

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 483**

51 Int. Cl.:

A61M 16/00 (2006.01)

C01B 13/02 (2006.01)

B01D 53/053 (2006.01)

B01D 53/047 (2006.01)

A61M 16/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2008 E 12171628 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2500055**

54 Título: **Concentrador de oxígeno**

30 Prioridad:

15.11.2007 JP 2007296494

27.03.2008 JP 2008083349

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

07.04.2014

73 Titular/es:

**TEIJIN PHARMA LIMITED (100.0%)
2-1, Kasumigaseki 3-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-0013, JP**

72 Inventor/es:

**MAEDA, AKIHIRO y
ANDO, MAKOTO**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 453 483 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 Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un concentrador de oxígeno que elimina selectivamente gas nitrógeno de un aire de material en bruto usando un adsorbente que absorbe selectivamente moléculas de gas nitrógeno con respecto a moléculas de gas oxígeno para producir un gas enriquecido en oxígeno y suministrarlo a los usuarios.

10

Técnica anterior

En los últimos años, el número de pacientes que sufre enfermedades respiratorias como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares ha tendido a aumentar. Uno de los métodos terapéuticos más efectivos para estas enfermedades es la terapia por inhalación de oxígeno, y se han desarrollado y usado como aparatos terapéuticos para la terapia de inhalación de oxígeno unos concentradores de oxígeno que separan un gas con alta concentración de oxígeno directamente de un tanque de oxígeno o del aire.

15

Como concentrador de oxígeno, se ha usado ampliamente un concentrador de oxígeno de tipo de adsorción con presión oscilante (denominado en lo sucesivo tipo PSA) que produce un gas con alta concentración de oxígeno mediante la introducción de aire comprimido de un compresor en un cilindro de adsorción lleno con un adsorbente como por ejemplo zeolitas y similares que absorben selectivamente un gas nitrógeno para eliminar selectivamente el gas nitrógeno del aire.

20

El concentrador de oxígeno de tipo PSA produce un gas con alta concentración de oxígeno a partir de aire mediante los pasos descritos a continuación. En primer lugar, se suministra aire comprimido por medio de un compresor a un cilindro de adsorción para adsorber gas nitrógeno contenido en el aire mediante un adsorbente como zeolitas y similar. La concentración de oxígeno en el aire se aumenta mediante la adsorción selectiva y la eliminación de gas nitrógeno. El gas con alta concentración de oxígeno así obtenido es transferido a un depósito intermedio (tanque de producto) que almacena gas oxígeno por medio de una válvula antirretorno que está instalada para evitar que el gas fluya en sentido opuesto, y se almacena en el mismo.

25

30

Al mismo tiempo, el gas nitrógeno adsorbido por el adsorbente es desorbido del adsorbente reduciendo la presión interna del cilindro de adsorción para recuperar la eficiencia del adsorbente. También se puede suministrar una pequeña cantidad de gas oxígeno concentrado al cilindro de adsorción para promover la desorción del nitrógeno.

35

Por tanto, se puede obtener un aire enriquecido en oxígeno en altas concentraciones de hasta un 95% a partir de aire mediante la presurización y despresurización repetida del cilindro de adsorción usando el concentrador de oxígeno de tipo PSA. En años recientes, como dicha concentrador de oxígeno de tipo PSA se ha usado un concentrador de oxígeno de tipo de cilindro múltiple, que está equipado con múltiples cilindros de adsorción llenos con un adsorbente que adsorbe selectivamente un gas nitrógeno y en el que aumenta la concentración de oxígeno mediante la conmutación sucesiva de estos cilindros de adsorción mediante una válvula rotativa.

40

Es conocido que una concentración de oxígeno obtenida depende en gran medida de la presión del aire a comprimir por un compresor en el concentrador de oxígeno de tipo PSA. Por tanto, para obtener un gas con alta concentración de oxígeno es necesario aumentar la capacidad del compresor para aumentar la presión del aire que se va a suministrar al cilindro de adsorción lo más posible. Surge un problema, sin embargo, porque el consumo energético de aparato aumenta con la elevación de la capacidad del compresor de suministrar aire comprimido.

45

Se han realizado diversos intentos para resolver estos problemas del concentrador de oxígeno de tipo PSA. El documento de patente 2 describe un concentrador de oxígeno de tipo PSA que lleva a cabo una reducción del consumo de energía eléctrica del aparato modificando la capacidad de suministro de un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar basándose en un valor detectado por un detector de concentración de oxígeno para gas oxígeno para controlar las concentraciones de oxígeno con un valor constante.

50

55

Documento de patente 1: Publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2006-141896

Documento de patente 2: Publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2006-000340

60

Documento de patente 3: Publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público número 2002-253675

Descripción de la invención**Problemas que resuelve la invención y realizaciones preferidas de la misma**

65

Con el concentrador de oxígeno de tipo PSA que usa un adsorbente, cuando un volumen de suministro de aire de

material en bruto desde un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar y una secuencia de proceso de adsorción son constantes, la concentración de oxígeno de un gas concentrado en oxígeno así obtenido generalmente cambia dependiendo de la temperatura ambiental (aire suministrado). Cuando la temperatura es alta debido a las propiedades del adsorbente, la cantidad de nitrógeno adsorbido por el adsorbente disminuye, y por tanto el nitrógeno disminuye la concentración de oxígeno del producto. Cuando la temperatura es baja, aunque la cantidad de nitrógeno adsorbida por el adsorbente aumenta, la concentración de oxígeno de un producto disminuye debido a una desorción insuficiente del nitrógeno provocada por una disminución en la velocidad de adsorción.

En años recientes, como se muestra en el Documento de patente 1, se ha propuesto un método en el que se asegura una elevada concentración de oxígeno modificando la capacidad de un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar basándose en la temperatura ambiental del entorno. Dado que la presión del aire que se introduce en el cilindro de adsorción debe ser lo mayor posible y la capacidad del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar debe elevarse en dicho aparato, sin embargo, aparecen problemas como el aumento del consumo de energía eléctrica del aparato.

El Documento de patente 2 describe un concentrador de oxígeno de tipo PSA que consigue un bajo consumo de energía eléctrica modificando la capacidad de suministro de un dispositivo de suministro de aire acondicionado como un compresor y similar basándose en un valor detectado por un dispositivo que detecta la concentración de oxígeno en un gas de oxígeno. En el concentrador de oxígeno de tipo PSA que usa adsorbente, sin embargo, las propiedades de adsorción difieren dependiendo de la temperatura ambiente y el tiempo de respuesta a la concentración de oxígeno/capacidad de suministro cuando la capacidad de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar está cargado difiere dependiendo de la temperatura ambiente. En consecuencia, se debe cambiar un dispositivo de control.

Especialmente en un entorno a baja temperatura en comparación con altas temperaturas, debido a que se necesita más tiempo para estabilizar el proceso, la respuesta de la concentración de oxígeno es más lenta y se requiere más tiempo para que aparezca una disminución en la concentración de producto. Cuando se hace funcionar dicho aparato en un entorno a baja temperatura, el tiempo de estabilización de la concentración de oxígeno contra el funcionamiento de un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar, es decir, el tiempo de respuesta de la concentración de oxígeno es extremadamente lento, y el estado de alta concentración de oxígeno puede continuar mientras el proceso de adsorción se mantiene inestable. En consecuencia, la capacidad de un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar se reduce, en respuesta a una concentración de oxígeno detectada, hasta un nivel más bajo que el que requiere esencialmente un volumen de aire de material en bruto. Cuando el proceso se estabiliza más tarde, como la capacidad del dispositivo de suministro de aire de material en bruto ha sido disminuida al nivel menor que el de la cantidad de aire esencialmente requerida, la concentración de oxígeno puede disminuir rápidamente y deteriorar la CDV de un usuario.

Además, como se muestra en el Documento de patente 3, se propone un aparato que comprende un dispositivo de detección de la concentración de oxígeno y que controla la concentración de oxígeno de un gas producto producido de manera constante mediante el cambio de la capacidad de un dispositivo de suministro de aire acondicionado como un compresor y similar en respuesta a la concentración de oxígeno detectada. Dicho aparato pretende reducir el consumo de energía eléctrica mediante la reducción de la capacidad del dispositivo de suministro de aire de material en bruto cuando el dispositivo es nuevo y tiene una elevada capacidad de concentración de oxígeno.

Con el concentrador de oxígeno en general, cuando un volumen de aire de material en bruto suministrado desde un dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar es constante, la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno obtenido cambia dependiendo de una tasa de flujo para aislar el producto. En otras palabras, cuando la tasa de flujo para aislar el gas producto es alta, la concentración de oxígeno del gas producto disminuye; cuando la tasa de flujo para aislar el gas producto es baja, la concentración de oxígeno del gas producto aumenta.

Como un paciente que usa un concentrador de oxígeno inhala oxígeno a través de una cánula nasal por medio de un tubo de extensión conectado al aparato, la cánula nasal y el tubo de extensión que son dispositivos de suministro de oxígeno son aplanados por el cuerpo del usuario durante el sueño y similar, de modo que el paciente a veces no puede inhalar el oxígeno a la tasa de flujo de oxígeno que esencialmente debe inhalar.

En el aparato descrito en el Documento de patente 3, cuando la tasa de flujo de producto disminuye debido al aplanamiento del tubo y similar, la concentración de oxígeno aumenta transitoriamente y por tanto se lleva a cabo un control para disminuir la capacidad del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar. Cuando el tubo se recupera del aplanamiento y la tasa de flujo de producto vuelve a ser normal en este estado, la capacidad del dispositivo de suministro de aire acondicionado como compresor se hace insuficiente, por el contrario, para disminuir la concentración de oxígeno y por tanto puede activarse una alarma de anomalía en la concentración de oxígeno que es esencialmente innecesaria.

Además, cuando un sensor de tasa de flujo que detecta una tasa de flujo de oxígeno está dispuesto en un aparato

como el descrito en el Documento de patente 3 y la tasa de flujo de oxígeno se ajusta usando un dispositivo de ajuste de tasa de flujo como una válvula proporcional y similar basándose en un valor detectado por el sensor de tasa de flujo, el volumen de suministro de oxígeno puede ser mayor que la tasa de flujo de oxígeno que esencialmente debe inhalar un paciente, si el sensor de tasa de flujo no puede detectar una tasa de flujo exactamente o el dispositivo de ajuste de tasa de flujo no puede ajustar una tasa de flujo exactamente. Como la concentración de oxígeno disminuye cuando la tasa de flujo de oxígeno que debe aislarse aumenta, se lleva a cabo un control para aumentar la capacidad del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar para compensar la reducción. Cuando la tasa de flujo de producto vuelve a la normalidad, el consumo de energía eléctrica puede aumentar excesivamente para aumentar la carga económica en un paciente.

Medios para resolver los problemas

La presente invención consiste en proporcionar un concentrador de oxígeno según la reivindicación 1 que trata de reducir el consumo de energía eléctrica disminuyendo la capacidad de un dispositivo de suministro de aire de material en bruto, que proporciona oxígeno altamente concentrado a un paciente mediante un bajo consumo de energía eléctrica y de manera estable independientemente de una cierta cantidad de tasa de flujo de oxígeno.

Los autores de la presente invención han descubierto que, además de controlar la capacidad de suministro de un dispositivo de suministro de aire de material en bruto basándose en un valor de concentración de oxígeno detectado, si se proporciona un sensor de detección de tasa de flujo de oxígeno para llevar a cabo un control que no permite cambios en la capacidad de suministro del dispositivo de suministro de aire de material en bruto cuando un valor de tasa de flujo detectado está fuera de un valor predeterminado ajustado, el volumen de aire de material en bruto no cambia incluso cuando disminuye una tasa de flujo de oxígeno debido a, por ejemplo, un aplanamiento del tubo, de modo que se puede mantener una concentración de oxígeno incluso cuando la tasa de flujo de producto vuelve a la normalidad.

Además, los autores de la presente invención han descubierto que, llevando a cabo un control similar al descrito anteriormente, por ejemplo, cuando un sensor de tasa de flujo no puede detectar con precisión o un dispositivo de ajuste de tasa de flujo no puede ajustar una tasa de flujo con precisión y una tasa de flujo de oxígeno se hace mayor que la tasa de flujo de oxígeno que esencialmente debe inhalar un paciente, el volumen de aire de material en bruto no cambia, y por tanto cuando la tasa de flujo de producto vuelve a la normalidad, se evita un consumo de energía eléctrica aumentado debido al ajuste de la capacidad de un dispositivo de suministro de aire comprimido debidamente alta.

En un concentrador de oxígeno que tiene dicho dispositivo de control, un umbral predeterminado de un valor detectado por el sensor de tasa de flujo puede ser asignado individualmente de acuerdo con un valor ajustado de un dispositivo de ajuste de tasa de flujo de un concentrador de oxígeno o independientemente de una tasa de flujo ajustada.

Como un sensor de tasa de flujo generalmente montado en un concentrador de oxígeno para uso médico debe tener una precisión de alrededor de $\pm 10\%$ de una tasa de flujo ajustada según se describe en la Norma Internacional ISO8359 y la Norma Industrial Japonesa JIST7209, sin embargo, es deseable que el umbral predeterminado de un valor detectado por un sensor de tasa de flujo se ajuste a una tasa de flujo ajustada de $\pm 10\%$ y que no se permita que la capacidad del dispositivo de suministro de aire acondicionado cambie cuando la tasa de flujo detectada es de $+10\%$ o mayor o -10% o menor.

Además, como sensor de concentración de oxígeno usado en el concentrador de oxígeno, se usa generalmente un sensor de tipo de zirconia y un sensor de tipo ultrasónico, y como sensor de tasa de flujo se usa generalmente un sensor de tipo ultrasónico y un sensor de calor de tipo de cable.

Efecto de la presente invención

Según la presente invención, se evita la reducción de la concentración de oxígeno y un aumento excesivo del consumo de energía eléctrica cuando el tubo está aplanado o cuando el sensor de tasa de flujo y/o el dispositivo de ajuste de tasa de flujo no funciona normalmente disponiendo un sensor de tasa de flujo que mide una tasa de flujo de gas oxígeno y efectuando un control que no permite el aumento/disminución del volumen de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido dependiendo de un valor de la tasa de flujo detectado en el concentrador de oxígeno en el que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido aumenta/disminuye basándose en un valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno que detecta la concentración de gas oxígeno para mantener una concentración de oxígeno en una concentración predeterminada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de la constitución del concentrador de oxígeno según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático explicativo del control aplicable en la presente invención.

La figura 3 es un diagrama esquemático de la constitución de otro aspecto del concentrador de oxígeno según la presente invención.

5

Explicación de los números

1. Concentrador de oxígeno

10 3. Usuario (paciente)

101. Filtro de admisión de aire externo

103. Compresor

15

104. Válvula de conmutación

105. Cilindro de adsorción

20

106. Válvula de ecualización

107. Válvula antirretorno

108. Tanque de producto

25

109. Válvula de regulación de la presión

110. Dispositivo de ajuste de tasa de flujo

30

111. Filtro

301. Sensor de concentración de oxígeno

302. Sensor de tasa de flujo

35

303. Sensor de temperatura

401. Dispositivo de control

40

402. Dispositivo de grabación

Mejor modo de llevar a cabo la presente invención

45

Se describirá un concentrador de oxígeno, como ejemplo de realización ilustrativa de la presente invención, con referencia a la fig. 3 siguiente. Los elementos y funcionalidades adicionales se describen con referencia a las fig. 1 y 2. La presente invención no está limitada en modo alguno por estas realizaciones.

50

La figura 1 es un diagrama esquemático de la constitución de un aparato que ilustra una realización del concentrador de oxígeno de tipo de adsorción de oscilación de presión de la presente invención. En la figura 1, 1 y 3 representan un concentrador de oxígeno y un usuario (paciente) que inhala aire enriquecido con oxígeno y humidificado, respectivamente. El concentrador de oxígeno 1 de tipo de adsorción de oscilación de presión está equipado con un filtro de admisión de aire externo 101, un compresor 103 que es un dispositivo de suministro de aire comprimido, una válvula de conmutación 104, un cilindro de adsorción 105, una válvula de ecualización 106, una válvula antirretorno 107, un tanque de producto 108, una válvula de regulación de presión 109, un dispositivo de ajuste de la tasa de flujo 110 y un filtro 111. Con esto, el aire enriquecido en oxígeno puede ser generado concentrando un gas oxígeno a partir de aire de material en bruto introducido desde el exterior.

55

60

El aire de material en bruto introducido en un concentrador de oxígeno desde el exterior es introducido en primer lugar a través del orificio de admisión de aire equipado con el filtro de admisión de aire externo 101 para eliminar partículas extrañas como polvo y similares. En este momento, el aire atmosférico ordinario contiene alrededor de un 21% de gas oxígeno, alrededor de un 77% de gas nitrógeno, un 0,8% de gas argón y un 1,2% de gases en forma de vapor y similares. Dicho concentrador de oxígeno concentra y aísla selectivamente sólo el oxígeno gaseoso requerido para un gas para respirar.

65

Para aislar dicho gas oxígeno, se presuriza el aire de material en bruto mediante el compresor 103 para suministrar el aire al cilindro de adsorción 105 lleno con un adsorbente que contiene zeolitas y similar, que absorbe

selectivamente moléculas de gas nitrógeno con respecto a moléculas de gas oxígeno, conmutando sucesivamente los cilindros de adsorción 105 en cuestión mediante la válvula 104, y alrededor del 77% del gas nitrógeno contenido en el aire de material en bruto dentro del cilindro de adsorción 105 es selectivamente adsorbido y eliminado.

5 El cilindro de adsorción 105 descrito anteriormente está compuesto por un recipiente cilíndrico lleno con el adsorbente descrito anteriormente y está generalmente disponible mediante el tipo de cilindro único, el tipo de cilindro doble u otros tipos adicionales de cilindro múltiple con tres o más cilindros. Preferentemente se usan cilindros de adsorción 105 de tipo de cilindro múltiple para producir de forma continua y efectiva aire enriquecido en oxígeno a partir de aire de material en bruto. Como compresor 103 descrito anteriormente, se puede usar un
10 compresor de aire de tipo rotativo como por ejemplo de tipo de tornillo, tipo rotativo o tipo espiral y similares, además de un compresor de aire de tipo alternativo. La fuente de energía de un motor para accionar este compresor 103 puede ser de corriente alterna o corriente continua.

15 Se introduce aire enriquecido en oxígeno que contiene gas oxígeno como componente principal, que no es adsorbido en el cilindro de adsorción 105 descrito anteriormente, en el tanque de producto 108 a través de la válvula antirretorno 107 que está instalada para evitar que el gas fluya hacia atrás hacia el cilindro de adsorción 105.

20 El gas nitrógeno adsorbido por el adsorbente que llena el cilindro de adsorción 105 debe ser ahora desorbido del adsorbente para poder reutilizar el adsorbente para adsorber gas nitrógeno de nuevo del aire de material en bruto que se introduzca nuevamente. Para ello, se usa la válvula de conmutación 104 para conmutar desde un estado presurizado conseguido mediante el compresor 103 hasta un estado despresurizado (por ejemplo, un estado de presión atmosférica o un estado de presión negativa) para desorber el gas nitrógeno adsorbido para regenerar el adsorbente. En este paso de desorción, un aire enriquecido en oxígeno puede ser transportado hacia atrás como gas de purga del lado del orificio de producto del cilindro de adsorción durante el paso de adsorción a través de la
25 válvula de ecualización 106 para aumentar la eficiencia de la desorción.

30 Se produce aire enriquecido en oxígeno a partir de aire de material en bruto y se almacena en el tanque de producto 108. El aire enriquecido en oxígeno almacenado en el tanque de producto 108 contiene, por ejemplo, un gas oxígeno altamente concentrado hasta un nivel del 95%. Mientras la válvula de regulación de presión 109, el dispositivo de ajuste de la tasa de flujo 110 y similar controlan posteriormente la tasa de flujo de suministro y la presión, el aire enriquecido en oxígeno es alimentado en el humidificador 201, desde el cual se suministra a un paciente un aire enriquecido en oxígeno. Para tal dispositivo de ajuste de tasa de flujo 110, además de un dispositivo de ajuste de tasa de flujo de tipo orificio, se puede usar una válvula de control de tasa de flujo como por ejemplo una
35 válvula de control (VC).

40 Se detecta un valor ajustado del dispositivo de ajuste de tasa de flujo 110 que ajusta una tasa de flujo de suministro de aire enriquecido en oxígeno, un valor de concentración en el sensor de concentración de oxígeno 301, un valor de la tasa de flujo de oxígeno actual en el sensor de tasa de flujo 302, y los resultados de la detección se almacenan en el dispositivo de almacenamiento 402 como una memoria y similar para monitorizar el estado de funcionamiento, y se ajusta una cantidad de producción de oxígeno basándose en los resultados de la detección. En consecuencia, el número de revoluciones de un motor eléctrico para el compresor 103 es controlado por el dispositivo de control 401 para controlar un volumen de suministro de material en bruto y la temporización de la conmutación de la adsorción y desorción es controlada por medio de la válvula de control de conmutación 104. Se puede usar un sensor de oxígeno de tipo circonio y un sensor de oxígeno de tipo ultrasónico como sensor de concentración de
45 oxígeno. Se puede usar un sensor de flujo másico de calor de tipo de cable y un sensor de tasa de flujo de tipo ultrasónico como el sensor de tasa de flujo. Es preferible un sensor de tipo ultrasónico en términos de reducción de tamaño y número de componentes, ya que permite la medida de la concentración de oxígeno y de tasa de flujo de oxígeno con un sensor.

50 Se lleva a cabo un control para aumentar/disminuir el volumen de flujo de aire suministrado del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en el valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno que detecta la concentración de gas oxígeno para mantener una concentración de oxígeno en una predeterminada concentración y se dispone un sensor de temperatura 303 que mide la temperatura del aparato y se cambia un dispositivo de control dependiendo de un valor medido por el sensor de temperatura. En la presente descripción, el
55 dispositivo de control que lleva a cabo el control dependiendo del valor medido por el sensor de temperatura también se denomina dispositivo de control dependiente de la temperatura.

60 El control que no permite la disminución de volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido se lleva a cabo cuando el valor detectado por el sensor de temperatura detecta un valor más bajo que el límite (umbral) de temperatura inferior predeterminado y el control que hace que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado sea mayor que el volumen de flujo de aire de suministro correspondiente al valor de la concentración de oxígeno detectado, independientemente del valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno se lleva a cabo cuando el sensor de temperatura detecta un valor más bajo que un límite inferior de temperatura en el arranque del aparato para evitar que la concentración de
65 oxígeno producto sea menor que la concentración predeterminada.

En otras palabras, cuando el valor detectado por el sensor de temperatura es menor que un límite inferior de temperatura predeterminado, no se lleva a cabo el control que disminuye el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar. En este momento, se lleva a cabo un control que no permite la disminución del volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido cuando el volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado además de la detección de un límite inferior de temperatura, la precisión del control aumenta y es preferible. El caso en que el volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado es un caso en que el volumen de flujo de aire de suministro es menor que el volumen de flujo de aire de suministro para asegurar una concentración de oxígeno predeterminada en el ambiente a una temperatura menor que el límite inferior de temperatura predeterminado. En otras palabras, se muestra un volumen de flujo de aire predeterminado por medio de una línea de puntos en la figura 2 y el volumen de flujo de aire mínimo para habilitar una concentración de oxígeno predeterminada en el ambiente a una temperatura menor que un límite inferior de temperatura predeterminada (5°C en la figura 2)

Específicamente, la región B de la figura 2 corresponde al caso en que se detecta un valor menor que el límite inferior de temperatura y un volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado. La figura 2 explica el control dependiendo de la temperatura. En la figura 2, se ajusta un volumen de flujo de aire predeterminado para que sea igual que el volumen de flujo de aire de suministro en el arranque a una temperatura menor que un límite inferior de temperatura. Un volumen de flujo de aire predeterminado se aumenta, por ejemplo, de 1,05 hasta 1,2 veces con respecto a un volumen de flujo de aire de suministro en el arranque a una temperatura de un límite inferior de temperatura o mayor, aunque difiere dependiendo del límite inferior de temperatura predeterminado y la concentración de oxígeno predeterminada. Cuando el valor detectado de sensor de temperatura detecta una temperatura menor que un límite inferior de temperatura predeterminado y el volumen de flujo de aire de suministro es mayor que un volumen de flujo de aire predeterminado, se lleva a cabo el control que disminuye el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar. Específicamente, esto corresponde a la región A a una temperatura menor que el límite inferior de temperatura de la figura 2. La región A es el área sombreada de la figura 2.

Además, cuando el sensor de temperatura detecta una temperatura menor que un límite inferior de temperatura predeterminado en el arranque del aparato, es efectivo para aumentar el volumen de flujo de aire de suministro con antelación para promover el ablandamiento de una junta de pistón, ya que la junta de pistón de un compresor de un concentrador de oxígeno que emplea un compresor como dispositivo de suministro de aire comprimido se endurece. En consecuencia, cuando el sensor de temperatura detecta una temperatura menor que un límite inferior de temperatura predeterminada en el arranque del aparato, se lleva a cabo el control que aumenta el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido como un compresor y similar para suministrar un volumen mayor que el volumen de flujo de aire de suministro para un valor de concentración detectado. Aunque este mayor volumen de flujo de aire de suministro difiere dependiendo de la tasa de flujo predeterminada respectiva (tasa de flujo formulada), se trata, por ejemplo, de un aumento de entre 1,05 hasta 1,2 veces con respecto a un volumen de suministro a una temperatura de un límite inferior de temperatura o mayor y se puede ajustar con antelación.

Como control para aumentar/disminuir el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en un valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno según la presente invención, se puede usar adecuadamente un control proporcional (P) en el que se manipula un valor de entrada en proporción a una desviación entre un valor detectado y un valor objetivo de concentración de oxígeno, un control integral (I) en el que se manipula un valor de entrada en proporción a un valor de integración de las desviaciones, un control PI que combina ambos, y similar.

Además, para el concentrador de oxígeno, es deseable ajustar un tiempo de estabilización para el funcionamiento del dispositivo de suministro de aire acondicionado, es decir, que el tiempo de respuesta de la concentración de oxígeno sea de 5 a 10 minutos. Según la presente invención, un aumento/disminución en el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido se determina basándose en un valor de la concentración de oxígeno detectado con un intervalo de 5 a 10 minutos de tiempo de estabilización.

Como la velocidad de adsorción/desorción del adsorbente disminuye y un volumen de nitrógeno desorbido en el paso de desorción disminuye a bajas temperaturas, el volumen de nitrógeno adsorbido disminuye gradualmente. En consecuencia, se retrasa una respuesta de una disminución en la concentración de oxígeno mediante el control del aumento/disminución del volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido, especialmente el control de la disminución del volumen de flujo de aire de suministro.

Si el tiempo de respuesta de la concentración de oxígeno es largo, puede rebasarse el control. Además, en un concentrador de oxígeno que usa un adsorbente, las propiedades del adsorbente difieren dependiendo de las temperaturas y está confirmado que un tiempo de respuesta de la concentración de oxígeno al volumen de flujo de aire de suministro es largo cuando la temperatura ambiental es baja y el volumen de flujo de aire de suministro se disminuye.

La temperatura a la cual el tiempo de respuesta de la concentración de oxígeno al volumen de flujo de aire de suministro es suficientemente largo para superar el control difiere dependiendo de los procesos de absorción y de las cantidades de los adsorbentes. Se ha confirmado que no se ha apreciado una disminución considerable de la concentración de oxígeno debido a la superación del control anterior, esto es, la respuesta de la concentración de oxígeno al volumen de aire de suministro es suficiente en un entorno a 5°C. En consecuencia, un límite inferior de temperatura para un control en el que un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado se disminuye basándose en un valor de concentración de oxígeno detectado puede ser de 5°C o mayor. El límite inferior de temperatura para el control para disminuir un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido es 5°C.

Cuando se detecta una temperatura menor de 5°C durante el funcionamiento y un volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado, un control que disminuye un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en un valor de concentración de oxígeno detectado es detenido incluso cuando la concentración de oxígeno es mayor que un volumen predeterminado. Por otro lado, un control que aumenta un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en un valor de concentración de oxígeno detectado es mantenido cuando una concentración de oxígeno es menor que un valor predeterminado. Cuando se mantiene un valor inferior a 5°C, se lleva a cabo este control, y cuando un valor detectado por el sensor de temperatura supera los 5°C, el control pasa a control ordinario de un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en una concentración de oxígeno detectado.

Cuando el sensor de temperatura ambiente detecta una temperatura más baja que 5°C al arrancar el concentrador de oxígeno, un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire es controlado para mantener una concentración de producto predeterminada en el límite inferior de temperatura para un funcionamiento garantizado, es decir, una temperatura ambiental de 5°C, siempre que el sensor de temperatura detecte una temperatura más baja de 5°C, se lleva a cabo un control que suministra aire según un volumen mayor que el volumen de aire de suministro para evitar una disminución de la concentración debido a la superación del control anterior.

Además, cuando el sensor de temperatura detecta una temperatura de 5°C o mayor, como ya no aplica la superación del control, se lleva a cabo un control que permite que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado disminuya hasta que el volumen de flujo de aire de suministro corresponda a la concentración de oxígeno, disminuyendo así el consumo eléctrico del aparato.

Además, cuando el sensor de temperatura detecta una temperatura de 5°C o mayor en el arranque y luego una temperatura menor de 5°C y un volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado, se aplica un control que no permite la disminución del volumen de flujo de aire de suministro con respecto al volumen de flujo de aire suministrado cuando el sensor de temperatura detecta la temperatura menor de 5°C.

Según la presente invención, se proporciona un concentrador de oxígeno que lleva a cabo un control que aumenta/disminuye el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en un valor detectado por un sensor de concentración de oxígeno que detecta la concentración de gas de oxígeno para mantener la concentración de oxígeno en una concentración predeterminada y que está equipado con un sensor de tasa de flujo que mide la tasa de flujo de suministro de gas oxígeno y lleva a cabo un control que no permite que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado aumente/disminuya cuando una tasa de flujo detectada está fuera del rango de tasa de flujo determinada de acuerdo con la tasa de flujo establecida. Como el sensor de temperatura no es esencial en este caso, la figura 3 muestra una realización que excluye un sensor de temperatura como el de la figura 1. En la presente descripción, un dispositivo de control que lleva a cabo un control basándose en el valor de tasa de flujo detectado también se refiere a un dispositivo de control dependiente de la tasa de flujo.

Como el control para aumentar/disminuir el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en el valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno, se pueden usar adecuadamente un control proporcional (P) en el que se manipula un valor de entrada en proporción a una desviación entre un valor detectado y un valor objetivo de concentración de oxígeno, un control integral (I) en el que se manipula un valor de entrada en proporción a un valor de integración de desviaciones, un control PI que combina el control proporcional (P) y el control integral (I), y similares.

Según la presente invención, es eficiente determinar el control del dispositivo de suministro de aire comprimido según un intervalo de tiempo de estabilización de 5 a 10 minutos. Especialmente cuando se disminuye la tasa de flujo de oxígeno durante largo tiempo debido al aplanamiento del tubo y similar durante el sueño y similar para aumentar una concentración de oxígeno, lo que provoca una disminución de la capacidad de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado, sin embargo, una disminución de la capacidad de suministro a intervalos de 5 a 10 minutos puede provocar una disminución indeseada de la capacidad de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado. En consecuencia, si la tasa de flujo de oxígeno vuelve a la

normalidad, puede activarse una alarma de concentración de oxígeno incluso si el aparato no está esencialmente en peligro en el momento en el que la capacidad del dispositivo de suministro de aire acondicionado vuelve a la requerida para una tasa flujo de oxígeno normal.

5 Según la presente invención, al no sólo detectar una concentración de oxígeno sino también determinar si el volumen de flujo de fluido de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado ha aumentado/disminuido basándose en el valor de la tasa de flujo de gas oxígeno detectada según un intervalo de tiempo de estabilización de 5 a 10 minutos, se elimina la activación de la innecesaria alarma de concentración de oxígeno durante el funcionamiento normal del aparato incluso cuando una concentración de oxígeno aumenta o
10 disminuye debido al aumento o disminución de la tasa de flujo de oxígeno y puede suprimirse un aumento innecesario del consumo de energía eléctrica para aumentar la capacidad del dispositivo de suministro de aire comprimido.

15 Además, cuando se toma en consideración la precisión del sensor de tasa de flujo requerido para el concentrador de oxígeno, es muy posible que una tasa de flujo fuera de $\pm 10\%$ de una tasa de flujo establecida sea anormal como tasa de flujo de oxígeno. La presente invención permite conseguir la concentración de oxígeno y la tasa de flujo de oxígeno deseadas rápidamente cuando el aparato vuelve al estado normal.

20 Además, según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un concentrador de oxígeno que lleva a cabo un control para aumentar/disminuir un volumen de flujo de aire del oxígeno de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado basándose en un valor detectado por un sensor de concentración de oxígeno que detecta una concentración de gas para mantener una concentración de oxígeno en una concentración predeterminada, está dotado de un sensor de temperatura que mide una temperatura del aparato y hace conmutar un dispositivo de control dependiendo del valor medido por el sensor de temperatura, y también está dotado de un
25 sensor de tasa de flujo que mide una tasa de flujo de suministro de gas oxígeno y lleva a cabo un control que no permite que el volumen de suministro del dispositivo de aire comprimido aumente/disminuya basándose en el valor de la tasa de flujo detectado.

30 Como el concentrador de oxígeno, es aplicable el aparato que tiene un sensor de concentración de oxígeno, un sensor de tasa de flujo, y un sensor de temperatura como el mostrado en la figura 1.

En otras palabras, cuando el valor detectado por el sensor de temperatura detecta un valor menor que un límite inferior de temperatura predeterminado, y preferentemente un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado es también menor que un volumen de flujo de aire de suministro predeterminado, o cuando una tasa de flujo de suministro de gas oxígeno está fuera del rango de tasa de flujo determinado basándose en la tasa de flujo establecida, se lleva a cabo un control que no permite que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido disminuya; cuando una tasa de flujo de suministro de gas oxígeno está fuera del rango de tasa de flujo determinado basándose en la tasa de flujo establecida, se lleva a cabo un control que no permite que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire acondicionado aumente; y además cuando se detecta en el arranque del aparato una temperatura menor que un límite inferior de temperatura, se lleva a cabo un control que hace que un volumen de flujo de aire de suministro sea mayor que el volumen de flujo de aire de suministro correspondiente al valor de la concentración de oxígeno detectado.

45 Como este aspecto combina el control por temperatura y el control por tasa de flujo, se omitirá una doble explicación. Por ejemplo, las siguientes características son similares a aquellas en los siguientes aspectos: el límite inferior de temperatura se establece en 5°C ; el umbral de un valor detectado por el sensor de tasa de flujo se asigna individualmente de acuerdo con un valor establecido del dispositivo de ajuste de la tasa de flujo o independientemente de la tasa de flujo establecida; cuando un valor detectado por el sensor de tasa de flujo es un +10% o mayor o un -10% o menor que el valor establecido para el dispositivo de ajuste de la tasa de flujo, se lleva a cabo un control que no permite que cambie el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido, independientemente del valor detectado de un sensor de concentración de oxígeno.

55 Según la presente invención, se proporciona de manera estable una concentración de oxígeno deseada.

REIVINDICACIONES

1. Un concentrador de oxígeno (1) al que se proporciona un lecho de adsorción (105) lleno con un adsorbente para adsorber de manera selectiva nitrógeno con respecto a oxígeno, un dispositivo de suministro de aire comprimido (103) configurado para suministrar aire comprimido al lecho de adsorción (105), para adsorber y eliminar nitrógeno en aire de material en bruto para producir oxígeno sin absorber y un dispositivo de ajuste de tasa de flujo (110) para suministrar un gas oxígeno a una determinada tasa de flujo, comprendiendo además el concentrador:
- 5 un sensor de concentración de oxígeno (301) configurado para detectar la concentración del gas oxígeno producido por el concentrador de oxígeno,
 10 un sensor de tasa de flujo (302) configurado para medir la tasa de flujo del gas oxígeno, en el que el concentrador de oxígeno (1) está configurado para aumentar o disminuir el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en el valor de la concentración de oxígeno detectado para mantener la concentración de oxígeno en una concentración predeterminada,
 15 un dispositivo de control dependiente de la tasa de flujo (401) del gas oxígeno configurado para controlar el proceso de tal modo que no permita que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido cambie, cuando el valor de la tasa de flujo de oxígeno detectado por el sensor de tasa de flujo (302) está fuera de un rango predeterminado, y
 20 un tanque de producto (108) para el almacenamiento del gas oxígeno.
2. El concentrador de oxígeno (1) según la reivindicación 1, en el que un umbral de un valor detectado por el sensor de tasa de flujo (302) es asignado individualmente de acuerdo con un valor establecido del dispositivo de ajuste de tasa de flujo (110) o independientemente de un valor de la tasa de flujo establecido.
- 25 3. El concentrador de oxígeno (1) según la reivindicación 2, en el que un dispositivo de control dependiente de la tasa de flujo está configurado para controlar el proceso de tal manera que no permita que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido cambie independientemente del valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno (301) cuando el valor de la tasa de flujo de oxígeno detectado por el sensor de tasa de flujo (302) es un +10% o más o un -10% o menos que un valor establecido de la tasa de flujo de oxígeno del dispositivo de ajuste de la tasa de flujo (110).
- 30 4. El concentrador (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sensor de tasa de flujo (302) es un sensor de tasa de flujo de tipo ultrasónico o un sensor de tasa de flujo de tipo de cable térmico.
- 35 5. El concentrador de oxígeno (1) según la reivindicación 1, que además comprende:
 un sensor de temperatura (303) configurado para medir la temperatura del aire suministrado al concentrador de oxígeno (1), y
 40 un dispositivo de control dependiente de la temperatura (401) configurado para controlar el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido basándose en el valor detectado por el sensor de temperatura (303) cuando el valor detectado por el sensor de temperatura (303) está fuera de un rango predeterminado.
- 45 6. El concentrador de oxígeno (1) según la reivindicación 5, en el que el dispositivo de control (401) es un dispositivo de control configurado para controlar el proceso de tal manera que no permita que el volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido disminuya, cuando el sensor de temperatura (303) detecta un valor más bajo que un límite inferior de temperatura predeterminado del rango y el volumen de flujo de aire de suministro es menor que un volumen de flujo de aire predeterminado durante el funcionamiento del concentrador de oxígeno (1).
- 50 7. El concentrador de oxígeno (1) según la reivindicación 5 ó 6, en el que el dispositivo de control (401) es un dispositivo configurado para llevar a cabo un control que hace que un volumen de flujo de aire de suministro del dispositivo de suministro de aire comprimido sea mayor que un volumen de flujo de aire de suministro correspondiente a un valor de concentración de oxígeno detectado por el sensor de concentración de oxígeno (301), independientemente del valor detectado por el sensor de concentración de oxígeno (301), cuando el sensor de temperatura (303) detecta un valor más bajo que un límite inferior de temperatura predeterminado del umbral en el arranque del concentrador de oxígeno (1).
- 55 8. El concentrador de oxígeno (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el sensor de concentración de oxígeno (301) es un sensor de concentración de oxígeno de tipo de circonio o un sensor de concentración de oxígeno de tipo ultrasónico.
- 60 9. Uso del concentrador de oxígeno (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para la provisión de aire enriquecido en oxígeno a un paciente.
- 65

Figura 1

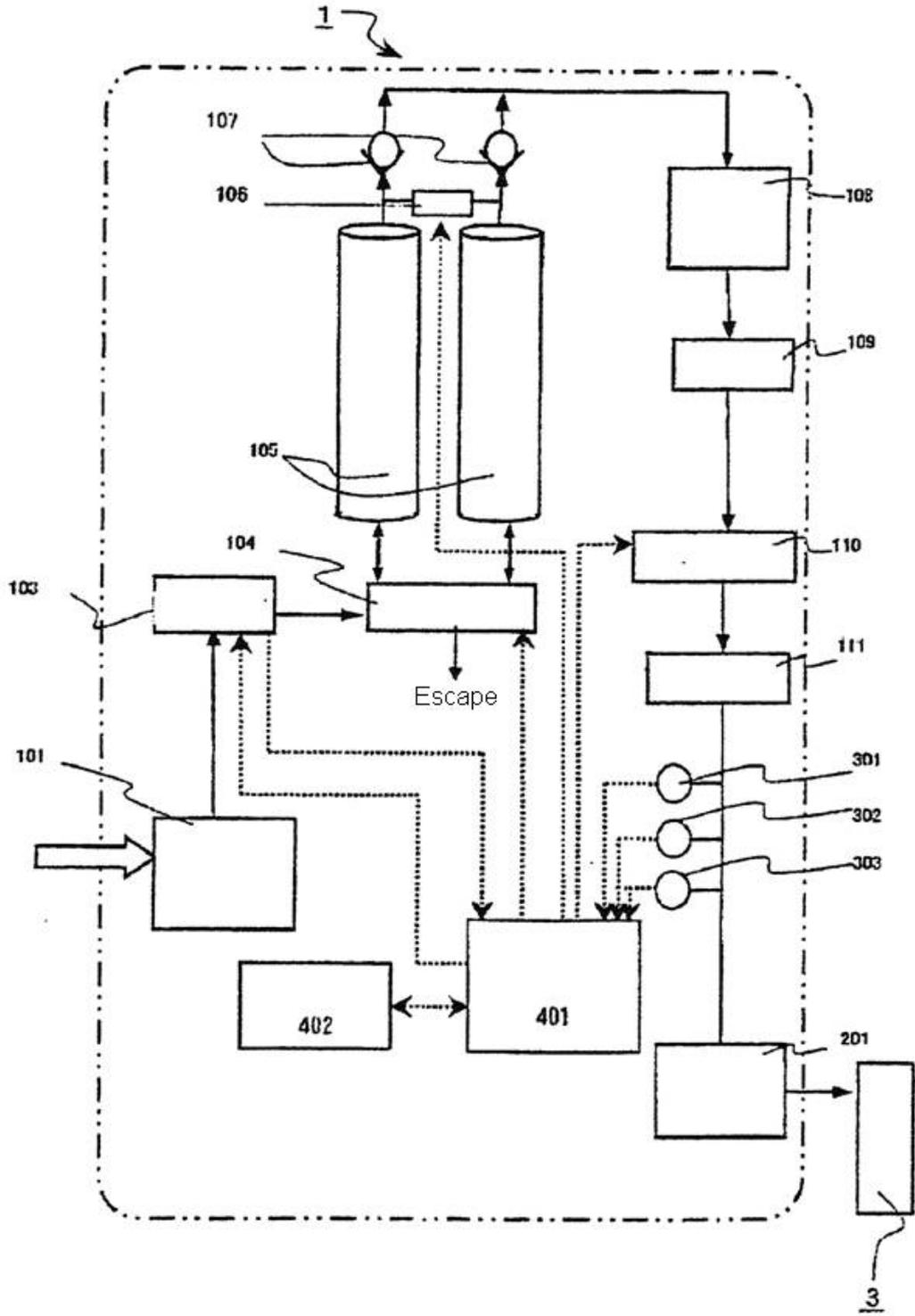
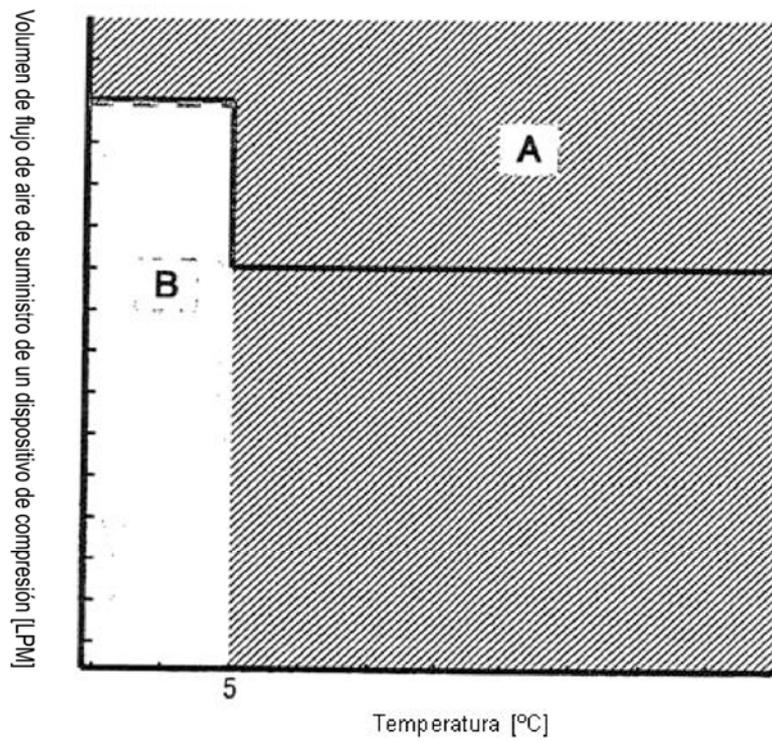


Figura 2



Línea continua: un volumen de flujo de aire de suministro en el arranque
 Línea de puntos: un volumen de flujo de aire de suministro que puede fijar una concentración de oxígeno en una concentración predeterminada a menos de 5 °C

Región	Vol. flujo de aire de suministro aumentado	Vol. flujo de aire de suministro disminuido
A	Bueno	Bueno
B	Bueno	Pobre

Figura 3

