



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 274 558**

51 Int. Cl.:
F17C 13/04 (2006.01)
F17C 13/02 (2006.01)
F17C 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98309250 .3**
86 Fecha de presentación : **12.11.1998**
87 Número de publicación de la solicitud: **0916891**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.1999**

54 Título: **Dispositivo de regulación de gas y método para suministrar gas.**

30 Prioridad: **14.11.1997 GB 9724168**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

73 Titular/es: **AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, Inc.**
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, Pennsylvania 18195-1501, US

72 Inventor/es: **Zheng, Dao Hong;**
Irven, John y
George, Mark A.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 274 558 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de regulación de gas y método para suministrar gas.

La presente invención se refiere a un dispositivo de regulación de gas para usar con una botella de gas comprimido.

El término gas incluye tanto un gas permanente como un vapor de un gas licuado. Los gases permanentes son gases que no se pueden licuar únicamente por presión y, por ejemplo, se pueden suministrar en botellas a presiones de hasta 300×10^5 Pa manométricos. Ejemplos son argón y nitrógeno. Los vapores de gases licuados están presentes por encima del líquido en una botella de gas comprimido. Los gases que se licuan a presión cuando éstos son comprimidos para el llenado en una botella no son gases permanentes y se describen de forma más exacta como gases licuados bajo presión o como vapores de gases licuados. Como un ejemplo, el óxido nitroso se suministra en una botella en forma líquida, con una presión de vapor de equilibrio de $44,4 \times 10^5$ Pa manométricos a 15°C . Tales vapores no son gases permanentes o verdaderos puesto que éstos se pueden licuar por presión o temperatura aproximadamente en condiciones ambientales.

La técnica convencional para manipular gas de botellas a alta presión es usar una serie de componentes separados provistos en la parte externa de la botella para controlar funciones tales como la presión, caudal, cierre del paso de gas y descarga de seguridad del gas. Dichas disposiciones son complejas y conllevan problemas de fugas, espacios muertos y numerosas uniones, dando lugar a una dificultad en la obtención de un producto de calidad y pureza. Con frecuencia el conjunto se debe encerrar en un armario de gases que puede ser grande y por tanto costoso.

Las botellas de gas comprimido se usan en una amplia gama de mercados. En el mercado industrial general de bajo coste, las válvulas para botellas convencionales actuales son muy económicas, pero existen requerimientos de funciones adicionales que hay que incorporar en la válvula para aportar a los clientes beneficios añadidos, tales como un control directo de la presión y un control del caudal en aplicaciones médicas. En aplicaciones de mayor coste, tales como electrónica, existe la necesidad de eliminar los problemas asociados con la corrosión, contaminación y exposición a seres humanos cuando se conectan y desconectan las conexiones a la botella de gas, cuando se usan gases especiales para electrónica de alta pureza, corrosivos, tóxicos y pirofóricos.

Un ejemplo de estas dificultades se deriva en el procedimiento de rellenado para una botella de gas. Normalmente, las botellas contienen gases a alta presión que normalmente se controlan por una única válvula de cierre de la botella (con un disco de ruptura incorporado en los Estados Unidos). Normalmente, el gas se usará a una presión sustancialmente menor que la que existe en la botella y el usuario conectará en el circuito un medio reductor de presión tal como una válvula de expansión. Cuando no hay necesidad de rellenar la botella de gas, la válvula de cierre en la botella está cerrada y el circuito de alta presión está desconectado. Esta conexión y desconexión a alta presión de la botella introduce la posibilidad de fugas y contaminación. Se han realizado intentos para solucionar esto mediante rellenado sin realizar la desconexión de alta presión.

En el documento EP-A-0 275 242 (AGA AKTIEBOLAG) publicado el 20 de julio de 1988, se describe un dispositivo de regulación de una válvula de la botella integrado para usar fundamentalmente en terapia con gases y destinada a estar conectada de forma permanente a una botella de gas y rodeada por una tapa protectora montada fija en la botella. La válvula tiene un alojamiento de válvula con un manguito de conexión para la botella de gas y una válvula de gas residual y una válvula de retención. El dispositivo de control incluye además un regulador dispuesto en el alojamiento de la válvula y que funciona reduciendo la presión de la botella hasta una presión de trabajo adecuada, una válvula de cierre para el gas, un dispositivo de acoplamiento rápido para la conexión de un conducto de consumo, un dispositivo para la conexión de un conducto de rellenado de gas a la botella y un dispositivo para indicar el contenido de gas en la botella.

En el documento EP-A-0308875 (Union Carbide Corporation) publicado el 29 de marzo de 1989 se describe un conjunto regulador de válvula para hacer una fuente de gas a alta presión compatible con un equipo de baja presión, siendo el regulador de válvula sellable o alejado de la fuente de gas a alta presión lo que permite la recarga a alta presión. En una realización, se usa una única salida para una salida de baja presión, después de que la presión se ha reducido por un regulador, y se usa la misma salida con un adaptador para recargar la botella. Cuando se usa el adaptador, un medio de cierre en el conector adaptador mueve el regulador hasta una posición fija sellando el flujo de gas del conducto principal sin considerar la presión de gas que actúa de otro modo sobre el regulador. La recarga de la botella tiene lugar a través del adaptador. Esto permite el cierre completo del gas de alta presión antes de la recarga, de modo que se evita conectar y desconectar a alta presión.

En el documento US-A-5 033 499 (Patel *et al*) publicado el 23 de julio de 1991 se describe un dispositivo similar. Directamente sobre una botella de gas a alta presión hay montada una válvula reductora de presión. Cuando se inserta un adaptador convencional en la salida y se abre el volante de regulación manual, está disponible el gas en la salida a una baja presión requerida, por ejemplo una presión máxima de 200×10^5 Pa. Cuando se inserta un adaptador de llenado especial en la salida, la botella se puede rellenar hasta su presión máxima de 300×10^5 Pa. El adaptador de llenado especial tiene un cierre hermético que inhibe el flujo de gas desde la cámara en el conjunto de válvula a través de un paso en el conjunto hacia la atmósfera circundante. Esto inhibe a su vez el movimiento de un pistón hacia abajo para cerrar la entrada de la válvula reductora de presión como sería en el caso de servicio normal.

Sin embargo, estas descripciones de la técnica anterior proporcionan solo una función limitada en el cuerpo del conjunto, a saber regulación normal a baja presión mediante control manual y/o la capacidad de rellenado. Otras funciones requeridas por el usuario se proporcionan por componentes separados unidos de un modo convencional a la salida de baja presión.

Se han realizado intentos por proporcionar una serie de funciones diferentes que son llevadas a cabo por componentes montados directamente en el cabezal de una botella de gas comprimido. En el documento US-A-5 086 807 (Lasnier *et al*/L'Air Liquide) publica-

do el 11 de febrero de 1992, se describe un reductor de presión que comprende un cuerpo reductor de presión que incluye orificios dispuestos opuestamente para montar los dispositivos de conexión de entrada y salida y definiendo el extremo externo de otro orificio una cámara de alta presión en la que se monta la válvula de regulación. El cuerpo reductor de presión se adapta para recibir un dispositivo de conexión para un manómetro de alta presión que define un apoyo para un resorte de una válvula de regulación que incluye un revestimiento truncado anular en el que se obliga a encajar de forma ajustada una varilla de conexión entre la válvula de regulación y el pistón unido a la cámara de baja presión. La invención propone un reductor de presión de tipo industrial de diseño simplificado, que incluye un manómetro de alta presión y un manómetro de baja presión.

En el documento US-A-5127436 (Campion *et al*/L'Air Liquide) publicado el 7 de julio de 1992, se describe un adaptador de distribución de gas y un dispositivo reductor de presión para una botella de gas de alta presión. El dispositivo comprende un conjunto destinado a ser montado en una válvula de cierre de la botella de gas a alta presión y comprende un dispositivo de control manual que acciona una válvula de distribución en la que el extremo aguas arriba comunica con una válvula de cierre, un reductor de presión y un dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones entre la válvula de distribución y una salida para conexión a un circuito de usuario, así como un manómetro que mide la presión aguas arriba de la válvula de distribución.

Sin embargo, todavía el número de funciones proporcionadas en estos dispositivos montados sobre el cabezal de la botella es limitado y se proporciona la funcionalidad adicional requerida por componentes convencionales conectados a la salida del dispositivo de control en el cabezal de la botella.

En el documento US-A-5 163 475 (Gregoire/Praxair Technology, Inc.) publicado el 17 de noviembre de 1992 se describe un micropanel para la liberación de gas desde una botella de suministro hasta una localización de una herramienta que comprende una disposición de válvulas, regulador de presión y componentes asociados adaptados para mejorar la pureza del gas liberado y la seguridad del panel de liberación del gas. El objeto de la invención es proporcionar un micropanel de tamaño reducido adaptado para controlar gases peligrosos de muy alta pureza. Los componentes del panel están dispuestos y dotados de orificios de modo que el recorrido del flujo de gas es preferiblemente flujo directo con curvaturas mínimas y bolsas de gas estancado mínimas. Los componentes del micropanel están dispuestos de modo que las partes del paso del gas están alineadas esencialmente en el mismo plano. Puede mecanizarse un bloque de metal sencillo o unitario, por ejemplo, de acero inoxidable, para proporcionar orificios de paso de fluido para la interconexión de las válvulas y componentes de regulación de la presión. No obstante, aunque el micropanel es de tamaño reducido, mantiene la complejidad de un panel de gas de tamaño normal y contiene numerosas conexiones entre componentes separados. Además, las funciones proporcionadas por el panel son limitadas, y cuando se requieren funciones adicionales, éstas son vistas por componentes convencionales adicionales. Por otro lado, cuando se desea rellenar la botella de gas comprimido, se realiza

una conexión y desconexión convencional en la parte del circuito a alta presión para separar la botella para rellenado.

En un artículo titulado "A Revolutionary Actuator For Microstructures" en SENSORS, Febrero de 1993 de Helmers Publishing, Inc., que describe productos de Redwood Microsystems, Inc. se describe un regulador de presión en estado sólido que consiste en un sensor de presión micromecanizado y un lazo de retroalimentación electrónico, combinado con un actuador termoneumático conocido por la marca comercial "Fluistor". En el sustrato de silicio se rebaja una cavidad y se llena con un líquido control. Cuando este líquido se calienta, el diafragma de silicio se flexiona hacia el exterior sobre el asiento de la válvula. El diafragma de silicio se flexiona hacia el exterior para adaptarse a una segunda oblea unida a la cara inferior, que contiene canales y orificios precisos diseñados para dirigir el flujo de fluido a controlar. La microválvula puede combinarse con un sensor de presión o flujo micromecanizado y circuitería de retroalimentación electrónica para crear un sistema de control en lazo cerrado pequeño, exacto y económico. La válvula se puede usar para control proporcional del flujo de gas tarado desde microlitros por minuto a litros por minuto. La integración de la microválvula con un sensor de presión o un sensor de flujo y circuitería de retroalimentación electrónica proporciona un regulador de presión o regulador de flujo programable en lazo cerrado. Debido a que el regulador puede controlarse por señales digitales o analógicas, la presión y el caudal se pueden controlar usando un ordenador personal o un sistema de control existente. Dichos componentes tienen un uso particular en realizaciones de la presente invención.

En el documento US-A-5 409 52 6 (Zheng *et al*/Air Products and Chemicals, Inc.) publicado el 25 de abril de 1995, un aparato para suministro de gas de alta pureza comprende una botella dotada de una válvula con dos orificios internos. Un orificio interno se usa para llenar la botella mientras que el otro está equipado con una unidad de purificación que separa partículas e impurezas del gas cuando éste sale de la botella. El gas purificado deja la botella a través de la válvula y después de pasar a través del regulador, un dispositivo de regulación de caudal y diversos tramos de tubería flexible, todos externos al aparato y a la botella, el gas pasa a través de un purificador convencional hasta el punto de uso. El purificador interno reduce la carga del purificador externo y disminuye la frecuencia a la que se debe recargar el purificador. La provisión de los dos orificios internos y dispositivos de válvula internos permite disponer el llenado de la botella sin que el gas de llenado pase a través de la unidad de filtro interna. No obstante, el regulador de presión es externo a la unidad del cabezal de la botella, de modo que el cambio de la botella para rellenado conlleva una conexión y desconexión convencional a alta presión, aguas arriba de la reducción de presión, producida por el regulador de presión. Además, componentes funcionales tales como el regulador de presión están conectados por medios convencionales a la unidad del cabezal de la botella y no están montados en la botella. Esta descripción es un ejemplo de un dispositivo de control montado en la botella en el que se incluye una funcionalidad adicional, transparente para el usuario en el conjunto de botella. Los medios de purificación y filtración se añadieron en

forma de cartuchos a la válvula de la botella. Para mantener la integridad del contenido de la botella se incluyó una válvula de presión residual en el orificio de salida de la válvula de la botella. La válvula de presión residual evita que la botella se contamine por contaminación atmosférica o contaminación de gases extraños por el usuario. Para llenar la botella y mantener la integridad del conjunto de purificador y botella, se dispone el segundo orificio interno y contiene una válvula de aislamiento adicional para el llenado de la botella.

En el documento US-A-5440477 (Rohrberg *et al*/Creative Pathways, Inc.) publicado el 8 de agosto de 1995, se describe un sistema de tratamiento de gas en miniatura que comprende un colector de gas completo que incluye válvulas controladas por ordenador, actuadores, reguladores y transductores. Todo el sistema reside en un alojamiento que se asienta en la parte superior de una botella de gas convencional que normalmente estaría incluida en un armario de gases. Fuera del alojamiento, un panel de control superior contiene una pantalla LCD y un panel de control inferior aloja un control de teclado numérico, un conjunto de datos extraíble, luces indicadoras LED y un dispositivo de cierre de emergencia. En el interior del alojamiento, un cuello sobresale hacia arriba desde la botella de gas y proporciona una conexión para un suministro de gas en el mismo al colector de gas. El manguito de gas es un conjunto de válvulas, actuadores, reguladores de presión, accesorios soldados y transductores. La parte superior del alojamiento está dotada de una desviación de salida del gas de proceso desde el eje de la botella de gas, una conexión de venteo y una entrada de gas de purga. El aparato intenta reducir el tamaño al disponer de uniones soldadas entre componentes para reducir el número de conexiones mecánicas.

Aunque la descripción proporciona un concepto de un panel de gas miniaturizado montado en la botella, el sistema todavía pretende abrir y cerrar la conexión entre la botella y el panel de gas a la presión total de la botella de gas, cuando se rellena la botella. El concepto es que se retira todo el panel de gas miniaturizado de la botella cuando se instala una nueva botella y la vieja botella se rellena. Esta conexión y desconexión continua realizándose a la presión relativamente alta de la botella. Por otro lado, aunque el número de componentes funcionales proporcionados por el panel de gas en miniatura es mayor que los montados convencionalmente en la botella de gas, la combinación requerida se ajusta al panel de gas, o se realiza a petición por conexiones y soldaduras convencionales. Si se requiere funcionalidad adicional, esta solo puede proporcionarse uniando otros componentes separados del modo convencional.

En el documento FR-A-2 735 209 (L'Air Liquide) publicado el 13 de diciembre de 1996 se describe un dispositivo de regulación de gas para usar con una botella de gas comprimido, que dispone de un cuerpo de soporte con un recorrido del flujo de gas principal a través del cuerpo, teniendo el cuerpo de soporte medios de conexión de entrada para montar el cuerpo sobre la botella de gas comprimido y conectar el recorrido de flujo de gas para que se comunique con la botella de gas. El cuerpo de soporte tiene conformado en el mismo una válvula de expansión que proporciona un medio reductor de presión para proporcionar el gas en el recorrido de flujo a una presión seleccionada

sustancialmente menor que en la botella, y una válvula de cierre de alta presión en el recorrido de flujo de gas principal aguas arriba del medio reductor de presión. Se disponen medios de conexión externos aguas abajo del medio reductor de presión para conectar el recorrido de flujo de gas principal a otros aparatos para usar el gas. El cuerpo de soporte del dispositivo de regulación de gas tiene medios de llenado para llenar la botella con gas comprimido a través del medio de conexión de entrada, a modo de un paso separado del paso a través del cual el recorrido de flujo de gas principal comunica con la botella de gas a presión. Se ha dispuesto un manómetro de alta presión aguas arriba del medio reductor de presión, para proporcionar una indicación de la presión en la botella de gas comprimido y se ha dispuesto un manómetro de baja presión aguas abajo del medio reductor de presión. La válvula de expansión mostrada, está situada en una cubierta conformada que forma una tapa de manipulación de la botella mediante la cual la botella de gas puede manipularse en uso. Con preferencia, el conjunto de válvula está situado totalmente en la tapa, que tiene aperturas de acceso para las diversas entradas y salidas del conjunto.

Aunque el dispositivo de regulación de gas descrito proporciona funciones adicionales en un cuerpo único montado en la parte superior de la botella de gas, que no se ha proporcionado previamente en combinación, las funciones proporcionadas están limitadas a una válvula de cierre de alta presión, medio reductor de presión y manómetros de alta y de baja presión, y llenado de la botella de gas por un paso de entrada separado mientras que el dispositivo de regulación de gas está montado en la botella de gas. Cualquier otra función requerida por el usuario es proporcionada por componentes adicionales unidos en serie a la conexión de salida del dispositivo de regulación de gas, a modo de componentes separados de la forma habitual. La salida del flujo de gas principal a través del dispositivo de control es por lo general perpendicular a la dirección del flujo de gas principal a través del cuerpo, y la conexión de salida roscada tiene forma convencional para la conexión a otros componentes convencionales. Así, en resumen, las funciones proporcionadas por el dispositivo están limitadas y las disposiciones para añadir otros componentes son convencionales añadiendo componentes separados mediante conexiones normales. Otras funciones que puedan ser requeridas por el usuario de la botella de gas comprimido, por ejemplo, funciones de purgado, se deben llevar a cabo por componentes convencionales, conectados por separado a los diversos orificios del dispositivo de control. Existe la necesidad de proporcionar un sistema que aporte funciones adicionales en un espacio compacto, con flexibilidad para cumplir los diferentes requerimientos de diferentes usuarios de la botella de gas comprimido.

En un artículo titulado "Benefits Of A Minimalist Gas System Design" de Phillips and Sheriff, en Solid State Technology, octubre de 1996, se describe el diseño y construcción de una planta de fabricación de equipo electrónico, incluyendo un sistema de regulación de gas. La principal característica novedosa era que la presión en el sistema de distribución para cada gas de proceso estaba controlada por un único regulador en la alimentación del gas. Esto contrastaba con las disposiciones convencionales en las que normalmente estaba instalada una regulación de pre-

sión local separada para cada lazo de gas de la cámara de proceso para prevenir interacciones entre los diversos sistemas de gases. La presente invención encuentra aplicación en la regulación de gas para sistemas de fabricación tales como los descritos en el citado artículo.

En un artículo titulado "The Next Step In Process Gas Delivery: A Fully Integrated System" de Cestari, Laureta and Itafugi, en Semiconductor International, enero de 1997 se describe un sistema de distribución de gas integrado destinado a reducir volúmenes internos y eliminar áreas atrapadas para reducir contaminación, para usar en procesos de fabricación de semiconductores. El artículo describe la necesidad de integrar en el sistema de regulación de gas configurando un conjunto convencional de componentes modulares en un sistema para cumplir cualquier requerimiento de proceso de distribución. Los componentes se deben diseñar para conectarse entre sí directamente o a un colector común sin el uso de accesorios o soldadura. La modularidad y capacidad de intercambio de los componentes requiere un factor de forma normalizado para válvulas, reguladores, transductores, filtros, controladores de flujo másico y otros componentes. Se declara que la ventaja de los componentes modulares intercambiables es, independientemente de la función específica del componente en un sistema de gas integrado, que se conecta del mismo modo y se acopla en el mismo espacio. Se cita la ventaja de purgar un sistema de regulación de gas sin la necesidad de desconectar el conducto de gas de la botella de gas. Se explica la necesidad de eliminar el recorrido de flujo de gas sinuoso y el gran volumen en el sistema de distribución de gas por un recorrido de flujo mejorado. No obstante, los sistemas descritos en el artículo continúan usando componentes separados y sencillamente se refieren a la miniaturización de las conexiones entre componentes separados.

El documento US-A-5.566.713 (Lhomer *et al*), publicado el 22 de octubre de 1996, se refiere a un conjunto de control y dispensación de gas destinado a su conexión a un depósito que contiene dicho gas a alta presión, que comprende una salida de baja presión y, en serie entre el depósito y la salida de baja presión, una válvula de cierre expuesta a la alta presión, un medio reductor de presión acoplado a la válvula de cierre y un medio regulador de flujo. Se dice que el objeto es proporcionar un conjunto de control y dispensación que esté en una forma de unidad compacta y ergonómica, de forma típica montado permanentemente en el depósito de gas o botella y que proporcione todas las características funcionales y de seguridad requeridas, tanto para la dispensación del gas como para el llenado del depósito. El conjunto de control y dispensación de gas comprende un bloque inferior montado en una botella de gas y que comprende un manómetro y un conector de llenado, y sobre el cual está montado permanentemente un subconjunto, desplazable en dirección axial en respuesta a la rotación de un miembro de control y actuación tubular que rodea el subconjunto, que contiene un reductor de presión y un regulador de flujo rotatorio y tiene una salida de baja presión y una salida de media presión.

El documento EP-A-0 588 531 (Kabushiki Kaisha Neriki) publicado el 23 de marzo de 1994 se refiere a un conjunto de válvula adaptado para unirse a una botella de gas que contiene un gas comprimido y un gas licuado para usar en la descarga y carga de gas. Dis-

puestos en serie en un alojamiento de válvula están una entrada de gas, una válvula de cierre, una válvula de reducción de presión y una salida de gas. La salida de gas y una salida de la válvula de cierre comunican entre sí por un paso de carga de gas dispuesto en una válvula de retención. La salida de gas comunica con una válvula de seguridad secundaria por un paso de inducción de gas. Cuando se carga una botella de gas con un gas, se fija a la salida de gas una boquilla de carga de gas. A continuación, se cierra una abertura o porción de cierre dispuesto en el paso de inducción de gas mediante una porción actuadora dispuesta en la boquilla. De este modo no se libera gas a alta presión desde la válvula de seguridad secundaria.

El documento EP-A-0 459 966 (GCE Gas Control Equipment A3), publicado el 4 de diciembre de 1991, se refiere a una disposición en un regulador de gas destinada a la conexión a un depósito de gas, para permitir el uso del regulador también como válvula de cierre y de llenado para el depósito de gas. El regulador es del tipo cocorriente y contiene un pistón de presión diferencial que tiene diferentes áreas de sección transversal en la parte inferior y superior del mismo, estando selladas dichas partes con respecto a la carcasa del regulador. Entre la parte superior del pistón y la carcasa del regulador se ha dispuesto un resorte que tiende a mover el pistón fuera del asiento de la válvula. El pistón se puede desplazar manualmente hacia el asiento de la válvula por medio de un miembro de operación que actúa sobre la parte superior del pistón. El regulador también comprende una válvula de seguridad.

El documento WO-A-9607843 (L'Air Liquide; que corresponde al documento US-B-6314986), publicado el 14 de marzo de 1996, describe un conjunto de válvula similar al que se ilustra de forma esquemática en la presente Figura 9c. El dispositivo comprende un cuerpo en dos partes en el que existe un circuito de descarga que incorpora una válvula de cierre y una válvula de reducción de presión combinadas y que conecta una botella de alta presión con una salida de baja presión. La parte del cuerpo inferior también dispone de un circuito de carga de gas que conecta la botella a un conector de llenado antirretorno.

El documento WO-A-9629529 (Insync Systems), publicado el 26 de septiembre de 1996, describe un panel de gas integrado en el que está acoplada una pluralidad de módulos junto con juntas intercaladas. Cada módulo tiene pasos comunicantes que, dependiendo de la junta, conectan con uno o ambos módulos adyacentes formando un paso común o están aisladas. Los circuitos internos de gas y los circuitos externos están provistos en cada módulo y comunican con al menos uno de los pasos comunicantes. Los módulos en proceso y de gas inerte, los circuitos se extienden a través del módulo para la conexión a un controlador de flujo másico (MFC) respectivo pero en módulos de gas de purga tal que no se requiere un controlador. Las válvulas de aislamiento y las válvulas de purga controlan y dirigen el flujo en los circuitos y se puede incorporar en el circuito de entrada un regulador de presión.

El documento EP-A-0688983 (Kabushiki Kaisha Neriki), publicado el 29 de noviembre de 2000, describe en su aspecto más amplio (véase la Figura 2) un conjunto de válvula montado en una botella de gas a alta presión que comprende un cuerpo que tiene un circuito de carga de gas que incorpora una válvula de

retención y que conecta una salida de gas con la botella de alta presión en paralelo con una válvula de cierre en un circuito de descarga de gas, que también conecta la botella con la salida. Puede situarse una válvula reductora de presión entre la válvula de cierre y la salida de gas.

El documento JP-A-05215299 (Kabushiki Kaisha Neriki), publicado el 19 de febrero de 1993, describe (véase la Figura 18) un conjunto de válvula montado en una botella de alta presión de gas como se muestra de forma esquemática en la Figura 9b de la presente solicitud. En particular, el conjunto de válvula comprende un cuerpo que tiene un circuito de descarga que incorpora una válvula de cierre aguas abajo de una válvula reductora de presión y que conecta la botella de alta presión con una salida de gas de baja presión. El cuerpo también posee un circuito de carga de gas que incorpora una válvula de retención y que conecta una entrada de gas de alta presión dedicada con el circuito de descarga aguas arriba de la válvula de cierre.

El documento JP-A-05215299 también describe (véanse las Figuras 13 y 14) en una modificación en la que el circuito de descarga y el circuito de carga están separados. En el circuito de descarga no se muestra válvula reductora de presión.

El documento JP-A-05039898 (Kabushiki Kaisha Neriki), también publicado el 19 de febrero de 1993, describe (véanse las Figuras 1 y 2) un conjunto de válvula montado en una botella de gas de alta presión que comprende un cuerpo que dispone de un circuito de descarga que incorpora una válvula de cierre aguas abajo de una válvula reductora de presión y que conecta la botella de alta presión con la salida de gas de baja presión. El cuerpo también dispone de un circuito de carga de gas que incorpora una válvula de retención y que conecta una entrada de gas de alta presión dedicada con el circuito de descarga aguas abajo de la válvula de cierre.

El documento JP-A-03219172 (Kabushiki Kaisha Neriki), también publicado el 26 de septiembre de 1991, describe (véanse las Figuras 1, 2, 25 y 26) un conjunto de válvula montado en una botella de gas de alta presión que tiene una válvula de cierre aguas arriba de una válvula reductora de presión en un circuito de descarga, la mayor parte del cual se usa también para cargar gas a la botella. El circuito de carga sortea la válvula reductora de presión para volver a unir el circuito de descarga aguas abajo de la válvula de cierre.

El documento EP-A-0588531 (Kabushiki Kaisha Neriki), también publicado el 23 de marzo de 1994, describe un conjunto de válvula montado en una botella de gas de alta presión que comprende un cuerpo que tiene un circuito de carga de gas que conecta una salida de gas con la botella en paralelo con una válvula reductora de presión en un circuito de descarga de gas que también conecta la botella con la salida y que incluye una válvula de cierre aguas arriba de la unión de los dos circuitos. Puesto que los circuitos de carga unen el circuito de descarga aguas abajo de la válvula de cierre, los dos circuitos no están separados.

La presente invención proporciona un dispositivo de regulación de flujo para usar con una botella de gas comprimido que comprende un módulo "primario" que comprende un cuerpo que dispone de:

un recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo, teniendo dicho recorrido una entrada de sumi-

nistro de gas de alta presión y una salida de suministro de gas de baja presión,

un recorrido de llenado de gas de alta presión a través del cuerpo, teniendo dicho recorrido una entrada de llenado de gas de alta presión y una salida de llenado de gas de alta presión,

medios de conexión de entrada para montar y soportar el cuerpo en una botella de gas comprimido y conectar la botella a dicho cuerpo con la entrada de suministro de gas de alta presión y la salida de llenado de suministro de gas de alta presión que comunica con la botella de gas para permitir el flujo de gas desde la botella a dicha entrada de suministro de gas de alta presión o flujo de gas desde la salida de llenado de gas de alta presión a la botella,

el medio reductor de presión en el recorrido de flujo de gas principal para proporcionar a dicha salida de suministro de gas de baja presión gas a una presión seleccionada sustancialmente menor que la de la botella,

una válvula de cierre del recorrido de flujo de gas principal de alta presión en el recorrido de flujo de gas principal aguas arriba del medio reductor de presión para abrir de forma selectiva y cerrar herméticamente dicho recorrido de flujo, y

una válvula de cierre del recorrido de llenado del gas de alta presión en el recorrido de flujo de llenado de gas de alta presión para abrir selectivamente y cerrar herméticamente dicho recorrido de flujo, y

medios conectores de salida que comunican con la citada salida de suministro de gas de baja presión;

con la condición de que, cuando el medio que conecta dicha salida no está adaptado para montar directamente sobre el módulo primario un módulo secundario separado que tiene una entrada de recorrido de flujo de gas con la salida de suministro de gas de baja presión del módulo primario en comunicación con dicha entrada del recorrido de flujo de gas del módulo secundario, el recorrido de llenado de gas de alta presión está separado del recorrido de flujo de gas principal y la entrada de suministro de gas de alta presión y la salida de llenado de gas de alta presión comunican por separado con la botella de gas.

Un módulo secundario separado que tiene una entrada de recorrido de flujo de gas en comunicación con la salida de suministro de gas de baja presión del módulo primario se puede montar directamente sobre el medio conector de salida del módulo primario.

El módulo primario también puede comprender un recorrido del flujo del gas de purga que tiene una entrada de gas de purga y que comunica con el recorrido de gas principal del módulo primario aguas arriba del medio reductor de presión para admitir gas de purga al recorrido de flujo principal del módulo primario y una válvula de gas de purga para abrir de forma selectiva y cerrar herméticamente dicho recorrido de flujo del gas de purga.

El módulo secundario comprende preferiblemente un cuerpo que tiene:

un recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo, teniendo dicho recorrido una entrada de suministro de gas y una salida de suministro de gas,

un medio de conexión de entrada solidario con el medio de conexión de salida del módulo primario para montaje directo del cuerpo del módulo secundario sobre el módulo primario, comunicando la entrada de suministro de gas del módulo secundario con la salida de suministro de baja presión del módulo primario

para permitir el flujo de gas de baja presión desde el módulo primario al módulo secundario,

un medio de conexión de salida que comunica con dicha salida de suministro de gas del módulo secundario y

una combinación de al menos dos componentes funcionales para llevar a cabo funciones relacionadas con el flujo de gas a través del módulo secundario.

Con preferencia, los citados al menos dos componentes funcionales comprenden medios para medir y/o variar parámetros del flujo de gas en el cuerpo del módulo secundario y/o para interrumpir y/o ventear y/o mezclar el flujo de gas en el cuerpo del módulo secundario.

Con preferencia, cada cuerpo de cada módulo es un cuerpo único de material sobre el cual están montados los componentes funcionales. Sin embargo, en algunas disposiciones el cuerpo del módulo puede comprender dos o más cuerpos subsidiarios asegurados entre sí para producir el cuerpo del módulo sobre, o en el que están montados los componentes. En algunas disposiciones el cuerpo del módulo puede ser metálico con aberturas practicadas o conformadas de cualquier otro modo en el metal para recibir componentes funcionales tales como válvulas. Sin embargo, en otras disposiciones el dispositivo puede construirse de acuerdo con tecnología de sistemas microelectromecánicos (MEMS), por ejemplo usando una microválvula termoneumática conformada en un cuerpo de silicio. Convenientemente el mismo cuerpo de silicio puede usarse entonces para proporcionar un sustrato para circuitos impresos electrónicos que definen la circuitería de control electrónica apropiada para controlar la válvula.

Se prefiere particularmente que el cuerpo del módulo primario esté soportado estructuralmente únicamente sobre la botella por el medio de conexión de entrada, por ejemplo, por un perno roscado convencional que entra en la abertura roscada convencional de la parte superior de una botella de gas comprimido. Con preferencia, cada módulo incluye un alojamiento que rodea el cuerpo del módulo y separado del mismo, estando conformado el alojamiento para proporcionar medios para manipular la botella de gas. Convenientemente, las aberturas pueden practicarse en el alojamiento para dar acceso a orificios y componentes del cuerpo del módulo y puede disponerse material convenientemente elástico en la separación entre el cuerpo del módulo y el alojamiento.

Se prefiere particularmente que para cada módulo el recorrido de flujo de gas principal a través del módulo esté generalmente alineado durante al menos parte (con preferencia al menos la mayor parte) de su longitud a lo largo del eje principal del cuerpo de soporte, extendiéndose dicho eje principal a través del medio de conexión de entrada y el medio de conexión de salida del módulo, siendo los ejes principales de los módulos coaxiales. Cuando la botella de gas es una botella de gas convencional, se prefiere que el dispositivo de regulación de gas esté montado sobre la botella de gas con los ejes principales de los módulos coaxiales con el eje de la botella.

En algunas disposiciones, el cuerpo del módulo primario también puede disponer de un indicador de alta presión aguas arriba del medio reductor de presión para indicar la presión en la botella y un dispositivo de alivio de seguridad que comprende un disco de ruptura o una válvula de alivio.

Con preferencia, el medio de conexión de entrada del módulo primario comprende primer y segundo recorridos de flujo, conduciendo el primer recorrido de flujo desde la botella al recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo del módulo y conduciendo el segundo recorrido de flujo desde la botella hasta el recorrido de llenado de gas del módulo. En dicho caso, se pueden disponer medios de purificación situados en la botella de gas, interpuestos entre el primer recorrido de flujo y el interior de la botella para purificar el gas que abandona la botella y pasa al recorrido de flujo de gas principal.

En general en los diversos aspectos de la invención, cuando el dispositivo incluye medios de purificación, estos pueden comprender convenientemente una unidad que contiene una sustancia seleccionada de adsorbentes, absorbentes y mezclas de los mismos, por lo que las impurezas son eliminadas del gas cuando éste se extrae de la botella a través de la unidad. La unidad puede ser convenientemente como se describe en el documento US-A-5.409.526 (Zheng *et al*).

Con preferencia, el módulo primario incluirá componentes que aportan otras funciones, y en un ejemplo preferido el cuerpo del módulo primario también tiene el recorrido de flujo de gas principal aguas arriba del medio reductor de presión, un dispositivo de alivio de seguridad de alta presión o una región de alivio de seguridad de alta presión adaptada para proporcionar estructura para montar un dispositivo de alivio de seguridad; y/o aguas abajo del medio reductor de presión, un indicador de baja presión, o una región indicadora de baja presión adaptada para proporcionar estructura para un indicador de baja presión en el recorrido de flujo de gas principal aguas abajo del medio reductor de presión. Con preferencia, el cuerpo del módulo primario también dispone de un indicador de alta presión aguas arriba del medio reductor de presión para indicar la presión en la botella. El citado dispositivo de alivio de seguridad puede ser un disco de ruptura o una válvula de alivio. La citada estructura proporcionada para el montaje de un componente funcional puede comprender una porción conformada del cuerpo del módulo primario adaptada para ser taladrada durante la fabricación del dispositivo de regulación de gas cuando se requiera un componente funcional en el producto final.

Se apreciará que la invención se extiende a la provisión de un dispositivo de regulación de gas en el que no siempre se proporcionan ciertos componentes funcionales, dependiendo de los requerimientos del cliente. No obstante, por flexibilidad y facilidad de fabricación, la invención incluye estructuras en las que se realiza la provisión de suministrar los otros componentes funcionales, en caso de que se requieran. A modo de ejemplo, la citada estructura proporcionada para el montaje de un componente funcional puede comprender una porción conformada del cuerpo del módulo primario adaptada para ser taladrada durante la fabricación del dispositivo de regulación de gas cuando se requiera en el producto final el componente funcional.

El módulo secundario se puede seleccionar por requerimientos del cliente desde uno de una serie de módulos secundarios compatibles. En un ejemplo, el módulo secundario es un módulo de vacío que comprende un orificio de venteo y un medio de válvula que puede cerrarse para conectar la entrada del módulo secundario y el medio de conexión de salida en

un recorrido de flujo tal que el gas procedente de la botella de gas comprimido sea venteado a través del orificio de venteo y produzca un vacío en el medio de conexión de salida para evacuar el aparato conectable al medio de conexión de salida del módulo secundario, pudiendo cerrarse el medio de válvula para dirigir de forma selectiva el flujo de gas desde el medio de conexión de entrada del módulo secundario al medio de venteo o al medio de conexión de salida. En otro ejemplo, el módulo secundario es un módulo de purga que tiene un medio de válvula que puede cerrarse para admitir el gas de purga a través de la entrada de gas de purga y dirigir el gas de purga a través del módulo, a través de un medio de conexión de salida y por ello purgar un aparato en uso. En otro ejemplo, el módulo secundario es un módulo mezclador que tiene un medio de válvula controlable para añadir al flujo de gas a través del recorrido de flujo de gas principal del módulo secundario otro gas con el fin de suministrar una mezcla de gases al medio de conexión de salida y, en un ejemplo el módulo secundario, puede incluir una fuente de dicho gas adicional. En otro ejemplo, el módulo secundario puede incluir otro medio de entrada adaptado para su conexión a una fuente de dicho gas adicional externa al módulo secundario.

El dispositivo puede incluir al menos dos módulos secundarios, estando montado el primer módulo secundario citado sobre el módulo primario y estando montados el otro o cada uno de los otros módulos secundarios adicionales formando una pila de módulos secundarios uno encima del otro.

El dispositivo de regulación de gas de la presente invención proporciona también un conjunto de módulos interconectables para proporcionar dicho dispositivo de regulación de gas, comprendiendo el conjunto de módulos el módulo primario y una pluralidad de módulos secundarios, adaptado cada uno para su montaje sobre el módulo primario o sobre otro módulo secundario, comprendiendo cada módulo secundario un cuerpo de soporte que dispone de un recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo, teniendo dicho cuerpo medios de conexión de entrada para montar el cuerpo sobre el módulo primario o sobre otro módulo secundario y conectar el recorrido de flujo de gas principal del módulo secundario al recorrido de flujo de gas principal del módulo primario o de otro módulo secundario, y medios de conexión de salida para proporcionar una salida desde el recorrido de flujo de gas principal del módulo secundario, teniendo el cuerpo de soporte de cada módulo secundario una combinación de dos o más componentes funcionales para llevar a cabo funciones relacionadas con el flujo de gas.

Con preferencia, el cuerpo del módulo primario tiene también una válvula de entrada de gas de purga de alta presión aguas arriba del medio reductor de presión para admitir gas de purga en el flujo de gas principal.

En algunas disposiciones, el cuerpo del módulo principal también tiene una válvula de entrada de gas de purga aguas arriba del medio reductor de presión para admitir gas de purga en el flujo de gas principal.

Se apreciará que la posición del medio de conexión de salida de un dispositivo de regulación de gas sobre cualquiera de una cara superior, o una cara lateral, del cuerpo de soporte, es una consideración que afecta a la invención en todos los aspectos descritos

antes en la presente memoria. En general, es una característica preferida de forma particular que pueda disponerse un módulo con un medio de conexión de salida dirigido hacia arriba o encarado hacia arriba, cuando se pretende que se acople otro módulo al dispositivo de regulación de gas por medio del medio de conexión de salida dirigido hacia arriba. No obstante, cuando se pretende que el módulo en cuestión se ajuste únicamente a la parte superior de la botella de gas, sin otros módulos implicados, o cuando se pretende que el módulo sea el módulo más superior de una serie de módulos asegurados a la parte superior de la botella de gas, entonces en tales circunstancias se prefiere que el medio de conexión de salida esté dirigido o encarado hacia el lateral del módulo. Con preferencia, el medio de conexión de salida está dirigido horizontalmente al lateral desde el cuerpo de soporte, aunque en ciertas circunstancias el medio de conexión de salida puede estar dirigido con un ángulo hacia arriba o hacia abajo desde una cara lateral del módulo. En otra variación más, el medio de conexión de salida puede estar montado en una superficie superior del módulo, pero puede estar dispuesto para dirigirse horizontalmente hacia el lado en su abertura cuando no esté conectado a otro equipo.

Sin embargo, la disposición preferida para un módulo único o más superior, es que el medio de conexión de salida esté montado en una cara lateral del módulo y encare horizontalmente lateralmente desde el módulo. Dicha disposición aporta ventajas en reducir la posibilidad de contaminantes que entran en el medio de conexión de salida, cuando el medio de conexión de salida no está conectado a otro equipo.

La presente invención, al menos en sus realizaciones preferidas, proporciona una serie de ventajas sobre los dispositivos de regulación de gas y procedimientos de la técnica anterior. En lugar de solo conectar una serie de componentes separados en un sistema de panel de control más pequeño, que se ha puesto en algunos sistemas de regulación de gas miniaturizados, la presente invención incluye rediseñar y mecanizar un grupo de componentes directamente en un único cuerpo (para unidades mecánicas) o en un chip electrónico (por ejemplo en unidades de sistemas microelectromecánicos). La invención proporciona una serie de módulos. Cada uno de estos es independiente y tiene funciones diferenciadas. Combinando la regulación de presión con otros módulos, el sistema se puede extender para cumplir otras necesidades del cliente tales como purificación, vaporización, generación de mezclas y similares. En formas preferidas, todos los módulos pueden aportar señales de salida eléctricas para indicar y recibir señales de entrada eléctricas para control. Se puede conseguir un diseño integrado, en especial con los recorridos de flujo de gas principal alineados con el eje de una botella de gas comprimido, para minimizar fugas, eliminar espacios muertos y uniones redundantes, mejorar la calidad y pureza del producto mientras que se reducen los costes del sistema.

Diseñando una serie de módulos de control diferentes para diferentes aplicaciones, los módulos se pueden combinar para adaptarse a diferentes necesidades del cliente y del mercado, incluyendo las siguientes funciones:

- sistema de control y alivio de seguridad de presión residual incorporado

- módulo de presión para regular la presión de gas de las botellas
- módulo de regulación de flujo
- módulo de filtración y/o purificación para controlar gases UHP para electrónica
- módulo venturi para evacuación en aplicaciones corrosivas, tóxicas y pirofóricas
- control electrónico de regulación de presión para sistemas electrónicos
- módulo de vaporización para convertir productos licuados en gas
- módulo analizador de gases para controlar la calidad de gases
- módulo de mezcla para generar mezclas de gases de referencia
- módulo de mezcla de gases para mezclas de gases de proceso
- funciones de control totalmente automatizadas para electrónica
- adquisición remota de datos, almacenamiento y control, por ejemplo, telemétrico.

La invención encuentra aplicación particular en la fabricación de circuitos integrados que normalmente requieren el uso de un armario de gases para manipular gases tóxicos, corrosivos y/o pirofóricos.

Se describirán a continuación realizaciones de la invención a modo de ejemplo con referencia a las figuras que se adjuntan en las que:

la Figura 1 es una representación esquemática de un sistema de regulación de una botella de gas comprimido típico conocida en una aplicación industrial;

la Figura 2 es una representación esquemática de un armario de gases típico que muestra la configuración y diseño de componentes de flujo para un gas peligroso y/o corrosivo;

la Figura 3 es una representación esquemática de un sistema de regulación de gas que caracteriza la presente invención, para llevar a cabo las funciones mostradas en un armario de gases convencional de la Figura 2;

la Figura 4 es una vista lateral esquemática de la construcción física del sistema de regulación de gas de la Figura 3;

la Figura 5 es una vista esquemática en 3 dimensiones, parcialmente en sección, de un dispositivo de regulación de gas de módulo primario mostrado esquemáticamente en la Figura 3;

la Figura 5a es otra vista esquemática en tres dimensiones que muestra la disposición interna de la Figura 5 con más detalle;

la Figura 5b es una representación esquemática en tres dimensiones del exterior de los componentes mostrados en la Figura 5a, con la adición de otros componentes en la base;

la Figura 5c es una vista en perspectiva en tres dimensiones del lado oculto del dispositivo mostrado en la Figura 5b;

la Figura 6 es una representación esquemática de un dispositivo alternativo modificado con respecto al mostrado en la Figura 3;

las Figuras 7a y 7b muestran respectivamente una vista lateral y una representación esquemática de un

dispositivo de regulación de gas que caracteriza la invención, en la que un módulo secundario es un módulo mezclador con una fuente de gas;

las Figuras 8 y 8a son representaciones esquemáticas de una realización alternativa de la invención para mezclar gas, incluyendo una segunda botella de gas comprimido;

las Figuras 9a a 9d muestran una serie de sistemas de llenado alternativos que se pueden usar en conexión con cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria, mostrando la Figura 9d en particular una disposición de llenado que caracteriza un aspecto de la invención;

las Figuras 10a a 10m muestran respectivamente; un apilamiento de módulos que caracterizan la invención, un módulo único afianzado a la parte superior de una botella de gas que caracteriza un aspecto de la invención, y una circuitería interna de un ejemplo de dicho módulo; y diez vistas de ejemplos de la Figura 10c;

las Figuras 11a a 11c muestran una serie de ejemplos de construcciones de componentes que se pueden usar en conexión con realizaciones de la invención mostradas en la Figura 3, y en otras Figuras de esta solicitud.

Primero se describirán dos ejemplos de usos actuales de botellas de gases comprimidos. La Figura 1 muestra una configuración básica que se usa corrientemente en aplicaciones de investigación, análisis, médicas, educativas y en otras aplicaciones industriales. La Figura 2 muestra un armario de gases típico que se usa con frecuencia en instalaciones de fabricación de semiconductores.

En la Figura 1, una botella 11 de gas comprimido tiene una válvula 12 de botella convencional y disco de ruptura 13 para proporcionar un dispositivo de alivio de seguridad. En la salida de la válvula 12 de botella se proporciona un acoplamiento 14 convencional conforme a las normas de la Compressed Gas Association (Asociación de Gas Comprimido) y está acoplado a un regulador 15 de presión que proporciona una reducción de presión seleccionada y que tiene un manómetro 16 de alta presión y un manómetro 17 de baja presión. La válvula 12 de botella y el disco de ruptura 13 están montados sobre la botella 11, pero todos los componentes posteriores están montados fuera de la botella y se conectan por acoplamientos convencionales o uniones soldadas. El conducto de flujo de gas continúa desde el regulador 15 de presión a través de una válvula de aislamiento 18, la válvula de retención 19, el purificador 20, filtro 21 y válvula de aislamiento 22, hasta una salida 23 conectada al aparato para utilizar el gas. Entre la válvula de aislamiento 18 y la válvula de retención 19 se ha dispuesto una válvula 4 de alivio de seguridad de baja presión.

En la Figura 2 un armario 25 de gases típico proporciona un armario ventilado que encierra la botella 11 y los componentes de regulación de gas. El armario de gases se dispone en primer lugar para contener cualquier fuga catastrófica del contenido de la botella. El armario tiene una salida a través de un sistema de venteo central en 26. Dependiendo de las aplicaciones, el sistema de venteo puede incluir un sistema lavador para la eliminación eficaz del contenido de la botella antes de ser expulsados a la atmósfera. El segundo objeto del armario de gases es proporcionar un tratamiento del gas eficaz controlando funciones tales

como: presión, filtración, nivel de la botella, purga del ciclo, purificación y control de la seguridad. El sistema de control electrónico del armario de gases proporciona una retroalimentación en tiempo real a las herramientas y operadores del proceso con información relativa a la utilización del gas, funcionamiento del equipo, contenido de la botella, presión del gas de proceso y estado de alarmas de seguridad.

Se describirá a continuación el conducto de flujo de gas desde la botella 1 y los componentes que corresponden a los mismos en la Figura 1 se indicarán por números de referencia similares. La salida de la botella 11 pasa desde la válvula de cierre 12 de la botella a través de una válvula de control 27 y el dispositivo de cierre 28 de flujo a otra válvula 29. Un transductor 5 de alta presión aguas arriba de la válvula 27 indica la presión de la botella 11. La salida de la válvula 29 pasa a través de otra válvula de control 39 hasta un regulador de presión 31 para producir una reducción de presión seleccionada. La salida de baja presión pasa a través de un dispositivo de cierre 32 de flujo y un filtro 33 hasta otra válvula 34 y de ella a través de las válvulas de control 35 y 36 hasta una salida 37 que conduce al aparato 38 para usar el gas. Entre el regulador 31 de presión y el dispositivo de cierre 32 de flujo un transductor 39 de baja presión indica la baja presión en el conducto de flujo.

Las válvulas de control 40 y 41 conducen respectivamente desde las válvulas 29 y 34 a un conducto 42 de presión común a través de una bomba 43 venturi a una salida 44 venturi. Una entrada 45 de gas de purga admite nitrógeno a través de las válvulas 46, 47 y 48 hasta el venturi 43 permitiendo la evacuación del circuito de flujo principal. El efecto del nitrógeno venturi que entra en 45 y sale en 44 es generar vacío para eliminar el aire residual o la contaminación del conducto de flujo de proceso principal. Entre la válvula 27 y el dispositivo de cierre 28 de flujo en el recorrido de flujo principal se conecta una válvula 49 con una entrada 50 de gas de purga de alta presión para admitir nitrógeno de muy alta pureza a alta presión para purgar el conducto de flujo principal.

Durante el cambio de la botella de una botella gastada a una botella llena, el sistema de alta presión debe purgarse de forma eficaz del gas de proceso. Después de la purga, la conexión de racor de alta presión a la válvula 12 de cierre de la botella se desconecta de la botella gastada y se conecta una botella llena. El panel de gas proporciona el sistema de válvulas y la purga asistida por vacío necesaria para limpiar eficazmente la conexión de racor. El ciclo de vacío-purga se lleva a cabo abriendo y cerrando secuencialmente en oposición las válvulas 49 y 29. De este modo se elimina el gas de proceso y se reemplaza por gas de purga, en este caso nitrógeno de muy alta pureza, que se proporcionará desde una fuente de la botella. Las válvulas del panel de gas están controladas de forma típica automáticamente a través de un controlador o microprocesador lógico programable. El control lógico garantiza que la apertura escalonada de válvulas para el cambio de botella es consistente y previene el error del operador humano.

Durante la conexión de la botella llena, una apertura escalonada de estas válvulas elimina los contaminantes atmosféricos. La contaminación atmosférica posee el mayor riesgo para iniciar de corrosión o formación de subproductos reactivos perjudiciales que pueden afectar de modo adverso a la operación de los

componentes de regulación de gas aguas abajo. A la presión de la botella llena, muchos gases corrosivos importantes son muy sensibles a iniciar la corrosión por contaminantes atmosféricos residuales. Por ejemplo, los gases ácidos tales como HBr y HCl que se liberan como vapor iniciarán la corrosión cuando una fase condensada esté en contacto con un material susceptible de corrosión. Seguidamente si se puede eliminar la conexión de alta presión, la sensibilidad a impurezas atmosféricas debida a la desconexión de la botella y a la nueva conexión se pueden reducir o eliminar.

Volviendo ahora a la Figura 3, se muestran dispositivos de regulación de gas en forma esquemática que caracterizan la invención, y están dispuestos para llevar a cabo las funciones mostradas en la Figura 2. Una primera botella 11 de gas comprimido contiene gas de proceso y una segunda botella 111 de gas comprimido contiene gas de purga tal como nitrógeno. Cada botella contiene un purificador incorporado, 9 y 109 respectivamente, dispuesto de la forma descrita en el documento US-A-5409526, citado en la presente memoria con anterioridad. Las botellas 11 y 111 tienen montadas cada una un dispositivo de regulación de gas modular que comprende un módulo primario, 52 y 152 respectivamente. Los módulos primarios son idénticos, pero desempeñan funciones diferentes dependiendo de la operación de los componentes internos. Montado sobre la parte superior del módulo primario 152 está un módulo secundario 252 que en este caso es un módulo de vacío.

Considerando inicialmente el módulo primario 52, este comprende un primer cuerpo de soporte (indicado de forma esquemática en la Figura 3 en 54), pero indicado más detalladamente en la Figura 5 que se describirá más adelante. El cuerpo 54 de soporte tiene un primer recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo, indicado de forma general como 55. Los medios 56 de conexión de entrada están provistos para montar el cuerpo 54 sobre un recipiente 11 de gas comprimido y conectar el recorrido 55 de flujo de gas para que comunique con el recipiente 11 de gas. El medio 56 de conexión de entrada comprende un primer recorrido 57 de flujo de conexión que comunica con el purificador 9 incorporado por medio de una válvula 10 de presión residual y un segundo recorrido 59 de flujo de conexión que comunica directamente entre el interior de la botella 11 y una válvula 60 de llenado en el cuerpo 54 de soporte del módulo primario 52. La válvula 60 de llenado comunica con una entrada 61 de llenado. Además, conectada al segundo recorrido 59 de flujo existe una válvula de alivio de seguridad, o disco de ruptura 62.

El primer recorrido 57 de flujo del medio 56 de conexión de entrada conecta la botella al recorrido 55 de flujo principal pasando en primer lugar a una válvula 64 de la botella principal. La salida de la válvula 64 de la botella principal está conectada a un filtro 65 que está conectado a un regulador 66 de presión para reducir la presión desde los citados 200×10^5 Pa a aproximadamente $0-20 \times 10^5$ Pa. Entre el filtro 65 y el regulador 66 de presión se ha conectado un manómetro 67 de alta presión. Este sirve para indicar la presión en la botella 11 y así indicar el estado del contenido de la botella de modo que la botella pueda cambiarse cuando esté vacía. La salida del regulador 66 de presión está conectada a un dispositivo de cierre 68 de flujo para controlar el flujo de baja presión al aparato

de proceso a través de una válvula 69 de aislamiento, que conduce a un medio 70 de conexión de salida de conexión rápida. El dispositivo de cierre de presión o dispositivo de cierre 68 de flujo puede ser, por ejemplo, una válvula de aguja accionada manualmente o una válvula dosificadora.

Conectado al dispositivo de cierre de presión/flujo 68 hay un manómetro 71 de baja presión para indicar la presión en la parte de baja presión del módulo primario 52. El módulo primario 52 también tiene una válvula 72 de entrada de gas de purga que comunica con el recorrido 55 de flujo principal a través de una válvula 63 antirretorno en una posición aguas arriba del regulador 66 de presión, en una posición entre el filtro 65 y la válvula 64 de la botella. La válvula 72 del gas de purga está conectada a un medio 73 de entrada de gas de purga que en el presente caso está conectado a un conducto 74 de purga que se describirá con más detalle más adelante.

La Figura 4 es una representación esquemática de una vista lateral del aparato mostrado en la Figura 3.

Volviendo a las Figuras 5, 5a, 5b y 5c, se muestran con más detalle los componentes del dispositivo 52 de regulación de gas, pero en forma esquemática, en una vista lateral en perspectiva del dispositivo, parcialmente seccionado. Las Figuras 5b y 5c son representaciones esquemáticas en tres dimensiones del exterior de los componentes mostrados en la Figura 5a, con la adición de otros componentes en la base.

El cuerpo 54 de soporte del dispositivo 52 de regulación de gas se muestra como un cuerpo alargado que tiene un eje principal 51 que por lo general es coaxial con el eje de la botella de gas (no mostrada). El medio 56 de conexión de entrada posee un orificio interno que conduce hasta el recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo 54, y está roscado externamente (no mostrado) para acoplarse a una abertura roscada convencional en la parte superior de la botella de gas a presión.

La válvula 64 de cierre es accionada por un botón 75 de control. El transductor de alta presión o manómetro 67 de presión está accesible a través de un paso 76 transversal. El orificio 73 de purga acoplado a la válvula 72 de gas de purga está situado en el lado alejado del dispositivo y no se muestra en la Figura 5. La válvula 69 de cierre de baja presión es accionada por un botón de control. El orificio 61 de llenado es accesible a través de una cubierta sellable (no mostrada). El regulador 66 de presión es controlado por un botón 78. El regulador de presión consiste en una válvula 66 de expansión. La válvula de retención, que no se muestra en la Figura 5, está situada en el extremo superior del recorrido 55 de flujo principal y más allá de esta se ha dispuesto un medio 70 de conexión de salida de conexión rápida, cubierto por una cubierta 79 amovible. Un alojamiento metálico 50 rodea el cuerpo 54 de soporte. Un anillo de plástico 48A está provisto sobre la parte superior del alojamiento 50 para absorber los impactos externos, protegiendo la conexión entre los módulos primario y secundario y la manipulación.

A continuación se describirá el funcionamiento normal del módulo primario 52, cuando se usa como un dispositivo de regulación de gas sencillo durante el suministro normal de gas de proceso desde la botella 11 al aparato de uso (no mostrado).

En la Figura 3, la válvula 72 de gas de purga normalmente estará cerrada, como lo estará la válvula

60 de llenado y la válvula 62 de alivio de seguridad. Cuando se necesite gas de proceso se abrirá la válvula 64 de la botella y se suministrará gas de proceso al medio 70 de conexión de salida, controlado por el regulador 66 de presión ajustable y el dispositivo de cierre de presión/flujo 68, controlado por el manómetro 67 de alta presión y el manómetro 71 de baja presión. Cuando la botella se ha vaciado, la botella se desconectará en el medio 70 de conexión de salida en la parte de baja presión del recorrido de flujo a una presión en la región de $0-20 \times 10^5$ Pa y en el medio 73 de conexión de entrada de purga cuando la válvula 72 se cierre. Toda la unidad de la botella 11 y el dispositivo 52 de regulación de gas se devolverá entonces al suministrador para su llenado. Se dispondrá una nueva botella de gas llena junto con su propio módulo 52 primario (actuando como dispositivo de regulación de gas) ya montado de forma permanente en la botella, se purgará el recorrido 55 de flujo principal a través del dispositivo 52 de regulación de gas (como se describirá más adelante) y se acoplará una nueva botella y dispositivo de regulación de gas al sistema de uso a través del medio 70 de conexión de salida de la nueva botella de gas y al sistema de purga a través del medio 73 de conexión de entrada de purga. Así, se llevará a cabo la conexión y desconexión a una presión relativamente baja, en la región de $0-20 \times 10^5$ Pa. La conexión entre el dispositivo 52 de regulación de gas y la botella 11 no se rompe por el usuario de la botella de gas. El rellenado de la botella vacía se lleva a cabo por el suministrador del gas después de devolver la botella intacta y el dispositivo de control a través de una cubierta de entrada sellada que no se puede retirar por el usuario. El llenado se lleva a cabo por el suministrador del gas a través del orificio 61 de llenado y la válvula 60 de llenado, después de una purga apropiada.

Ahora se describirá la estructura del resto de componentes mostrados en la Figura 3. La botella 111 de gas de purga y el módulo primario 152 pueden tener una construcción idéntica a la botella 11 y el módulo primario 52 y por conveniencia los componentes similares se indican por número de referencia similares con el prefijo 1. Montado sobre el medio 170 de conexión de salida del módulo primario 152 está el módulo secundario 252. El módulo secundario 252 comprende un segundo cuerpo de soporte indicado generalmente en 254 y, por lo general, de una naturaleza similar a la del cuerpo 54 de soporte mostrado en la Figura 5. El módulo secundario tiene un recorrido 255 de flujo de gas principal a través del cuerpo y un segundo medio 256 de conexión de entrada y un segundo medio 270 de conexión de salida. El cuerpo 254 de soporte está montado sobre y soportado por la conexión entre el segundo medio 256 de conexión de entrada y el medio 170 de conexión de salida del módulo primario 152.

El medio 256 de conexión de entrada está conectado a lo largo del recorrido 255 de flujo de gas principal a una válvula antirretorno 280 y por ello a una válvula 281 de control seguida por una válvula 282 de control, cuya salida está conectada al medio 270 de conexión de salida. En la unión entre las válvulas 281 y 282 de control, se ha conectado una válvula 283 de control que conduce a un medio 284 de conexión de entrada/salida y también una válvula 285 de control que conduce a través de una bomba venturi 286 a su venteo 287. Entre la válvula 285 de control y la bom-

ba venturi 286 se ha dispuesto un transductor 288. El medio 256 de conexión de entrada está conectado a otro recorrido de flujo de gas que pasa a través de una válvula 289 de control a una válvula 290 antirretorno y, de ella a la bomba venturi 286. El medio 270 de conexión de salida está conectado por un conducto 74 de presión/vacío a la entrada 73 de gas de purga del módulo primario 52.

Todos los medios de conexión de entrada y salida principales están normalizados en dos formas de conexión. Los medios 56 y 156 de conexión de entrada están realizados para ajustarse a la salida normalizada de una botella de gas a presión. Los medios 70, 170 y 270 de conexión de salida tienen todos la misma construcción y están dispuestos para adaptarse a los medios 256 de conexión de entrada correspondientes de cualquier módulo secundario. La conexión entre un medio 170 de conexión de salida y un medio 256 de conexión de entrada está dispuesta para proporcionar un soporte estructural para el módulo secundario montado a través de los mismos, y proporcionar comunicación de flujo entre los recorridos de flujo de gas principales de los módulos así unidos. No obstante, cada medio 70, 170 y 270 de conexión de salida puede también, si es necesario, estar conectado a un conducto de presión convencional tal como el conducto 74, además de poderse conectar a un módulo secundario o a otro módulo secundario. Así, el módulo secundario 252 puede tener montado sobre el mismo otro módulo secundario (no mostrado).

A continuación se describirá el funcionamiento del módulo secundario 252 en una aplicación típica. Se llevan a cabo dos tipos de purga, uno de ellos a presión relativamente alta (por ejemplo 200×10^5 Pa) por el suministrador del gas y la otra a una presión relativamente baja (por ejemplo $0-20 \times 10^5$ Pa) por el usuario. La razón es que cuando la botella y su módulo primario se ensamblan inicialmente no hay aire en el interior de la botella. Incluso si la botella se purga con vacío, este no eliminará toda la contaminación de los componentes de la salida de modo que si la botella se llenase con un gas inflamable o corrosivo y se dejara salir a través del recorrido de salida el aire o humedad residual en la misma, reaccionará y degradaría el componente. Por tanto, se lleva a cabo una primera forma de purga a alta presión en una etapa muy temprana cuando la botella se está ensamblando por primera vez con el dispositivo de regulación de presión. La purga a alta presión se lleva a cabo también por el suministrador del gas en el módulo primario una vez rellenada la botella. Esta purga de alta presión se lleva a cabo conectando la válvula 72 de gas de purga con una fuente de gas de purga a alta presión (no mostrada) que se purga seguidamente a través del módulo primario 52. Esto se lleva a cabo solo por el suministrador del gas y no por el usuario.

En la Figura 3 se muestra una primera forma de purga de baja presión, en la que el módulo 252 secundario se usa para llevar a cabo una purga de baja presión del módulo primario 52, una vez instalada una botella 11 rellenada. Inicialmente en el módulo secundario 252 la válvula 281 está cerrada y las válvulas 289 y 285 están abiertas de modo que el gas de purga de la botella 111 pasa a través de la bomba venturi 286 y el conducto de venteo venturi 287 y produce una corriente de vacío de la válvula 282. Cuando se abre la válvula 282 la purga de vacío del módulo primario 52 tiene lugar por medio del con-

ducto de purga 74. Después de la purga de vacío, las válvulas 286 y 289 del conducto de venteo venturi se cierran y se abre la válvula 281 en el recorrido de flujo principal a través del módulo secundario. El gas de purga de la botella 111 se hace pasar entonces a baja presión a través del conducto 74 de purga para proporcionar una purga de baja presión. El conducto 74 de purga se limpia mediante un ciclo de vacío/purga. La válvula 72 se abre para proporcionar una purga de baja presión del módulo primario 52.

En la Figura 6 se ilustra una forma alternativa de purga de baja presión que es una modificación de la disposición de la Figura 3. Las botellas 11 y 111, y los módulos primarios 52 y 152 son los mismos en las Figuras 6 y 3. La botella 111 de gas de purga no tiene un módulo secundario montado en la misma, y el módulo primario 52 de gas de proceso tiene un módulo secundario 52 montado en el mismo, que tiene una disposición de válvulas interna diferente de la del módulo secundario 252. El objeto de la disposición de purga alternativa de la Figura 6 es evitar la necesidad de una purga venturi.

Considerando la estructura y conexiones de la disposición de la Figura 6, el módulo secundario 352 posee un medio 356 de conexión de entrada conectado a su propio medio 370 de conexión de salida a lo largo del recorrido 355 de flujo de gas principal a través de dos válvulas de control 380 y 382. La unión entre las válvulas 380 y 382 está conectada en primer lugar a través de una válvula de control 393 a una entrada 394 de gas de purga, y está conectada a través de una válvula de control 395 al orificio 396. La entrada 394 de gas de purga está conectada por un conducto 78 de gas de purga que discurre desde el medio 170 de conexión de salida del módulo primario 152. El medio 370 de salida del módulo secundario 352 está conectado por un conducto 79 de gas de proceso al aparato de proceso (no mostrado). Cuando se reemplaza una botella 11 vacía en la disposición de la Figura 6, la conexión y desconexión se realiza entre el medio 70 de conexión de salida del módulo primario 52 y el medio 356 de conexión de entrada del módulo secundario 352. Cuando se dispone la nueva botella llena, el módulo primario 52 se ha purgado con alta presión por el suministrador del gas y se suministra lleno con gas de purga de alta presión. La nueva botella se conecta a la conexión 356 de entrada y el gas de purga de baja presión se suministra junto con el conducto 78 de gas de purga para purgar el módulo secundario 352 y la conexión entre el módulo 52 y el módulo 352. Después de purgar, la válvula 393 de gas de purga se cierra y se fuerza a pasar el gas de purga de alta presión en el módulo primario 52 a través del módulo secundario 352 abriendo la válvula 64 de la botella principal para admitir gas de proceso de alta presión al módulo primario. La ventaja del procedimiento alternativo mostrado en la Figura 6 es que se evita la posibilidad de contaminación durante la purga venturi.

Las Figuras 7a y 7b muestran dos vistas de la botella 111 de gas con el módulo primario 152 y un módulo secundario 452 diferente para llevar a cabo una función de mezcla. En la Figura 7a se muestra de forma esquemática el conjunto en un alzado lateral en tres dimensiones y en la Figura 7b se muestran los recorridos de flujo y componentes. La botella 111 y el módulo primario 152 son idénticos a los mostrados en la Figura 3 y se usan números de referencia similares.

El módulo secundario 452 tiene un medio 456 de

conexión de entrada, un recorrido 455 de flujo principal que conduce a un medio 470 de conexión de salida. El medio 456 de conexión de entrada está conectado a una válvula 401 de regulación de flujo cuya salida está conectada en primer lugar a una válvula 402 mezcladora y en segundo lugar a la entrada de la fuente 403 de vapor. La salida de la fuente 403 de vapor también está conectada a la válvula 402 mezcladora. La salida de la válvula 403 mezcladora está conectada al medio 470 de conexión de salida, que a su vez está conectado al aparato de proceso a lo largo del conducto 479 de gas de proceso. La fuente 403 es un pequeño generador de mezcla que podría ser una tubería de difusión o una tubería de permeación. Cuando el gas de proceso procedente de la botella 111 se hace pasar a través de la fuente 403 de gas, se genera una mezcla del segundo gas y el gas de proceso que se puede ajustar por la válvula 401 de regulación de flujo dando una mezcla que puede ser una mezcla fina del orden de partes por millón del segundo gas, o una mezcla porcentual de los componentes a añadir a la corriente de gas. En este caso el gas de proceso procedente de la botella 111 constituye un gas de referencia cero y la disposición de cierre en el módulo 452 permite la provisión al aparato de proceso del gas de referencia cero directamente de la botella 111 o la mezcla seleccionada. El gas de referencia cero debe estar disponible al conducto de proceso con fines de calibración. La fuente 403 puede ser convenientemente una tubería con compuestos químicos activos sellados en la misma en forma gaseosa o líquida con una membrana semipermeable a través de la cual puede filtrarse el material o difundirse de forma relativamente lenta a la corriente de gas procedente de la botella 111.

Así resumiendo, el módulo secundario 452 proporciona dos vías. Una permitirá el paso de gas directamente desde la botella al medio 470 de conexión de salida y la segunda vía pasará el gas a través del dispositivo 403 de alimentación. La cantidad de vapor añadida desde el dispositivo de alimentación 403 se determina por el caudal fijado en la regulación de flujo 401 y la presión de vapor de la alimentación, que depende de la geometría del dispositivo y la temperatura de la alimentación.

La Figura 8a muestra una disposición de mezcla alternativa en la que se disponen dos gases de proceso en las botellas 11 y 511. Cada una de estas botellas tiene montada en la misma un módulo primario indicado en 52 y 552, siendo el módulo primario idéntico al módulo 52 mostrado en la Figura 3. En la parte superior del módulo 552 se ha dispuesto un módulo secundario 553 para mezcla de gases desde las dos botellas. Como se muestra en la pieza insertada en la Figura 8a el módulo secundario 553 tiene un primer medio 556 de conexión de entrada por medio del cual el módulo 553 está montado sobre el módulo primario 552 y una segunda entrada de gas en 584. El módulo secundario 553 está formado por un cuerpo de soporte indicado generalmente en 554 que tiene dos recorridos de flujo a través del mismo que conducen directamente desde las entradas 556 y 584 de gas a un medio 520 de conexión de salida que está conectada por un conducto 579 de gas de proceso a un aparato de uso (no mostrado).

El recorrido 555 de flujo de gas principal conduce desde el medio 56 de conexión de entrada a través de una válvula 510 variable y un filtro 511 a un medidor

de flujo 512 y de allí a una válvula 513 de mezcla. La salida de la válvula 513 de mezcla está conectada a un medio 520 de conexión de salida. La entrada 584 del segundo gas está conectada a través de una válvula 514 variable, filtro 515, medidor de flujo 516 a la válvula 513 de mezcla. La entrada 584 de gas está conectada por un conducto 530 de gas al medio 70 de conexión de salida del módulo primario 52. En operación, los gases procedentes de las botellas 11 y 511 se pueden mezclar en una relación deseada mediante la operación de las válvulas variables 510 y 514. Comparado con el procedimiento descrito con referencia a las Figuras 7a y 7b, esta disposición es más adecuada para preparar mezclas a niveles porcentuales, por ejemplo, preparar una mezcla bicomponente de argón e hidrógeno cuando se desee un 10% de hidrógeno en la mezcla de argón-hidrógeno. La disposición de la Figura 8a permite disponer de dos botellas individuales, por ejemplo, de hidrógeno y argón, para mezclar. Este procedimiento también es adecuado para preparar una mezcla de ppm o ppb si una de las botellas contiene una mezcla adecuada y la otra contiene el gas de equilibrado.

En una modificación de un módulo primario (no mostrado) el módulo puede incluir otros dispositivos de control y detección y, por ejemplo, un microchip conectado a un transmisor que comunica con una estación de control remota de modo que las funciones de cierre en el módulo primario se pueden llevar a cabo bajo control remoto.

Como se ha mencionado, los componentes de los módulos se pueden producir por las técnicas de sistemas microelectromecánicos, por ejemplo, como se describe en el documento citado en la introducción, "A Revolutionary Actuator For Microstructures", SENSORS, febrero de 1993. Los dispositivos y sistemas micromecánicos son de naturaleza más pequeños, ligeros, rápidos y normalmente más precisos que los equivalentes macroscópicos. Además, la tecnología MEMS reducirá el coste de sistemas funcionales con respecto a los sistemas mecanizados de forma convencional, aprovechando las tecnologías de procesado de silicio similares a las usadas en circuitos integrados. El desarrollo de tales sistemas permite: la definición de geometría pequeña, control dimensional preciso, flexibilidad de diseño e interfaz con la electrónica de control. La tecnología puede usar silicio micromecanizado, pudiéndose usar una gama de diferentes sensores tales como de presión, posición, aceleración, velocidad, flujo y fuerza.

A continuación se describirá con referencia a las Figuras 9a a 9d, junto con los dibujos anteriores, otro aspecto de la invención relativo a la provisión de un circuito de llenado en un dispositivo de regulación de gas, siendo este dispositivo adecuado o no para usar en un sistema modular. La Figura 9a muestra un sistema conocido. La Figura 9d muestra un sistema de llenado que caracteriza este aspecto de la invención, y corresponde al sistema mostrado en la Figura 3, y otras figuras anteriores. Los componentes que corresponden a los encontrados antes en las figuras están numerados con números de referencia similares, pero comenzando con el número de referencia 6. Se hará referencia a los sistemas de llenado mostrados en las Figuras 9a a 9d, respectivamente como sistemas A a D.

Componentes que son comunes en las Figuras 9a, 9b, 9c y 9d son los siguientes. Una botella 611 está

conectada por un primer recorrido 657 de conexión a un dispositivo de regulación de gas en la parte superior de la botella que dispone de un cuerpo 654 de soporte indicado de forma esquemática. El cuerpo 654 de soporte está soportado sobre la botella 611 por el medio de conexión de entrada indicado esquemáticamente en 656. El cuerpo 654 de soporte tiene un recorrido de flujo de gas principal a través del cuerpo indicado generalmente en 655. El medio 656 de conexión de entrada está dispuesto para montar el cuerpo 654 sobre el recipiente 611 de gas comprimido y conectar el recorrido 655 de flujo de gas para que comunique con el recipiente 611 de gas. El llenado se lleva a cabo a través del medio 656 de conexión de entrada, a través de una entrada 661 de llenado. En cada caso, el llenado se lleva a cabo a través de una válvula de llenado. En los sistemas A, B y C, la válvula de llenado es una válvula 608 de retención, y en el sistema D, la válvula de llenado es una válvula 660 de cierre de alta presión. El dispositivo de regulación de gas tiene un medio 670 de conexión de salida para conectar el aparato de uso. El recorrido 655 de flujo de gas principal transcurre desde el medio 656 de conexión de entrada hasta el medio 670 de conexión de salida, a través de una válvula 664 de cierre principal y un regulador 666 de presión para reducir la presión desde dichos 200×10^5 Pa a aproximadamente $0-20 \times 10^5$ Pa. Pueden estar provistos otros componentes, por lo general mostrados en la Figura 2 y el resto de figuras de esta solicitud.

Considerando de nuevo los sistemas de llenado conocidos mostrados en la Figura 9a, existen tres factores problemáticos con esta disposición de llenado convencional para un conjunto superior de una botella que incluye un reductor de presión. En estos conjuntos, el orificio 661 de llenado comunica con el circuito de uso entre la válvula de cierre 664 de alta presión y el reductor de presión 666. El orificio de llenado 661 está cerrado en el uso normal por una válvula antirretorno 608, a través de la cual tiene lugar el llenado. Se dan tres requerimientos:

- (i) proteger el regulador de presión durante la operación de llenado;
- (ii) que se pueda añadir un elemento funcional tal como un filtro BIP (purificador incorporado) o válvula antirretorno en la salida de la botella de gas en el uso normal, y que se pueda además llenar a través del conjunto; y
- (iii) disponer de la botella de gas sellada positivamente por válvulas de cierre en todas las salidas cuando no está en uso (sin necesidad de accionar dos válvulas de cierre durante el llenado).

Como se muestra en las Figuras 9b y 9c, son posibles diversas combinaciones que satisfacen alguno de estos requerimientos pero la única disposición que satisface todos estos requerimientos es la mostrada en la Figura 9d.

Haciendo referencia ahora con más detalle a los cuatro sistemas de llenado, primero en la Figura 9a, el sistema A es una disposición de llenado conocida usada en sistema de suministro de botellas de aplicación médica y de helio. El llenado se realiza a través de la válvula 608 de retención que une el recorrido 655 de flujo principal entre la válvula 664 de cierre y

el reductor de presión 666. La ventaja radica en que la válvula 664 de cierre mantiene la alta presión aislada del sistema y del operador hasta que está en uso. La válvula 608 de retención se usa en el circuito de llenado, pero no tiene que contener la alta presión durante el período de no uso del sistema, puesto que esto es tarea de la válvula 664 de cierre. La desventaja del sistema A es que durante el llenado de la botella 611, el reductor 666 de presión está expuesto a la alta presión de llenado.

En el sistema B de la Figura 9b, el circuito de llenado une el recorrido 655 de flujo principal aguas arriba de la válvula 664 de cierre. La desventaja es que la válvula 608 de retención en el circuito de llenado está siempre expuesta a la presión total de la botella 611, esté en uso o no la botella. El cierre de la válvula 664 de cierre no sella totalmente la botella 611, de modo que existe alguna posibilidad de fugas a través de la válvula 608 de retención.

En la Figura 9c el sistema es como se muestra de forma general en la Figura 3, salvo que se muestra una válvula 608 de retención o una válvula antirretorno en lugar de la válvula 60 de cierre en el circuito de llenado de la Figura 3.

En la Figura 9d se muestra el sistema D que es el sistema preferido conforme a la invención. Existe un circuito de llenado totalmente separado, con una válvula 660 de cierre en lugar de la válvula 608 de retención en el circuito de llenado. Esto proporciona una característica inventiva independientemente de la modularidad. La mejora es la combinación de un circuito de llenado separado con una válvula de cierre en el circuito de llenado en lugar de la válvula de retención. Esto aporta la capacidad de llenar con solo el accionamiento de una válvula y el sellado completo de la botella cuando no está en uso por las dos válvulas de cierre.

Se apreciará que cualquiera de los sistemas de llenado mostrados en las Figuras 9a a 9d, se pueden usar con otras características de la invención tal como modularidad, para proporcionar realizaciones de la invención en uno o más aspectos de la invención.

Una forma particularmente preferida de la disposición mostrada en la Figura 9d, es la disposición mostrada en la Figura 3, y en las otras figuras, en las que se ha dispuesto un purificador 9 incorporado en la botella 11, conectado al primer recorrido 57 de flujo de conexión, a través de la válvula 10 de retención de presión.

A continuación se describirán una serie de ventajas de diversos aspectos de la invención.

La combinación de la válvula de cierre en el circuito de llenado y el regulador de presión en la botella proporciona una serie de ventajas. El purificador incorporado puede purificar gas hasta un nivel de ppb (partes por billón) de impurezas, o incluso ppt (partes por trillón), que no se puede conseguir por otros filtros anteriores. En el modo convencional, el gas purificado alcanza la herramienta en el circuito en uso pasando a través de una serie de componentes de regulación de flujo separados que están conectados entre si por medio de válvulas y accesorios. Este tipo de disposición introducirá inevitablemente grandes superficies en contacto con el gas, fugas y espacios muertos, que volverán a contaminar el gas purificado. Colocar directamente un regulador de presión encima del purificador incorporado en un dispositivo de regulación de gas montado en la boca de la botella, con volumen

minimizado y el número mínimo de conexiones en el recorrido aguas abajo desde el purificador incorporado, es un modo eficaz de minimizar la contaminación.

Un purificador incorporado también puede filtrar partículas para conseguir una especificación muy alta de gases en botellas, que normalmente no se ha conseguido en los productos conocidos en gases en botellas. Los accesorios en circuitos de flujo de gas generan con frecuencia partículas. Por esta razón, el concepto de combinar directamente un regulador de presión con un purificador incorporado sin ninguna junta reduce la generación de partículas.

Aunque el purificador incorporado puede eliminar partículas de forma eficaz, las partículas se pueden generar aguas abajo cuando el gas a alta presión se expande súbitamente a través de un elemento de restricción tal como una válvula de cierre. El uso de un regulador de presión en combinación con un purificador incorporado reduce la presión de salida y evitará algunos problemas con partículas y permitirá la medida de partículas mucho más fácilmente.

Algunos gases corrosivos son menos corrosivos para el sistema de alimentación de gas a menor presión. El purificador incorporado puede eliminar humedad reduciendo la corrosividad del gas y el regulador de presión puede reducir la presión de salida para reducir adicionalmente la corrosividad.

En esta solicitud, por el término purificación se indica un medio para eliminar impurezas gaseosas y/o sólidas. De igual modo, el término purificador o purificador incorporado indica un medio de purificación para la eliminación de impurezas gaseosas y/o sólidas. Convenientemente, esto se puede conseguir mediante adsorbentes, absorbentes, catalizadores y/o medios de filtrado y/o mezclas de los mismos.

A continuación se describirá con referencia a las Figuras 10a y 10b una modificación del medio de conexión de salida de un dispositivo de regulación de gas modular que caracteriza la invención. En las realizaciones descritas hasta ahora, se han descrito disposiciones preferidas en las que para cada módulo se alinea el recorrido de flujo de gas principal para al menos parte de su longitud a lo largo del eje principal del cuerpo de soporte, extendiéndose dicho eje principal a través del medio de conexión de entrada y el medio de conexión de salida del módulo. También se ha descrito una característica preferida en la que el medio de conexión de salida está situado sobre, o en una cara superior del módulo primario para el montaje de un módulo secundario por encima del módulo primario. Sin embargo, en algunas circunstancias puede ser preferible que el módulo superior de una serie de módulos tenga su salida de baja presión desde un orificio lateral en lugar que desde un orificio superior. La ventaja de esto es evitar la entrada de contaminantes cuando el medio de salida no está conectado al circuito de uso, en especial en aplicaciones industriales. Así, conforme a una forma preferida alternativa, el medio de salida de cada uno de una serie de módulos apilados uno sobre el otro está provisto para cada módulo sobre, o en una cara superior del módulo, salvo para el módulo más superior en el que el medio de salida está provisto en una cara lateral del módulo.

En la Figura 10a se muestra una botella 711 sobre la cual están montados dos módulos 752A y 752B consecutivos. En cada caso, el medio de conexión de salida del módulo, 770A y 770B respectivamente, está situado sobre, o en la superficie superior del módulo,

coaxial con el eje de la botella 711. Para el último módulo mostrado, 752C, el medio 770C de conexión de salida está situado sobre, o en una cara lateral del módulo. De forma típica, el primer módulo 752A incluirá un regulador de presión y por lo general se mostrará en 52 y 152 en la Figura 3. Dicho módulo regulador puede dotarse con un medio 770A de conexión de salida sobre la superficie superior como se muestra en la Figura 10a, o puede estar provisto con un medio de conexión de salida 770C en una cara lateral, como se muestra en la Figura 10b. Convenientemente, los dos módulos mostrados en las Figuras 10a y 10b, 752A y 752D pueden estar realizados a partir de una pieza forjada común. Las salidas pueden estar mecanizadas bien sobre la superficie superior o en una superficie lateral, para proporcionar las dos formas de salida indicadas en las Figuras 10a y 10b. Así, un módulo regulador de presión puede tener dos tipos de salida, vertical y horizontal, para usarse de forma diferente dependiendo de sus aplicaciones. La versión de salida vertical es el módulo que se va a conectar a al menos un módulo más en una disposición apilada vertical. La versión de salida horizontal es para un módulo que va a constituir el último módulo, tal como una válvula industrial o de aplicación médica integrada en la que el único módulo será un módulo regulador de presión.

En la Figura 10c se muestra esquemáticamente la circuitería interna de un módulo superior para una botella típica tal como se muestra en la Figura 10b. En la Figura 10c, los componentes mostrados corresponden a los componentes en el dispositivo 52 en la Figura 3. Componentes correspondientes están indicados por números de referencia similares, pero con el número 7 añadido antes del número de referencia. La diferencia entre la realización de la Figura 10c y la de la Figura 3 es que el medio 70 de salida de la Figura 3 se ha desplazado desde una superficie superior del cuerpo 54 y se muestra en la Figura 10c como medio 770 de salida situado en una cara lateral del cuerpo 754.

De forma más preferida, el medio 770 de salida encara lateralmente con respecto al módulo, con preferencia encarado en una dirección horizontal. Como se ha explicado, la ventaja es que, en especial en situaciones industriales, el medio 770 de salida es menos propenso a ser contaminado por la caída de contaminantes, si está mondado en una cara lateral de la unidad, encarado lateralmente, que en una cara superior, encarado hacia arriba.

En ejemplos de la realización de la Figura 10c, el regulador 766 de presión puede ser un regulador fijo o un regulador de presión variable. El circuito 773, 772 y 763 de gas de purga es opcional y puede omitirse totalmente. De igual modo, la válvula 769 de aislamiento es opcional y puede omitirse totalmente. Cuando se incluye, la válvula 769 puede ser una válvula de cierre o puede ser una válvula de aguja que actúa como válvula de regulación de flujo en lugar de como válvula de cierre.

Las Figuras 10a a 10m muestran, respectivamente: un apilamiento de módulos que caracterizan la invención (la Figura 10a); un módulo único fijado a la parte superior de una botella de gas que caracteriza un aspecto de la invención (la Figura 10b); la circuitería interna de un ejemplo de dicho módulo (la Figura 10c); y diez vistas de ejemplos del módulo mostrado en la Figura 10c. Las diez vistas consisten en vistas mostradas en las Figuras 10d a 10m. Las vistas en las

Figuras 10d a 10i se refieren a un ejemplo del dispositivo mostrado en la Figura 10c y las Figuras 10j a 10m muestran un segundo ejemplo del dispositivo mostrado en la Figura 10c.

Haciendo referencia primero a las Figuras 10d a 10g, se muestran cuatro vistas laterales ortogonales de un ejemplo del dispositivo superior de una botella de la Figura 10c. En este ejemplo, se proporcionan cinco funciones en el dispositivo 752 de regulación de gas, a saber, la válvula 764 de cierre, el manómetro 767 de contenido, la conexión 770 de salida, el regulador 766 de presión y la entrada 761 de llenado. Las Figuras 10h y 10i muestran vistas parcialmente en sección que corresponden a las de las Figuras 10d y la Figura 10e. Como se puede apreciar, el dispositivo incluye un alojamiento 750 que rodea el cuerpo de soporte principal del dispositivo y separado del mismo, disponiendo el alojamiento de una serie de aberturas que permiten el acceso a, o la visualización de, diversos componentes que llevan a cabo las funciones enumeradas. De forma conveniente, el alojamiento 750 puede estar conformado para proporcionar medios para manipular el recipiente de gas al que está conectado el dispositivo en el medio 756 de conexión de entrada. (El asa y la botella de gas no se muestran en las Figuras 10d a 10m). El significado de las Figuras 10d a 10i, es que se muestra una disposición conveniente de componentes para permitir el acceso y visualización de los componentes que llevan a cabo cinco funciones, a través de cuatro orificios u aberturas ortogonales en el alojamiento 750. Se apreciará que el ejemplo mostrado en las Figuras 10d a 10i, es uno en el que ciertos componentes de la Figura 10c pueden estar omitidos, por ejemplo el circuito 773, 772 y 763 de gas de purga.

Las Figuras 10j a 10m muestran vistas laterales ortogonales de otro ejemplo del dispositivo de la Figura 10c. En estas figuras, también se proporciona en el ejemplo un regulador 766A de presión ajustable que dispone de un nivel operable manualmente para ajustar la presión; y un manómetro 771 de salida de baja presión (777 en la Figura 10l) que se puede usar para indicar el flujo. Así, las Figuras 10j a 10m muestran cómo se disponen los componentes que proporcionan siete funciones en un dispositivo superior de una botella, de modo que los componentes se pueden valorar o visualizar, a través de cuatro orificios ortogonales.

A continuación se describirán con referencia a las Figuras 11a a 11e, ejemplos de componentes mostrados en las figuras anteriores por símbolos esquemáticos.

En la Figura 11a, se muestra una representación esquemática de un ejemplo del regulador 66 de presión mostrado en la Figura 3, también denominado medio de reducción de presión y también denominado válvula de expansión de presión. El ejemplo en la Figura 11a es un regulador 886 de presión que tiene

un paso 880 de entrada y un paso 881 de salida. El gas a alta presión que entra en el paso 880 pasa a través de una abertura central en un pistón 882 a una cámara 883 y de allí a un elemento de restricción 884. La presión en la cámara 883 determina la posición del pistón 882. Si la presión en la cámara 883 cae por encima de la presión requerida, el pistón 882 se mueve hacia la derecha en la Figura contra un resorte 885 y limita el hueco a través del cual pasa el gas desde el paso 880 de entrada. El ejemplo mostrado en la Figura 11a es un reductor de presión fijo, aunque en otros ejemplos puede existir una reducción de presión ajustable de forma manual.

En la Figura 11b, se muestra una representación esquemática de un ejemplo de válvula 64 de cierre mostrada en la Figura 3, también denominada como válvula de botella principal, y como válvula de cierre de alta presión. El componente de la Figura 11b también se puede usar, con las modificaciones apropiadas, para proporcionar la válvula 60 de llenado, la válvula 69 de aislamiento y las válvulas de control 281, 282, 285 y 289, también mostradas en la Figura 3.

En el ejemplo mostrado en la Figura 11b, una válvula 864 de cierre dispone de un paso 890 de entrada para el gas a alta presión y un paso 891 de salida. Un miembro 892 de válvula móvil puede desplazarse hacia la izquierda en la figura para cerrar la válvula y hacia la derecha en la figura para abrir la válvula, bajo la regulación de un volante 893 accionable de forma manual.

En esta solicitud, por una válvula de cierre se indica una válvula controlable que tiene un estado abierto y un estado cerrado y que dispone de un medio de control para cambiar la válvula entre los estados.

La Figura 11c es una representación esquemática de un ejemplo de la válvula 63 antirretorno mostrada en la Figura 3. El ejemplo mostrado en la Figura 11c se puede usar también, con modificaciones apropiadas, para formar las válvulas 280 y 290 antirretorno en la Figura 3.

En el ejemplo mostrado en la Figura 11c, una válvula antirretorno comprende un paso 895 de entrada que conduce desde un miembro 896 de válvula móvil a un paso 897 de salida. El miembro de válvula móvil está soportado sobre un diafragma 898 y se muestra en la figura en la posición abierta cuando el gas de alta presión en el paso 895 de entrada mantiene el miembro 896 de válvula contra la presión del diafragma 898, alejado del asiento 899 de la válvula. Cuando la presión en el paso 895 de entrada cae por debajo de un nivel predeterminado, el diafragma 898 empuja el miembro 896 de válvula móvil contra el asiento 899 cerrando la válvula.

Se apreciará que en general cuando se muestran componentes similares en otras realizaciones, se pueden usar los ejemplos dados en las Figuras 11a a 11c.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de regulación de gas para usar con una botella de gas comprimido que comprende un módulo (152) "primario" separado que comprende un cuerpo (154) que dispone de:

un recorrido (155) de flujo de gas principal a través del cuerpo, teniendo dicho recorrido una entrada de suministro de gas de alta presión y una salida de suministro de gas de baja presión,

un recorrido de llenado de gas de alta presión a través del cuerpo, teniendo dicho recorrido una entrada (161) de llenado de gas de alta presión y una salida de llenado de gas de alta presión,

medios (156) de conexión de entrada para montar y soportar el cuerpo (154) en una botella (111) de gas comprimido y conectar la botella a dicho cuerpo tanto con la entrada de suministro de gas de alta presión como con la salida de llenado de suministro de gas de alta presión que comunica con la botella de gas para permitir el flujo de gas desde la botella a dicha entrada de suministro de gas de alta presión o el flujo de gas desde la salida de llenado de gas de alta presión a la botella,

un medio (166) reductor de presión en el recorrido (155) de flujo de gas principal para proporcionar a dicha salida de suministro de gas de baja presión gas a una presión seleccionada sustancialmente menor que la de la botella (111),

una válvula (164) de cierre del recorrido de flujo de gas principal de alta presión en el recorrido (155) de flujo de gas principal, y

un medio (170) de conexión de salida que comunica con la citada salida de suministro de gas de baja presión;

caracterizado porque, la válvula (164) de cierre del recorrido de flujo de gas principal de alta presión está situada aguas arriba del medio (166) reductor de presión para abrir selectivamente y cerrar de forma estanca dicho recorrido (155) de flujo y se ha dispuesto una válvula (160) de cierre del recorrido de llenado de gas de alta presión en el recorrido de flujo de llenado de gas de alta presión para abrir selectivamente y cerrar de forma estanca dicho recorrido de flujo, y

con la condición de que, cuando dicho medio (170) de conexión de salida no está adaptado para montar directamente sobre el módulo primario un módulo secundario (252) separado que tiene una entrada de recorrido de flujo de gas con la salida de suministro de gas de baja presión del módulo primario en comunicación con dicha entrada de recorrido de flujo de gas del módulo secundario, el recorrido de llenado de gas de alta presión está separado del recorrido (155) de flujo de gas principal y la entrada de suministro de gas de alta presión y la salida de llenado de gas de alta presión comunican por separado con la botella (111) de gas.

2. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que el cuerpo (152) del módulo primario también comprende:

un recorrido de flujo de gas de purga que tiene una entrada (173) de gas de purga y que comunica con el recorrido (155) de flujo del gas principal del módulo primario aguas arriba del medio (166) reductor de presión para admitir gas de purga al recorrido (155) de flujo de gas principal del módulo primario, y

una válvula (172) de gas de purga para abrir selec-

tivamente y cerrar de forma estanca dicho recorrido de flujo de gas de purga.

3. Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, aguas arriba del medio (166) reductor de presión, un dispositivo (165) de alivio de seguridad de alta presión, o una región de alivio de seguridad de alta presión adaptada para proporcionar estructura para el montaje de un dispositivo de alivio de seguridad.

4. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, aguas abajo del medio (166) reductor de presión, un indicador (171) de baja presión, o una región indicadora de baja presión adaptada para proporcionar estructura para un indicador de presión para indicar la presión en el recorrido (155) de flujo de gas principal aguas abajo del medio reductor de presión.

5. Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que la entrada de suministro de gas de alta presión del módulo primario es común a la salida de llenado de gas de alta presión del módulo primario y el recorrido (155) de gas principal del módulo primario y el recorrido de llenado de alta presión del módulo primario tienen un recorrido común a una posición aguas arriba del medio (166) reductor de presión del módulo primario.

6. Un dispositivo de regulación de gas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una válvula de presión residual en la entrada de suministro de gas de alta presión.

7. Un dispositivo de regulación de gas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una válvula (169) de cierre del recorrido de flujo principal de gas de baja presión aguas abajo del medio (166) reductor de presión para abrir selectivamente y cerrar de forma estanca dicho recorrido de flujo.

8. Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recorrido de llenado de alta presión está separado del recorrido (155) de flujo de gas principal y la entrada de suministro de gas de alta presión y la salida de llenado de gas de alta presión comunican por separado con la botella (111) de gas.

9. Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el medio (170) de conexión de salida está adaptado para montar directamente sobre el módulo primario (152) un módulo secundario (252) separado que dispone de una entrada (256) de recorrido de flujo de gas con la salida (170) de suministro de gas de baja presión del módulo primario en comunicación con dicha entrada (256) de recorrido de flujo de gas del módulo secundario.

10. Un dispositivo según la reivindicación 9, en el que dicho medio (170) de conexión de salida es un medio (70) de conexión de salida de conexión rápida.

11. Un dispositivo según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que el recorrido de llenado de alta presión está separado del recorrido (155) de flujo de gas principal y la entrada de suministro de gas de alta presión y la salida de llenado de gas de alta presión comunican por separado con la botella (111) de gas.

12. Un dispositivo de regulación de gas según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende, directamente montado sobre dicho medio (170) de conexión de salida, un módulo secundario (252) separado que dispone de una entrada (256) de recorrido de flujo de gas con la salida (170) de sumi-

nistro de gas de baja presión del módulo primario en comunicación con dicha entrada (256) de recorrido de flujo de gas del módulo secundario.

13. Un dispositivo de regulación de gas modular según la reivindicación 12, en el que dicho módulo secundario (252) comprende un cuerpo (254) que tiene:

un recorrido (255) de flujo de gas principal a través del cuerpo, disponiendo dicho recorrido de una entrada (256) de suministro de gas y una salida (270) de suministro de gas,

un medio (256) de conexión de entrada solidario con el medio (170) de conexión de salida del módulo primario para montar directamente el cuerpo (254) del módulo secundario sobre el módulo primario (152), comunicando la entrada (256) de suministro de gas del módulo secundario con la salida (170) de suministro de baja presión del módulo primario para permitir el flujo de gas de baja presión desde el módulo primario (152) al módulo secundario (252),

un medio (270) de conexión de salida que comunica con dicha salida de suministro de gas del módulo secundario, y

una combinación de al menos dos componentes funcionales para llevar a cabo funciones relacionadas con el flujo de gas a través del módulo secundario.

14. Un dispositivo de regulación de gas modular según la reivindicación 13 para usar con una botella de gas comprimido que tiene un eje principal de botella, en el que cada uno de los módulos tiene un eje principal que pasa a través de su medio de conexión de entrada y su medio de conexión de salida, estando alineado el recorrido de flujo de gas principal de cada módulo a lo largo de su eje principal por al menos parte de su longitud, y siendo el eje principal de los módulos cuando están ensamblados sustancialmente coaxial con el eje principal de la botella.

15. Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 que incluye al menos dos de los citados módulos secundarios (252), de los cuales un módulo secundario está montado sobre el módulo primario (152) y el otro, o cada uno de los otros módulos secundarios está(n) montado(s) sobre un módulo secundario precedente formando un apilamiento de módulos secundarios uno encima de otro.

16. Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que el módulo secundario tiene al menos dos componentes funcionales seleccio-

nados de medio para medir el flujo de gas, medio para modificar los parámetros del flujo de gas, medio para cerrar el flujo de gas, medio para ventear el flujo de gas, medio para mezclar el flujo de gas y medio para cualquier combinación de dichas funciones.

17. Un dispositivo de regulación de gas modular según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14 dispuesto interconectando un conjunto de módulos separados, comprendiendo el conjunto de módulos el módulo primario (152) y una pluralidad de dichos módulos secundarios (252), cooperando el medio (256) de conexión de entrada de cada módulo secundario (252) con el medio (170, 270) de conexión de salida de un módulo primario (152) o módulo secundario (252) para montar directamente el cuerpo (254) del módulo secundario respectivo sobre el módulo primario (152) o sobre otro módulo secundario (252), comunicando la entrada de suministro de gas del módulo secundario respectivo con la salida de suministro de gas del módulo primario o el módulo secundario anterior.

18. Un dispositivo de regulación de gas modular según la reivindicación 17, en el que al menos un módulo secundario es un módulo de vacío que comprende un orificio (287) de venteo y un medio (289, 286) de válvula cerrable para redireccionar de forma selectiva el flujo de gas desde la entrada (256) de suministro de gas del módulo secundario respectivo para ventear a través del orificio de venteo, producir un vacío en la salida (270) de suministro de gas del módulo secundario respectivo para evacuar aparatos conectados al medio (270) de conexión de salida del módulo secundario respectivo.

19. Un dispositivo de regulación de gas modular según la reivindicación 17, en el que al menos un medio de conexión de salida del módulo secundario está conectado a una entrada de gas de purga de un aparato en uso.

20. Un dispositivo de regulación de gas modular según la reivindicación 17, en el que al menos un módulo secundario es un módulo mezclador que comprende un recorrido de flujo de gas mezclador que comunica con el recorrido de flujo de gas principal del módulo secundario respectivo y un medio de válvula regulable para añadir al flujo de gas a través de dicho recorrido de flujo de gas principal otro gas con el fin de suministrar una mezcla de gases en la salida de suministro de gas del módulo secundario respectivo.

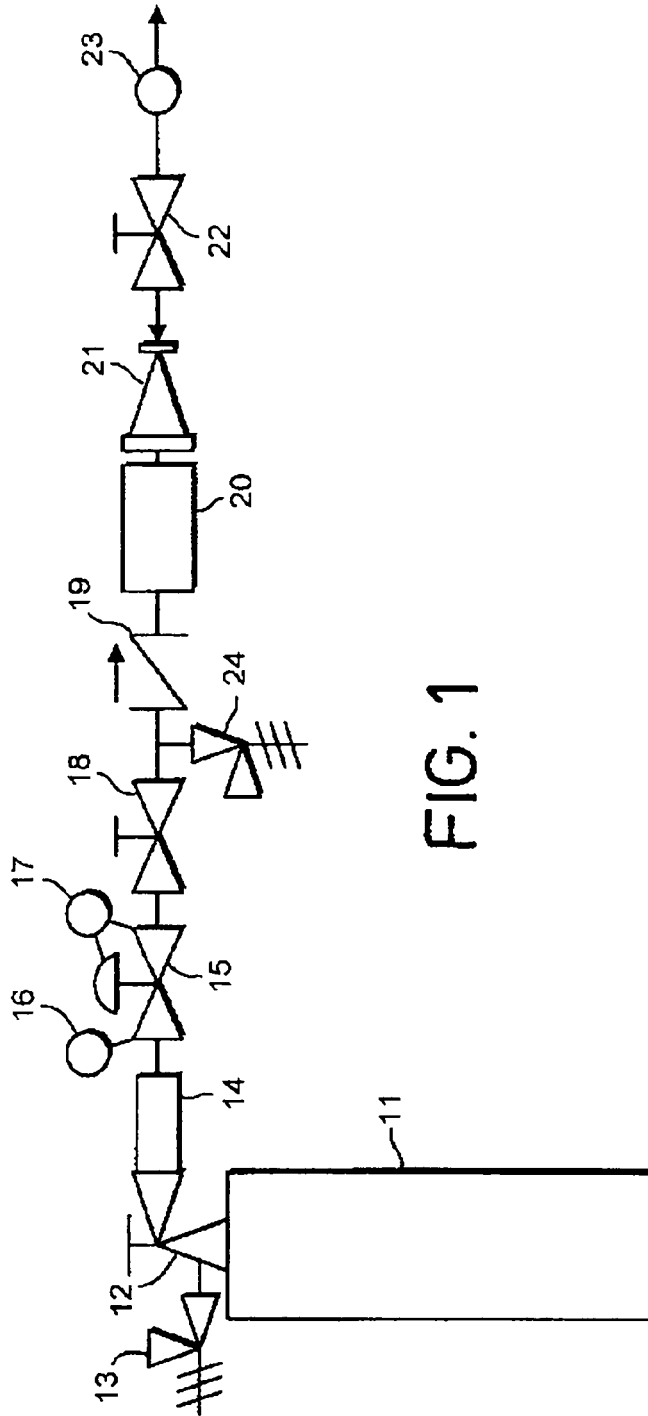


FIG. 1

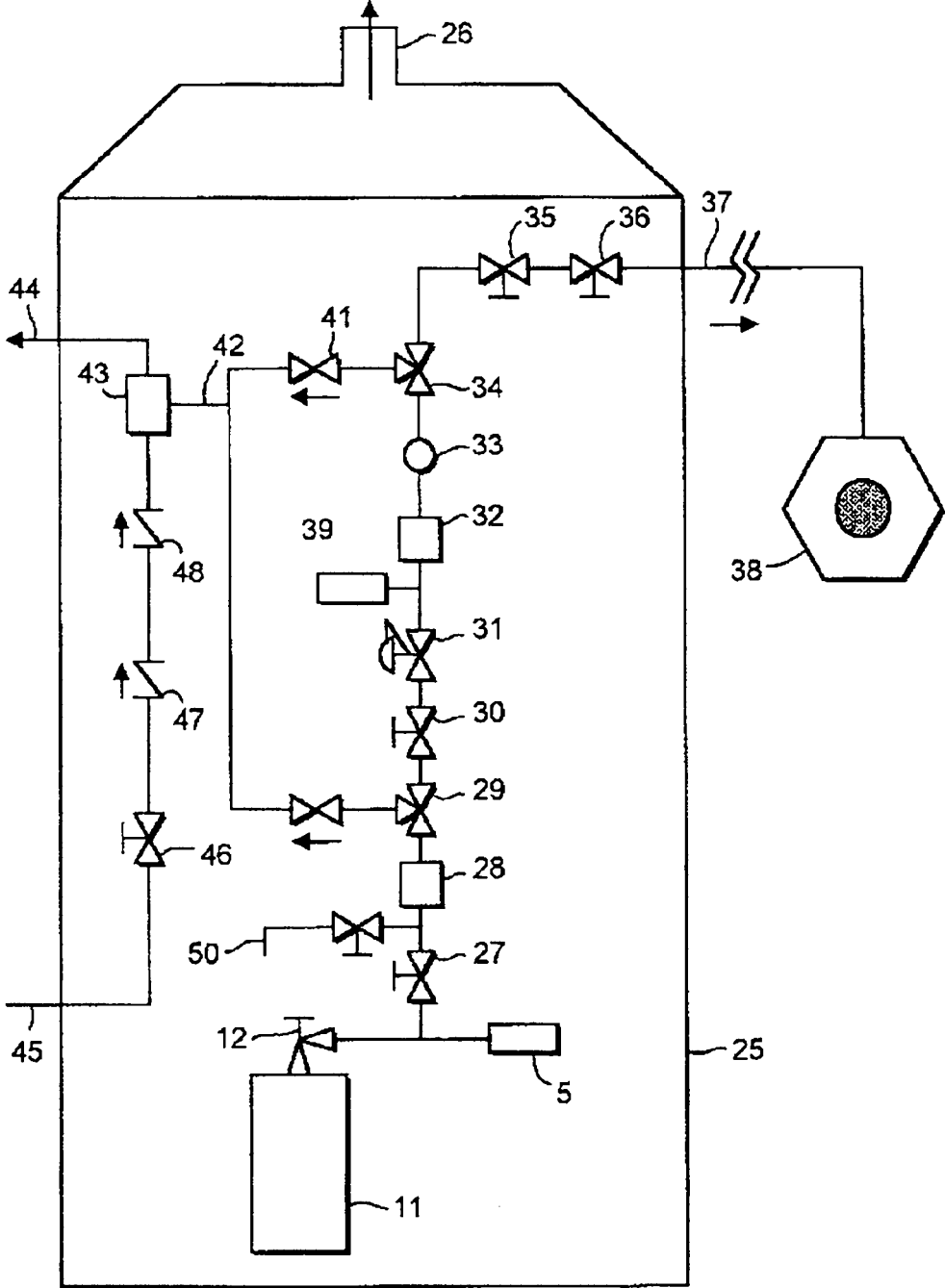


FIG. 2

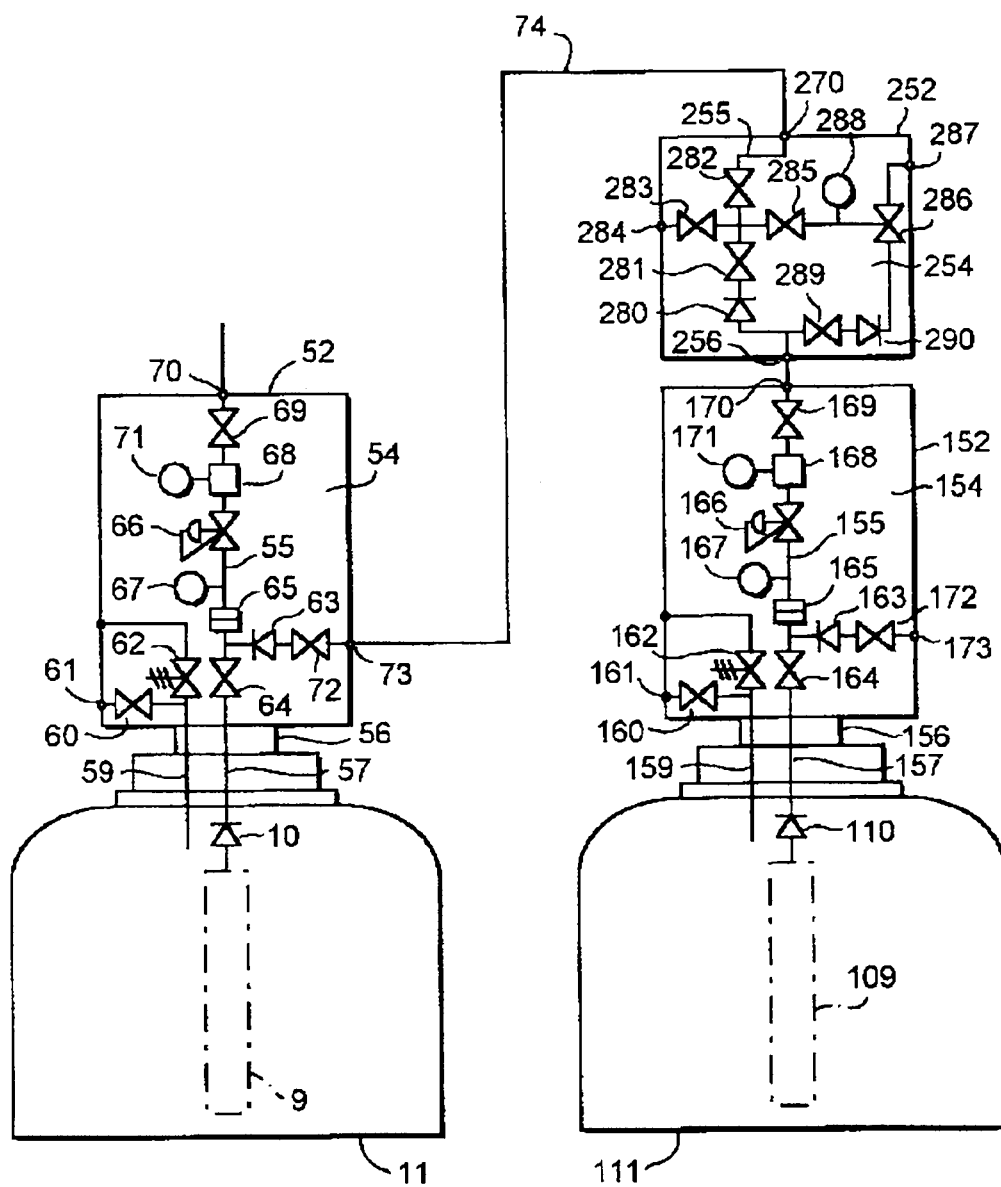


FIG. 3

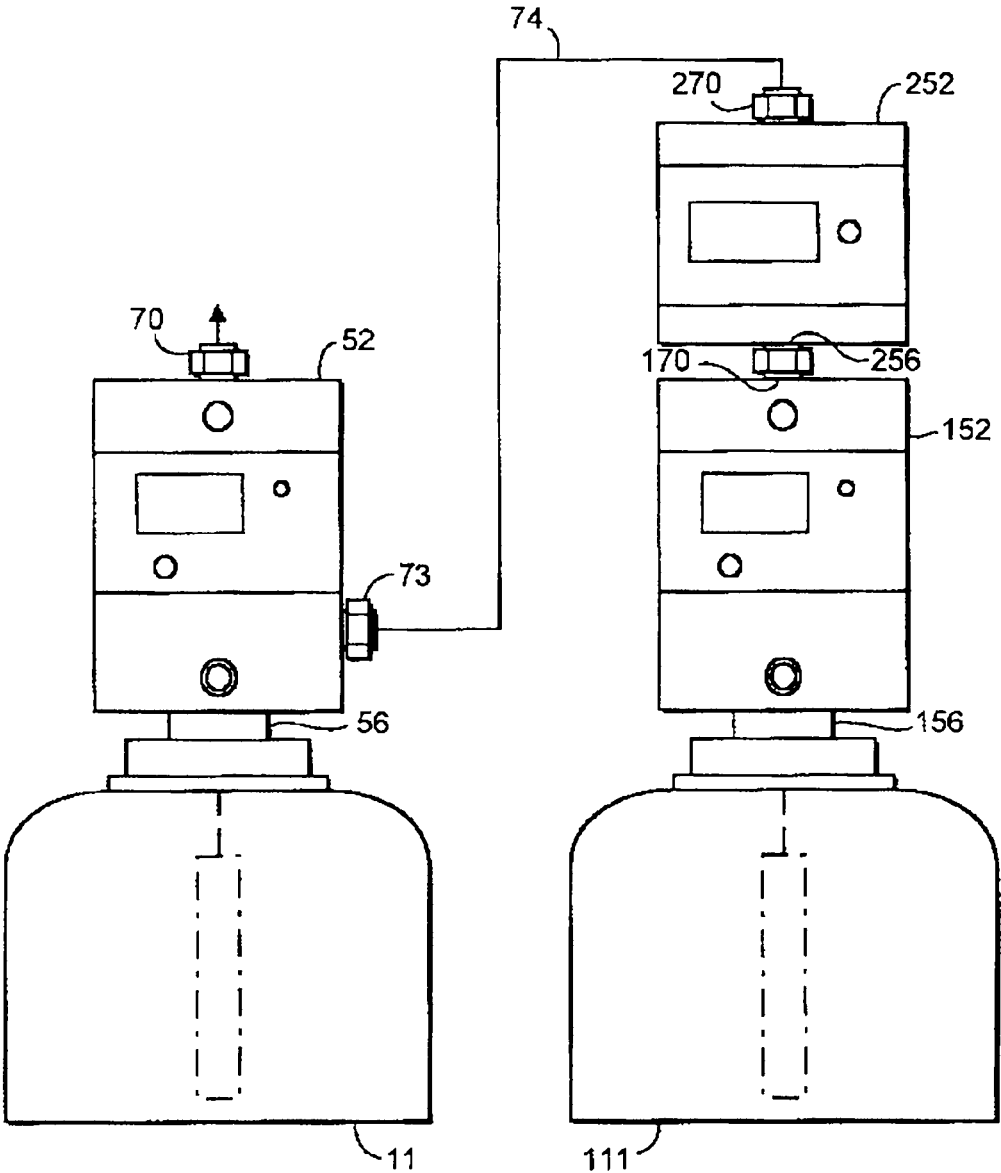


FIG. 4

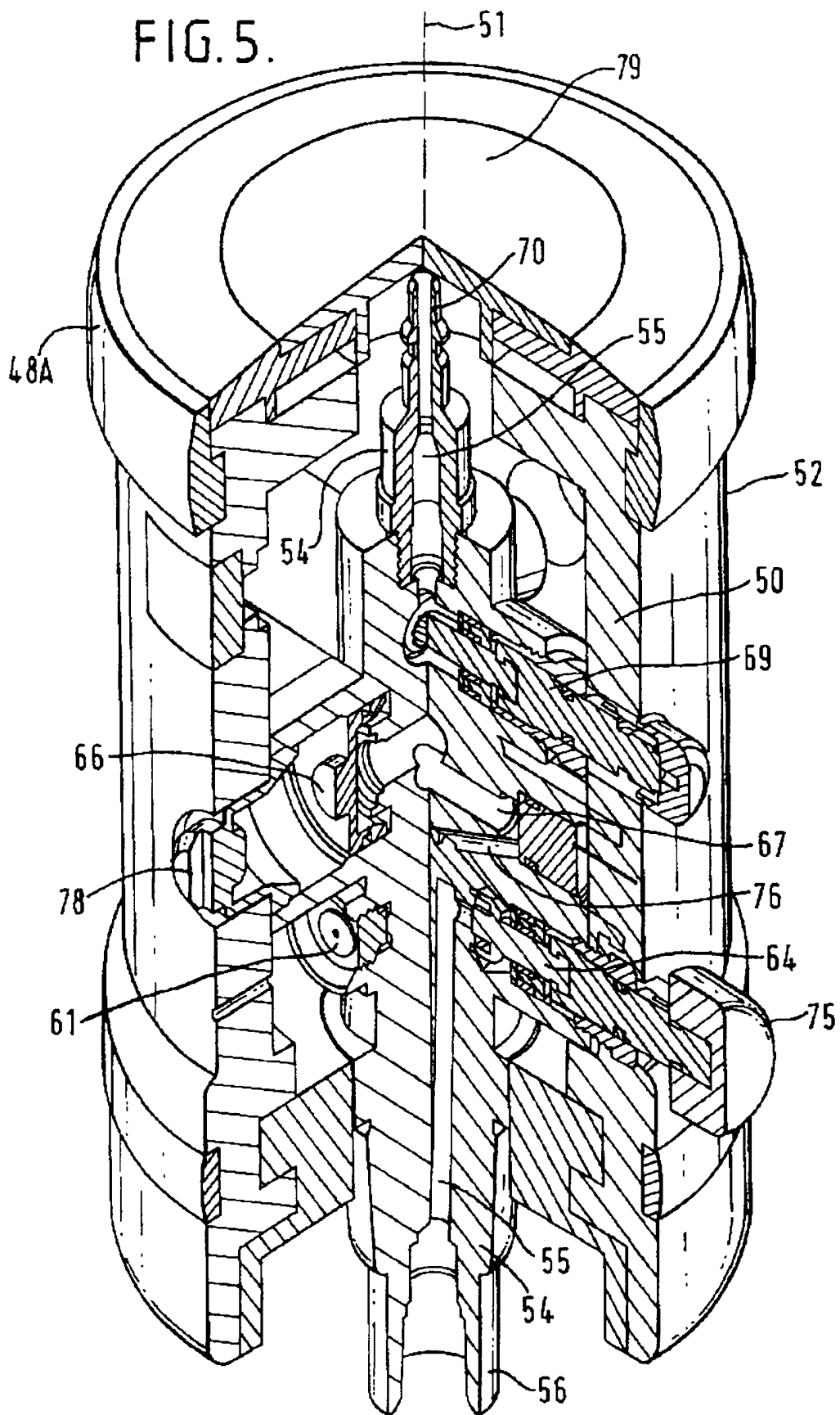
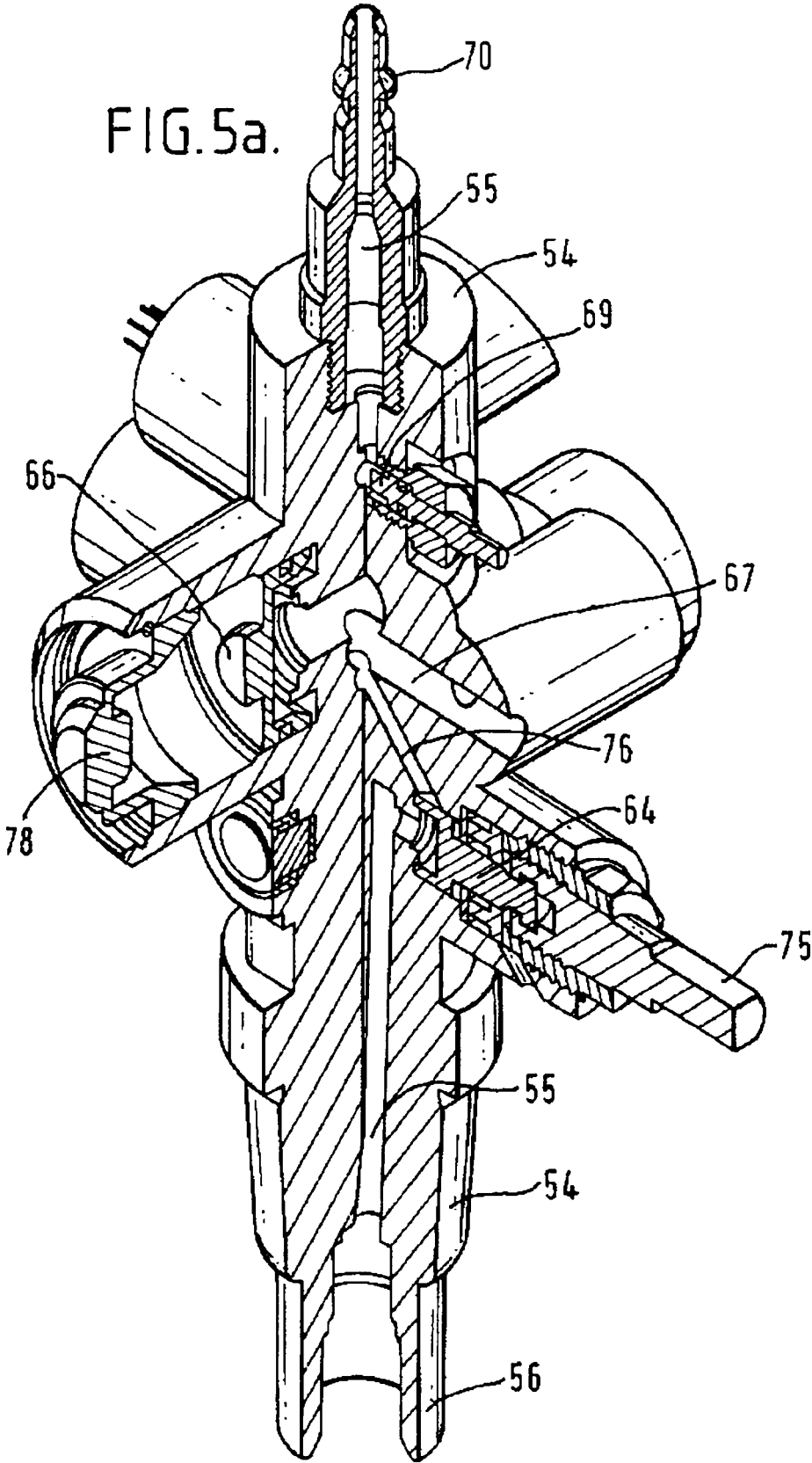


FIG.5a.



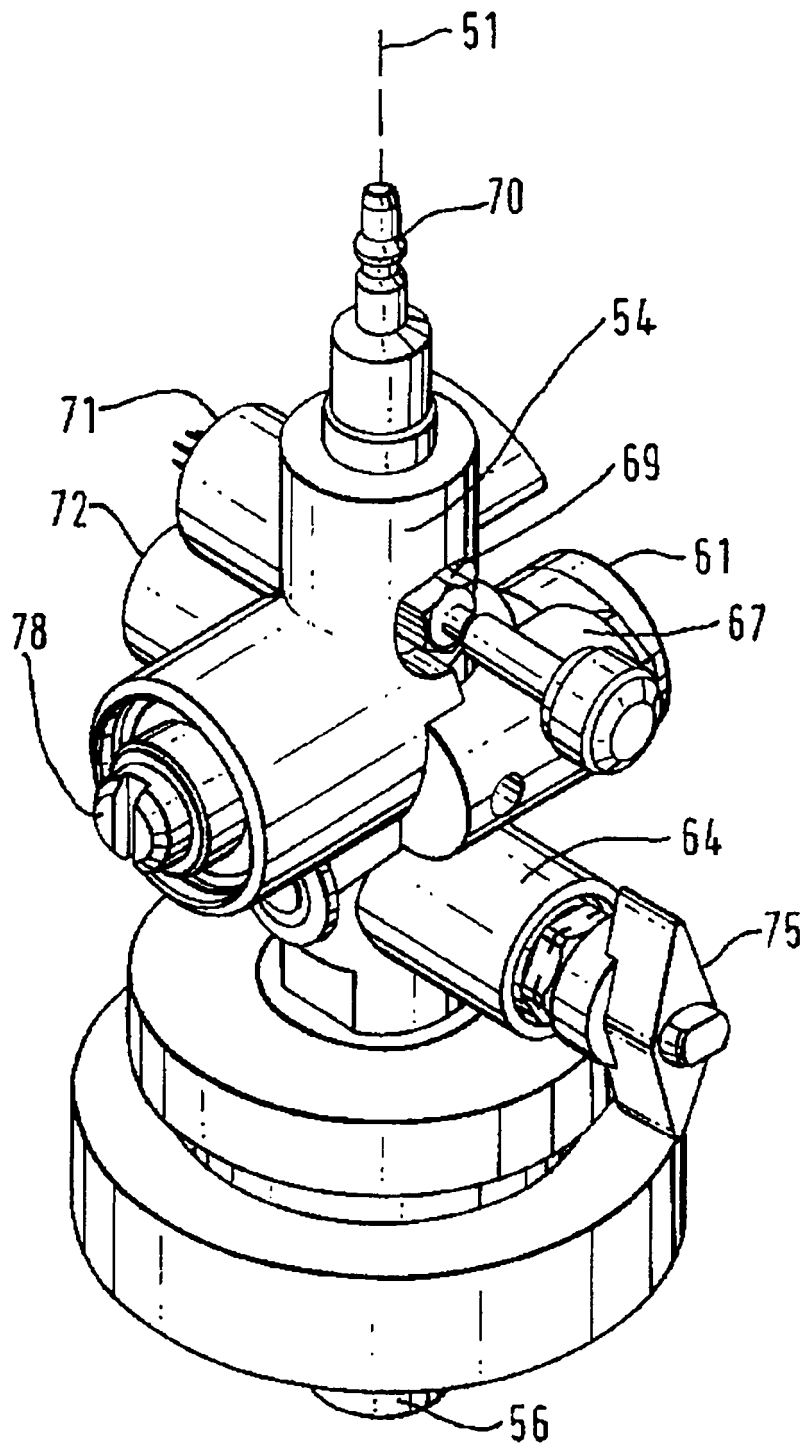


FIG. 5b.

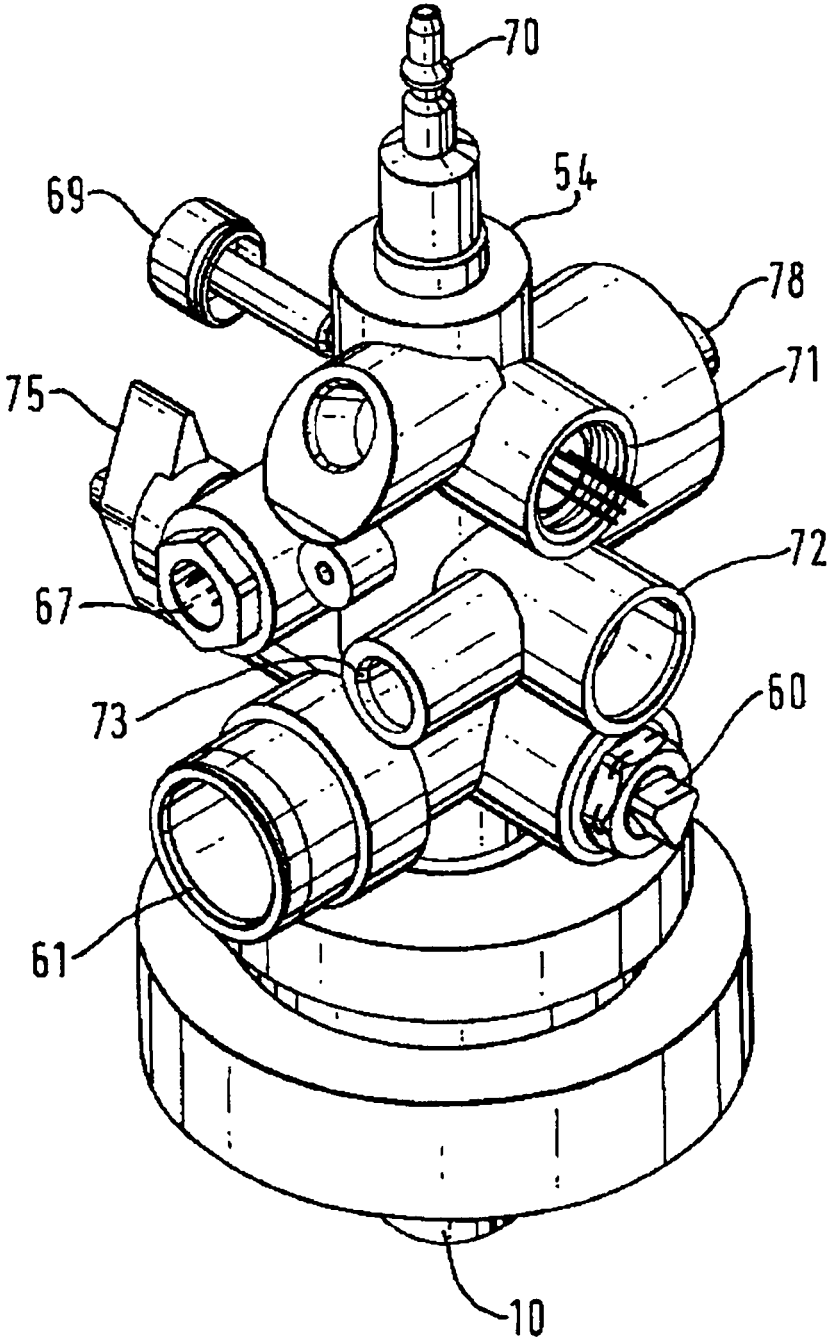


FIG. 5c.

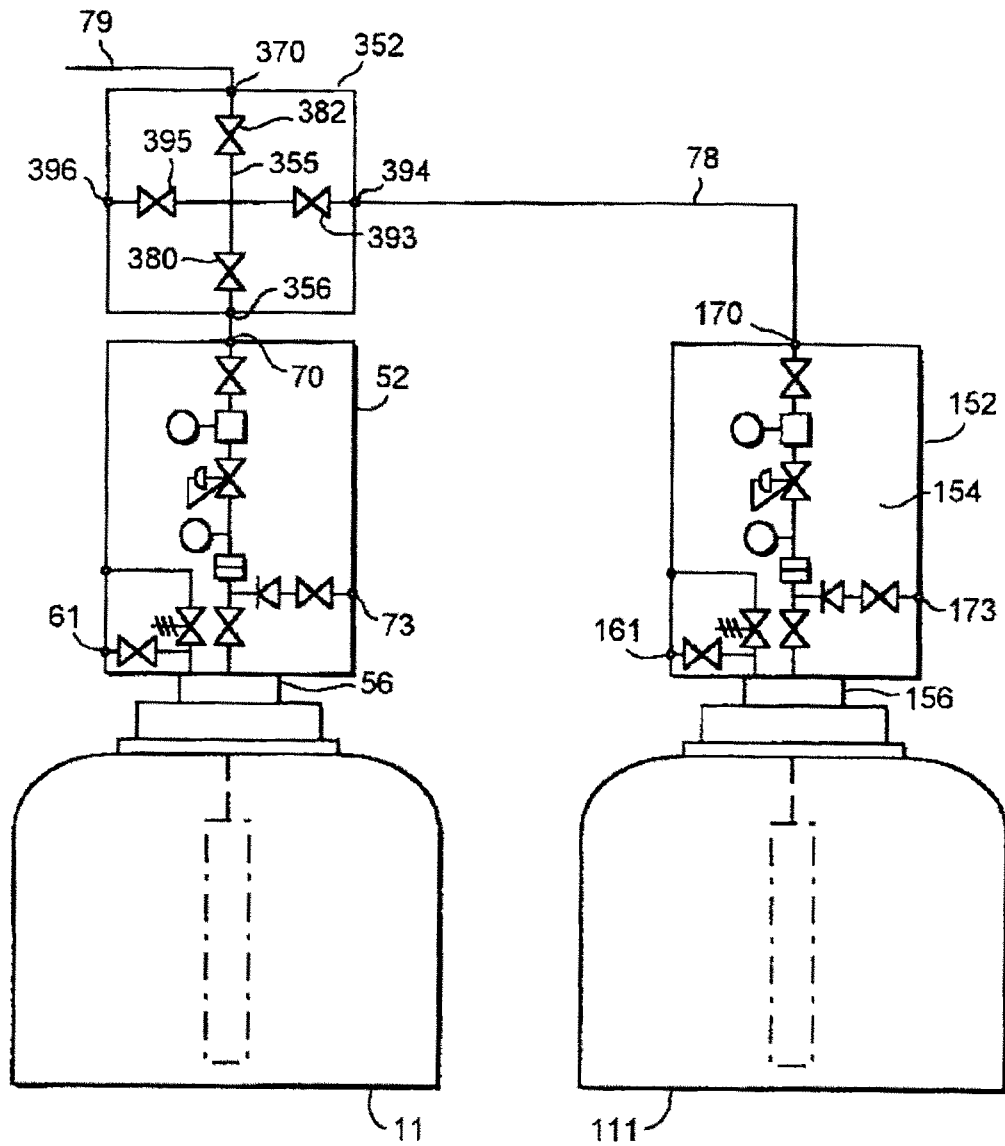


FIG. 6

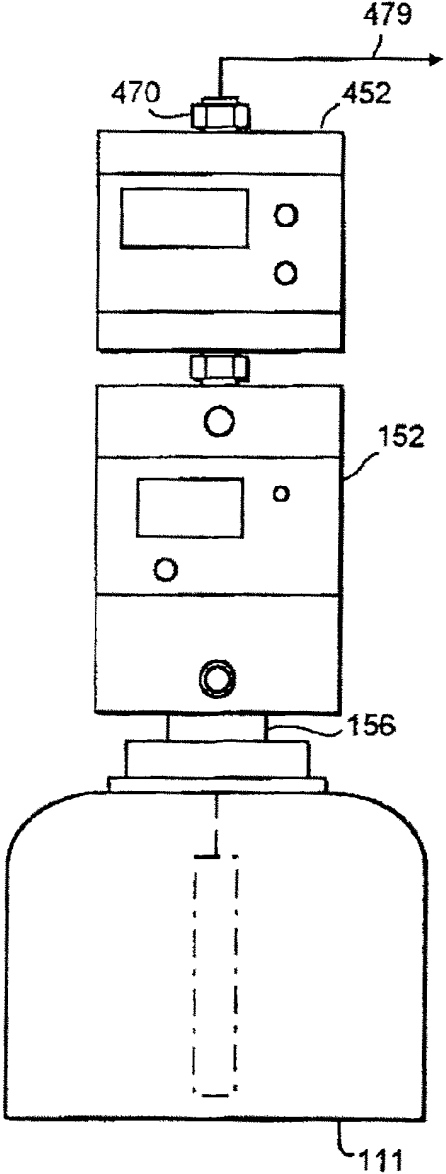


FIG. 7a

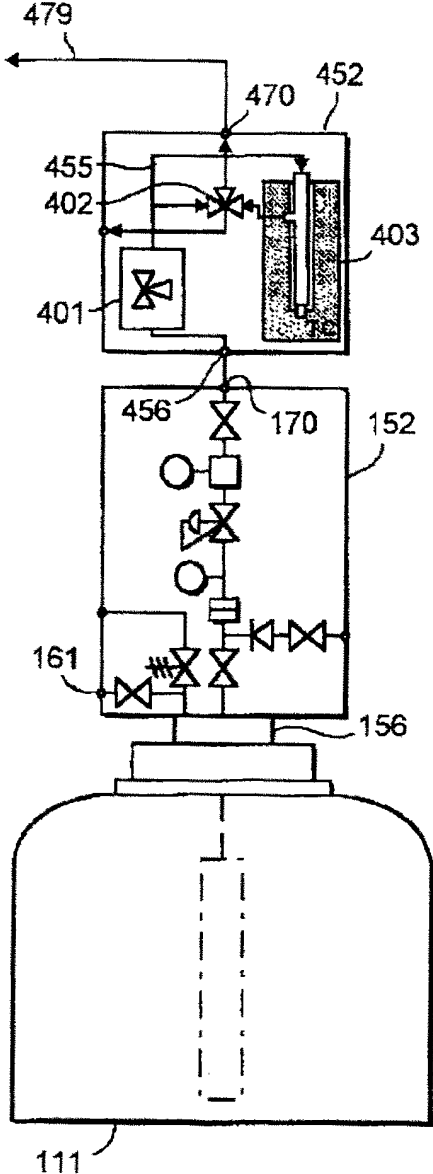


FIG. 7b

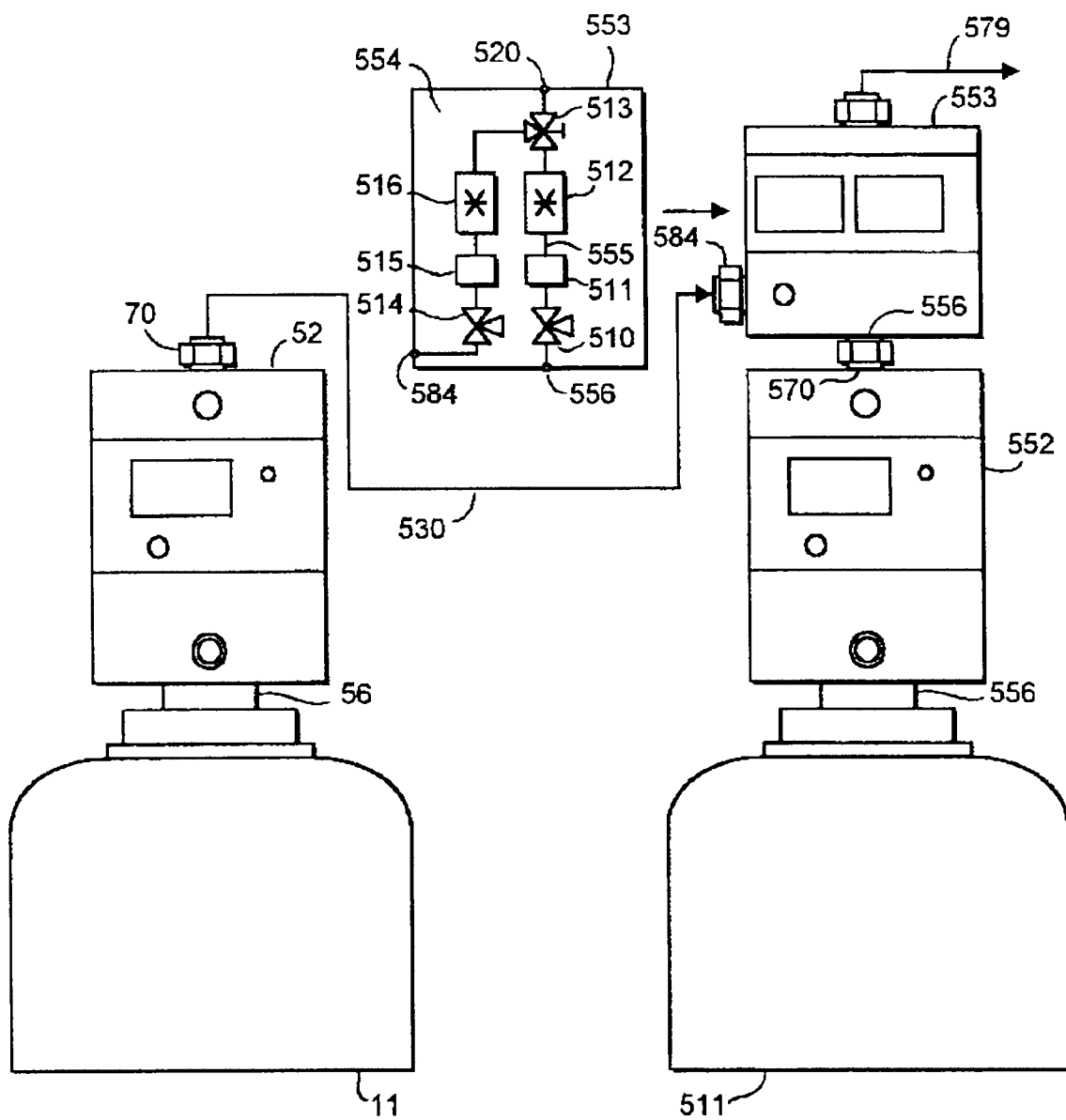


FIG. 8a

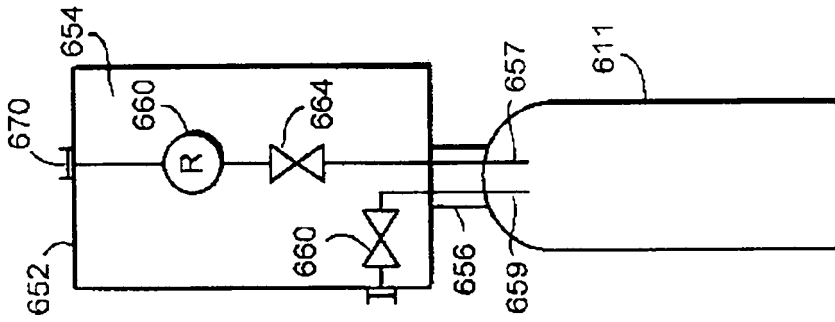


FIG. 9d

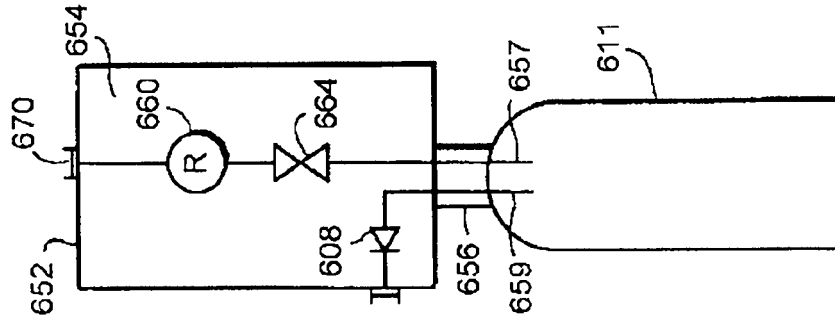


FIG. 9c

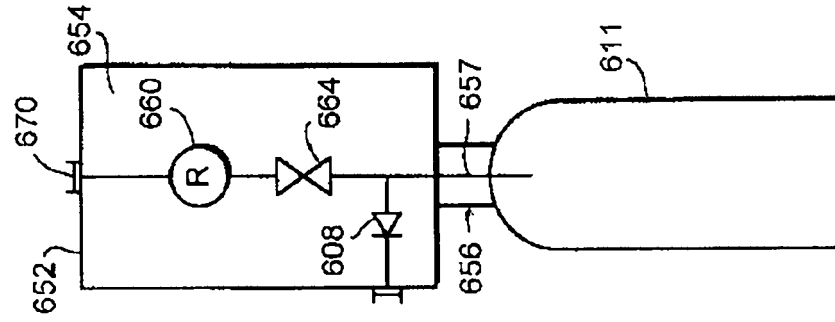


FIG. 9b

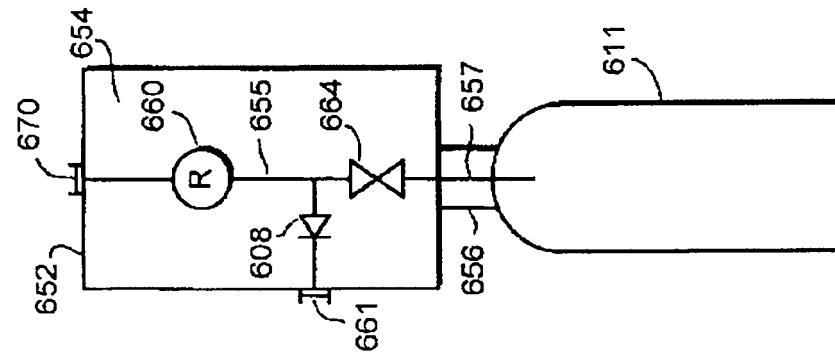


FIG. 9a

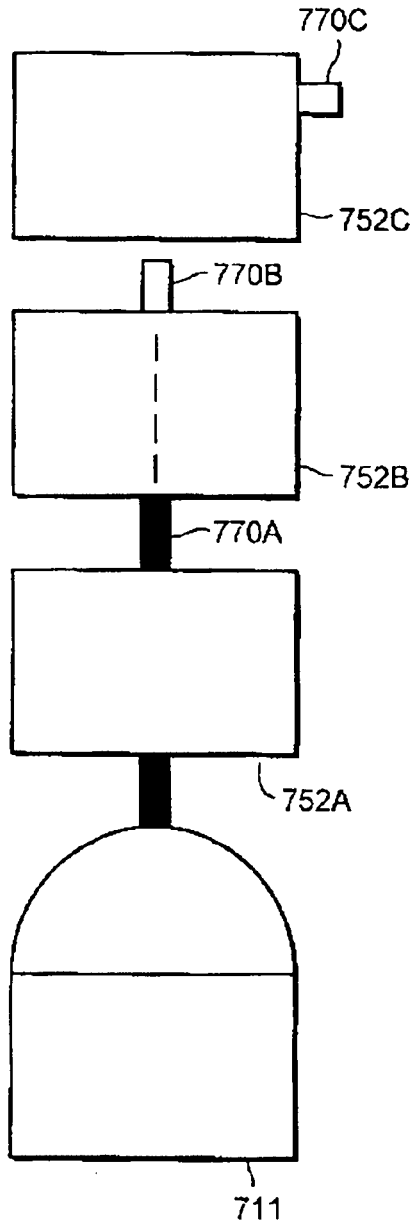


FIG. 10a

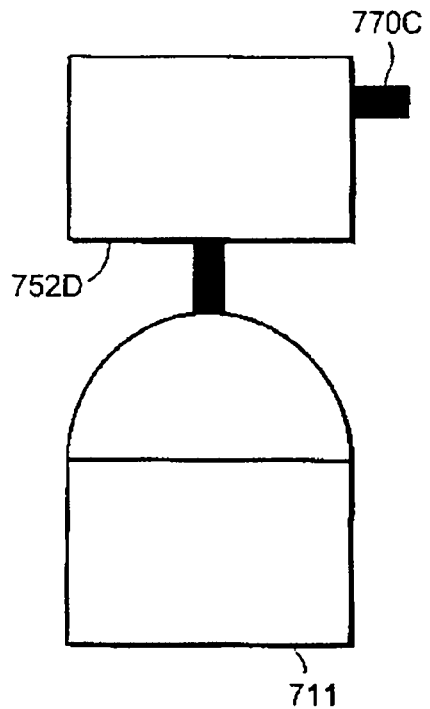


FIG. 10b

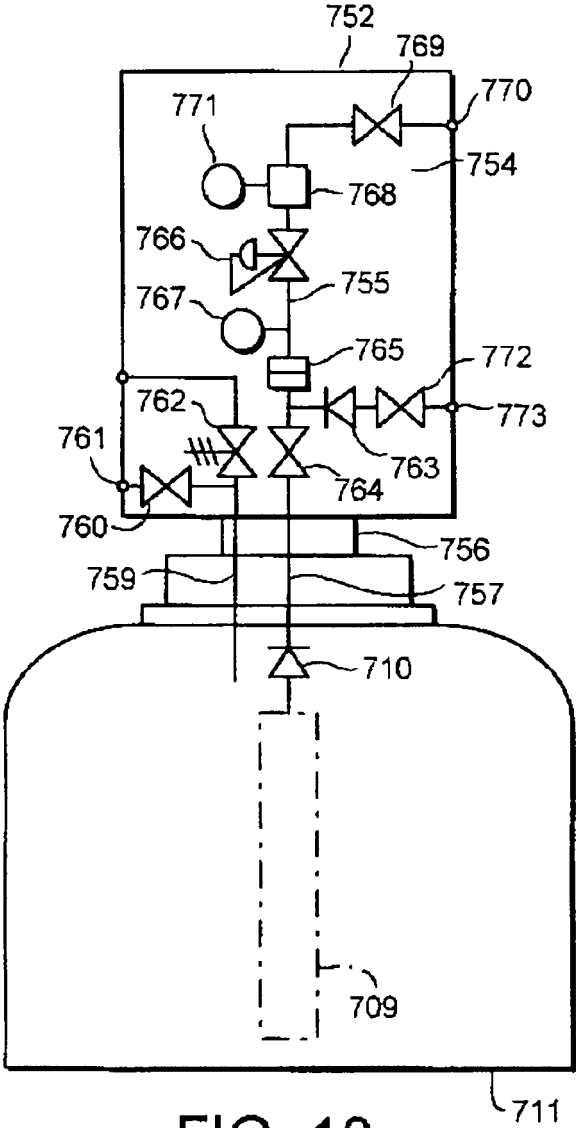


FIG. 10c

15 / 18

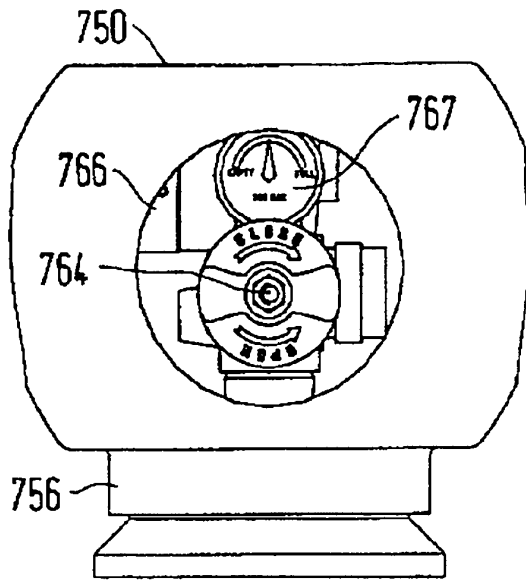


FIG. 10d

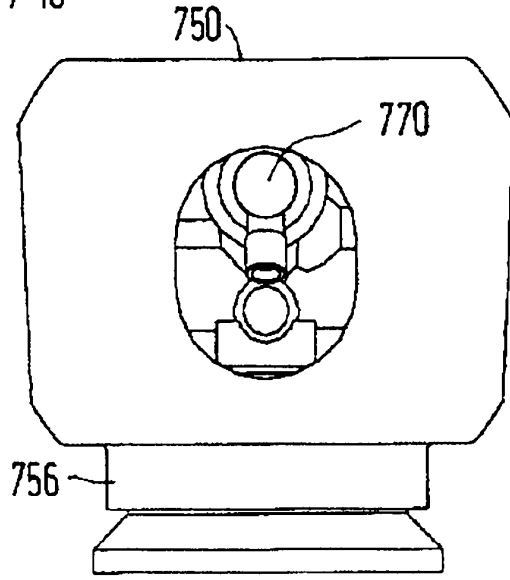


FIG. 10e

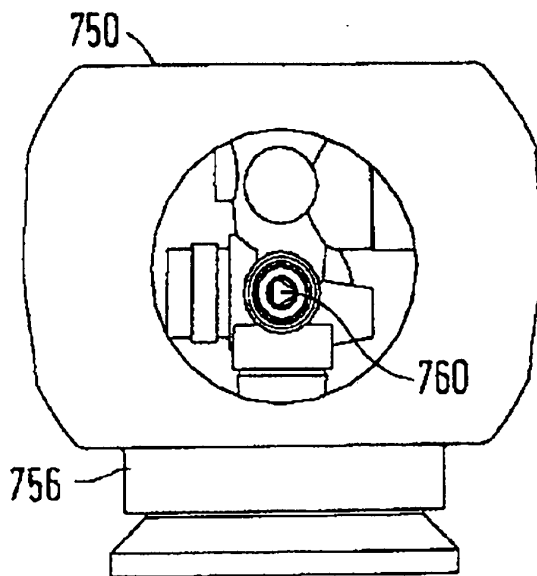


FIG. 10f

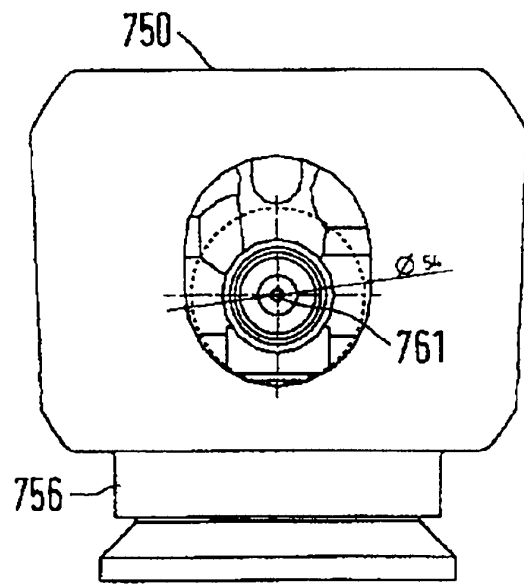


FIG. 10g

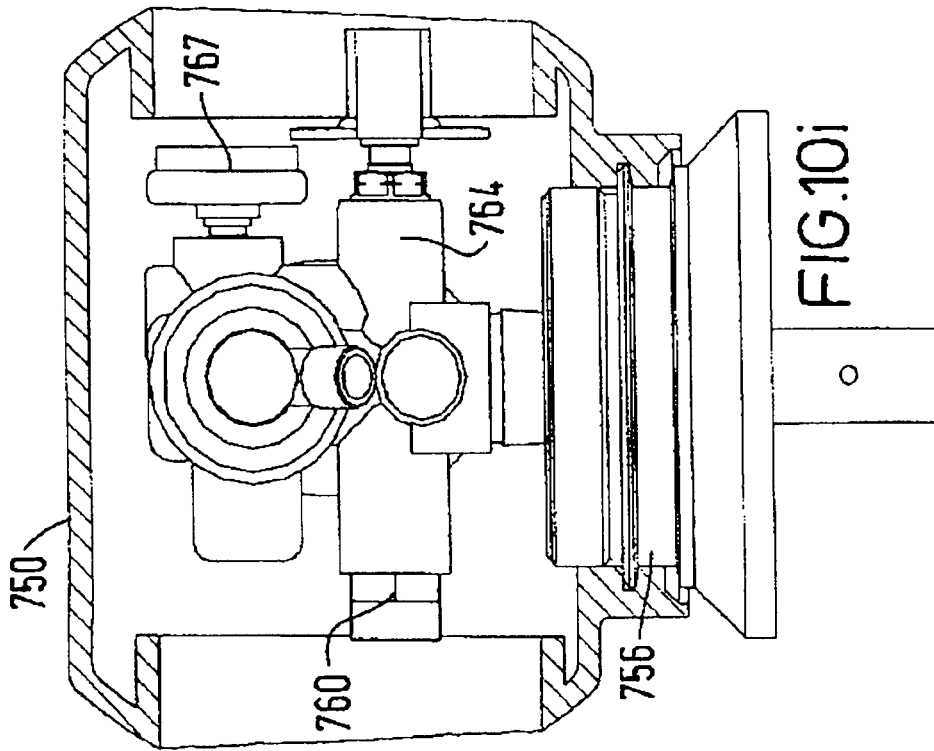


FIG.10i

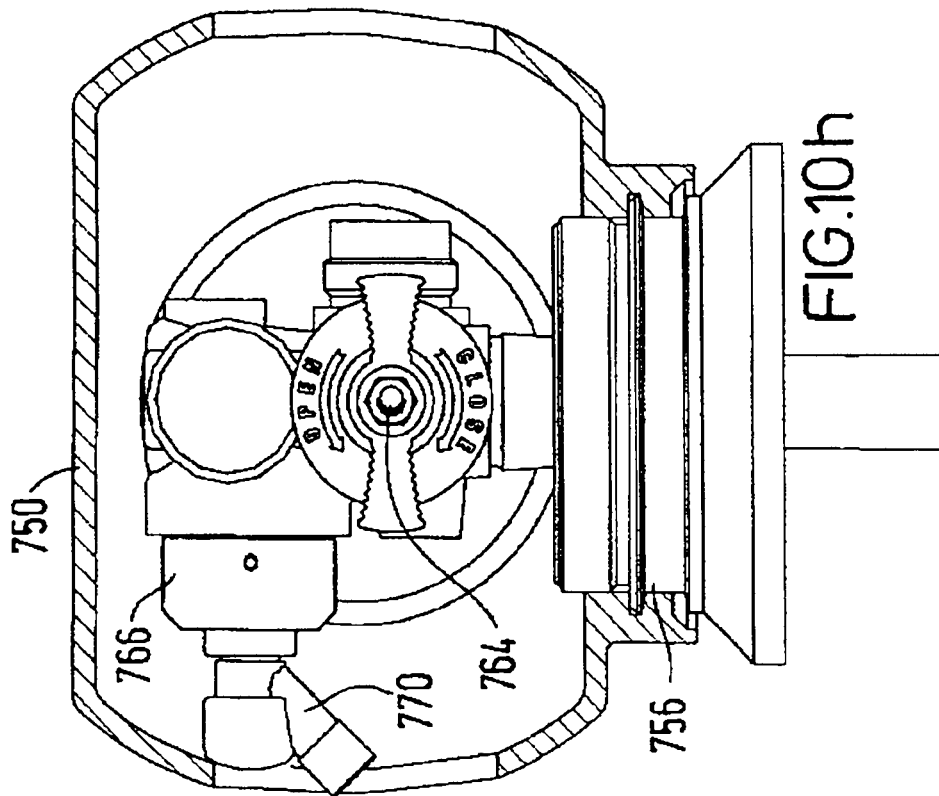


FIG.10h

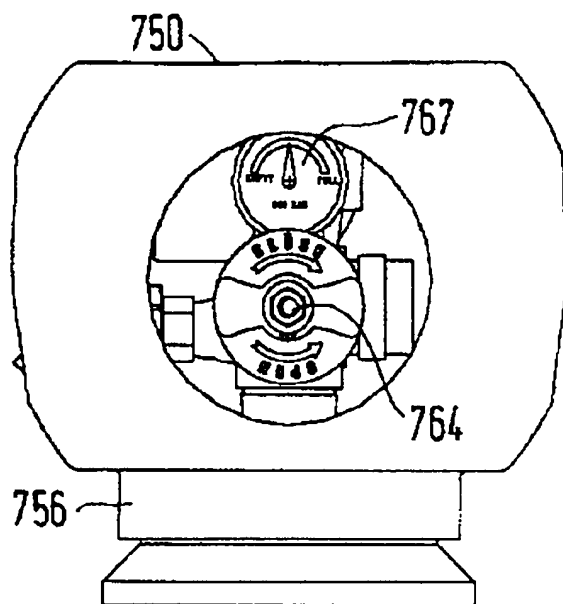


FIG. 10j

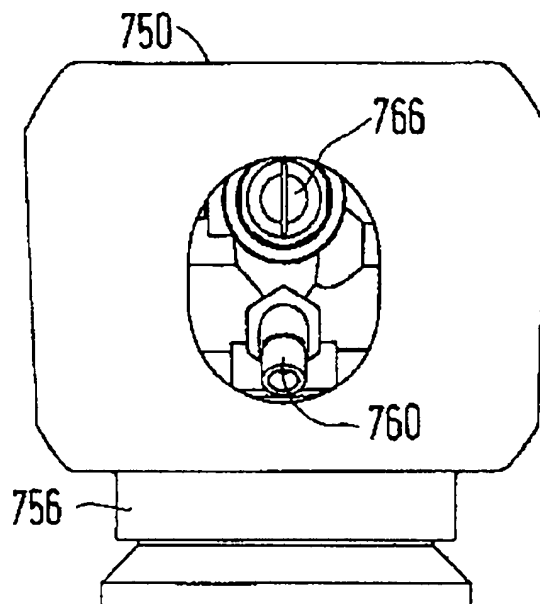


FIG. 10k

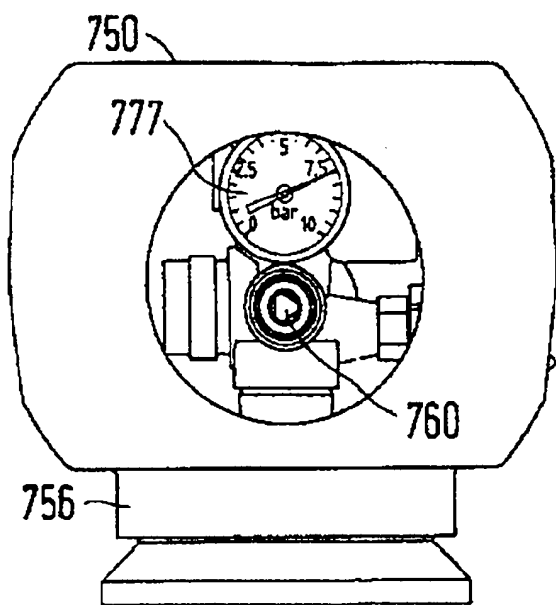


FIG. 10l

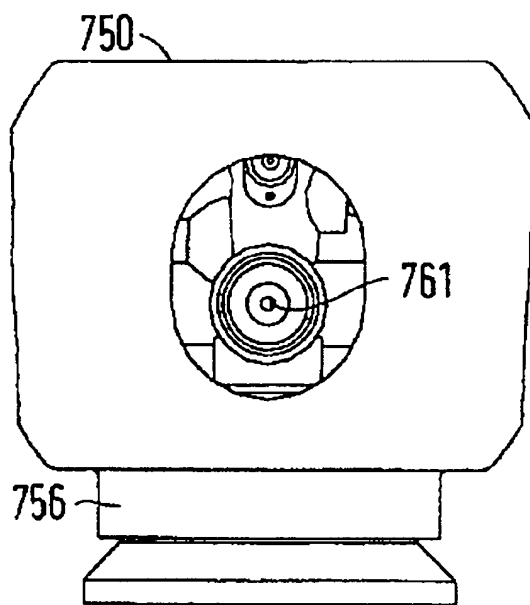


FIG. 10m

