



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 321 101**

⑤1 Int. Cl.:
G01R 33/28 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **04714611 .3**

⑨6 Fecha de presentación : **25.02.2004**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1599740**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **30.11.2005**

⑤4 Título: **Válvulas de suministro de gas hiperpolarizadas compatibles MRI/NMR para ventiladores y procedimientos de suministro de gas asociados.**

③0 Prioridad: **26.02.2003 US 450209 P**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.06.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.06.2009

⑦3 Titular/es: **Medi-Physics Inc.**
101 Carnegie Center
Princeton, New Jersey 08540, US

⑦2 Inventor/es: **Bolam, Kenneth;**
Davidson, James y
Borgen, James

⑦4 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 321 101 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

Válvulas de suministro de gas hiperpolarizadas compatibles MRI/NMR para ventiladores y procedimientos de suministro de gas asociados.

Campo de la invención

La presente invención se refiere al suministro a sujetos de gases nobles polarizados para realizar evaluaciones utilizando espectroscopia por NMR y/o formación de imágenes por resonancia magnética ("MRI").

Antecedentes de la invención

Los gases nobles inertes polarizados pueden producir imágenes por MRI mejoradas de ciertas áreas y regiones del cuerpo en las que hasta la presente se han producido imágenes no satisfactorias en esta modalidad. Se ha encontrado que el helio 3 (^3He) y el xenón 129 (^{129}Xe) polarizados son particularmente adecuados para este propósito. Desgraciadamente, el estado polarizado de los gases es sensible al manejo y a las condiciones ambientales y por lo tanto pueden decaer, indeseablemente, desde el estado polarizado con relativa velocidad.

Se utilizan hiperpolarizadores para producir y acumular gases nobles polarizados. Los hiperpolarizadores mejoran artificialmente la polarización de ciertos núcleos de gases nobles (tales como ^{129}Xe ó ^3He) respecto a los niveles natural o de equilibrio, *es decir*, la polarización Boltzmann. Un incremento tal es deseable debido a que mejora e incrementa la intensidad de la señal MRI, permitiendo que los médicos obtengan mejores imágenes de la sustancia en el cuerpo. Véanse los documentos de patentes norteamericanas números 5.545.396; 5.642.625; 5.809.801; 6.079.213, y 6.295.834.

Con el fin de producir el gas hiperpolarizado, el gas noble es mezclado típicamente con vapores metálicos alcalinos bombeados ópticamente, tal como el rubidio ("Rb"). Estos vapores metálicos bombeados ópticamente chocan con los núcleos de los gases nobles e hiperpolarizan el gas noble por medio de un fenómeno conocido como "intercambio de espín". El "bombeo óptico" del vapor metálico alcalino es producido irradiando el vapor metálico alcalino con luz polarizada circularmente en la longitud de onda de la primera resonancia principal del metal alcalino (por ejemplo, 795 nm para el Rb). Establecido de una manera general, los átomos en estado básico son excitados, a continuación posteriormente decaen al estado básico. Bajo un campo magnético modesto de 1 mT (10 Gauss), el ciclo de los átomos entre los estados básico y excitado puede producir casi el 100% de polarización de los átomos en unos pocos microsegundos. La polarización generalmente es efectuada por las características del electrón de valencia único del metal alcalino. En presencia de gases nobles de espín nuclear no cero, los átomos del vapor metálico alcalino pueden chocar con los átomos del gas noble de una manera en la cual la polarización de los electrones de valencia es transferida a los núcleos del gas noble por medio de un "intercambio de espín" por salto de espín mutuo. Después de que el intercambio de espín haya sido completado, el gas hiperpolarizado típicamente se separa del metal alcalino antes de la administración a un paciente (para formar un producto no tóxico aceptable farmacéuticamente). Desgraciadamente, durante la producción y/o durante y después de la recogida, el gas hiperpolarizado puede deteriorarse o decaer relativa rápidamente (pierde su estado hiperpolarizado) y por lo tanto debe ser manejado, recogido, transportado y almacenado cuidadosamente.

En el pasado, varios investigadores han utilizado ventiladores compatibles con un gas hiperpolarizado para suministrar gas polarizado a sujetos para la formación de imágenes con gases nobles hiperpolarizados tales como el helio y el xenón. Por ejemplo, Hedlund *et al.*, en un ventilador compatible con la MRI para animales pequeños; ventilación controlada por ordenador para la formación de imágenes con protones y con un gas noble, en el documento "18 Formaciones de Imágenes por Resonancia Magnética", páginas. 753-759 (2000), establece que los ventiladores han sido utilizados rutinariamente en sus laboratorios durante un cierto número de años. Véase también el documento de Hedlund *et al.*, en la Reunión Internacional de la American Thoracic Society 1998 (Chicago, 1998), "Microscopia tridimensional por MR de las dinámicas pulmonares", Sociedad de Resonancia Magnética (Nueva York, NY, 1996); y un póster presentado por Hedlund *et al.* en la Reunión Internacional de 1998 de la American Thoracic Society 1998 (Chicago, 1998), titulado "*MRI de vías respiratorias pulmonares con helio hiperpolarizado; un ventilador controlado por ordenador para la formación de imágenes con suministro de gas sincronizado en estudios de animales*" (que describe la tecnología de los ventiladores). Además, Black y sus colaboradores han utilizado un ventilador compatible con un gas hiperpolarizado para generar lo que se cree que son las primeras imágenes por RM *in vivo* con ^3He hiperpolarizado en pulmones de cobayas. Véase. Black *et al.*, Imágenes por MR de He-3 *In vivo* de pulmones de cobayas, Radiology, 199 (3), páginas 867-870 (1996). Desgraciadamente, las válvulas utilizadas para controlar el suministro de gases polarizados en el pasado han estado limitadas por uno o más de lo que sigue: tiempos de respuesta lentos, caudales relativamente limitados, y/o velocidades de respiración limitadas (aproximadamente 120 respiraciones por minuto (BPM)).

A pesar de lo que antecede, sigue existiendo la necesidad de proporcionar configuraciones de válvulas mejoradas para el suministro de ventilación de un gas hiperpolarizado.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona válvulas mejoradas de suministro de gas hiperpolarizado compatible con MRI, que utilizan configuraciones de carrete.

En realizaciones particulares, la configuración de válvula utiliza carretes múltiples para suministrar secuencialmente de manera controlable a un sujeto, para la inhalación, una pluralidad de gases, tales como un gas hiperpolarizado y un gas no polarizado. La válvula de carretes múltiples puede estar configurada para seleccionar controlablemente entre tres o más trayectos de flujo que permiten trayectos de flujo para la inhalación, exhalación y contención de la respiración, así como el suministro de diferentes formulaciones de gases.

En operación, la configuración de válvula del carrete puede utilizar una señal de gas piloto de mando con una presión comprendida entre aproximadamente 200-400 Pa. Además, las válvulas del carrete pueden estar configuradas para reaccionar a la presión piloto con un tiempo de respuesta relativamente corto, tal como inferior a aproximadamente 50 ms, y típicamente en aproximadamente 40 ms (que es menor de aproximadamente la mitad del tiempo de respuesta de las válvulas de tipo diafragma) para alterar el trayecto de flujo de la válvula y transmitir el gas deseado al sujeto. En ciertas realizaciones, la válvula está configurada para operar con una respiración o velocidad de respiración (respiraciones por minuto o "BPM") de al menos 150 BPM, típicamente hasta al menos 180 BPM, y en ciertas realizaciones, aproximadamente 200 BPM o más. De esta manera, en ciertas realizaciones, la válvula de suministro de gas puede proporcionar un tiempo de respuesta rápido para una BPM elevada con una relación de inhalación/exhalación baja.

Las válvulas de suministro de gas que utilizan al menos un carrete para actuar al menos un trayecto de gas en un cuerpo de válvula pueden estar adecuadas particularmente para ventiladores para pequeños animales utilizados durante la espectroscopia NMR y/o sesiones de formación de imágenes por MRI. Las válvulas de suministro de gas pueden proporcionar tiempos de respuesta rápidos, lo cual puede ser particularmente adecuado para su utilización en situaciones en las que el sujeto está ventilado a una velocidad de respiración BPM elevada con una relación baja de inhalación/exhalación (I/E). La relación I/E es el tiempo de inspiración respecto al tiempo de expiración, inspiración es el tiempo en el cual el gas es proporcionado al animal (u otro sujeto) mientras que la expiración es el tiempo durante el cual el animal (u otros sujeto) está exhalando. Por lo tanto, una elevada BPM, tal como aproximadamente 180 BPM, significa que cada respiración dura 333 ms. Una I/E de 20/80 significa que el dispositivo tiene 67 ms para suministrar el volumen deseado al animal (u otro sujeto). La velocidad a la cual se abre la válvula puede ser importante, cuanto más rápido será la BPM, menor tiempo tiene la válvula para abrir y suministrar la cantidad deseada de gas al animal (u otro sujeto).

La relación I/E típicamente se encuentra aproximadamente de 30/70 a 60/40, pero puede variar fuera de este intervalo, dependiendo del resultado deseado. La relación I/E y la BPM puede estar fijadas sustancialmente durante la respiración "normal" (de no formación de imágenes). La BPM y la relación I/E se pueden ajustar para que sean diferentes para las respiraciones de formación de imágenes (gas hiperpolarizado), pero una vez que la toma de imágenes ha terminado, estos parámetros de operación pueden volver a los parámetros de respiración "normal".

También se hace notar que 180 BPM puede ser un rango superior para muchas especies de animales pequeños y en ciertas realizaciones, el ventilador puede operar a una velocidad inferior. Los parámetros operativos se basan en las especies/peso de los animales. Por ejemplo, los ratones utilizan una BPM más rápida que los conejos. La relación I/E puede cambiar entre animales pero típicamente se mantendrá en el rango que se ha mencionado más arriba.

La válvula de suministro de gas para un ventilador está configurada para suministrar gas hiperpolarizado a un sujeto e incluye: (a) un cuerpo de válvula que tiene al menos un trayecto de gas que se extiende entre al menos una lumbrera de entrada de gas y al menos una lumbrera de salida de gas y al menos un receptáculo de carrete (o orificio), estando una de las al menos una lumbrera de entrada de gas en comunicación de fluido con una fuente de gas hiperpolarizado; (b) al menos un miembro de carrete dispuesto en un receptáculo respectivo de los citados al menos un receptáculo de carrete del citado cuerpo de válvula, estando configurado y dimensionado el citado miembro de carrete para cooperar con el citado cuerpo de válvula para abrir y cerrar selectivamente el al menos un trayecto de gas; y (c) al menos una lumbrera de fluido piloto en comunicación de fluido con el citado receptáculo de carrete. En operación, una señal de impulso de mando de fluido piloto que tiene asociada una presión y una duración, es transmitida a la citada lumbrera de fluido piloto forzando al citado carrete para que se traslade una distancia de actuación en una dirección predeterminada en el citado receptáculo de cuerpo de válvula, para abrir y/o cerrar de esta manera el al menos un trayecto de flujo de gas.

En ciertas realizaciones, la presente invención puede proporcionar una actuación relativamente rápida de un carrete de doble actuación utilizando un único impulso de aire piloto para actuar el o los carretes en la válvula, permitiendo que la presión piloto sobre los mismos sea liberada entre impulsos alternativos de aire piloto para conmutar entre inhalar y exhalar. El carrete puede ser actuado durante la elevación (porción inicial) del perfil o curva de respuesta de presión.

Lo que antecede y otros objetos y aspectos de la presente invención se explican en detalle en la presente memoria descriptiva y a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloque de operaciones que pueden ser realizadas de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

Las figuras 2A y 2B son vistas esquemáticas de una válvula de carrete configurada para operar como respuesta al gas piloto para definir un trayecto de flujo respectivo de los dos seleccionables de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

La figura 3 es una vista recortada de una válvula de suministro de gas con múltiples carretes de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

Las figuras 4A-4H son ilustraciones esquemáticas de diferentes posiciones de una configuración de válvula de tres carretes de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

La figura 5 muestra tres componentes del carrete de la presente invención.

Las figuras 6A-6C son ilustraciones esquemáticas de una válvula de suministro de gas de la técnica anterior que utiliza una configuración de diafragma.

La figura 7 es un gráfico de la presión en función del tiempo (ms) que ilustran la respuesta de una configuración de diafragma de una válvula de suministro de gas de la técnica anterior.

La figura 8 es un gráfico de presión respecto a tiempo (ms) de la respuesta de una válvula del carrete de conmutación de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

La presente invención se describirá más completamente aquí y a continuación con referencia a las figuras que se acompañan, en las cuales se muestran realizaciones preferentes de la invención. Esta invención, definida en las reivindicaciones, puede sin embargo ser realizada en muchas formas diferentes y no se debe considerar como limitada a las realizaciones establecidas en la presente memoria descriptiva. Los mismos números indican los mismos elementos. En los dibujos, las capas, regiones o componentes pueden ser representados exagerados por motivos de claridad. En las figuras, las líneas discontinuas indican características opcionales, a no ser que se describa de otra manera.

En la descripción de la presente invención que sigue, ciertas expresiones pueden ser utilizadas para referirse a la relación de posición de ciertas estructuras en relación con otras estructuras. Como se utiliza la presente memoria descriptiva, la expresión “hacia delante” y sus derivados se refieren a la dirección general en la que el gas objetivo o la mezcla de gas objetivo se desplaza cuando se mueve a través del sistema hiperpolarizador; esta expresión pretende ser sinónimo de la expresión “aguas abajo” que a menudo se utiliza en los entornos de fabricación para indicar que ciertos materiales sobre los que se está actuando se encuentran más allá a lo largo del proceso de fabricación que otros materiales. De manera consecuente, las expresiones “hacia atrás” y “aguas arriba” y sus derivados se refieren a las direcciones opuestas, respectivamente, respecto de las direcciones hacia adelante y aguas abajo.

También, como se describe en la presente memoria descriptiva, los gases polarizados son producidos y recogidos y, en realizaciones particulares, pueden ser solidificados, descongelados, utilizados solos y/o combinados con otros constituyentes, para las aplicaciones de espectroscopia por MRI y/o por NMR. Por facilidad de descripción, la expresión “gas polarizado solidificado” significa que el gas polarizado ha sido congelado al estado sólido. La expresión “gas polarizado líquido” significa que el gas polarizado ha sido o está siendo licuado a un estado líquido. Por lo tanto, aunque cada expresión incluye la palabra “gas”, ésta palabras es utilizada para denominar y seguir descriptivamente el gas que es producido por un hiperpolarizador para obtener un producto de “gas” polarizado. Por lo tanto, como se utiliza la presente memoria descriptiva, la expresión “gas” o “gas objetivo” se han utilizado en ciertos lugares para indicar descriptivamente un producto de gas noble hiperpolarizado y se puede utilizar con modificadores tales como “sólido”, “solidificado”, y “líquido” para describir el estado o la fase de ese producto. Como también se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión “gas polarizado” incluye al menos un gas polarizado de interés (tal como, pero no limitado a, ^3He y/o ^{129}Xe) y puede incluir uno o más constituyentes tales como otros gases portadores, de mezcla o tampones. Además, las expresiones “polarizar”, “polarizador”, “polarizado”, y similares se utilizan de manera intercambiable con las expresiones “hiperpolarizar”, “hiperpolarizador”, “hiperpolarizado”, y similares.

Las válvulas de suministro de gas contempladas por la presente invención se pueden utilizar en cualquier sistema ventilador para sujetos objetivo y son compatibles con gas hiperpolarizado en los procedimientos por NMR y/o MRI. Estas válvulas se han utilizado en sistemas de ventiladores compatibles con gases no hiperpolarizados, tal como ha sido informado por Rosenthal y Li (J. Appl. Physiol. 1993; 83(5): 1768-74), aunque no específicamente para el suministro de gas. “Sujetos”, de acuerdo con la presente invención, pueden ser cualquier sujeto animal, y preferiblemente son seres mamíferos (humanos, canes, felinos, bovinos, caprinos, ovinos, equinos, roedores, porcinos y/o lagomorfos). La expresión. “animales pequeños” incluyen ratones, ratas, cobayas, perros, gatos, monos, cerdos y conejos.

Se han utilizado varias técnicas para acumular y capturar gases polarizados. Por ejemplo, la patente norteamericana 5.642.625 a Cates *et al.*, describe un hiperpolarizador de alto volumen para un gas noble polarizado por intercambio de espín y la patente norteamericana 5.809.801 a Cates *et al.*, describe una acumulación criogénica de ^{129}Xe polarizado por espín. Como se utiliza en la presente memoria descriptiva, las expresiones “hiperpolarizar”, “polarizar”, y similares se utilizan de manera intercambiable y significan mejorar artificialmente la polarización de ciertos núcleos de gas noble respecto a los niveles naturales o de equilibrio. Un incremento de este tipo es deseable debido a que permite unas

señales de formación de imágenes más fuertes que corresponden a una mejor espectroscopia por NMR y/o imágenes por MRI de la sustancia y a un área objetivo del cuerpo. Como es conocido por los especialistas en la técnica, la hiperpolarización puede ser inducida por intercambio de espín con vapor metálico alcalino bombeado ópticamente o alternativamente, por intercambio metaestable. Véase la patente norteamericana 5.545.396 de Albert *et al.*

5

Volviendo a continuación a la figura 1, se proporciona una válvula de suministro de gas hiperpolarizado que tiene un cuerpo de válvula con una pluralidad de carretes y una pluralidad de trayectos de flujo de gas seleccionables (bloque 100). Los carretes están dispuestos en el cuerpo de válvula para que se encuentren en comunicación de fluido con los trayectos de flujo de gas. Los carretes pueden ser operados individualmente para que se muevan a posiciones abiertas respectivas en el cuerpo de válvula como respuesta a una señal de gas de impulsión (típicamente aire), para activar (y/o desactivar) selectivamente al menos uno de una pluralidad de trayectos de flujo de gas. La pluralidad de trayectos de flujo de gas puede ser actuada dirigiendo el gas piloto de impulsión para hacer que un carrito respectivo se traslade entre las posiciones abierta y cerrada, con lo cual abre y cierra los trayectos de flujo de gas (bloque 110). El gas hiperpolarizado es suministrado a un sujeto durante una sesión o procedimiento por NMR y/o MRI por medio de los trayectos de flujo de gas definidos por las posiciones del carrito en el cuerpo de válvula (bloque 120).

15

En ciertas realizaciones, la señal de gas piloto puede tener una longitud de impulso entre aproximadamente 10-40 ms, y típicamente entre aproximadamente 20-30 ms (bloque 105). La señal de gas piloto puede estar provista como una corriente de gas que tiene una presión de entre aproximadamente 200-400 Pa. La válvula de suministro de gas puede estar configurada para operar con unas secuencias predeterminadas de inhalación, exhalación y contención de respiración (bloque 112). La válvula de suministro de gas está configurada para ventilar solamente gas hiperpolarizado, gas hiperpolarizado combinado *in situ* con un gas no polarizado seleccionado, y un gas no polarizado sólo. La combinación *in situ* puede estar producida por las posiciones de los carretes en el cuerpo de válvula. Los carretes pueden ser actuados por la parte de curva creciente de fuerte inclinación de la curva de presión piloto asociada con la señal de gas piloto de impulsión (bloque 108). La válvula de suministro de gas puede estar adaptada para acomodar o suministrar con una velocidad de respiración de al menos 150 BPM, típicamente hasta al menos aproximadamente 180 BPM (bloque 122). En ciertas realizaciones, la válvula de suministro de gas puede acomodar una velocidad de respiración de al menos aproximadamente 200 BPM (inhalación pico).

20

Las figuras 2A y 2B ilustran una realización de la válvula 10 de suministro de gas. La válvula 10 de suministro de gas tiene un cuerpo 10b con pasajes que definen al menos un trayecto de flujo de gas (el trayecto o trayectos de flujo de gas se designan generalmente como característica 10f) y un receptáculo 10r para un carrito 20. Aunque se muestran como un carrito y dos lumbreras de entrada de gas diferentes (para el gas A y para el gas B, respectivamente), se pueden utilizar carretes múltiples en serie y/o en paralelo para conseguir diferentes opciones de trayectos de flujo de gas. Además, el cuerpo de válvula y el carrito pueden estar configurados para una operación “conexión - desconexión” de un único gas para suministrar o retener un gas único (típicamente gas hiperpolarizado) y/o para abrir y cerrar el trayecto de flujo de gas único (no mostrado) para el suministro para la inhalación controlada a un sujeto. Como se explicará más adelante, la válvula 10 de suministro de gas también puede estar configurada para seleccionar entre las operaciones de ventilación de inhalación, exhalación y/o contención de respiración.

30

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2A, como se muestra, el carrito 20 incluye un cabezal 20h y un segmento 20s de vástago. El receptáculo 10r de cuerpo de válvula incluye lumbreras 41, 43 de gas piloto, estando situada cada una de ellas en lados opuestos de la porción 10c del cabezal del carrito en el receptáculo 10r, de manera que estén orientadas a lados opuestos del cabezal 20h₁, 20h₂, del carrito, respectivamente. Para facilitar la explicación, la expresión “aire piloto” se utilizará en lugar de “gas piloto” en la descripción que sigue. Sin embargo, se hace notar que aunque el aire típicamente es el gas piloto utilizado, se pueden utilizar otros gases para actuar el carrito o los carretes, como se desee. Además, también se pueden usar otros fluidos, incluyendo líquidos, para actuar los carretes en ciertas aplicaciones, aunque las señales de gas típicamente proporcionarían transmisiones más rápidas.

40

En operación, el aire piloto es dirigido para que se introduzca en cualquiera de las lumbreras 43 o 41 y aplique presión a la cara respectiva del cabezal 20h del carrito. El incremento y la disminución de la presión del aire piloto ajustará la velocidad (más rápida y más lenta, respectivamente). La presión del aire piloto contra el cabezal 20h del carrito fuerza al carrito 20 a que se traslade separándose de la lumbrera de entrada de aire piloto. La traslación sitúa el vástago 20s del carrito en posiciones operativas y/o inoperativas diferentes en el cuerpo 10b de válvula. En operación, el carrito 20 se traslada (hacia delante y hacia atrás) para abrir y cerrar trayectos de flujo de gas seleccionados como respuesta al gas piloto transmitido al interior de la cavidad del cuerpo de válvula del cabezal del carrito. El receptáculo 10r para el cabezal 20h del carrito está dimensionado y configurado de manera que el cabezal del carrito 20h se pueda trasladar una distancia “S” de carrera deseada para abrir y cerrar uno o más trayectos de flujo de gas.

50

La figura 2A ilustra el aire piloto que está siendo dirigido al interior de la lumbrera 43 en la cara exterior del cabezal 20h₂ del carrito para forzar al carrito 20 para que recorra su longitud de carrera “S” para situar la cara interior del cabezal 20h₁ del carrito contra el perímetro 10p del receptáculo. La traslación de la carrera posiciona porciones diferentes del vástago 20s en comunicación de fluido con la lumbrera 35 de salida de gas. Como se muestra, el vástago 20s incluye dos segmentos 20s₁ y 20s₂ del trayecto de gas, estando emparedado cada uno de ellos por las juntas 38. Las juntas 38 están dimensionadas y configuradas para residir en los rebajes 38r formados en el cuerpo de válvula en diferentes posiciones a lo largo del trayecto de la carrera del carrito. Las juntas 38 pueden ser juntas tóricas u otros miembros de obturación adecuados, formados de un material que impida la despolarización, para que puedan encerrar porciones opuestas de los segmentos 20s₁, 20s₂ de vástago durante la aplicación del trayecto de flujo de gas

65

ES 2 321 101 T3

seleccionado. También se pueden utilizar otras disposiciones de obturación, tales como configurar el cuerpo de válvula y el vástago para que se apliquen de manera obturable en acoplamiento en las posiciones deseadas, como podrá ser comprendido por un especialista en la técnica. En la figura 2A, el carrete 20 se encuentra en una posición en la cual el segmento 20s₁ está situado de manera que la lumbrera 33 de entrada del trayecto de gas se encuentre en comunicación de fluido con la lumbrera 35 de salida para abrir el trayecto "A" de gas para suministrar gas A a través de la válvula 10 de suministro de gas. Los trayectos A ó B de gas típicamente son para suministrar gas hiperpolarizado (tal como gas noble hiperpolarizado que incluye, pero no está limitado a, ¹²⁹Xe o ³He hiperpolarizados).

La figura 2B ilustra el aire piloto que está siendo dirigido al interior de la lumbrera 41, trasladándose la cara exterior del cabezal 20h₂ del carrete para que se disponga contra el perímetro 10p del receptáculo 10r del cuerpo de válvula. Este movimiento sitúa el segmento 20s₂ de vástago próximo a la lumbrera 35 de salida para permitir que la lumbrera 31 se encuentre en comunicación de fluido con la lumbrera 35 de salida de gas a través del vástago 20s del carrete para abrir el trayecto B de gas y cerrar el trayecto A de gas.

Se hace notar que, aunque en las figuras 2A y 2B se muestra con solamente dos lumbreras (31, 33) de entrada de flujo de gas, se puede utilizar otro número de lumbreras de gas del cuerpo de válvula (una o tres, cuatro o más). Además, el vástago 20s puede estar reconfigurado para liberar concurrentemente gas A y gas B (combinados), o para suministrar otros gases. De esta manera, se pueden añadir lumbreras de válvula adicionales para permitir una configuración de lumbreras en serie o en paralelo. Además, el cabezal 20h del carrete puede estar configurado para que tenga otros patrones de carreras, tal como que no se requiera que las superficies del cabezal 20h del carrete apoyen contra el perímetro 10p del receptáculo de cuerpo de válvula para actuar los trayectos 10f de flujo de gas deseados, como será entendido por los especialistas en la técnica.

En ciertas realizaciones, los carretes son carretes de actuación doble que permiten que un único impulso de aire piloto actúe sobre la válvula para hacer que el carrete 20 se mueva a la posición deseada y abra o cierre el trayecto de flujo de gas seleccionado. La presión piloto puede ser liberada a la atmósfera entre impulsos alternativos de aire piloto para "conmutar" el carrete 20 desde "inhalación" a "exhalación". La actuación del carrete (hacia atrás y hacia adelante) abre y/o cierra uno o más trayectos de gas. La actuación puede producirse durante la parte de curva creciente de fuerte inclinación de la curva de presión piloto, como se muestra, por ejemplo, en la figura 8. La operación de parte de curva creciente es, contrasta con las configuraciones de válvula 66 de diafragma convencional (véase, por ejemplo, las figuras 6A-6C) que actúan típicamente sobre el diafragma para moverlo a su posición operativa más tarde en la porción de parte de curva en disminución de la curva de respuesta. Una curva de respuesta de presión ejemplar de diafragma se muestra en la figura 7. De esta manera, la presión de configuración del carrete en la cual el carrete actúa y el trayecto de gas se abre y/o se cierra se produce antes en el ciclo de respuesta de presión que con la válvula de diafragma.

La figura 8 ilustra que en la longitud o duración de impulso de la señal piloto es menor de típicamente aproximadamente 30 ms, siendo el retardo de actuación del carrete de aproximadamente 40 ms o menos. El retardo de respuesta puede ser el mismo tanto para las señales piloto de inhalación como de exhalación. Como se muestra, la presión piloto de inhalación y exhalación pueden ser sustancialmente la misma. La respuesta de la actuación del carrete es relativamente rápida (menos de aproximadamente 50 ms, y típicamente menos de aproximadamente 40 ms) y actúa con menos de la mitad del retardo asociado a las configuraciones de válvulas de diafragma convencionales como se muestra en la figura 7. El carrete puede ser actuado con una presión de respuesta que se encuentra aproximadamente en 200-400 Pa.

El volumen del circuito de aire piloto se puede dimensionar para una respuesta rápida optimizando el volumen, diámetros de las lumbreras y similares para proporcionar un ciclo de carrera de carrete reducido. En ciertas realizaciones, la carrera de carrete puede ser de aproximadamente 4 mm, el volumen del circuito piloto puede ser de aproximadamente 62 ml por cm de tubería. Por ejemplo, para una longitud de tubería de 5 m, el volumen del circuito piloto puede ser de aproximadamente 9 ml. Los diámetros de las lumbreras piloto pueden ser de aproximadamente 1,5 mm. El tamaño del cabezal del carrete puede ser aproximadamente 15 mm (diámetro). En ciertas realizaciones, el cabezal del carrete está dimensionado para tener un área de entre aproximadamente 0,3-3 cm². El carrete puede estar configurado para pesar menos de aproximadamente 1 g.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2A, el carrete está asociado operativamente a dos válvulas piloto "V" (una en comunicación de fluido con la lumbrera piloto 41 y la otra en comunicación de fluido con la lumbrera piloto 43). Las dos válvulas piloto pueden ser válvulas de solenoide eléctricas, de tres vías, normalmente cerradas. Después de que se haya transmitido la señal de impulso piloto de mando al carrete (o carretes) deseado(s), típicamente con un impulso de entre aproximadamente 20-30 ms, pero generalmente inferior a aproximadamente 40 ms, la válvula piloto normalmente cerrada que envía el impulso piloto de mando puede ser ventilada a la atmósfera de manera que la presión piloto de mando no ofrezca resistencia al aire piloto opuesto cuando es actuada para accionar el carrete para que retorne a su posición anterior. La configuración del carrete de actuación doble puede ser operada de manera que la presión piloto siempre se encuentre conectada para proporcionar un mecanismo de empuje para hacer que el carrete 20 retorne a una posición operativa neutra o normal después de que la señal de impulso piloto sea transmitida. El aire siempre está dirigido a un lado o al otro para forzar la posición del carrete sin requerir la utilización de un miembro de resorte. En otras realizaciones, un resorte amistoso de polarización (formado por un metal o material elastomérico resiliente no ferromagnético) puede ser utilizado para ayudar a forzar el carrete para que retorne a una posición deseada después de la transmisión de la señal piloto de mando (no mostrado).

ES 2 321 101 T3

El cuerpo de válvula y sus componentes internos pueden estar formados de, y/o recubiertos con, un material o materiales seleccionados por la capacidad para inhibir la despolarización del gas hiperpolarizado (por ejemplo debida a la relajación atribuida a la interacción de del gas con los mismos). También se han propuesto recubrimientos, tales como recubrimientos de sol - gel, recubrimientos de polímero deuterado, recubrimientos de película metálica y otros recubrimientos y materiales no magnéticos que inhiben la despolarización.. Véase la solicitud de patente norteamericana número y la solicitud de patente norteamericana número 09/485.476 y las patentes norteamericanas números. 5.612.103 y 6.423.387

Por ejemplo, el cuerpo de válvula y/o los componentes pueden estar formados de materiales tales, pero no limitados a, aluminio, TEDLAR, TEFLON, PTFE, DELRIN (acetil) y otros similares. Se debe tomar precaución para reducir las fuentes de fricción proporcionando un acabado superficial suave y reduciendo el número de juntas tóricas o seleccionando el material de las juntas tóricas para reducir la fricción. Además, el cuerpo de válvula puede estar fabricado con tolerancias que proporcionen juntas suficientes y al mismo tiempo proporcionen una sección reducida entre el carrete y el receptáculo de cuerpo de válvula. De esta manera, las terminaciones del orificio del cuerpo de válvula, compresión de la junta tónica y lubricantes puede ser todos considerados para reducir las fuentes de fricción.

La figura 3 ilustra una válvula 10 que tiene un cuerpo de válvula 10b que define tres receptáculos 10r de carrete, cada uno de ellos para acomodar uno de los carretes 20A, 20B, 20C respectivamente. El control de la entrada de gas al interior de la válvula 10 está controlado por un primer carrete 20A que está posicionado para controlar la lumbrera 133 de gas que se encuentra en comunicación de fluido con la fuente externa de gas A. El cuerpo 10b de válvula define un trayecto de flujo de gas 135 que se extiende en comunicación de fluido entre los receptáculos de carrete de los carretes 20A y 20C mientras al mismo tiempo se extiende alrededor del receptáculo de carrete del carrete 20B. El carrete 20A tiene dos posiciones operativas A1 y A2. En la posición A1 que se muestra (estando el cabezal 20h de carrete dispuesto contra el perímetro 10p en la porción más exterior de la cavidad 10c del carrete), se permite que el Gas A se desplace desde el receptáculo de carrete del carrete 20A, a través del trayecto de flujo 135 al interior del receptáculo de carrete del carrete 20C, y salga por la lumbrera 235 de salida. El cuerpo de válvula 10b define la lumbrera 235 de salida para conducir gas a un sujeto para la inhalación y desde un sujeto en la exhalación. Conductos adecuados de gas, no mostrados, se contemplan para transportar los gases a y desde las lumbreras apropiadas de la válvula 10.

De manera similar, el flujo de Gas B desde la fuente externa y a través de la lumbrera 31 de entrada a la lumbrera 235 de salida de Gas B se controla posicionando el segundo carrete 20B. El segundo carrete 20B también tiene dos posiciones operativas, B1 y B2. El cuerpo 10b de válvula define un segundo trayecto de flujo alargado 35 que se extiende en comunicación de fluido entre el receptáculo de carrete del carrete 20B y una abertura 37 que se abre dentro del receptáculo de carrete del carrete 20C. La abertura 37 deseablemente está situada opuesta al extremo abierto del trayecto de flujo 135 desde el receptáculo de carrete del carrete 20A, aunque los mismos pueden estar dispuestos de manera diferente, o incluso coextensivamente. El posicionamiento de los segmentos 20s₁, 20s₂ de carrete de los carretes 20A y 20B puede ser ajustado para permitir que el Gas B salga sólo o en combinación con el Gas A, como se describirá más adelante en las figuras 4A-4H en la presente memoria descriptiva y a continuación. El segundo carrete 20B se muestra en la posición B2 con la lumbrera 31 de entrada de Gas B aislada del trayecto de flujo 35 y se permite que el Gas A pase a través de la lumbrera 235 de salida. Cuando el carrete 20B se encuentra en la posición B1, el Gas B podrá desplazarse a lo largo del trayecto de flujo 35 y salir por la lumbrera 235 de salida.

El tercer carrete 20C está configurado para controlar la configuración de inhalación y exhalación de la válvula 10. De esta manera, el tercer carrete 20C tiene una posición IN y una posición EX. El cuerpo 10 de válvula define lumbreras 235 y 236 de salida en comunicación de fluido con el receptáculo 10r de carrete del carrete 20C. La posición del tercer carrete 20C coopera con el receptáculo 10r de válvula asociado ya sea para dirigir el flujo desde alrededor del segmento 20s₂ de carrete y salir por la lumbrera 235 de salida cuando el carrete 20C se encuentra en la posición IN (o de inhalación), o desde la lumbrera 235 de salida, alrededor del segmento 20s₁ de carrete y salir por la lumbrera 236 de salida cuando el carrete 20C se encuentra en la posición EX (o de exhalación), como se desee. El trayecto de flujo de gas que se muestra en la figura 3 está ilustrado por el sombreado oscuro que se extiende desde la lumbrera 133 de entrada Gas A a la lumbrera 135 de salida de inhalación de la válvula 10 que es actuada para expulsar el Gas A (sólo) a través de la lumbrera 135 de ventilación de inhalación.

Mientras que los trayectos de flujo 35 y 135 que se consideran que se extienden fuera del plano de vista mostrado en la figura 3, se muestran en la figura 3, la presente invención contempla que el cuerpo 10b de válvula define, además, las lumbreras de aire piloto (no mostradas) para dirigir el aire contra cualquier lado de los cabezales de carrete de los carretes 20A, 20B y 20C, que también están situados fuera el plano de la vista. Estas lumbreras de aire piloto deberían estar configuradas para incorporar las características de las lumbreras 41 y 43 que se describen en las figuras 2A y 2B. Una pareja de lumbreras de aire piloto opuestas proporcionan deseablemente aire piloto a las caras opuestas de cada cabezal 20h de carrete. La valvulería para tales lumbreras deseablemente está situada fuera del cuerpo 10b de válvula, aunque tales válvulas también pueden estar incorporadas en el cuerpo 10b de válvula. La presente invención contempla además que cada carrete puede ser actuado por una única lumbrera de aire piloto que dirige aire contra una cara de cada cabeza 20h de carrete para mover el carrete en una primera dirección a su primera posición y aspira el aire fuera del orificio 10C de cada carrete para a que forzar el carrete se desplace en la dirección opuesta, a su segunda posición. Alternativamente, las lumbreras de aire piloto opuestas pueden actuar al unísono para forzar activamente aire dentro, o fuera, del orificio 10C con el fin de forzar el carrete a la posición deseada.

ES 2 321 101 T3

La figura 5 muestra los tres carretes 20 de la figura 3 específicamente, y de la presente invención en general. La figura 5 ilustra además los segmentos $20s_1$, $20s_2$ de carrete de cada carrete 20, así como el cabezal $20h$ de carrete y las juntas 38 que se aplican en obturación al cuerpo $10b$ de válvula para dirigir el flujo a través de la misma.

5 Las figuras 4A-4H ilustran ejemplos de diferentes posiciones de válvula en una configuración de tres carretes que se puede utilizar para proporcionar la selección de las salidas y/o entradas de respiración de ventilación de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Con propósitos de explicación, el Gas A será descrito como un gas hiperpolarizado y el Gas B como un gas no polarizados. En operación, se puede usar una configuración inversa. La expresión “contener la respiración” significa que el gas o los gases se mantienen en los pulmones durante un tiempo
10 de contención de la respiración para facilitar la bio - aceptación del gas y/o permitir una señal de gas hiperpolarizado más fuerte que la de la respiración normal. La duración de la contención de respiración puede estar comprendida entre 5- 30 segundos.

Como se muestra y se describe adicionalmente más adelante, la válvula 10 puede ser actuada para acomodar
15 o proporcionar (a) inhalación del Gas “A”; (b) inhalación del Gas “B”; (c) inhalación de Gas “A” + Gas “B”; (d) exhalación; (e) exhalación parcial y contención de respiración; (f) inhalación de Gas “A” y contención de respiración; (g) inhalación de Gas “B” y contención; y (h) inhalación de Gas “A” + Gas “B” y contención de respiración. La configuración de carrete de válvula se pueda ajustar para proporcionar todas las entradas/salidas de respiración de ventilación o las seleccionadas y puede utilizar menor o mayor número de carretes y/o segmentos de carrete respectivos
20 así como diferentes configuraciones de lumbreras para proporcionar las entradas/salidas deseadas de respiración.

La figura 4A ilustra la posición operativa de tres carretes para proporcionar inhalación de Gas “A” + Gas “B”. La figura 4B ilustra la salida de Gas “A” en una posición de inhalación y contención de respiración. La figura 4C muestra la posiciones de los carretes para inhalación del Gas “A”. La figura 4D muestra los posiciones de los carretes para
25 la exhalación; la figura 4E muestra los carretes en posición para la inhalación de Gas “B” y contención. La figura 4F muestra las posiciones de los carretes para el Gas “A” bloqueado y la figura 4G muestra una configuración de contención de expiración. La figura 4H ilustra una configuración de contención de Gas “A” + Gas “B”.

Las posiciones de los carretes de válvula y las secuencias de operación pueden ser automatizadas y controladas
30 por un programa de control por ordenador. La actuación o pilotaje de los carretes 20A, 20B, 20C de válvula puede ser accionada por medio del programa de control por ordenador por medio de seis (6) válvulas de solenoide eléctricas de tres vías normalmente cerradas. Ejemplos de válvulas de solenoide adecuadas incluyen Clippard EC-#M-12V, Cincinnati, OH, y MAC 42A-AMP-000-GDDB-1BE, Wixom, MI. En ciertas realizaciones, se proporciona una orden para actuar un carrete individual a una posición deseada. La orden dispara la transmisión de una señal de impulso de orden piloto de 20-30 ms al carrete individual. El impulso de orden único conmuta el carrete a la posición deseada.
35 Después del impulso, la válvula de solenoide normalmente cerrada ventea a la atmósfera de manera que la presión piloto para ese carrete no genera una resistencia indebida al gas (aire) piloto opuesto cuando es actuado para accionar el carrete hacia atrás a su posición previa.

40 El gas hiperpolarizado puede ser un gas noble hiperpolarizado tal como ^3He y/o ^{129}Xe . Es gas no polarizado puede ser una mezcla de gases no polarizados. El gas no polarizado se puede seleccionar para inhibir la despolarización del gas hiperpolarizado y puede ser seleccionado también en función de la biocompatibilidad. Ejemplo de gases no polarizados adecuados incluyen, pero sin limitación, el nitrógeno, xenón y helio.

45 El cuerpo $10b$ de válvula (figura 4) puede estar configurado para mantener una pluralidad de carretes operativos individualmente en proximidad cercana. Los carretes de válvula o componentes de traslación pueden estar configurados de manera que los ejes geométricos de los receptáculos adyacentes tengan menos de 10 componentes y pueden estar configurados para que los ejes geométricos de los receptáculos adyacentes se encuentren separados menos de 25 mm, y en ciertas realizaciones, están separados aproximadamente 12 mm. Durante la operación, la válvula puede estar
50 configurada para reducir el número de ciclos de respiración que se requieren para la conmutación entre la salida de gases a un sujeto. Además, la configuración de carrete es tal que el volumen muerto de los gases aspirados se pueda reducir. El volumen muerto es el volumen en el interior de la válvula que necesita llenarse con gas antes de que el gas alcance al sujeto. Cuanto menor sea el volumen, menor cantidad de gas es “desperdiciado” en el interior de la válvula. La reducción del volumen muerto es particularmente deseable cuando se dispensa gas hiperpolarizado
55 debido a que el gas hiperpolarizado llena el volumen de trayecto de flujo desde la fuente al sujeto y cualquier gas polarizado que permanezca en el volumen muerto puede llegar a ser despolarizado o decaer a un nivel de polarización indeseable y debe ser desplazado antes de que el gas polarizado adecuadamente pueda alcanzar el sujeto en la siguiente respiración polarizada. En ciertas realizaciones, el volumen muerto de la válvula de suministro de gas puede ser aproximadamente 0,445 ml. En realizaciones particulares, el volumen muerto puede ser incluso menos, tal como
60 del orden de aproximadamente 0,223 ml.

Lo que antecede es ilustrativo de la presente invención y no se debe considerar como limitativo de la misma. Aunque se han descrito unas pocas realizaciones ejemplares de esta invención, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en las realizaciones ejemplares sin separarse materialmente de
65 las enseñanzas noveles y de las ventajas de esta invención. Como consecuencia, todas tales modificaciones están limitadas por el alcance de esta invención como se define en las reivindicaciones. En las reivindicaciones, las cláusulas medio - más - función, cuando se utilizan, pretenden cubrir las estructuras descritas en la presente memoria descriptiva ejecutando la función indicada y no solamente los equivalentes estructurales, sino también las estructuras equivalentes.

ES 2 321 101 T3

Por lo tanto, se debe entender que lo que antecede es ilustrativo de la presente invención y la misma no se debe considerar como limitada a las realizaciones específicas que se muestran, y a las modificaciones a las realizaciones desveladas, así como otras realizaciones, siempre que estén incluidas en el alcance del las reivindicaciones adjuntas.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

2. Una válvula (10) de suministro de gas para un ventilador configurada para suministrar gas hiperpolarizado a un sujeto, comprendiendo la válvula (10) de suministro de gas:

un cuerpo (10b) de válvula que tiene al menos un trayecto (10f) de flujo de gas que se extiende entre al menos una lumbrera (31, 33) de entrada de gas y al menos una lumbrera (35) de salida de gas y al menos un receptáculo (10r) de carrete, estando una de las al menos una lumbrera (31, 33) en comunicación de fluido con una fuente de gas hiperpolarizado;

estando dispuesto al menos un miembro (20) de carrete (20) en un receptáculo respectivo del al menos un receptáculo (10r) de carrete del citado cuerpo (10b) de válvula, estando configurado y dimensionado el citado miembro (20) de carrete para cooperar con el citado cuerpo (10b) de válvula para abrir y cerrar selectivamente el al menos un trayecto (10f) de flujo de gas; y

al menos una lumbrera de fluido piloto en comunicación de fluido con el citado receptáculo (10r) de carrete,

en el que, durante la operación, una señal de impulsión de mando que tiene una presión y una duración asociadas se transmite a la citada lumbrera de fluido piloto para forzar de esta manera a que el citado carrete (20) se traslade una distancia de actuación en una dirección predeterminada en el citado receptáculo (10r) del cuerpo de válvula para abrir/cerrar el al menos un trayecto (10f) de flujo de gas.

2. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el cuerpo (10b) de válvula tiene una pluralidad de trayectos (10f) de flujo de gas diferentes seleccionables de manera controlada en la misma, teniendo asociada cada uno de ellos una lumbrera (31, 33) de entrada de gas, estando una de las citadas lumbreras (31, 33) de entrada de gas en comunicación de fluido con una fuente de gas no polarizado, en el que el miembro (20) de carrete comprende una pluralidad de segmentos (20s) de vástago separados con un miembro (38) de junta dispuesto entre ellos, y en la que la posición del carrete (20) en el cuerpo (10b) de válvula alinea un segmento respectivo de los segmentos (20s) de vástago con una de las lumbreras (31, 33) de entrada de gas respectivas y con la lumbrera (35) de salida de gas para abrir un trayecto (10f) de flujo de gas respectivo para suministrar el gas hiperpolarizado o gas no polarizado proporcionado desde la lumbrera (31, 33) de entrada de gas alineada con la lumbrera (35) de salida de gas, a un sujeto.

3. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el carrete (20) comprende un cabezal (20h) de carrete y un vástago alargado (20s).

4. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el receptáculo (10r) de carrete en el cuerpo (10b) de válvula incluye una porción (10c) de cabezal de carrete que tiene una longitud axial que es más larga que el cabezal (20h) de carrete y en la que la longitud de la porción (10c) del cabezal del receptáculo de carrete define la distancia (S) de traslación de actuación de la carrera del carrete (20).

5. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la al menos una lumbrera de fluido piloto son dos lumbreras (41, 43) de fluido piloto, estando situada cada una de ellas en lados opuestos de la porción (10c) de receptáculo de carrete para que estén próximas a una superficie respectiva de las superficies principales (20h₁, 20h₂) del cabezal (20h) de carrete durante la operación.

6. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 5, en la que las lumbreras (41, 43) de fluido piloto son lumbreras de gas piloto, comprendiendo además la citada válvula una fuente de gas piloto configurada para proporcionar una señal de impulso de mando piloto que tiene una duración que es menor de aproximadamente 40 ms.

7. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 6, en la que la señal de impulso de mando piloto genera un perfil de respuesta de presión del carrete que tiene un retardo medido desde el inicio de la señal de impulso de mando piloto al máximo del perfil de respuesta de presión que es menor de aproximadamente 50 ms.

8. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el perfil de respuesta de presión del carrete tiene una porción inicial creciente que se eleva hasta entre aproximadamente 200-400 Pa.

9. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 8, en la que, en operación, el carrete (20) se desplaza la distancia (S) de actuación de carrera en el cuerpo (10b) de válvula como respuesta a la porción inicial creciente del perfil de respuesta de presión del carrete.

10. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que al menos un trayecto (10f) de flujo de gas del cuerpo (10b) de válvula es una pluralidad de diferentes trayectos (10f) de flujo de gas, en la que el cuerpo (10b) de válvula comprende una pluralidad de receptáculos (10r) de carrete separados y un número correspondiente de carretes (20), comprendiendo cada receptáculo (10r) de carrete dos lumbreras piloto en comunicación de fluido con una fuente de gas piloto y en la que los carretes respectivos (20) están configurados para abrir y cerrar

ES 2 321 101 T3

selectivamente trayectos (10f) de flujo de gas en el cuerpo (10b) de válvula como respuesta a las señales de impulso de mando piloto transmitidas a la misma para producir como salida, en serie o concurrentemente, de manera controlable, una pluralidad de gases diferentes desde la válvula (10) de suministro de gas.

11. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 10, en la que el cuerpo de válvula comprende una lumbrera de exhalación próxima a la lumbrera (35) de salida, en la que la pluralidad de receptáculos (10r) y carretes (20) incluye, un primer receptáculo (10r) y un primer carrete (20A) correspondiente dispuesto próximo a la lumbrera de exhalación y a la lumbrera (35) de salida, un segundo receptáculo (10r) y un segundo carrete (20B) separado de, y en comunicación de fluido con, el primer carrete (20A), teniendo el segundo receptáculo (10r) una lumbrera B (31) de entrada de gas para suministrar Gas B no polarizado durante la operación, y un tercer receptáculo (10r) y un tercer carrete (20C) separados de los carretes primero (20A) y segundo (20B), teniendo el tercer receptáculo (10r) una lumbrera A (33) de entrada de gas para suministrar Gas A hiperpolarizado durante la operación, y en la que la lumbrera de entrada de gas al primer receptáculo (10r) es una o ambas lumbreras (35, 235) de salida desde los receptáculos (10r) primero y segundo.

12. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 10, en la que los trayectos (10F) de flujo de gas comprenden un primer trayecto de flujo de gas de inhalación, un segundo trayecto de flujo de gas de exhalación y un tercer trayecto de flujo de gas de contención de respiración, siendo cada uno de ellos trayectos de flujo de gas seleccionables en remoto.

13. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 10, en la que los carretes (20) y cuerpo (10b) de válvula están dispuestos para permitir que el gas hiperpolarizado, gas no polarizado o una combinación de gas hiperpolarizado y gas no polarizado se produzcan como salida desde los trayectos (10f) de flujo de gas de inhalación y/o de contención de la respiración.

14. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el carrete (20) se mueve con movimiento alternativo entre posiciones operativas primera y segunda (A1, A2), comprendiendo la citada válvula, además, dos válvula de solenoide (V) normalmente cerradas, una asociada operativamente a cada una de las lumbreras (41, 43) de fluido piloto y a la fuente de gas piloto, estando configuradas las válvula de solenoide para controlar la actuación del carrete (20) entre las posiciones primera y segunda, con lo que, durante la operación, después de que se haya transmitido una señal de impulso de mando piloto a un cabezal del carrete por medio de una de las lumbreras piloto (41, 43) seleccionada para forzar a que el carrete (20) se traslade a la segunda posición (A2) desde la primera posición (A1), la válvula piloto (V) normalmente cerrada asociada a la lumbrera piloto seleccionada ventea a la atmósfera, de manera que la presión piloto en la porción (10c) del receptáculo del cabezal del carrete se reduzca para inhibir la interferencia con la señal de gas piloto opuesta desde la otra lumbrera piloto cuando el carrete de la válvula es actuado para accionar el carrete (20) para que vuelva a su primera posición (A1).

15. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además un módulo de ordenador con un código de programa de ordenador que controla en remoto la secuencia de las señales de mando piloto a los carretes (20) respectivos para actuar los carretes (20) y abrir y cerrar automáticamente los trayectos (10f) de flujo de gas deseados en el cuerpo (10b) de válvula para ventilar con la secuencia deseada el gas hiperpolarizado y el gas no polarizado.

16. Una válvula (10) de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además una pluralidad de conductos que se extienden hacia fuera desde el cuerpo (10b) de válvula para definir una pluralidad de trayectos (10f) de flujo de gas, incluyendo la pluralidad de conductos dos conductos de trayecto de flujo de gas piloto para cada una de las porciones de receptáculo (10c) de cabezal de carrete en el cuerpo (10b) de válvula, extendiéndose al menos un conducto de gas hiperpolarizado desde la fuente de gas hiperpolarizado a una lumbrera (33) de entrada de gas correspondiente en el cuerpo (10b) de válvula, y extendiéndose al menos un conducto de gas no polarizado desde la fuente de gas no polarizado a una lumbrera (31) de entrada de gas correspondiente en el cuerpo (10b) de válvula.

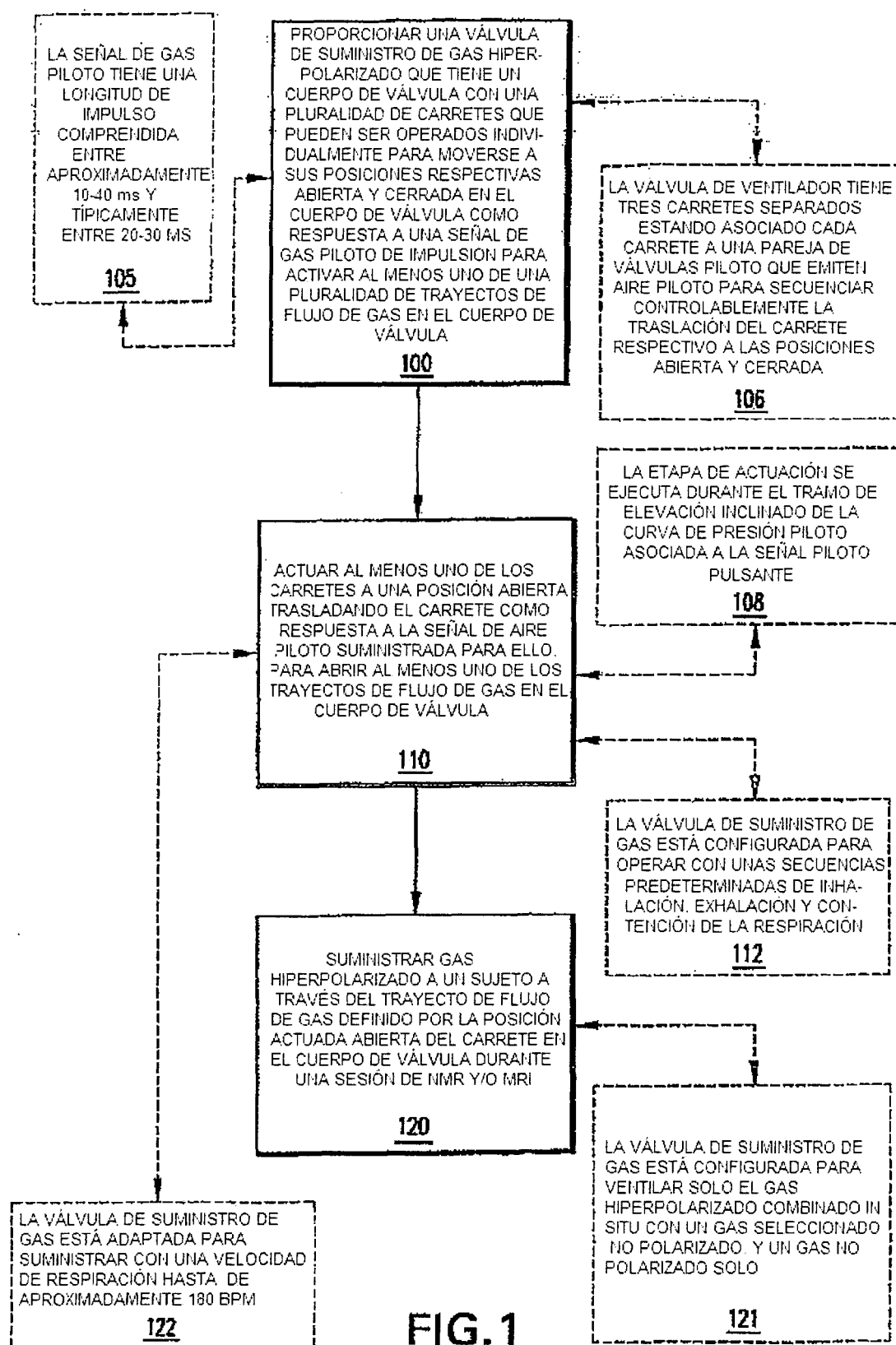


FIG. 1

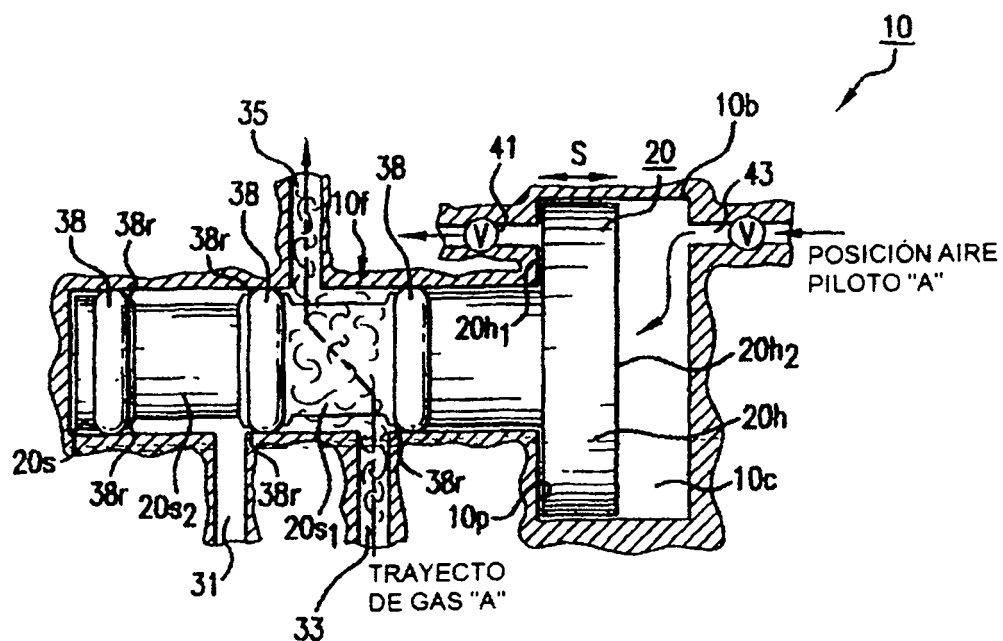


FIG. 2A

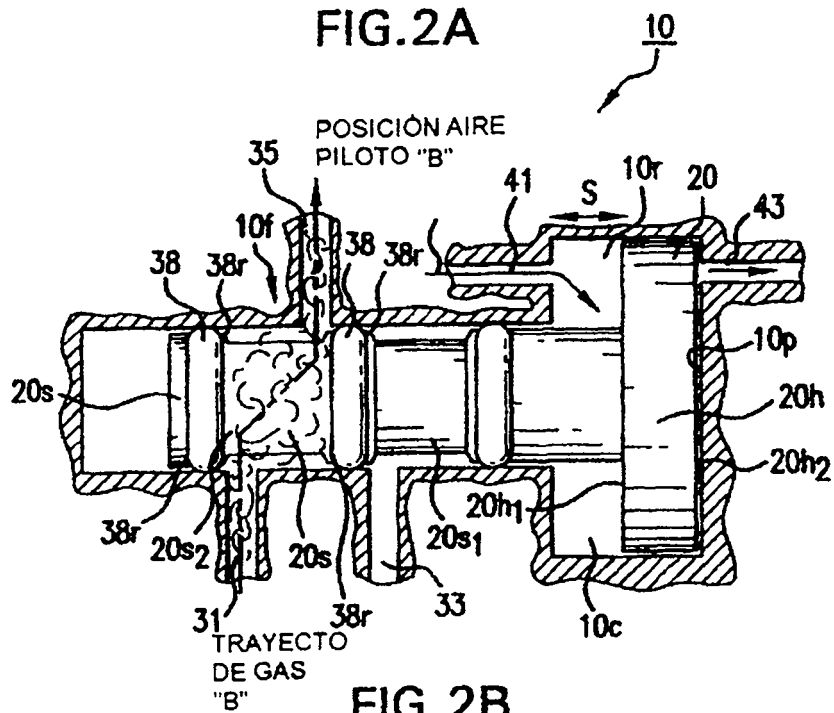


FIG. 2B

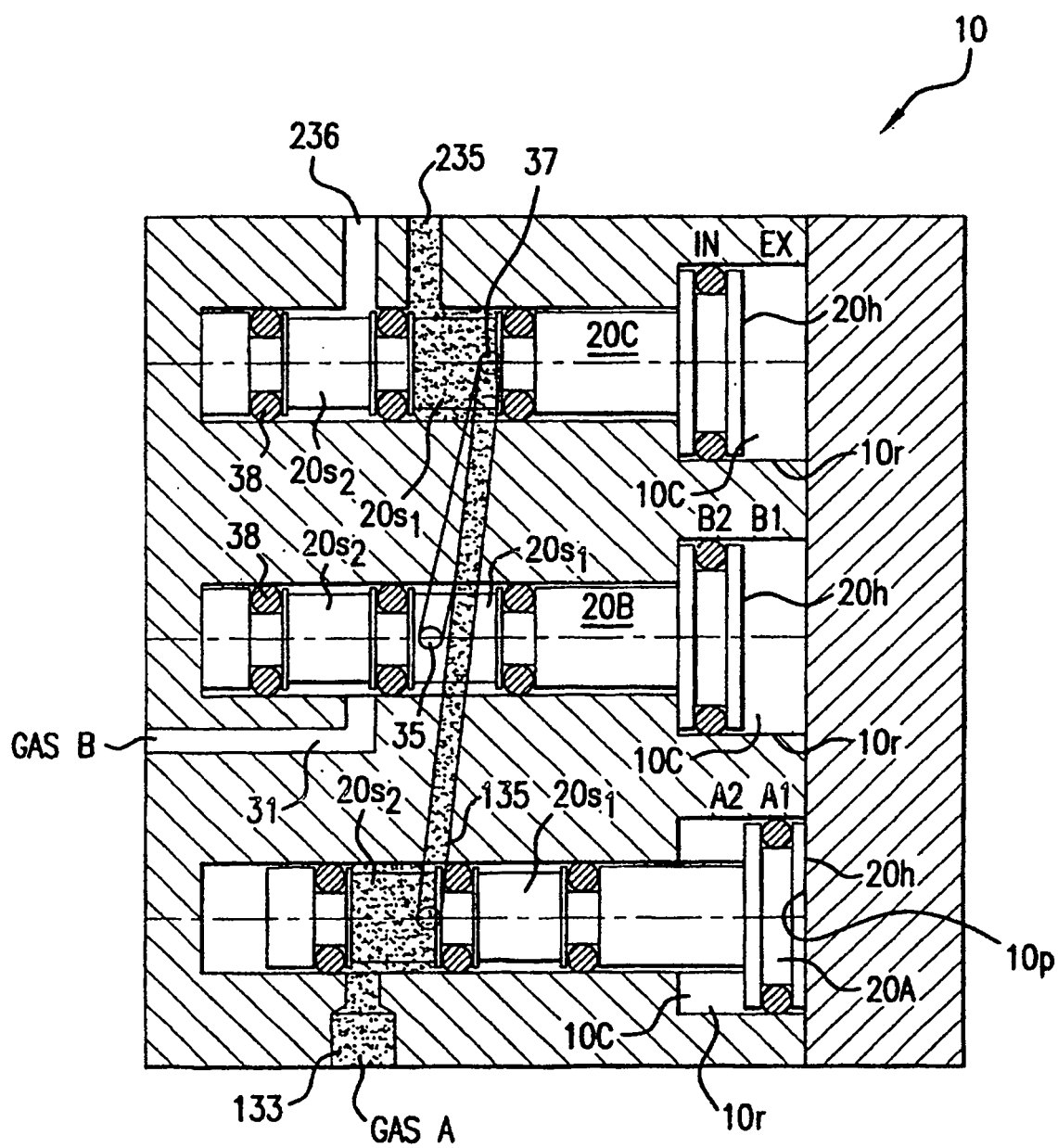


FIG.3

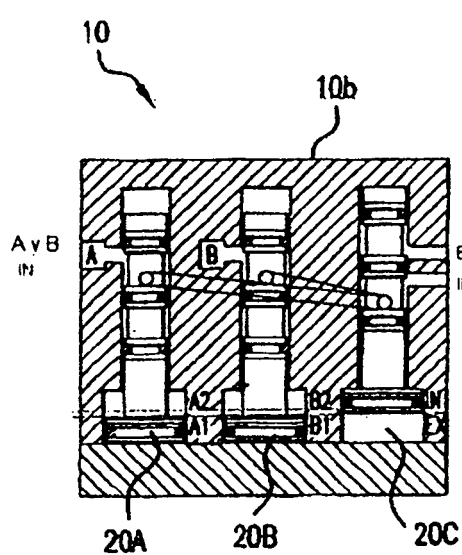


FIG. 4A

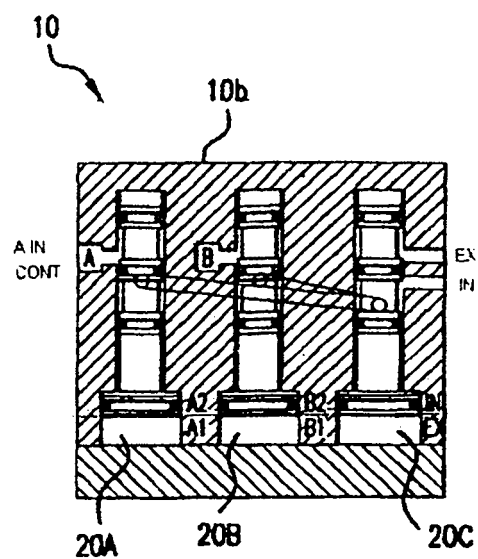


FIG. 4B

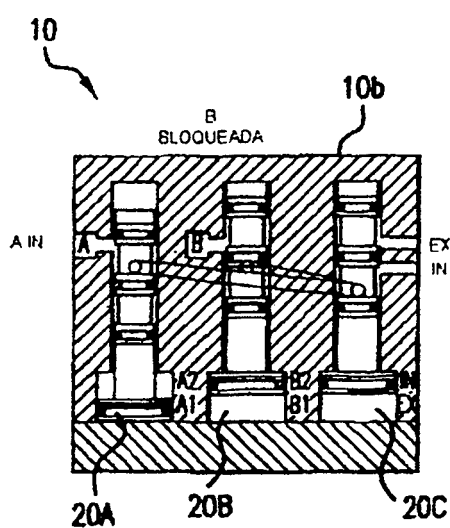


FIG. 4C

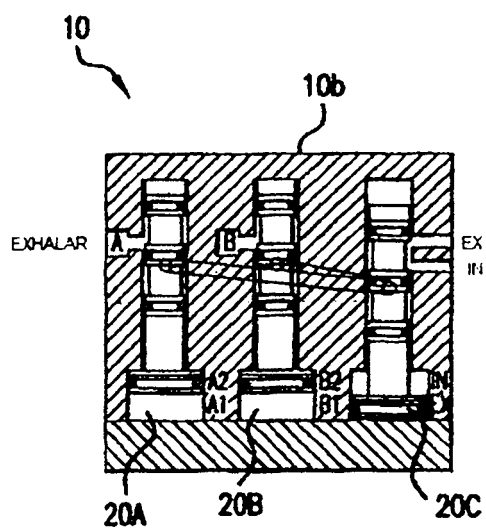


FIG. 4D

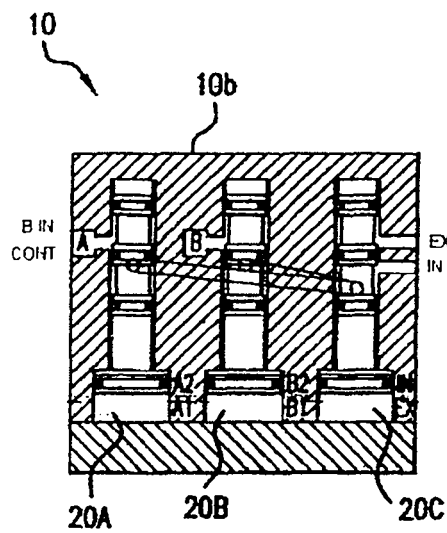


FIG. 4E

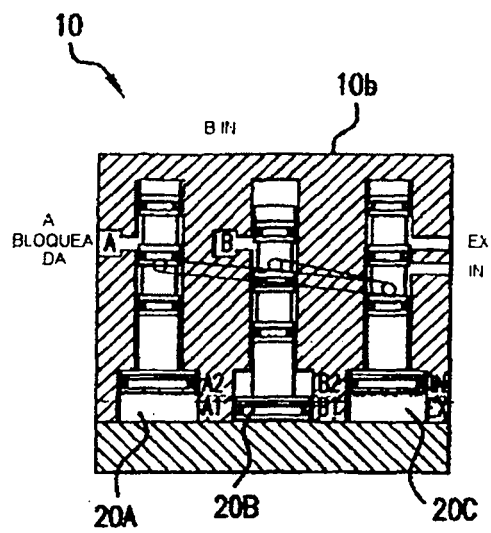


FIG. 4F

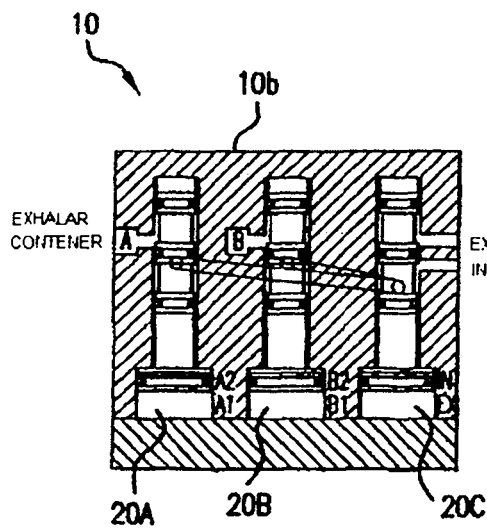


FIG. 4G

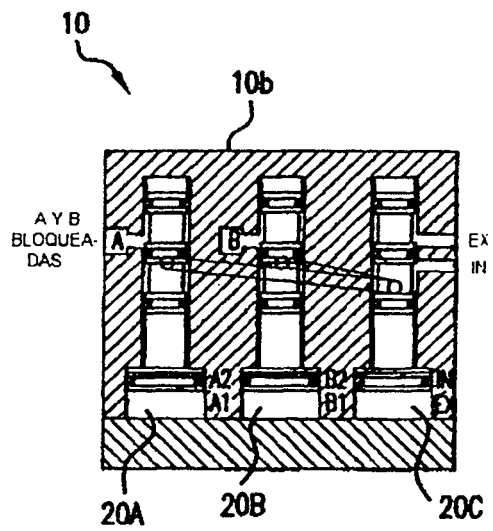


FIG. 4H

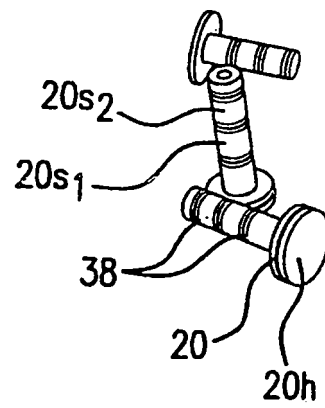


FIG.5

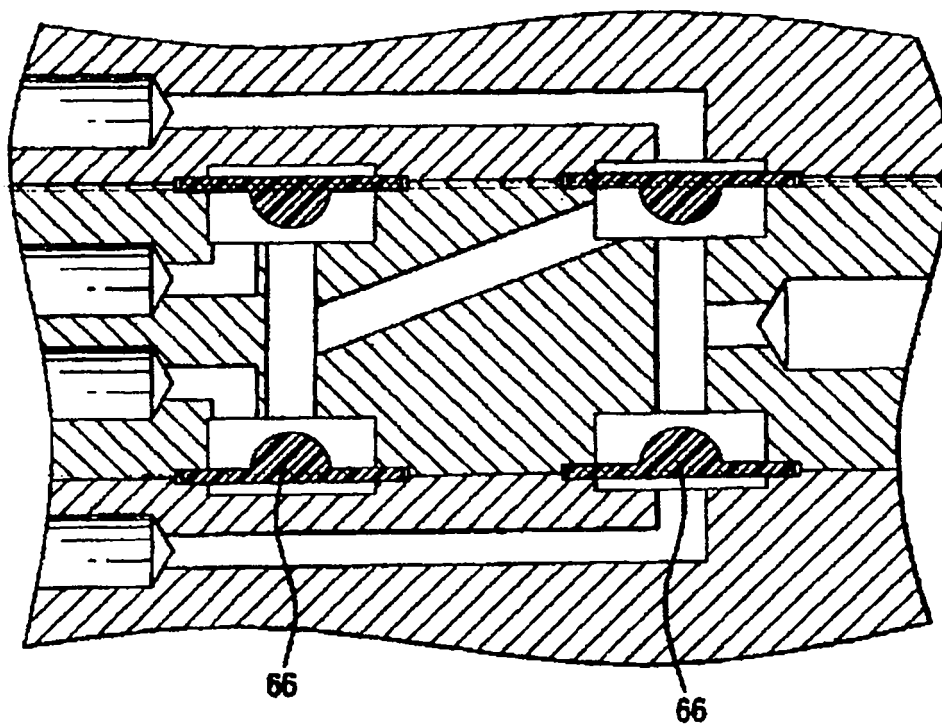


FIG.6A
TÉCNICA ANTERIOR

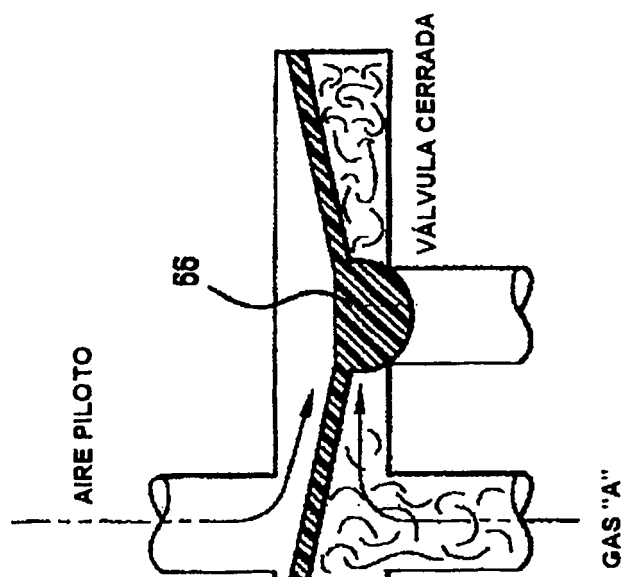


FIG. 6B

TÉCNICA ANTERIOR

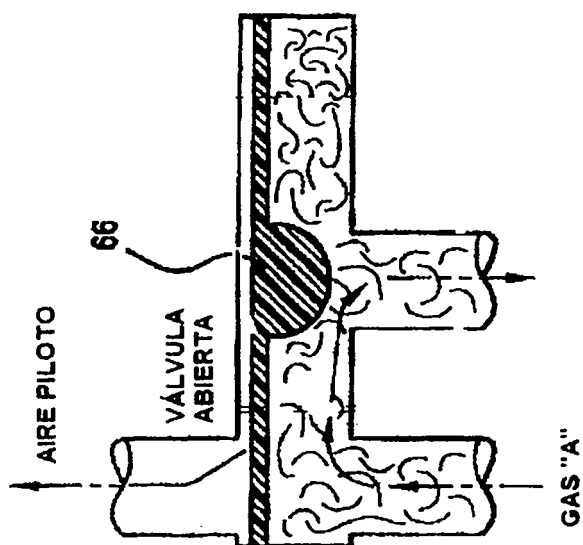


FIG. 6C

TÉCNICA ANTERIOR

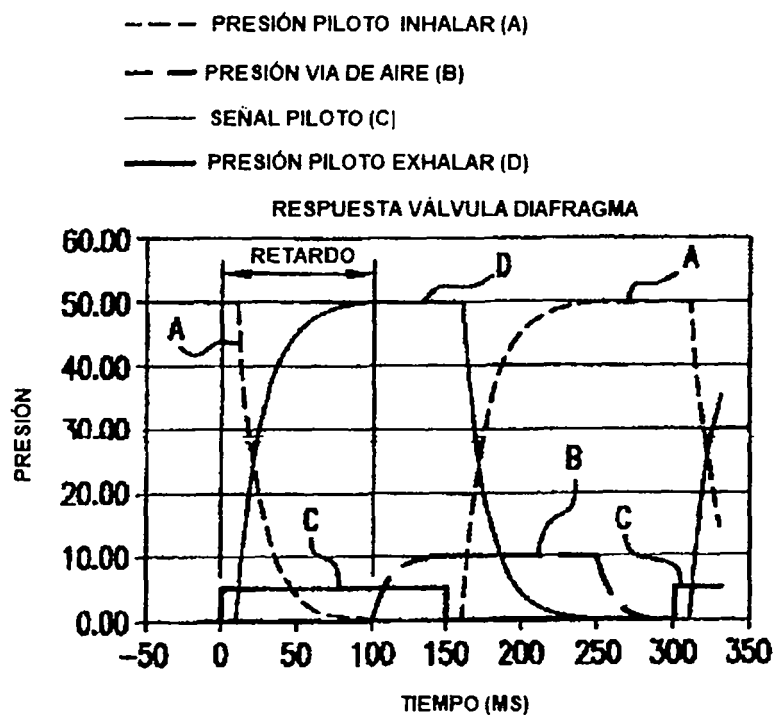


FIG.7
TÉCNICA ANTERIOR

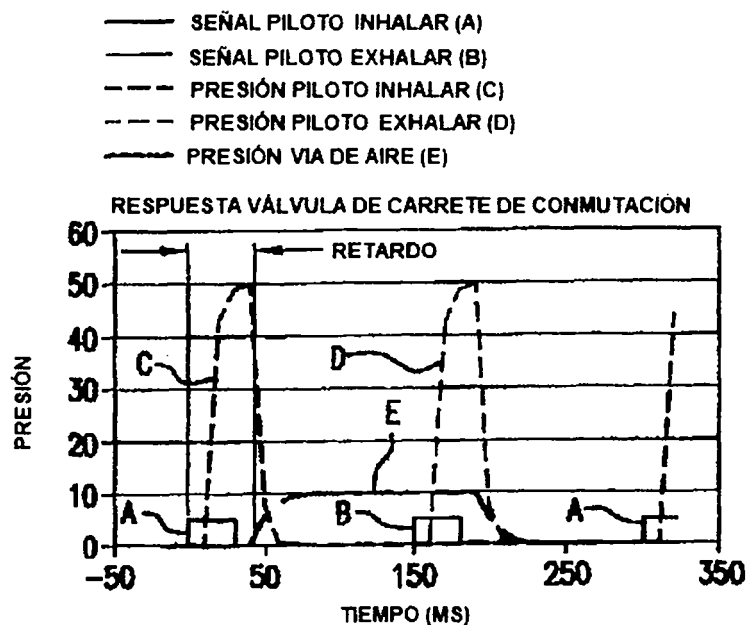


FIG.8