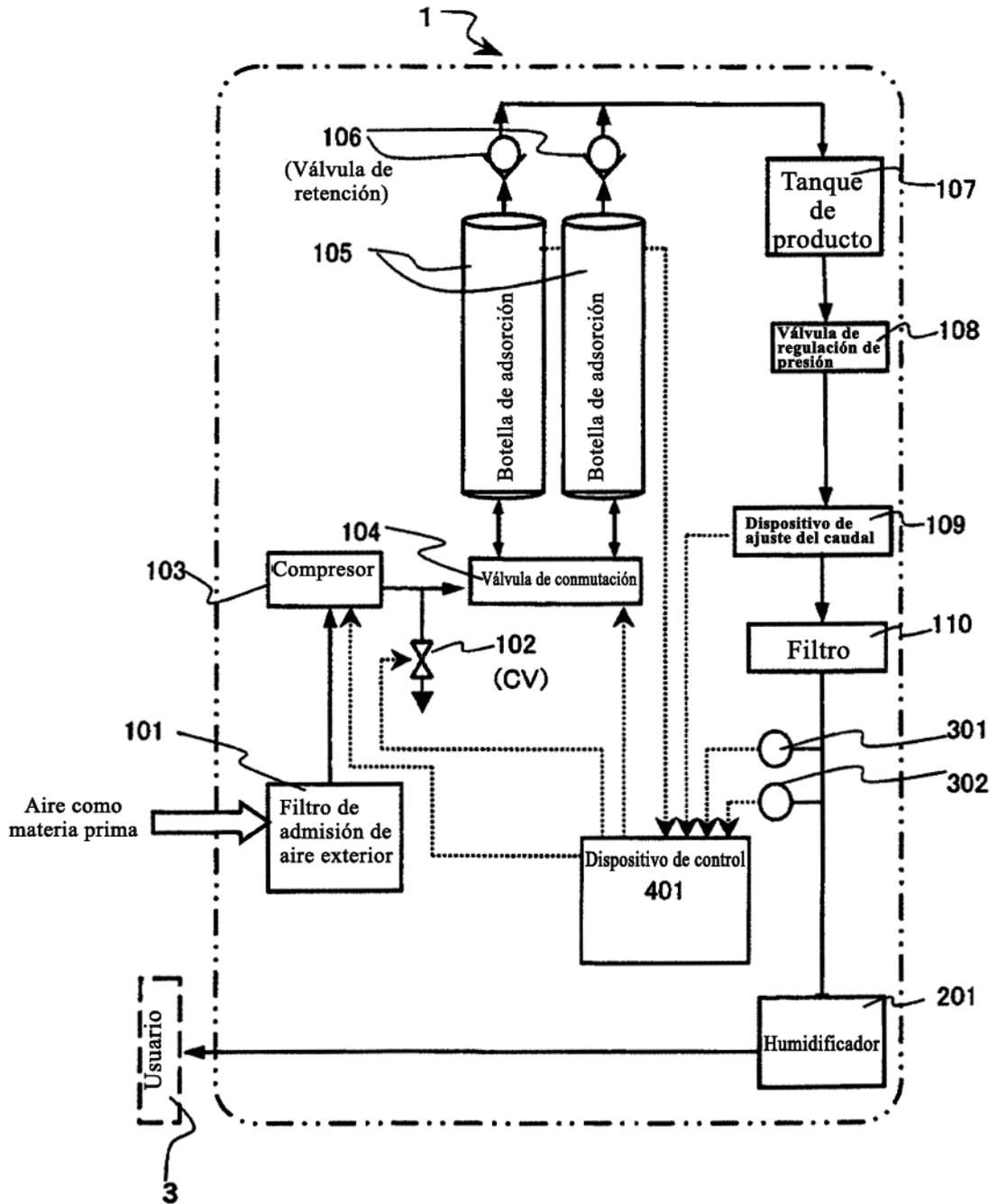


Figura 2

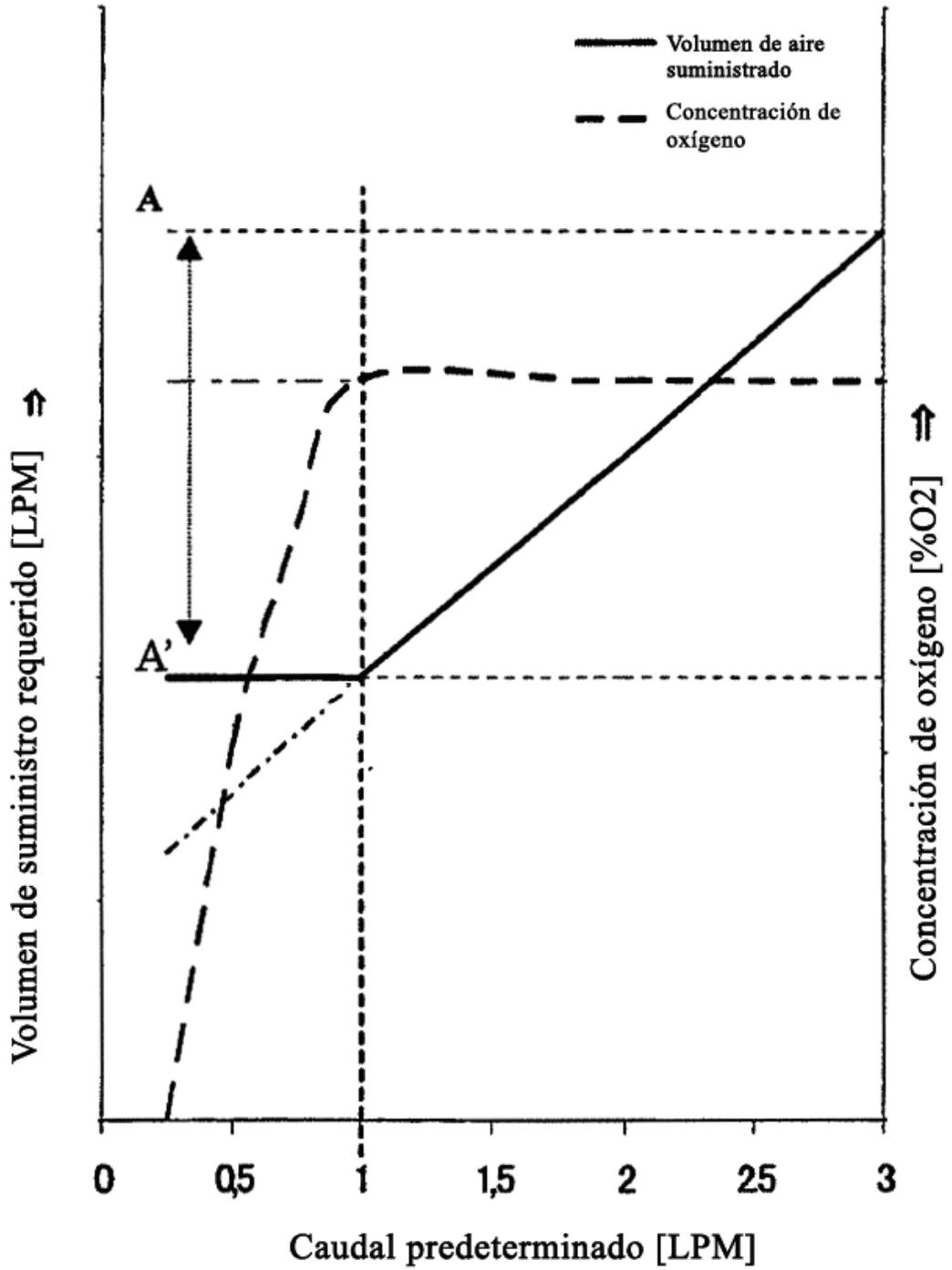


Figura 3

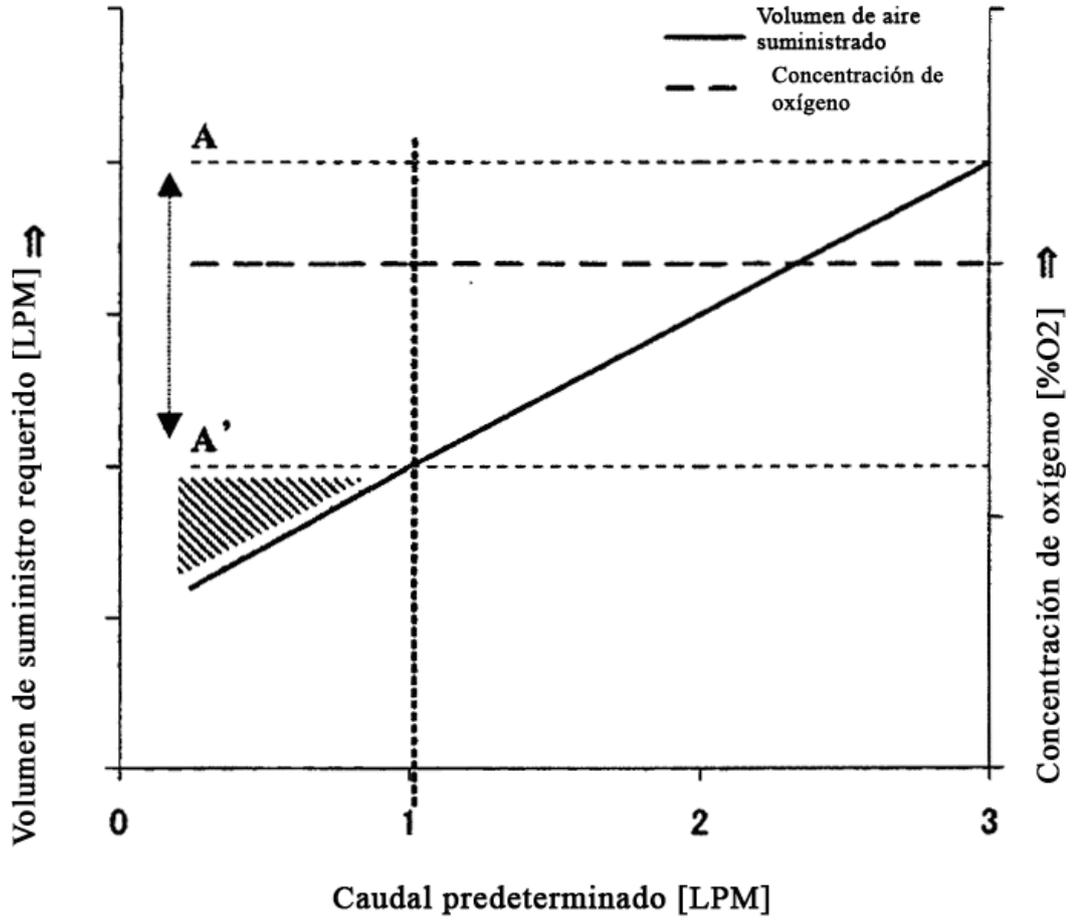


Figura 4

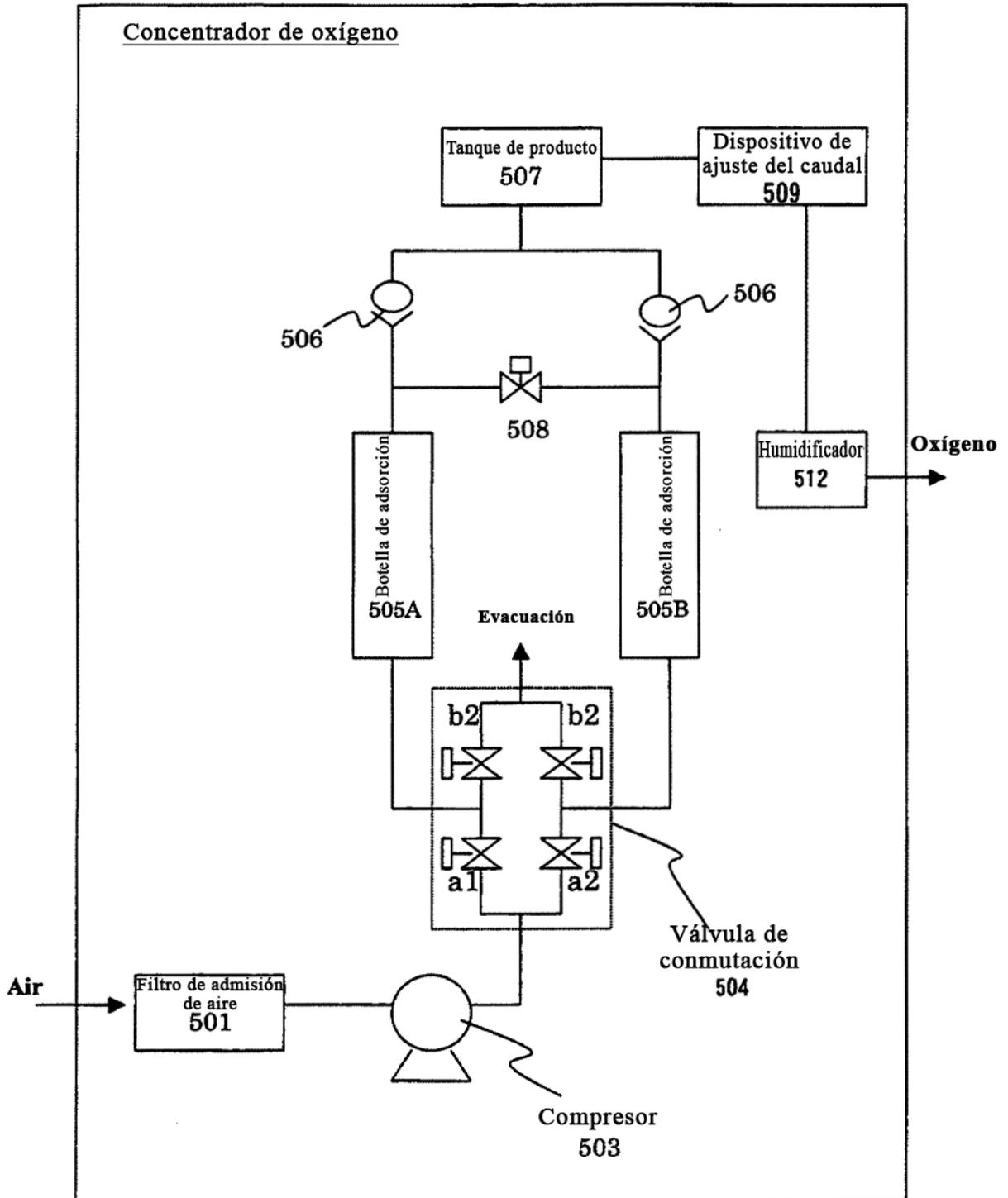
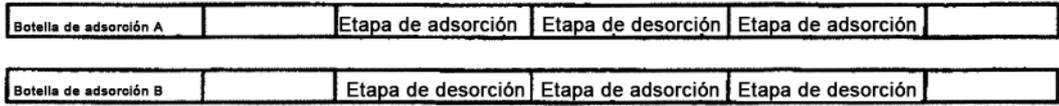
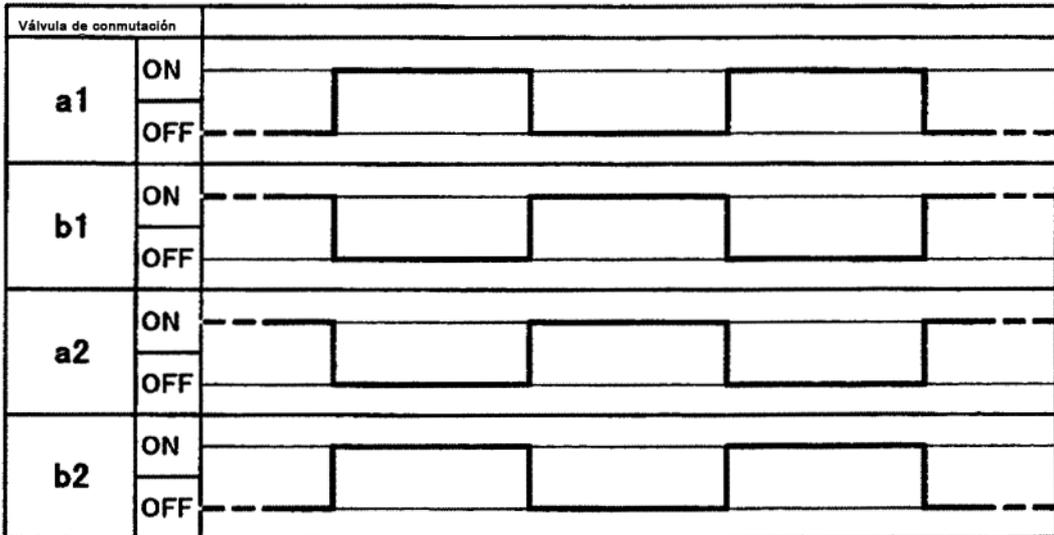


Figura 5



<Técnica convencional>



<Invención de la presente solicitud>

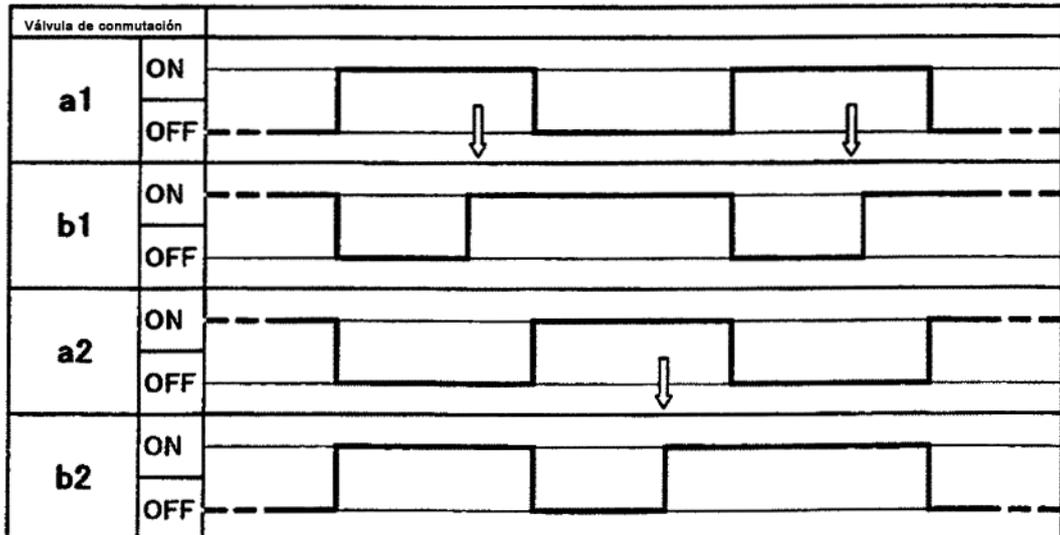


Figura 6

