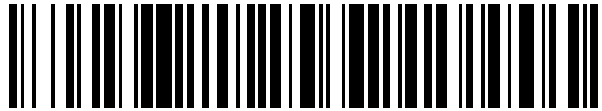


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 973**

51 Int. Cl.:

A61M 16/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2010 PCT/JP2010/069766**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11052803**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2010 E 10826932 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2497516**

54 Título: **Dispositivo de enriquecimiento en oxígeno**

30 Prioridad:

02.11.2009 JP 2009252056

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**TEIJIN PHARMA LIMITED (100.0%)
2-1, Kasumigaseki 3-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8585, JP**

72 Inventor/es:

**ANDO, MAKOTO y
KIRIAKE, HISASHI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

Observaciones :

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques
o Bemerkungen) en el folleto original publicado
por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 621 973 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

Dispositivo de enriquecimiento en oxígeno

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que usa un adsorbente que adsorbe preferentemente nitrógeno en relación con oxígeno. Más específicamente, la presente invención se refiere a un dispositivo médico de enriquecimiento en oxígeno usado para terapia de inhalación de oxígeno que se realiza para un paciente con enfermedad respiratoria crónica y similar.

Técnica anterior

En los últimos años, el número de pacientes que padecen enfermedades del sistema respiratorio tales como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares ha tendido a aumentar. Uno de los procedimientos terapéuticos más efectivos para estas enfermedades es la terapia de inhalación de oxígeno. Una terapia de inhalación de oxígeno de este tipo consiste en que los pacientes inhalan aire enriquecido en oxígeno o gas oxígeno. Se conocen un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que separa el oxígeno del aire, un dispositivo de suministro de oxígeno que usa oxígeno líquido o un cilindro de gas oxígeno, y similares como fuente de suministro de oxígeno usada para la terapia de inhalación de oxígeno. Sin embargo, el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno se usa principalmente para la terapia de oxígeno en el domicilio porque es cómodo de usar y fácil de mantener y gestionar.

Un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno es un dispositivo para suministrar oxígeno separando y concentrando oxígeno que constituye el 21% del aire. Como dispositivo de este tipo, existe un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo membrana que usa una membrana de enriquecimiento en oxígeno que permea selectivamente oxígeno y un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que usa un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno u oxígeno. Principalmente se usa un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión debido al beneficio de obtener alta concentración de oxígeno del 90% o más.

El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión produce de manera continua un gas oxígeno altamente concentrado repitiendo una etapa de adsorción y una etapa de desorción. En la etapa de adsorción en la que se obtiene gas enriquecido en oxígeno no adsorbido, se adsorbe nitrógeno en condiciones presurizadas sobre un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno tal como zeolitas de tamiz molecular de tipo 5A, 13X, Li-X llenas en un cilindro de adsorción al que se suministra aire comprimido mediante un compresor. En la etapa de desorción en la que se regenera el adsorbente, se desorbe el nitrógeno adsorbido sobre el adsorbente reduciendo la presión en el cilindro de adsorción hasta la presión atmosférica o menos mediante evacuación.

40 [Documentos de la técnica anterior]

[Documentos de patente]

Documento de patente 1: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2006-141896

Documento de patente 2: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2002-253675

[Problemas que va a resolver la invención]

En el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que usa un adsorbente, cuando el volumen de suministro de aire como material de partida procedente de un medio de suministro de aire comprimido tal como un compresor y similar y una secuencia de procedimiento de adsorción son constantes, la concentración de oxígeno del gas producto obtenido generalmente cambia dependiendo de la temperatura ambiental y de la temperatura del aire suministrado. Esto depende de las características de temperatura del adsorbente en relación con la proporción de adsorción selectiva de nitrógeno u oxígeno. En cuanto a las zeolitas de tamiz molecular tales como de tipo Li-X, de tipo MD-X y similares, cuando la temperatura ambiental es alta, disminuye la cantidad de nitrógeno adsorbido por el adsorbente. Y por tanto, se produce descomposición de nitrógeno en la etapa de adsorción para disminuir la concentración de oxígeno producto cuando se usa una secuencia optimizada a temperatura ambiente. Cuando la temperatura ambiental es baja, aumenta la proporción de adsorción de nitrógeno del adsorbente. Sin embargo, la concentración de oxígeno del gas producto disminuye debido a la desorción de nitrógeno insuficiente, porque la velocidad de adsorción del nitrógeno disminuye en la etapa de desorción.

En los últimos años, tal como se muestra en el documento de patente 1, se ha propuesto un procedimiento en que se asegura oxígeno altamente concentrado cambiando la capacidad de un medio de suministro de aire comprimido tal como un compresor y similar en respuesta a la temperatura ambiental del entorno. Sin embargo, puesto que se requiere que la presión del aire que va a introducirse en el cilindro de adsorción sea lo más alta posible en un

dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que usa un procedimiento de este tipo, surge el problema de producir un aumento en el consumo de energía del dispositivo asociado con el aumento de la capacidad de suministro de aire comprimido del compresor.

5 Cuando un dispositivo médico de enriquecimiento en oxígeno de este tipo se usa en el domicilio, como la factura para la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar el dispositivo se carga al paciente, se requiere encarecidamente que se reduzca el consumo de energía.

10 Con el fin de disminuir el consumo de energía para un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión, se ha propuesto un procedimiento para detectar la concentración de un gas producto (gas oxígeno) y controlar la velocidad de rotación de un motor eléctrico usado como medio de suministro de aire en respuesta a los resultados detectados (Documento de patente 2).

15 El documento de patente 2 describe un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que realiza un bajo consumo de energía eléctrica cambiando la capacidad de suministro de un medio de suministro de aire comprimido tal como un compresor y similar en respuesta al valor detectado de un gas enriquecido en oxígeno de un medio de detección de concentración de oxígeno. Sin embargo, como en el dispositivo descrito en el documento de patente 1, se requiere que aumente la capacidad de compresión del medio de suministro de aire comprimido cuando cambia la temperatura ambiental, y por tanto surge el problema, por ejemplo, de que se requiere un aumento en el consumo de energía del dispositivo.

25 En un dispositivo de este tipo, mediante el control de la velocidad de rotación de un motor eléctrico para mantener la concentración de oxígeno a un determinado valor, se obtiene un consumo de energía inferior en una etapa de funcionamiento anterior que en un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno convencional: concretamente, cuando la capacidad de producción de oxígeno es alta debido a un entorno de funcionamiento favorable o a las condiciones favorables en las partes componentes del dispositivo, el consumo de energía se reduce suprimiendo la capacidad del medio de suministro de aire, y cuando la capacidad de producción de oxígeno disminuye debido al empeoramiento del entorno de funcionamiento del dispositivo debido, por ejemplo, a alta temperatura, baja temperatura y similares, o debido al deterioro de las partes componentes del dispositivo, el rendimiento de suministro del medio de suministro de aire aumenta. Sin embargo, era difícil mantener la producción de oxígeno altamente concentrado en respuesta a cambios del rendimiento de adsorción del adsorbente debido al cambio en la temperatura ambiental, solo controlando el medio de suministro de aire. También era difícil lograr un consumo de energía sustancialmente menor.

35 Se hace referencia al documento WO 2010/073140 A2, que da a conocer un sistema concentrador de oxígeno portátil y estacionario. Este documento no da a conocer el control de la duración de la etapa de purga para maximizar la concentración de oxígeno cambiando la sincronización de apertura/cierre de los medios de conmutación de canal de flujo, cuando el valor de salida del sensor de la concentración de oxígeno es menor que un valor especificado, o el valor de salida del sensor de temperatura está fuera de un intervalo de temperatura específico.

Resumen

45 La invención se define mediante la reivindicación independiente a continuación. Las reivindicaciones dependientes se refieren a características opcionales y a modos de realización preferidos

Para resolver los problemas descritos anteriormente, los presentes inventores encontraron las disposiciones descritas continuación.

50 Se proporciona un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según la reivindicación 1.

Se proporciona el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que tiene tal medio de control de la etapa de purga, en el que:

55 se usa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno justo antes de que comience un control para cambiar la duración de la etapa de purga como concentración de referencia,

60 se realiza un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

65 se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este

punto se denomina punto P¹ a continuación);

se usa la concentración de oxígeno en el punto P¹ como concentración de referencia,

5 se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

10 se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto Q¹ a continuación);

15 se usa la concentración de oxígeno en el punto Q¹ como concentración de referencia,

se realizan un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

20 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto R¹ a continuación); y

25

se determina el punto medio entre los puntos Q¹ y R¹ como la duración óptima de la etapa de purga.

30 Se proporciona el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que tiene tal medio de control de la etapa de purga, en el que:

se usa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno justo antes de que comience un control para cambiar la duración de la etapa de purga como concentración de referencia,

35 se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

40 se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto P² a continuación);

45 se usa la concentración de oxígeno en el punto P² como concentración de referencia,

se realizan un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

50 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto Q² a continuación);

55

se usa la concentración de oxígeno en el punto Q² como concentración de referencia,

se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,

60

se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y

65 se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este

punto se denomina punto R^2 a continuación); y

se determina el punto medio entre los puntos Q^2 y R^2 como la duración óptima de la etapa de purga.

5 Se proporciona el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que tiene tal medio de control de la etapa de purga, en el que:

10 se registra el valor de salida del sensor de temperatura en el momento de puesta en marcha del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno o en el momento de cambio en la velocidad de flujo ajustada como temperatura de referencia, y

la duración de la etapa de purga determinada por la temperatura de referencia se ajusta/controla como valor por defecto, y

15 se registra el valor de salida del sensor de temperatura en el momento de puesta en marcha del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno o en el momento de cambio en la velocidad de flujo ajustada como temperatura de referencia,

20 la duración de la etapa de purga se reajusta a la duración de la etapa de purga que se predetermina basándose en el valor de salida del sensor de temperatura cuando el valor detectado del sensor de temperatura se cambia más de un valor especificado en comparación con la temperatura de referencia.

Se proporciona el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que tiene tal medio de control de la etapa de purga dotado de un intervalo de ajuste previo en que la duración de la etapa de purga es variable, en el que:

25 si la duración de la etapa de purga alcanza un límite del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable sin detectar un punto P en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia, o

30 si la duración de la etapa de purga alcanza un límite del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable sin detectar un punto Q en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia tras detectar el punto P,

35 el límite logrado del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable se determina como la duración óptima de la etapa de purga.

Se proporciona el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno que tiene un sensor de velocidad de flujo de oxígeno para detectar la velocidad de flujo del gas enriquecido en oxígeno producido por el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno, en el que

40 el medio de control de la etapa de purga realiza el control para detener o suspender la ejecución del cambio de la duración de la etapa de purga cuando la velocidad de flujo del gas enriquecido en oxígeno está fuera de un intervalo específico o cuando el valor detectado del sensor de temperatura está fuera de un intervalo específico de variación.

45 Una ventaja que puede obtenerse con las disposiciones descritas anteriormente es que puede proporcionarse una secuencia de funcionamiento óptima, que de manera constante es capaz de producir un gas oxígeno enriquecido altamente concentrado en respuesta al cambio en la eficacia de adsorción del adsorbente dependiendo del cambio de temperatura del entorno de uso del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno. La presente invención proporciona el dispositivo capaz de suministrar oxígeno de manera estable para un usuario con bajo consumo de energía.

50 **[Breve descripción de los dibujos]**

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que muestra un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según un ejemplo del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de la presente invención; la FIG. 2 es un diagrama esquemático que muestra cada etapa según un ejemplo del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de la presente invención; la FIG. 3 y la FIG. 4 son diagramas esquemáticos según un ejemplo del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de la presente invención.

60 **Mejor modo para llevar a cabo la presente invención**

A continuación se describirá un ejemplo de un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de la presente invención con referencia a los dibujos.

65 La FIG. 1 es un diagrama de constitución esquemático que muestra el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según un modo de realización de la presente invención. Un dispositivo 1 de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según la presente invención tiene un compresor

- 112 que suministra aire como material de partida, cilindros de adsorción 131 y 132 llenos con adsorbentes que adsorben selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno, válvulas de suministro 121 y 122 que son medios de conmutación de canal de flujo para conmutar entre las etapas de adsorción y desorción, válvulas de salida 123 y 124 y una válvula de equalización de presión 125. Un gas enriquecido en oxígeno que se separa y se genera del aire como material de partida se regula a una velocidad de flujo específica usando un medidor de flujo (una válvula de control 142), y se suministra a un usuario usando una cánula 148.
- El aire como material de partida introducido en el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno desde el exterior, se introduce en primer lugar en un orificio de admisión de aire que tiene un filtro de admisión de aire externo 111 y similar para eliminar materia extraña tal como polvo y similares. En este momento, el aire normal contiene aproximadamente el 21% de gas oxígeno, aproximadamente el 77% de gas nitrógeno, el 0,8% de gas argón y el 1,2% de otros gases tales como dióxido de carbono y similares. Un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de este tipo separa, concentra y aísla un gas oxígeno requerido como gas para respirar.
- En una etapa de adsorción, el aire comprimido procedente del compresor 112 se suministra de manera secuencial a los cilindros de adsorción 131 y 132 llenos con los adsorbentes que contienen zeolitas y similares que adsorben selectivamente moléculas de gas nitrógeno en relación con moléculas de gas oxígeno conmutando un canal de flujo para suministrar aire como material de partida a un cilindro de adsorción seleccionado como objetivo, controlando la apertura/cierre de las válvulas de suministro 121 y 122 y las válvulas de salida 123 y 124. Entonces, en los cilindros de adsorción 131 y 132 que están en estado presurizado, aproximadamente el 77% de gas nitrógeno contenido en el aire como material de partida se adsorbe y se elimina selectivamente para aislar el gas enriquecido en oxígeno.
- Tales cilindros de adsorción están compuestos por recipientes cilíndricos llenos con adsorbentes que adsorben selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno. El número de cilindros de adsorción se decide en relación con la cantidad de producción de oxígeno. Existen dispositivos de enriquecimiento en oxígeno que usan uno, dos o múltiples cilindros con tres o más. Con el fin de producir un gas enriquecido en oxígeno de manera continua y eficaz a partir de aire como material de partida, preferiblemente se usa un tipo de dos cilindros o un tipo de múltiples cilindros del cilindro de adsorción tal como se muestra en la FIG. 1.
- En cuanto al compresor 112, se usa un compresor de aire oscilante de tipo de dos cabezales así como un compresor de aire rotacional tal como de tipo tornillo, de tipo rotativo, de tipo espiral y similares como compresor que tiene una función de compresión únicamente o funciones de compresión y evacuación. Puede usarse o bien corriente alterna o bien corriente continua como fuente de energía de un motor eléctrico para accionar el compresor. Puesto que el compresor 112 puede ser una fuente de ruido o de producción de calor, el dispositivo puede silenciarse alojando el compresor 112 en una caja de compresor que tiene un ventilador de enfriamiento 113.
- El gas enriquecido en oxígeno compuesto principalmente por el gas oxígeno, que no se adsorbió por los cilindros de adsorción 131 y 132, fluye al interior de un tanque de producto 140 a través de válvulas de retención 128 y 129 proporcionadas para impedir el flujo de retorno del gas a los cilindros de adsorción.
- Con el fin de producir de manera continua un gas enriquecido en oxígeno, el nitrógeno adsorbido sobre los adsorbentes llenos en los cilindros de adsorción debe desorberse y eliminarse. En la etapa de desorción, los cilindros de adsorción se conectan a una canalización de salida cerrando las válvulas de suministro 121 y 122 y abriendo las válvulas de salida 123 y 124, los cilindros de adsorción 131 y 132 se conmutan desde un estado presurizado hasta un estado abierto a la atmósfera, y el gas nitrógeno adsorbido en el estado presurizado se desorbe para regenerar los adsorbentes. Los ruidos que acompañan a la salida de nitrógeno pueden reducirse equipando con un silenciador de salida 150 en el extremo de la canalización de salida.
- Además, en la etapa de desorción, se realiza una etapa de purga para mejorar la eficacia de la desorción de nitrógeno. En la etapa de purga, el gas enriquecido en oxígeno, que se usa como gas de purga, se hace fluir de vuelta desde el lado de producto del cilindro de adsorción 131 a través de la válvula de equalización de presión 125 hacia el cilindro de adsorción 132 que está en una etapa de adsorción. La válvula de equalización de presión 125 tiene orificios 126 y 127 para controlar la velocidad de flujo del gas de purga.
- Cada una de las etapas está controlada operativamente por el rendimiento de cambio de tiempo en los dos cilindros de adsorción 131 y 132, respectivamente. Mientras que la etapa de adsorción se realiza en el cilindro de adsorción 131 para producir oxígeno, la etapa de desorción se realiza en el otro cilindro de adsorción 132 para regenerar el adsorbente, por tanto se produce oxígeno de manera continua conmutando cada una de las etapas.
- Se produce un gas enriquecido en oxígeno mediante aire como material de partida y se almacena en un tanque de producto 140. El gas enriquecido en oxígeno almacenado en el tanque de producto 140 contiene un gas enriquecido en oxígeno altamente concentrado cuya concentración es del 95%, por ejemplo. Mientras se controla la velocidad de flujo de suministro y la presión del gas enriquecido en oxígeno usando un medio de ajuste de flujo 142 tal como una válvula de regulación de presión 141, la válvula de control y similares, el gas enriquecido en oxígeno se suministra a un humidificador 145, y el gas enriquecido en oxígeno humidificado se suministra a un paciente.

Para el humidificador 145, pueden usarse humidificadores de tipo burbujeo o de tipo evaporación de superficie usando agua como fuente de humedad así como un humidificador de tipo de suministro sin agua. El humidificador de tipo de suministro sin agua suministra y humidifica el gas enriquecido en oxígeno en estado seco introduciendo humedad procedente del aire ambiental usando un modulo de membrana permeable al agua que tiene membranas permeables al agua, por ejemplo, una membrana basada en ácido perfluorosulfónico tal como Nafion y similares, una membrana de poliimida y una membrana de polieterimida.

Un sensor 144 de la concentración de oxígeno/velocidad de flujo de tipo ultrasónico detecta la velocidad de flujo y la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno que va a suministrarse a un usuario, y opcionalmente realiza una regulación de realimentación de la velocidad de rotación del compresor 112 o la sincronización de apertura/cierre de la válvula de válvula de conmutación de flujo para controlar la producción de oxígeno.

El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno tiene un sensor de presión 115 y una válvula de alivio 114 para detectar el funcionamiento anómalo del compresor o la compresión anómala de los cilindros de adsorción, y también tiene un sensor de temperatura 151 para detectar la temperatura de adsorción en el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno, realizando de ese modo la detección de anomalías del dispositivo o el control óptimo de las etapas de adsorción y desorción.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático de la sincronización de apertura/cierre de los medios de conmutación de canal de flujo que muestra un modo de realización de la presente invención, que conmuta secuencialmente entre las válvulas de suministro 121 y 122 equipadas entre el compresor 112 y cada uno de los cilindros de adsorción 131 y 132, las válvulas de salida 123 y 124 y una válvula de equalización de presión 125 que equaliza la presión entre los cilindros de adsorción aguas abajo de los cilindros de adsorción.

En el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión, tal como se muestra en la FIG. 2, mientras el cilindro de adsorción 131 está realizando la etapa de adsorción, el otro cilindro de adsorción 132 realiza la etapa de desorción. Cada una de las etapas de adsorción y desorción se conmutan secuencialmente en fases opuestas respectivamente para producir de manera continua oxígeno controlando la apertura/cierre de las válvulas de suministro 121 y 122, las válvulas de salida 123 y 124 y la válvula de equalización de presión 125. Para mejorar la eficacia para regenerar los adsorbentes, se incorpora una etapa de equalización de presión para realizar recuperación de energía usando cambio de presión mediante la comunicación entre el cilindro de adsorción tras la finalización de la etapa de purga (una etapa de producción de purga y una etapa de salida de purga) en que una parte del oxígeno producido en la etapa de adsorción fluye a través de la válvula de equalización de presión 125 hacia el cilindro de adsorción que realiza la etapa de desorción, la etapa de adsorción o la etapa de producción de purga y el cilindro de desorción tras la finalización de la etapa de desorción o la etapa de salida de purga. El oxígeno puede producirse eficazmente realizando una secuencia de estado estacionario en la que, mientras que se realiza una secuencia de la etapa de adsorción, etapa de producción de purga, etapa de equalización de presión, etapa de desorción, etapa de salida de purga y etapa de equalización de presión en el cilindro de adsorción 131, se realiza una secuencia de la etapa de desorción, etapa de salida de purga, etapa de equalización de presión, etapa de adsorción, etapa de producción de purga y etapa de equalización de presión en el otro cilindro de adsorción 132.

La etapa de purga se realiza, por ejemplo, para extraer oxígeno del cilindro de adsorción 132 que está produciendo oxígeno en la etapa de adsorción, y para hacer fluir una parte del oxígeno producido a través de la válvula de equalización de presión 125 hacia el cilindro de adsorción 131 que está realizando despresurización y salida de nitrógeno en la etapa de desorción, mejorando de ese modo la eficacia de la desorción de nitrógeno y la regeneración de los adsorbentes. Cuando la duración de la etapa de purga es grande, se mejora la eficacia de regeneración de los adsorbentes, dando como resultado un aumento en la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido. Cuando la cantidad de oxígeno extraída es pequeña, se produce un fenómeno de adsorción en exceso en el que el adsorbente adsorbe no solo nitrógeno sino también oxígeno. Puesto que aumenta la concentración de gas argón en el gas enriquecido en oxígeno, disminuye la concentración de oxígeno. Si la duración de la etapa de purga es más larga, puede realizarse un control para mantener una alta concentración de oxígeno ajustando la producción de oxígeno.

Un gas de purga se hace salir a la atmósfera tal cual. Cuando la duración de la etapa de purga de salida es demasiado grande, disminuye la cantidad de oxígeno extraído por el cilindro de adsorción 132. Además, disminuye la concentración de oxígeno producido debido a la descomposición del nitrógeno, dependiendo de la cantidad de oxígeno extraído, dando como resultado deméritos tales como disminución de la cantidad de producción como el gas producto y similares.

La duración de la etapa de purga para mantener de manera óptima la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno puede diferir dependiendo de la temperatura del entorno de funcionamiento del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno o de la cantidad de oxígeno extraída.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que muestra el control de la duración de la etapa de purga del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según un modo de realización de la presente invención. El control de la duración de la etapa de purga se realiza tal como se describe a continuación.

5 Cuando se pone en marcha el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno, el dispositivo se inicia en una secuencia de adsorción/desorción usando la duración de la etapa de purga que se ajusta basándose en la temperatura del dispositivo de enriquecimiento en oxígeno (FIG. 3, n.º 1). Como una secuencia óptima cambia sustancialmente
 10 dependiendo de la temperatura del dispositivo, el dispositivo se inicia preferiblemente usando una secuencia por defecto que usa la duración de la etapa de purga basándose en la temperatura del dispositivo detectada de antemano. Cuando se controla la totalidad de la secuencia incluyendo cambios en la duración de la etapa de adsorción o la etapa de desorción, la totalidad de la secuencia se desequilibra, lo que requiere un tiempo determinado para que se establezca la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido. Por consiguiente, se controla la duración de la etapa de purga en la presente invención.

15 La duración de la etapa de purga en la puesta en marcha del dispositivo se determina según la temperatura del aire ambiental que rodea el dispositivo, y el dispositivo se inicia con una duración óptima de la etapa de purga determinada por tal temperatura. Debido a las características de adsorción de nitrógeno del adsorbente, cuando el dispositivo se inicia a baja temperatura por debajo de 10°C, la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido puede aumentarse ajustando la duración de la etapa de purga en el periodo inicial de puesta en marcha para que sea mayor que en el caso de puesta en marcha a temperatura normal. Además, para eliminar los efectos de la temperatura ambiental mientras que el dispositivo está en funcionamiento, incluso durante el cambio en el valor ajustado de la velocidad de flujo suministrada a un usuario, el dispositivo puede hacerse funcionar a
 20 secuencia óptima cambiando la duración de la etapa de purga a una duración por defecto de la etapa de purga correspondiente a la temperatura con el fin de responder al cambio de temperatura durante el funcionamiento. Además, aunque la temperatura ambiental durante la puesta en marcha fluctúa más allá del valor umbral específico debido a la influencia de un acondicionador de aire y similares, puede realizarse el control de la duración de la etapa de purga.

25 El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno puede usarse en diversas condiciones ambientales, incluyendo temperaturas que oscilan entre por debajo de la temperatura de fusión del hielo y una alta temperatura tal como cerca de 40°C. La fluctuación de la temperatura del entorno de uso una vez que el dispositivo se pone en marcha produce un gran cambio en la eficacia de adsorción de nitrógeno/oxígeno de los adsorbentes. Una vez que el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno se pone en marcha en una secuencia de funcionamiento especificada en la puesta en marcha, se determina una secuencia de funcionamiento óptima según la fluctuación de la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producida por el cambio ambiental posterior. Por consiguiente, se realiza la optimización de la duración de la etapa de purga para maximizar la concentración de oxígeno controlando la sincronización de apertura/cierre de las válvulas de suministro y las válvulas de salida usando el medio de control de
 30 la etapa de purga. En un control de este tipo, si la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido es menor que una concentración específica predeterminada tal como del 90%, se optimiza la duración de la etapa de purga buscando la relación entre la concentración de oxígeno producto y la duración de la etapa de purga para mejorar la concentración de oxígeno producto.

35 La concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno inmediatamente antes del comienzo del control de la etapa de purga se registra como una concentración de referencia de control, y entonces se aumenta la duración de la etapa de purga en una cantidad específica (FIG. 3, n.º 2). Basándose en la concentración de oxígeno detectada tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia de control. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la última concentración y la duración de la etapa de purga aumenta adicionalmente. Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga en este punto se registra como punto P¹ (FIG. 3, n.º 2). Este procedimiento de aumento de la duración de la etapa de purga se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno.

40 Cuando se determina el punto P¹, se registra la concentración de oxígeno en el punto P¹ como una concentración de referencia de control, y entonces se disminuye la duración de la etapa de purga en una cantidad específica (FIG. 3, n.º 3). Tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producto si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia de control. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la última
 45 concentración y la duración de la etapa de purga disminuye adicionalmente. Este procedimiento de disminución de la duración de la etapa de purga se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno (FIG. 3, n.º 3 a n.º 9). Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga en este punto se registra como punto Q¹ (FIG. 3, n.º 9).

50 Cuando se determina el punto Q¹, se registra la concentración de oxígeno en el punto Q¹, la última concentración, como una concentración de referencia de control, y entonces se aumenta la duración de la etapa de purga en una cantidad específica. Tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia de control. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la
 55 última concentración y la duración de la etapa de purga aumenta adicionalmente. Este procedimiento de aumento de la duración de la etapa de purga se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno

(FIG. 3, n.º 10 a n.º 14). Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga en este punto se registra como punto R^1 (FIG. 3, n.º 14).

5 Tras determinarse el punto R^1 , se determina un punto S^1 en la FIG. 3, que es el punto medio entre los puntos Q^1 y R^1 , como la duración óptima de la etapa de purga. Más específicamente, la duración media de las etapas de purga, concretamente los puntos Q^1 y R^1 , puede determinarse como el punto S^1 . En el punto S^1 , puede producirse el gas enriquecido en oxígeno que tiene la concentración de oxígeno máxima en el entorno en que el dispositivo está en funcionamiento.

10 En el ejemplo anterior, el control para aumentar la duración de la etapa de purga se realiza al comienzo del control de la duración de la etapa de purga. Por el contrario, el control para disminuir la duración de la etapa de purga también puede realizarse en primer lugar. Tal como se muestra en la FIG. 4, la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno inmediatamente antes del comienzo del control de la etapa de purga (FIG. 4, n.º 1) se registra como una concentración de referencia de control, y entonces se disminuye la duración de la etapa de purga en una cantidad específica (FIG. 4, n.º 2). Basándose en la concentración de oxígeno detectada tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la última concentración y la duración de la etapa de purga disminuye adicionalmente. Este procedimiento de disminución de la duración de la etapa de purga se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno (FIG. 4, n.º 2 a n.º 7). Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga en este punto se registra como punto P^2 (FIG. 4, n.º 7).

25 Cuando se determina el punto P^2 , se registra la concentración de oxígeno en el punto P^2 como una concentración de referencia de control, y se aumenta la duración de la etapa de purga en un tiempo específico (FIG. 4, n.º 8). Tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la última concentración y la duración de la etapa de purga aumenta adicionalmente. Este procedimiento se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno (FIG. 4, n.º 8 a n.º 12). Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga se registra como punto Q^2 (FIG. 4, n.º 12).

35 Cuando se determina el punto Q^2 , se registra la concentración de oxígeno en el punto Q^2 , la última concentración, como una concentración de referencia de control, y se disminuye de nuevo la duración de la etapa de purga en una cantidad específica. Tras una determinada duración, se evalúa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido si la concentración aumenta o disminuye con respecto a la concentración de referencia. Si aumenta la concentración de oxígeno, la concentración de referencia de control se reemplaza por la última concentración y la duración de la etapa de purga disminuye adicionalmente. Este procedimiento se repite hasta que se detecta una disminución de la concentración de oxígeno (FIG. 4, n.º 13 a n.º 17). Si disminuye la concentración de oxígeno, la duración de la etapa de purga en este punto se registra como punto R^2 (FIG. 4, n.º 17).

40 Tras determinarse el punto R^2 , se determina un punto S^2 en la FIG. 4, que es el punto medio entre los puntos Q^2 y R^2 , como la duración óptima de la etapa de purga. Más específicamente, la duración media de las etapas de purga, concretamente los puntos Q^2 y R^2 , puede determinarse como el punto S^2 . Aunque el punto R^2 es el mismo que el punto P^2 en este caso, el punto S^2 se determina no en el punto medio entre los puntos P^2 y Q^2 , sino en el punto medio entre los puntos Q^2 y R^2 , porque la duración de la etapa de purga en relación con la duración óptima de la etapa de purga no puede saberse al comienzo del control de la etapa de purga.

50 En la duración óptima de la etapa de purga, el punto S^1 o S^2 , el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno puede producir un gas enriquecido en oxígeno con la concentración de oxígeno máxima en el entorno en que el dispositivo está en funcionamiento.

55 El control descrito anteriormente comienza cuando la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido por los cilindros de adsorción es menor que un valor predeterminado. Sin embargo, el control puede realizarse cuando la diferencia entre la temperatura en la puesta en marcha y la temperatura en funcionamiento es mayor que un valor predeterminado debido a un acondicionador de aire en una sala y similares.

60 La secuencia de funcionamiento para lograr una concentración de oxígeno máxima puede determinarse detectando la concentración de oxígeno en el gas producido y ajustando una duración óptima de la etapa de purga de manera precisa. Con el fin de reducir el suministro de oxígeno en exceso, se suprime el rendimiento del medio de suministro de aire, por ejemplo, reduciendo la velocidad de rotación del compresor, y haciendo funcionar el dispositivo para mantener la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno, por ejemplo al 90%, obteniendo de ese modo la disminución del consumo de energía. Además, el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno es capaz de suministrar de manera estable un gas enriquecido en oxígeno aunque el rendimiento de producción de oxígeno disminuya debido al deterioro del entorno de funcionamiento del dispositivo o degradación de las partes componentes.

65

La duración de la etapa de purga no puede controlarse sin ninguna restricción. Si la duración de la etapa de purga se ajusta demasiado grande, se produce descomposición de nitrógeno en la etapa de adsorción. Si la duración de la etapa de purga se ajusta demasiado pequeña, disminuye la eficacia de regeneración del adsorbente, y por tanto la concentración de oxígeno no puede controlarse ni mantenerse a un valor especificado. Es preferible realizar un ajuste previo de un intervalo en que puede variarse la duración de la etapa de purga que es capaz de compensar el control de la concentración de oxígeno, y restringir el control de la duración de la etapa de purga dentro de este intervalo.

Más específicamente, en el control de la etapa de purga, si se alcanza un límite del intervalo variable de la duración de la etapa de purga sin detectar un punto P en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia, o si, tras detectar el punto P, se alcanza un límite del intervalo variable de la duración de la etapa de purga sin detectar un punto Q en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia, el límite del intervalo variable de la duración de la etapa de purga alcanzado se determina como la longitud de la etapa de purga.

Además, como las condiciones de temperatura o velocidad del flujo del gas producto también influyen enormemente en el control de la concentración de oxígeno, se realiza el control de detener o suspender el control del cambio de duración de la etapa de purga cuando la velocidad de flujo del gas oxígeno está fuera de un intervalo específico. Cuando el valor detectado del sensor de temperatura cambia en una cantidad específica debido al cambio en la temperatura ambiental, se detiene o se suspende la realización del control de cambio de la duración de la etapa de purga. Por tanto, puede compensarse la concentración del gas oxígeno cuando el dispositivo está en funcionamiento.

El medio de control de la etapa de purga de la presente invención realiza un control para determinar la duración de la etapa de purga para maximizar la concentración del gas oxígeno producto. Si la concentración de oxígeno es más de la concentración necesaria, se disminuye la velocidad de flujo del aire de suministro del compresor y el dispositivo puede hacerse funcionar en un modo de ahorro de energía, por ejemplo, con la concentración de oxígeno del 90%. Por el contrario, si disminuye la concentración de oxígeno debido a la degradación de los adsorbentes y similares, se aumenta la velocidad de rotación del compresor y pueden realizarse simultáneamente los controles de aumentar la velocidad de flujo del aire de suministro y la presión de adsorción. Es preferible restringir la realización simultánea del control para cambiar la velocidad de flujo del aire de suministro del compresor, es decir, para cambiar la velocidad de rotación del compresor y la etapa de purga control para optimizar la duración de la etapa de purga.

[Aplicabilidad industrial]

El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de la presente invención puede usarse como dispositivo médico de enriquecimiento en oxígeno para una fuente de suministro de oxígeno de terapia de inhalación de oxígeno para pacientes que padecen enfermedades del sistema respiratorio tales como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares. Además, el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno puede utilizarse como dispositivo capaz de suministrar oxígeno de manera estable con bajo consumo de energía que es una característica de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de enriquecimiento en oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que comprende:
 - 5 una pluralidad de cilindros de adsorción (131, 132) llenos con un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno;
 - un compresor (112) para suministrar aire como material de partida a los cilindros de adsorción;
 - 10 medios para realizar una etapa de adsorción para suministrar aire comprimido a cada uno de los cilindros de adsorción y extraer un gas enriquecido en oxígeno conmutando secuencialmente canales de flujo entre el compresor y cada uno de los cilindros de adsorción;
 - medios para realizar una etapa de desorción para despresurizar cada uno de los cilindros de adsorción y regenerar el adsorbente;
 - 15 medios para realizar una etapa de eculización de presión (125) para comunicar cada uno de los cilindros de adsorción;
 - 20 medios de conmutación de canal de flujo (121, 122, 123, 124) para repetir la etapa de purga en una sincronización específica, en que se introduce oxígeno altamente concentrado procedente del cilindro de adsorción en la etapa de adsorción en el cilindro de adsorción en la etapa de desorción;
 - 25 un medio de ajuste de flujo (142) para suministrar el gas enriquecido en oxígeno a un usuario a una velocidad de flujo específica;
 - un sensor (144) de la concentración de oxígeno para detectar la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido por el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno;
 - 30 un sensor de temperatura para medir la temperatura del dispositivo;
 - caracterizado por un medio de control de la etapa de purga que controla la duración de una etapa de producción y purga de salida para maximizar la concentración de oxígeno cambiando la sincronización de apertura/cierre de los medios de conmutación de canal de flujo (121-124) cuando el valor de salida del sensor (144) de la concentración de oxígeno es menor que un valor especificado, o el valor de salida del sensor de temperatura está fuera de un intervalo de temperatura específico.
 - 35
2. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 1, en el que el medio de control de la etapa de purga está configurado para ejecutar la siguiente etapa de procedimiento:
 - 40 se usa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno justo antes de que comience un control para cambiar la duración de la etapa de purga como concentración de referencia,
 - 45 se realizan un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y una detección de la concentración de oxígeno tras el control,
 - se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
 - 50 se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto P¹ a continuación);
 - 55 se usa la concentración de oxígeno en el punto P¹ como concentración de referencia,
 - se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,
 - 60 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
 - se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto Q¹ a continuación);
 - 65 se usa la concentración de oxígeno en el punto Q¹ como concentración de referencia,

- se realizan un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,
- 5 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
- se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto R¹ a continuación); y
- 10 se determina el punto medio entre los puntos Q¹ y R¹ como la duración óptima de la etapa de purga.
3. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 1, en el que el medio de control de la etapa de purga está configurado para ejecutar la siguiente etapa de procedimiento:
- 15 se usa la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno justo antes de que comience un control para cambiar la duración de la etapa de purga como concentración de referencia,
- se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,
- 20 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
- 25 se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto P² a continuación);
- 30 se usa la concentración de oxígeno en el punto P² como concentración de referencia,
- se realizan un control para aumentar la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,
- 35 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
- se repiten los controles para aumentar la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto Q² a continuación);
- 40 se usa la concentración de oxígeno en el punto Q² como concentración de referencia,
- se realizan un control para disminuir la duración de la etapa de purga en una duración específica y la detección de la concentración de oxígeno tras el control,
- 45 se reemplaza la concentración de referencia por la concentración de oxígeno tras el cambio de la duración de la etapa de purga si la concentración de oxígeno aumenta, y
- 50 se repiten los controles para disminuir la duración de la etapa de purga y la detección de la concentración de oxígeno hasta que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia (este punto se denomina punto R² a continuación); y
- 55 se determina el punto medio entre los puntos Q² y R² como la duración óptima de la etapa de purga.
4. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 2 ó 3, en el que el punto medio entre los puntos Q¹ y R¹ o el punto medio entre los puntos Q² y R² se determina mediante el valor medio de cada una de las duraciones de las etapas de purga.
- 60 5. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el medio de control de la etapa de purga está configurado para registrar el valor de salida del sensor de temperatura en la puesta en marcha o en el cambio de una velocidad de flujo ajustada del dispositivo como temperatura de referencia, y realiza el control ajustando la duración de la etapa de purga definida por la temperatura de referencia como valor por defecto.
- 65 6. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 5, en el que el medio de control de la

etapa de purga está configurado para registrar el valor de salida del sensor de temperatura en la puesta en marcha o en el cambio de una velocidad de flujo ajustada del dispositivo como temperatura de referencia, y para reajustar la duración de la etapa de purga a un valor definido por el valor de salida del sensor de temperatura de antemano.

5 7. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que tiene el medio de control de la etapa de purga dotado de un intervalo de ajuste previo en que la duración de la etapa de purga es variable, en el que:

10 si la duración de la etapa de purga alcanza un límite del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable sin detectar un punto P en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia, o

15 si la duración de la etapa de purga alcanza un límite del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable sin detectar un punto Q en que disminuye la concentración de oxígeno en comparación con la concentración de referencia tras detectar el punto P,

20 el límite logrado del intervalo en que la duración de la etapa de purga es variable se determina como la duración óptima de la etapa de purga.

25 8. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que tiene un sensor (144) de la velocidad de flujo de oxígeno para detectar la velocidad de flujo del gas enriquecido en oxígeno producido por el dispositivo de enriquecimiento en oxígeno, en el que

30 el medio de control de la etapa de purga realiza el control para detener o suspender la ejecución del cambio de la duración de la etapa de purga cuando la velocidad de flujo del gas enriquecido en oxígeno está fuera de un intervalo específico o cuando el valor detectado del sensor de temperatura está fuera de un intervalo específico de variación.

35 9. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el control de la etapa de purga realiza el control para detener o suspender la ejecución del cambio de la duración de la etapa de purga cuando el valor detectado por el sensor de temperatura está fuera de un intervalo específico de cambio.

40 10. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 1, en el que se proporciona un medio de control de compresor para aumentar/disminuir la velocidad de flujo de suministro basándose en el valor detectado de la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno y para controlar la concentración de oxígeno que ha de mantenerse a una concentración especificada.

45 11. El dispositivo de enriquecimiento en oxígeno según la reivindicación 10, en el que el medio de control de la etapa de purga es un medio de control con el que no se realizan simultáneamente el control por medio del control de la etapa de purga y el control por medio del control del compresor.

FIG. 1

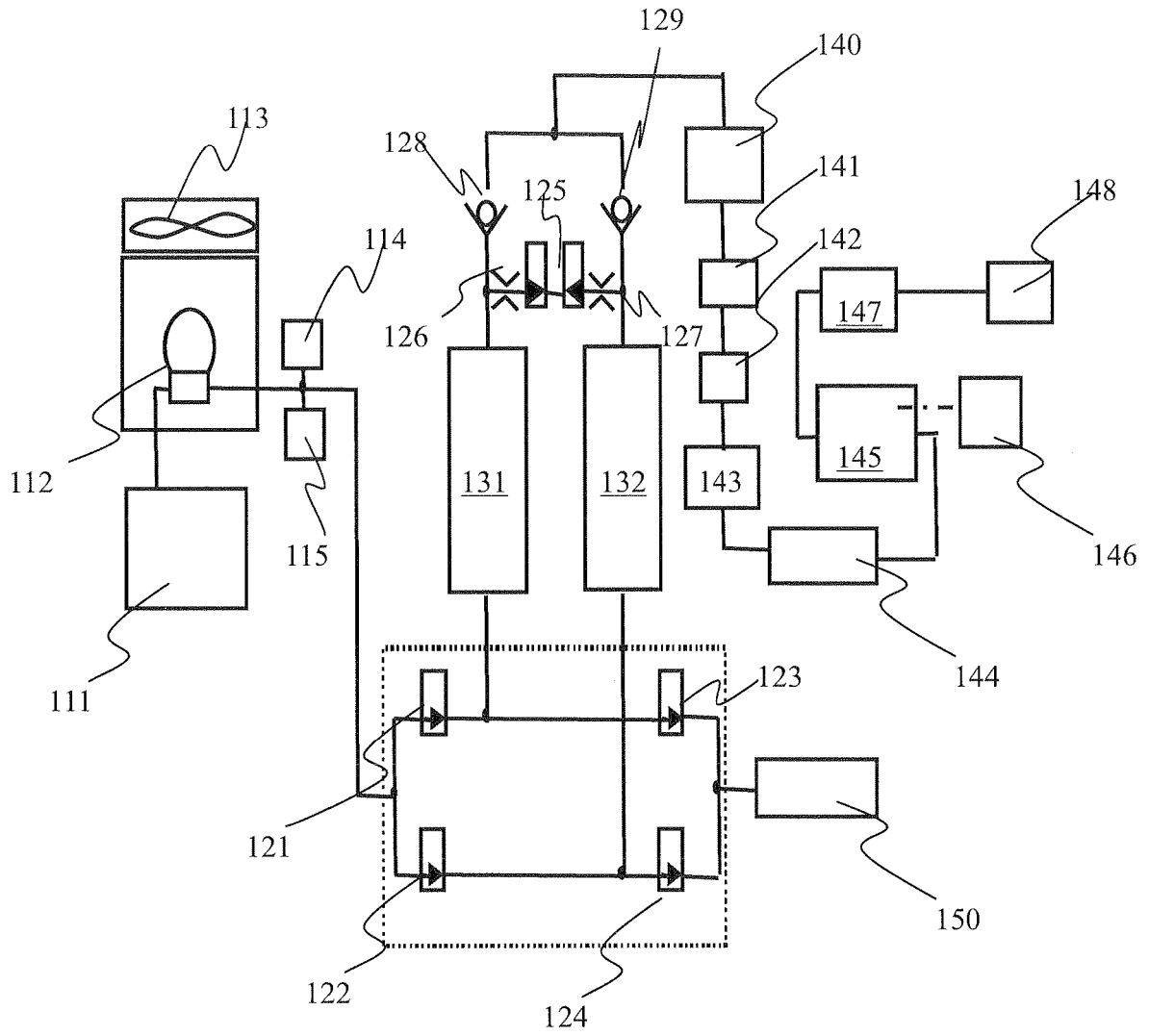


FIG. 2

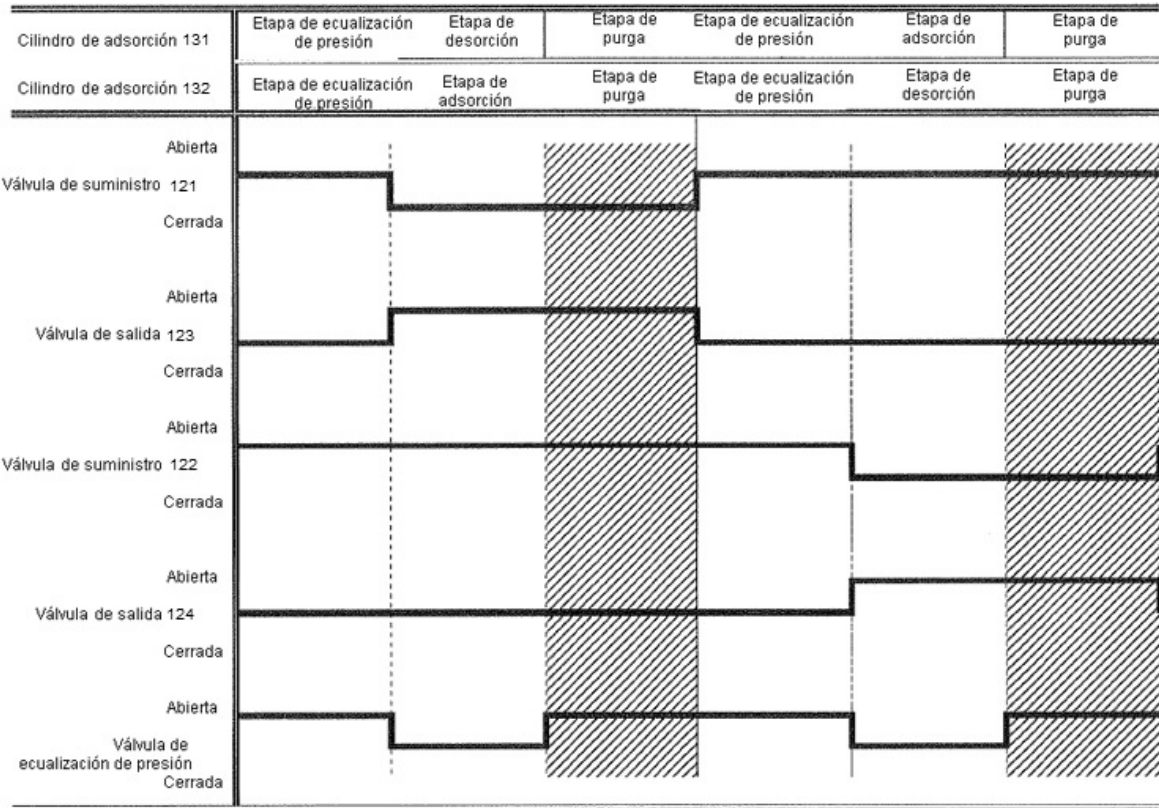


FIG. 3

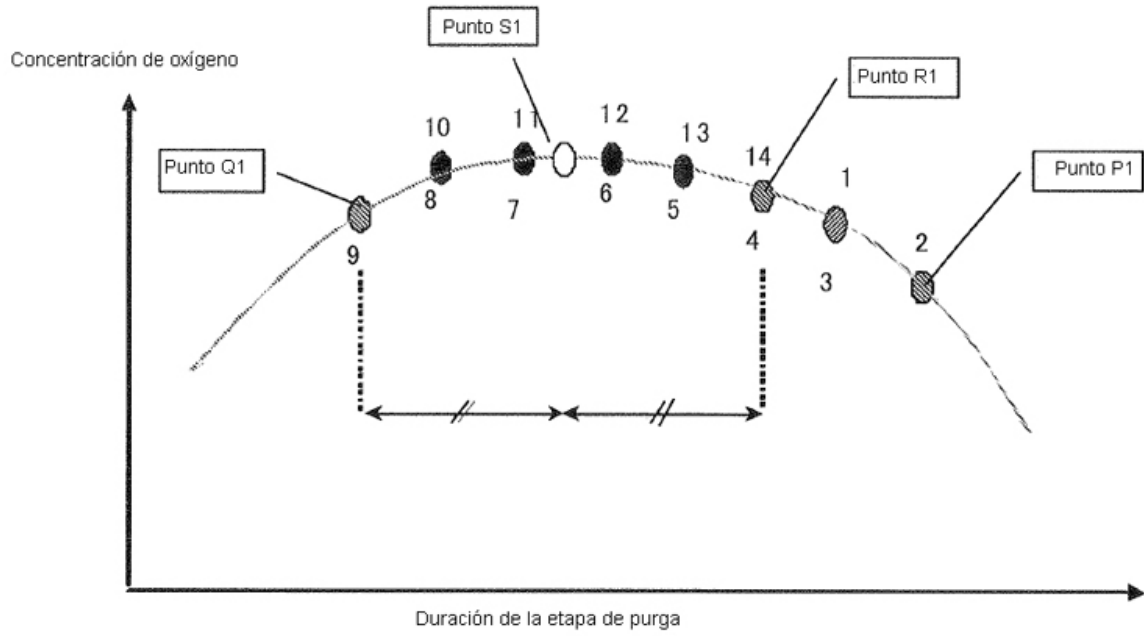


FIG. 4

