



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 363 277**

(51) Int. Cl.:

B08B 9/027 (2006.01)

B08B 5/00 (2006.01)

G05B 11/01 (2006.01)

G06F 15/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **03736812 .3**

(96) Fecha de presentación : **29.05.2003**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1511583**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.03.2005**

(54) Título: **Sistema y método de suministro de gas basados en presión para reducir los riesgos asociados con el almacenamiento y suministro de gases de alta presión.**

(30) Prioridad: **10.06.2002 US 166242**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.07.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.07.2011

(73) Titular/es:
ADVANCED TECHNOLOGY MATERIALS, Inc.
7 Commerce Drive
Danbury, Connecticut 06810, US

(72) Inventor/es: **Olander, Karl, W.;**
Donatucci, Matthew, B.;
Wang, Luping y
Wodjenski, Michael, J.

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 363 277 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

Sistema y método de suministro de gas basados en presión para reducir los riesgos asociados con el almacenamiento y suministro de gases de alta presión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere, generalmente, a un sistema y un método de suministro de gas basados en la presión, para reducir los riesgos asociados con el almacenamiento y el suministro de gases comprimidos a alta presión.

Descripción de la técnica relacionada

10 Durante todo su desarrollo, la industria de semiconductores ha requerido fuentes fiables de gases de alta pureza. En una factoría de fabricación de semiconductores, el suministro de tales gases de alta pureza implica circuitos de flujo para acoplar recipientes de suministro de gas con herramientas de tratamiento de semiconductores y/o con otras cámaras o zonas de consumo de gas en la instalación.

15 Al comienzo de los 70, se desarrollaron y refinaron distribuidores de suministro de gas de alta pureza, y los armarios de gas fabricados según diseños estándares, con soldaduras de alta integridad y sistemas de control mejorados, empezaron a tener un uso común. Simultáneamente, llegaron a estandarizarse las especificaciones de ventilación, la normativa eléctrica, las alarmas y los grupos de componentes. Los circuitos de flujo de gas evolucionaron hacia disposiciones comúnmente aceptadas con respecto a los transductores de presión, las válvulas neumáticamente accionadas, los reguladores, las válvulas de flujo elevado, los acoplamientos y los métodos utilizados para efectuar sustituciones de los recipientes de suministro de gas.

20 Alrededor de 1980, se introdujo y estandarizó el orificio de flujo restringido (RFO), que se convirtió en un componente comúnmente aceptado de distribuidores de suministro de gas y circuitos de flujo.

25 Los desarrollos anteriores han permitido que se adopten estándares y normas para la industria de semiconductores. Hoy en día, el *Uniform Fire Code* y varias autoridades de la industria prescriben métodos para almacenar y suministrar gases tóxicos, corrosivos y pirofóricos que se utilizan en las operaciones de fabricación de semiconductores.

30 El *Department of Transportation* (DOT) estadounidense se encarga de aprobar recipientes que se utilizan para suministrar gases que se usan en instalaciones de fabricación de semiconductores. Las bombonas de gas aprobadas por el DOT utilizadas comúnmente en el transporte y suministro de gases peligrosos para la fabricación de semiconductores son, por sí mismas, intrínsecamente seguras. La incidencia de fallo catastrófico de dichas bombonas de gas aprobadas por el DOT es muy baja, por ejemplo, del orden de una vez cada 10.000 años de funcionamiento.

35 La presión de rotura de las bombonas se fija normalmente en 5/3 veces la presión de funcionamiento máxima de la bombona. Una bombona de gas tendrá preferentemente una presión de rotura al menos de aproximadamente 27.579 kPa y son típicas presiones de rotura por encima de 34.473,8 kPa. Las válvulas de acero inoxidable utilizadas actualmente para tales bombonas de gas son extremadamente fiables, sin que se conozca algún ejemplo de cizalladura de la válvula. La bombonas se ensayan a presión en una base prescrita en el momento de su fabricación inicial y en el momento de su (re)llenado, para asegurar su integridad. Las válvulas de bombona, en contraste con esto, requieren una reconstrucción constante y tienen una vida útil finita.

40 El método para el suministro de gas en la instalación de fabricación (fab) de semiconductores es de naturaleza rutinaria y establecida. Una bombona de gas a alta presión está conectada a un distribuidor de suministro de gas y a gas a alta presión admitido en el panel distribuidor de gas. Un regulador de gas montado en el panel reduce la presión de gas, y el flujo de gas resultante modulado en presión se transmite hacia dentro de la fab. La corriente de gas puede ser dividida, utilizando una caja distribuidora de válvulas (VMB) situada cerca de las herramientas de tratamiento de semiconductores, de manera que se distribuye gas a varias herramientas de tratamiento en la fab. Se pueden utilizar reguladores de gas adicionales en la VMB y/o en la herramienta de tratamiento.

45 El desarrollo de fuentes de gas en fase adsorbida, del tipo descrito en la patente estadounidense número 5.518.528, ha alterado algo este método. Los gases se puedan almacenar a presión subatmosférica y, como es el caso de fuentes de gas SDS[®] (disponibles comercialmente por la firma ATMI, Inc., Danbury, CT) utilizadas comúnmente en aplicaciones de implante de iones, usar en intervalos de presión del orden de desde 86,7 kPa hasta de 1,33 kPa a 2,67 kPa. La utilización de tales fuentes de gas a presión subatmosférica requiere el acomodo correspondiente en el entorno de presión ambiental de la fab. Por ejemplo, se han desarrollado productos específicos para armarios de gas, tales como el armario de gas RPM[™] (comercialmente disponible por la firma ATMI, Inc., Danbury, CT), para asegurar que los sistemas de proceso de la fab que funcionan a presión atmosférica no están comprometidos por el
50
55 aire ambiente que está siendo introducido en las bombonas y los distribuidores a presión subatmosférica. Dichos

armarios de gas están provistos de componentes de supervisión y control para comparar presiones diferenciales dentro del sistema de suministro de gas y aislar la bombona de gas si ocurriera una “onda a alta presión”.

El desarrollo de fuentes de gas a presión previamente regulada, tales como las descritas en las patentes estadounidenses números 6.089.027 y 6.101.816, representa una novedad fundamental frente al uso de bombonas de gas a alta presión usuales y presenta la posibilidad de reducir el riesgo de utilizar gases comprimidos. En dichas fuentes de gas a presión previamente regulada, un elemento o conjunto regulador de gas se utiliza en la cabeza de válvula o dentro de la bombona de gas, de manera que se mantiene gas en dicha bombona a una presión elevada, pero se distribuye a una presión determinada mediante el regulador. La presión de gas controlada por el regulador puede ser sustancialmente menor que la presión de contención del gas a granel en el recipiente, de manera que se permite la distribución de gas a presión superatmosférica moderada, a presión casi atmosférica o, incluso, a presión subatmosférica.

Mientras que, en la puesta en práctica usual utilizando bombonas de gas comprimido, el gas a toda presión en la bombona, por ejemplo, hasta 13.789,5 kPa, se admite en el distribuidor de suministro de gas, la utilización de las fuentes de gas a presión previamente regulada hace posible en la actualidad admitir un gas a presión nominalmente positiva, por ejemplo, de 137,9 kPa a 689,5 kPa, o a presión subatmosférica en su lugar. Las fuentes de gas a presión previamente regulada son de esta manera un desarrollo significativo en la industria de semiconductores y proporcionan el fundamento para hacer funcionar un sistema más seguro de suministro de gas.

Las consecuencias de este desarrollo son significativas. Ya que muchos accidentes ocurren durante la sustitución de la bombona o están asociados con el fallo de los componentes en el sistema de suministro de gas, la capacidad de reducir la presión dentro de la bombona o en la misma limita la magnitud de un incidente y la liberación asociada. Las fuentes de gas a presión previamente regulada proporcionan asimismo otra ventaja sustancial. Si la presión sube por encima de un nivel umbral preestablecido en el sistema de suministro de gas, evidenciando un suceso anormal en el sistema, el controlador del sistema puede iniciar rápidamente etapas de parada automática que incluyen cerrar la válvula neumática sobre la bombona de gas, cerrar la válvula o válvulas de aislamiento a alta presión sobre el distribuidor y activar la alarma o alarmas del sistema.

En general, es necesario mantener el contenido de las bombonas de gas a alta presión confinado de modo seguro en la bombona y controlar el suministro del gas distribuido de manera eficiente, que concuerda con las preocupaciones de seguridad, ya que muchos de los gases utilizados en la fabricación de semiconductores son de carácter tóxico o de otro modo peligroso.

El documento US 6.257.000, considerado como la técnica anterior más relevante, describe un sistema de almacenamiento y distribución de fluido que incluye un recipiente para contener un fluido, un regulador de presión con punto de consigna ajustable en el volumen interior del recipiente, un conjunto de distribución en comunicación de flujo de fluido con el regulador para distribuir fluido a una presión determinada por el punto de consigna del regulador, y un conjunto de ajuste exterior al recipiente para ajuste in situ del punto de consigna del regulador internamente dispuesto. Mediante tal disposición, las operaciones de almacenamiento y distribución de fluido pueden tener presiones del punto de consigna del regulador respectivamente distintas, como por ejemplo un punto de consigna de presión subatmosférica para almacenamiento y un punto de consigna de presión superatmosférica para distribución.

En la técnica se siguen buscando mejoras en la seguridad y fiabilidad de las fuentes de gas y sus métodos de uso.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere, generalmente, a un aparato y un método para distribuir gases en procesos industriales tales como en la fabricación de semiconductores.

En un aspecto del aparato, la invención se refiere a un conjunto de distribución de gas para distribuir gas, que comprende:

(a) un recipiente fuente de gas regulado en presión para contener gas a presión superatmosférica, y construido y dispuesto para descargar el gas a presión sustancialmente inferior;

(b) un distribuidor de gas dispuesto para recibir gas descargado procedente del recipiente fuente de gas regulado en presión y que comprende circuitos de flujo de gas para distribuir dicho gas a una zona de presión de gas;

(c) medios para aislar selectivamente los circuitos de flujo del distribuidor de gas respecto a un recipiente fuente de gas regulado en presión, en respuesta a la detección de dicho gas durante su distribución a dicha zona de utilización de gas, cuando esté fuera de un límite predeterminado; y

(d) medios para extraer gas de los circuitos de flujo de gas a efectos de permitir la sustitución del recipiente fuente de gas cuando el recipiente ha llegado a quedarse sin gas.

- En un aspecto del método, la presente invención se refiere a un método para hacer funcionar un conjunto de distribución de gas, que incluye una fuente de gas acoplada en relación de flujo selectivo con un distribuidor de gas, en el que el distribuidor de gas incluye circuitos de flujo para descargar gas a una zona de utilización de gas, comprendiendo dicho método utilizar como fuente de gas un recipiente fuente de gas regulado en presión que contiene el gas a presión superatmosférica, en la que el recipiente fuente de gas regulado en presión está construido y dispuesto para proporcionar una presión de gas en dicho distribuidor que está sustancialmente por debajo de la presión del gas a presión superatmosférica en el recipiente fuente de gas y aislar selectivamente los circuitos de flujo del distribuidor de gas respecto al recipiente fuente de gas regulado en presión, en respuesta a la detección de dicho gas durante su distribución a dicha zona de utilización de gas, cuando esté fuera de un límite predeterminado.
- El regulador de presión puede estar construido y dispuesto para proporcionar una presión de gas en dicho distribuidor que está sustancialmente (al menos un 25%, preferentemente al menos un 40%, más preferentemente al menos un 60%, y más preferentemente al menos un 80%) por debajo de la presión del gas a presión superatmosférica en el recipiente fuente de gas.
- Un aspecto adicional del conjunto de distribución de gas lo constituye la zona de utilización de gas, que es una zona de tratamiento de semiconductores, en la que la presión de gas en el distribuidor es al menos un 40% menor que la presión del gas en el recipiente de gas fuente regulado en presión, y el recipiente de gas fuente regulado en presión comprende un depósito que define un volumen interior para contener dicho gas y un conjunto de cabeza montado en el depósito, en el cual el recipiente de gas fuente regulado en presión incluye un regulador de presión de gas interiormente dispuesto en el volumen interior del depósito, y el conjunto de cabeza incluye una válvula de control de flujo, por lo que el gas que se ha hecho circular desde el recipiente de gas fuente regulado en presión hasta el distribuidor de gas circula a través de dicho regulador de presión de gas antes de circular a través de dicha válvula de control de flujo en dicho conjunto de cabeza, y en el que dicho conjunto de distribución de gas, con relación a un conjunto correspondiente de distribución de gas que incluye un recipiente de gas fuente que no está regulado en presión, tiene al menos una de las siguientes características:
- (I) un recipiente de gas fuente de tamaño más pequeño;
 - (II) un requisito reducido del gas de ventilación;
 - (III) una capacidad aumentada de distribución en la corriente; y
 - (IV) una vida útil aumentada.
- La invención se puede llevar a cabo de diversos modos y adaptaciones, como se describe más completamente en lo sucesivo, incluyendo la distribución de gas a presión superatmosférica, la distribución de gas a presión subatmosférica y un funcionamiento híbrido que implica la distribución de gas a presión superatmosférica que está regulado además hasta presión subatmosférica, como se describe en lo sucesivo con mayor detalle.
- El recipiente y distribuidor fuente de gas en la puesta en práctica de la invención pueden estar dispuestos en un armario de gas o, alternativamente, pueden estar dispuestos como un conjunto unitario en un sistema distribuidor "al aire libre", en el que el distribuidor de gas está montado en una pared de una columna, un bastidor, una placa de panel de gas u otra estructura de soporte, y el recipiente fuente de gas está acoplado al mismo.
- En otros aspectos de la invención, el sistema de distribución de gas puede estar constituido para emplear un recipiente fuente de gas que utiliza regulación de presión del gas distribuido, en el que el recipiente fuente de gas tiene un conjunto de cabeza de válvula asociado que incluye un dispositivo regulador de presión de gas, por ejemplo, un recipiente que utiliza un regulador después de la válvula del recipiente primario, como un conjunto de cabeza de válvula integrado, opcionalmente con una válvula manual de aislamiento después del regulador, de manera que el gas circula, a su vez, a través de la válvula del recipiente primario, el regulador de presión y la válvula manual de aislamiento. La válvula manual de aislamiento en tal conjunto puede estar integrada en el conjunto de cabeza de válvula sobre el recipiente fuente de gas.
- Los recipientes descritos en las patentes estadounidenses números 6.314.986; 5.937.895 y 6.007.609, y en el documento EP 1 180 638 A2 son ejemplos de recipientes fuente de gas alternativos que se pueden utilizar en la puesta en práctica de la invención.
- Otros aspectos, características y realizaciones de la invención serán mucho más evidentes a partir de la descripción subsiguiente y las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una representación esquemática de un armario de gas a alta presión, tal como se puede modificar para un funcionamiento de seguridad mejorado de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una representación esquemática de un armario de gas correspondiente a presión reducida que utiliza un gas distribuido a presión subatmosférica suministrado mediante un recipiente regulado en presión, según una realización de la invención.

- 5 La figura 3 es una representación esquemática de un armario de gas a presión reducida que utiliza un gas distribuido a baja presión suministrado mediante un recipiente regulado en presión, y regulado adicionalmente en el panel de gas del armario de gas mediante un regulador aguas abajo a presión subatmosférica, según otra realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION, Y REALIZACIONES PREFERENTES DE LA MISMA

- 10 Las descripciones de las solicitudes de patente y las patentes siguientes se incorporan por ello en esta memoria como referencia en su totalidad:

la patente de Estados Unidos número 6.132.492 expedida el 17 de octubre de 2000;

la patente de Estados Unidos número 5.935.305 expedida el 10 de agosto de 1999;

la patente de Estados Unidos número 5.518.528 expedida el 16 de mayo de 1996;

la patente de Estados Unidos número 5.704.965 expedida el 6 de enero de 1998;

- 15 # la patente de Estados Unidos número 5.704.967 expedida el 6 de enero de 1998;

la patente de Estados Unidos número 5.707.424 expedida el 13 de enero de 1998;

la patente de Estados Unidos número 5.917.140 expedida el 29 de junio de 1999;

la patente de Estados Unidos número 6.101.816 expedida el 15 de agosto de 2000;

la patente de Estados Unidos número 6.155.289 expedida el 5 de diciembre de 2000;

- 20 # la patente de Estados Unidos número 6.089.027 expedida el 18 de julio de 2000;

la solicitud de patente de Estados Unidos número 09/522.347 presentada el 19 de abril de 2000; y

la solicitud de patente de Estados Unidos número 09/874.084 presentada el 5 de junio de 2001.

- 25 La presente invención proporciona un sistema/aparato de almacenamiento y suministro a baja presión elevada o a presión subatmosférica como medio de suministro de gas fuente para aplicaciones que implican tratamiento de semiconductores, tales como la limpieza con ácido de equipo de proceso utilizando gases halogenuros, deposición química en fase de vapor utilizando compuestos precursores gaseosos, suministro dopante de gases o precursores impuros para especies impuras gaseosas, implantación de iones de gases hidruros y halogenuros, y compuestos organometálicos del Grupo V, por ejemplo, arsina, fosfina, cloro, NF_3 , BF_3 , BCl_3 , diborano (B_2H_6 y su análogo de deuterio, B_2D_6), HCl , HBr , HF , HI , hexafluoruro de wolframio y (CH_3) $_3\text{Sb}$.

- 30 La reducción de presión gaseosa del gas distribuido de acuerdo con la invención prolonga sustancialmente el comportamiento en su vida útil de válvulas y reguladores que se utilizan para suministrar gas desde el recipiente fuente de gas (de almacenamiento y distribución). A presiones reducidas, es más fácil hacer que las conexiones sean estancas a las fugas, reduciéndose o, incluso, eliminándose las variaciones rápidas de presión, y las válvulas son capaces de sellarse más eficazmente, reduciendo por ello la generación de fugas y partículas. Además, se mejoran en rendimiento los ciclos de purga/ventilación como consecuencia del material reducido que se debe extraer durante la operación de purga o ventilación.

- 35 Los componentes del equipo de distribución de gas han mejorado la vida de funcionamiento reduciendo la presión, y se mejora la seguridad de funcionamiento no solamente por los niveles de presión reducida que darán como resultado una dispersión menor de gas en el entorno ambiental en caso de una fuga, sino también por la fiabilidad aumentada del equipo que minimizará, a su vez, tales casos de fuga o avería en el sistema de suministro de gas.

- 40 El recipiente de almacenamiento y distribución de gas utilizado en la puesta en práctica de la presente invención puede ser de cualquier tipo adecuado, incluyendo recipientes usuales de bombonas a alta presión, cuyo grosor y sobredimensión para contención de gas a alta presión aumenta más la seguridad de funcionamiento cuando se retiene el gas a distribuir (es decir, el "gas de trabajo") a presión inferior o subatmosférica. El recipiente de almacenamiento y distribución de gas puede estar equipado con un conjunto de cabeza de válvula que incluye aberturas de llenado y descarga, medios de desahogo de sobrepresión, tales como una válvula de acción directa, un disco de ruptura u otro medio de desahogo de sobrepresión, reguladores de fluido y elementos de control de flujo tales como válvulas de carácter manual o automático, acoplamientos para conexión a circuitos de flujo u otros medios de distribución para transportar el gas distribuido hasta un lugar de uso, etc.

45

El recipiente utilizado para suministrar el gas de trabajo en la puesta en práctica de la invención es un recipiente regulado en presión. Como se usa en la presente memoria, la expresión “regulado en presión” con referencia a un recipiente fuente de gas se refiere a un recipiente que incluye una parte de depósito que encierra un volumen interior que contiene el gas a distribuir, y que tiene una abertura para descargar gas desde el volumen interior, con un dispositivo regulador de gas en el recipiente o dentro del mismo, es decir, el regulador de gas está dispuesto en el volumen interior del recipiente, o está dispuesto de otro modo en la abertura de la parte de depósito (por ejemplo, el regulador puede estar parcialmente dentro del volumen interior, y parcialmente en la abertura del cuello del recipiente, o sobresaliendo de la abertura del cuello del recipiente), o en un conjunto de cabeza que está montado en el recipiente. El conjunto de cabeza puede incluir un bloque unitario u otra estructura que contiene pasos de flujo y elementos secundarios que constituyen los componentes del regulador y de la válvula del conjunto de cabeza. El regulador, en un aspecto preferente de la invención, está dispuesto de manera que el gas distribuido desde el recipiente circula a través del regulador, antes de circular a través de elementos de control de flujo tales como válvulas, controladores de flujo másico, expulsores, ductores, etc.

Los recipientes de este tipo se describen en las patentes estadounidenses números 6.101.816 y 6.089.027, y están disponibles comercialmente, para una variedad de gases de tratamiento de semiconductores, por la firma ATMI, Inc. (Danbury, CT).

El recipiente fuente de gas puede ser alternativamente de un tipo que tiene una válvula de cierre del recipiente situada aguas arriba de un regulador que, a su vez, está aguas arriba de una válvula de control de flujo del recipiente que se puede modular para variar el flujo del gas, en una disposición de válvula de cierre/regulador/válvula de control de flujo, y tales componentes pueden estar integrados, por ejemplo, en un conjunto de cabeza de válvula para el recipiente fuente de gas, o asociado de otro modo con el recipiente.

El recipiente tiene una abertura de salida, por ejemplo, en un conjunto de cabeza de válvula acoplado al recipiente fuente de gas, y unos elementos de orificio de flujo restringido (RFO) están dispuestos en la abertura de salida de gas en la puesta en práctica preferente, para mejorar la seguridad de funcionamiento del recipiente.

Un único recipiente fuente de gas puede estar dispuesto en acoplamiento con un distribuidor en la puesta en práctica de la invención o, alternativamente, se puede utilizar una pluralidad de recipientes de dicho tipo en un grupo, facilitando por ello la sustitución de un recipiente gastado en un punto de consumo de su contenido de gas, y el comienzo de una operación en la corriente con un recipiente de refuerzo que está lleno en el grupo. Para este fin, múltiples recipientes pueden estar instalados en un armario de gas o acoplados de otro modo a un distribuidor de gas, utilizándose un sistema de autoconmutación para conmutar automáticamente los recipientes a efectos de mantener el funcionamiento continuo del sistema de distribución de gas cuando un primer recipiente en la corriente llega a quedarse sin gas.

La válvula de control de flujo sobre el recipiente fuente de gas (así como la válvula de cierre en la disposición de válvula de cierre/regulador/válvula de control de flujo previamente descrita) son preferentemente válvulas neumáticas en la puesta en práctica de la presente invención, para facilitar el funcionamiento automático utilizando aire comprimido u otro gas de accionamiento en el sistema de distribución de gas. Dichas válvulas permiten asimismo un aislamiento de dos puntos en el sistema, estando definido un punto de aislamiento por la válvula del recipiente fuente de gas y siendo el otro punto de aislamiento la válvula de aislamiento del distribuidor que se utiliza característicamente en los circuitos de flujo en los que la tubería de distribución del recipiente fuente de gas está conectada con el distribuidor de gas.

El sistema de suministro de gas de la presente invención se utiliza útilmente para suministrar cualquier gas adecuado de tratamiento de semiconductores, incluyendo gases utilizados en la fabricación de dispositivos semiconductores y estructuras precursoras para este fin, así como gases que se utilizan para limpiar cámaras de proceso y circuitos de flujo, y gases que se utilizan en la eliminación de corrientes efluentes que se obtienen de las operaciones de fabricación de semiconductores. Aunque se describe principalmente en esta memoria con referencia al suministro de gases para aplicaciones de tratamiento de semiconductores, la utilidad de la presente invención no está limitada de esta manera, y el sistema de suministro de gas de la presente invención se puede utilizar para otras aplicaciones en las que se consume gas. Ejemplos ilustrativos de tales aplicaciones alternativas incluyen, sin limitación, sistemas de soldadura, aparatos de respiración bajo el agua, sistemas de gas de purga en edificios a prueba de terrorismo, sistemas de supresión de incendio en pozos de petróleo, vehículos alimentados con hidrógeno, instalaciones de almacenamiento y distribución de productos químicos (por ejemplo, agentes químicos de almacenamiento, gas neurotóxico y materiales aéreos), y sistemas agrícolas de maduración de fruta, por nombrar unos pocos.

Por lo tanto, la invención se puede utilizar para el suministro de gases tales como trifluoruro de boro, silano, metil silano, trimetil silano, arsina, fosfina, diborano, cloro, BCl_3 , B_2D_6 , hexafluoruro de wolframio, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, yoduro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno, hidruro de germanio, amoníaco, estibina, sulfuro de hidrógeno, seleniuro de hidrógeno, telururo de hidrógeno, y compuestos gaseosos correspondientes y otros de tipo halogenuro (cloro, bromo, yodo y flúor) tales como NF_3 , y compuestos organometálicos, por ejemplo, compuestos del Grupo V tales como $(\text{CH}_3)_3\text{Sb}$ en operaciones de tratamiento de semiconductores, y gases tales

como gases de hidrocarburos, hidrógeno, metano, nitrógeno, monóxido de carbono y halogenuros de gases raros en otras aplicaciones.

Aunque la invención se describe principalmente en relación con aplicaciones de tratamiento de semiconductores en las que una única especie de gas se almacena en el recipiente fuente de gas y se distribuye desde el mismo, se entenderá que la utilidad de la invención no está limitada de esta manera, sino más bien se extiende hasta el almacenamiento y la distribución de mezclas gaseosas multicomponentes y comprende ambos.

La presente invención proporciona un sistema mejorado de suministro de gas de seguridad, que utiliza una fuente de gas que incluye una bombona u otro recipiente de almacenamiento y distribución de fluido en el que se regula por presión un fluido a presión elevada, mediante un dispositivo o conjunto regulador de presión, dentro de la bombona o en la misma. Ya que tal regulación de presión dentro de la bombona o en la misma no ha sido la disposición normal de funcionamiento para gases a alta presión, el sistema de suministro de gas de la invención representa una novedad frente a la puesta en práctica de la técnica anterior en la que los gases a alta presión son estrangulados o regulados de otro modo en la herramienta o cámara de tratamiento de semiconductores en la que se utiliza el gas, o aguas abajo de otro modo desde la fuente de gas.

La invención, en una realización preferente, utiliza un regulador adicional en el dispositivo de distribución de gas, como un refuerzo para el regulador de presión asociado con el recipiente fuente de gas, y para proporcionar un ajuste de presión secundaria más próximo a lo que se requiere en el proceso de utilización de gas que se está suministrando desde el recipiente fuente de gas en el sistema de suministro de gas. Tal regulador de "segunda etapa" disminuye el "efecto de la presión de suministro", cuando la presión del recipiente fuente de gas y las existencias de gas se consumen, en uso.

Como se utiliza en tal contexto, el término "adicional" en lo que respecta al regulador de presión de gas en el distribuidor de gas, hace referencia al hecho de que tal regulador del distribuidor es adicional a dicho al menos un regulador de presión que está integrado con el recipiente fuente de gas. Los términos "integración" e "integrado", con referencia al regulador o reguladores de presión asociados con el recipiente fuente de gas, significan que dicho regulador o reguladores están interiormente dispuestos, al menos parcialmente, en el volumen interior del recipiente y/o están dispuestos en un conjunto de cabeza del recipiente que está montado en la parte de depósito de gas del recipiente de manera que la válvula o válvulas y el regulador o reguladores de presión del conjunto de cabeza están acoplados en comunicación de flujo de gas con el volumen interior que contiene el gas de la parte de depósito del recipiente.

La presente invención, en una realización, utiliza un recipiente fuente de gas que tiene un regulador de presión usado en el recipiente o dentro del mismo, de manera que el gas que se está distribuyendo circulará a través del regulador antes de circular a través de cualquier elemento de control de flujo, tal como válvulas de distribución de gas. La invención proporciona así un recipiente fuente de gas con una función integrada asociada de reducción de presión, y dicho sistema de suministro de gas puede utilizar presión como parte de un método de parada y control de manera nueva y eficaz, como se describe más completamente en lo sucesivo. Las ventajas de la invención incluyen su capacidad para reducir los riesgos de utilizar materiales de producción peligrosos tales como silano, mezclas de silano, fosfina, arsina, monóxido de carbono, tetrafluoruro de silicio, por nombrar unos pocos, en aproximadamente un orden de magnitud o más. El volumen y la masa de material en el distribuidor de suministro de gas se reducen en la puesta en práctica de la invención en proporción directa a la presión de gas reducida, de manera que la cantidad del material presente en el distribuidor y dispersable en el entorno ambiental en caso de una fuga se reduce sustancialmente, con relación a los sistemas actuales de suministro de gas a alta presión. Limitando rigurosamente la presión de funcionamiento máxima que es permisible en el funcionamiento del sistema de suministro de gas, dicho sistema de la invención permite que se utilice la presión de manera no disponible hasta ahora, para limitar el potencial y/o la magnitud en un caso de liberación de gas.

Cuando el sistema de suministro de gas de la invención se hace funcionar en un modo a presión subatmosférica, está disponible un método adicional de control de la seguridad. Dicho funcionamiento a presión subatmosférica tiene el beneficio de que cualquier fuga en el sistema será "hacia el interior" o de flujo entrante a los circuitos de flujo, hasta que se consigue el equilibrio de la presión ambiental (por ejemplo, atmosférica) en los circuitos de flujo, a continuación de lo cual la fuga hacia fuera del gas de distribución será difusional y, así, de carácter extremadamente lento.

El sistema de suministro de gas de la invención, en una realización, funciona para aislar la bombona de suministro de gas si la presión del distribuidor de suministro de gas excede una presión determinada, por ejemplo, llega a ser ligeramente positiva en presión manométrica, tal como 34,5 kPa, en un sistema en el que se distribuye gas desde la bombona de suministro de gas a presión subatmosférica. Tal característica de aislamiento de la bombona reduce mucho el riesgo de que el contenido de la misma alcance el entorno y plantee un problema de salud y/o seguridad. En una realización adicional, el sistema puede estar construido y dispuesto de manera que una válvula neumática sobre una bombona no se abra para distribuir gas, a menos que se establezca una presión negativa en el distribuidor de suministro de gas. Esto asegura que el contenido de gas peligroso se mantiene en la bombona a menos que exista una condición segura de distribución.

En diversas realizaciones de la invención, se produce redundancia por la utilización de múltiples elementos de detección de presión, por ejemplo, transductores de presión o conmutadores de presión, en los circuitos de flujo de gas. Como una variación adicional, se puede utilizar un regulador del tipo asociado con el recipiente fuente de gas, u otro tipo de regulador, en los circuitos de flujo cerca de la salida de gas de proceso del distribuidor, en el interior del recinto cerrado del armario de gas. Dicho regulador adicional proporciona un nivel añadido de protección contra la introducción de gas a presión elevada interna del recipiente fuente de gas, en el exterior del armario, en caso de avería del regulador que está asociado con el recipiente fuente de gas.

El funcionamiento del sistema de suministro de gas para distribuir gas a presión subatmosférica tiene asimismo otros beneficios. Por ejemplo, un sistema usual de suministro de gas con bombonas a alta presión utiliza típicamente una bombona específica de gas de purga, por ejemplo, nitrógeno. Con funcionamiento a presión subatmosférica, el requisito de una bombona específica de gas N₂ de purga se puede eliminar en muchos casos. La válvula neumática sobre la bombona de gas que contiene el gas de tratamiento de semiconductores a distribuir se mantiene cerrada durante la purga, y se utilizan reguladores con punto de consigna (SPR) en el recipiente de gas fuente regulado en presión en la puesta en práctica de la invención, que no se abren incluso a altas presiones exteriores (por ejemplo, >13.789,5 kPa), por lo que es insignificante la posibilidad de admitir un gas peligroso procedente de la bombona de gas de trabajo en el sistema de nitrógeno de purga. Como consecuencia, el sistema de suministro de gas puede utilizar un armario de gas que es más pequeño, menos complejo y requiere un régimen de ventilación en funcionamiento normal menor que un armario de gas que utiliza una bombona usual de gas a alta presión que carece de la característica de regulación de presión del sistema de la presente invención.

Como una ventaja adicional del sistema de suministro de gas de la invención, el régimen de ventilación del armario de gas se puede reducir proporcionalmente a la magnitud de la liberación operativa del peor de los casos esperado, además de la reducción antes mencionada en el régimen de ventilación que incide en el tamaño reducido del armario de gas con relación a un sistema usual correspondiente de bombonas de gas a alta presión.

Aún más, las primas del seguro de la fab se pueden reducir como consecuencia del funcionamiento con seguridad mejorada permitido por el sistema de la presente invención, y la colocación y la distancia de la sala de gas desde las herramientas de tratamiento de semiconductores se pueden optimizar como consecuencia de la reducción de los riesgos del material a alta presión.

El funcionamiento a presión reducida de acuerdo con la presente invención proporciona la ventaja adicional de que los efectos perjudiciales sobre los componentes de los circuitos de flujo de las variaciones rápidas de presión, que pueden acortar severamente la vida útil de los componentes, se minimizan con relación al funcionamiento usual a alta presión.

En otra realización de la invención, se lleva a cabo el suministro de gas controlado por presión, con fijación de la bombona regulada por presión (fijando o ajustando el punto de consigna del regulador) a una presión positiva nominal, como por ejemplo de 68,9 kPa a 689,5 kPa, y colocando el punto de consigna de presión de la alarma a alta presión en el sistema a una presión que está de 68,9 kPa a 137,9 kPa por encima de la presión de funcionamiento seleccionada, para activar la parada del sistema.

Como un ejemplo ilustrativo específico, la invención se evaluó en una fab de semiconductores que implicaba el suministro de silano desde un recipiente VAC[®] regulado en presión utilizado en un armario de gas, en el que dicho armario se modificó para activar una alarma cuando la presión en el interior de los circuitos de flujo alcanzó 68,9 kPa.

Otra realización adicional más de la invención utiliza un regulador adicional en el panel de suministro de gas, además del regulador en la bombona de gas o dentro de la misma, como medio para modular adicionalmente la presión del gas a efectos de su suministro hacia el interior de la fab. De esta manera, el regulador del panel de suministro de gas actúa como un regulador de segunda etapa para distribuir gas, y proporciona asimismo una medida de seguridad de refuerzo, en el caso improbable de que fallara un regulador en la bombona de gas o dentro de la misma.

La invención es susceptible de implementación en diversas realizaciones en las que se utilizan válvulas neumáticas con la bombona de gas y/o sobre la misma. Las aplicaciones de este tipo incluyen cajas de gas de implantación iónica, armarios de gas estándares, distribuidores de gas autoestables en los que no se utilizan armarios de gas, sistemas de suministro a granel, tales como bombonas de 450 litros, y remolques con cámaras de aire.

El sistema de almacenamiento y distribución de gas de la invención puede estar dispuesto para distribuir gas a una baja presión superatmosférica deseada o a una presión subatmosférica, a un caudal fijo, utilizando un orificio de flujo restringido en la trayectoria del flujo de distribución de gas que concuerda con los requisitos de proceso para el gas distribuido. El regulador dentro del recipiente o en el mismo está normalmente cerrado y solamente se presenta flujo cuando los circuitos de flujo del distribuidor de suministro aguas abajo desde el almacenamiento de gas y el recipiente de distribución está en concordancia con la presión umbral de funcionamiento.

El regulador utilizado en la puesta en práctica de la presente invención puede ser un regulador único, o un conjunto de dos o más reguladores, y el punto de consigna de cada uno de tales reguladores puede ser fijo o variable de carácter ajustable. La utilización de una disposición de reguladores con punto de consigna elimina la posibilidad del relleno accidental de gas de purga hacia dentro del recipiente fuente de gas mientras el recipiente está acoplado en el circuito de flujo de gas del distribuidor, cuando se distribuye gas a presión subatmosférica desde el circuito de flujo de gas del distribuidor hasta el proceso aguas abajo. Si el regulador con punto de consigna asociado con el recipiente fuente de gas se fija para distribuir gas a presión superatmosférica, por ejemplo, a 689,5 kPa, la presión del gas de purga debería exceder la presión del punto de consigna del regulador sobre el recipiente fuente de gas, para asegurar que el regulador con punto de consigna se mantiene cerrado, evitando por ello cualquier relleno accidental.

El regulador de presión fija puede ser, a modo de ilustración, de un tipo que utiliza un aparato de detección de presión [PSA], tal como un diafragma de fuelle soldado, para regular el flujo de gas, en el que el PSA reacciona a una presión de suministro aguas abajo y ajusta la posición de un disco cónico o un elemento correspondiente en la trayectoria del flujo de gas. La unidad PSA se calibra y se sella de modo deseable durante la fabricación del aparato regulador.

El recipiente de almacenamiento y distribución de gas puede utilizar así un regulador interno de etapa única o de doble etapa, dispuesto de manera que el gas distribuido circula a través del regulador antes de que entre en la cabeza de válvula y circule a través del interior de la válvula. El recipiente regulado en presión se puede utilizar junto con un regulador o reguladores adicionales en el armario de gas que contiene el recipiente de almacenamiento y distribución de gas, en el que al menos un regulador adicional está dispuesto aguas abajo desde el recipiente en los circuitos de flujo del distribuidor en el armario de gas, para proporcionar por ello un comportamiento y un control de presión del regulador de etapas múltiples en el recipiente, así como exteriormente al mismo.

Se apreciará que el sistema de almacenamiento y distribución de gas se puede modificar, situando el regulador en la cabeza de válvula o en el cuello o en otra parte del volumen interior del recipiente, aguas arriba de la válvula de control de flujo. En la práctica, se prefiere utilizar el regulador, al menos parcialmente, en el volumen interior del recipiente fuente de gas, para proteger por ello el regulador de choques, impactos y vibraciones durante el almacenamiento, el transporte y la utilización del recipiente, así como para darse cuenta de los beneficios de comportamiento y seguridad de situar el regulador aguas arriba de la válvula de control de flujo.

Los dispositivos reguladores a presión de gas útiles para la puesta en práctica amplia de la invención pueden ser de cualquier tipo adecuado. Los reguladores preferentes incluyen la serie Swagelok® HF de reguladores de presión fija (disponibles comercialmente por la firma Swagelok Company, www.swagelok.com), que tienen una presión del punto de consigna en un intervalo desde niveles de vacío hasta presiones del orden de 17.581,6 kPa. La utilización de reguladores de alta precisión permite que el gas se distribuya de modo fiable desde el recipiente regulado en presión, en el nivel deseado de presión con punto de consigna.

En general, el regulador de presión de gas es preferentemente de un tipo de válvula de disco, que comprende un elemento de disco que está desviado hacia una estructura de asiento para impedir flujo a una presión por encima del valor del punto de consigna. Dicho regulador utiliza un conjunto de detección de presión accionado por gas que facilita los cambios en la presión de salida mediante la expansión/contracción sensibles del conjunto de detección de presión y el desplazamiento del disco, para mantener la presión del punto de consigna.

Para simular un funcionamiento a largo plazo de los sistemas de almacenamiento y distribución de gas según la invención, se ensayaron simultáneamente cuatro reguladores (reguladores de presión fija de la serie Swagelok® HF, disponibles comercialmente por la firma Swagelok Company) durante una tanda de 750.000 ciclos de funcionamiento, con BF₃ como el gas de trabajo, y se hicieron funcionar cíclicamente otro conjunto de cuatro reguladores durante 350.000 veces, con silano como el gas de trabajo. Cada ciclo implicaba flujo de gas desde aproximadamente 5 a 10 segundos hasta 10 minutos, y se requería que el regulador se cerrara y se sellara posteriormente. La variación promedio del control del regulador fue el 6% y no se observó ningún problema significativo. El régimen de fuga a través de los reguladores estaba por debajo de 7×10^{-6} atm.cm³/h.

El posicionamiento interior preferente del regulador en el recipiente fuente de gas evita cualquier problema de liberación que incide en cualquier avería posible del regulador, por ejemplo, debida a un fallo de soldadura del diafragma en el PSA. Dicha avería da como resultado la pérdida del gas de calibración. Sin la fuerza de compensación en el PSA, el regulador fallará en un estado "cerrado" y dará como resultado una pérdida de flujo, de manera que la avería del componente se mantiene dentro del recipiente de la bombona, y no ocasiona ninguna pérdida o fuga del gas del recipiente.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, la figura 1 es una representación esquemática de un armario de gas a alta presión, tal como se puede modificar para un funcionamiento de seguridad mejorado de acuerdo con la presente invención.

El armario de gas está representado esquemáticamente mediante el recinto cerrado 100 en líneas de trazos, y contiene la bombona de gas a alta presión 102 y los circuitos de flujo asociados, las válvulas, los conmutadores de

flujo del regulador, y el instrumental y los medios de control relacionados, en el que los circuitos de flujo y al menos algunos de los elementos antes mencionados pueden estar montados en un panel del armario de gas, como un conjunto estructural situado en el interior del armario de gas 100.

La bombona de gas a alta presión 102 es de un tipo usual, teniendo una cabeza de válvula 104 con la que está asociado el volante manual de válvula 106 y la abertura de salida 108. El volante manual 106 pueden ser reemplazado alternativamente por un actuador de válvula automático, para proporcionar un control automático de la válvula en la cabeza de válvula 104, y distribuir el gas a alta presión. En la puesta en práctica preferente, la válvula de la bombona es de modo deseable una válvula neumática, que proporciona el máximo control con relación a otros tipos de válvula, pudiendo ser abierta y cerrada por medio de un conmutador de presión. Una válvula manual es menos preferente, ya que se requiere un técnico o un operario de equipo para accionar una válvula de control manual sobre la bombona.

Desde la bombona de gas a alta presión, el gas a alta presión durante la operación de distribución circula a través de la válvula en la cabeza de válvula 104, abriéndose el volante manual 106, de manera que el gas circula a través de la tubería de descarga 110, que contiene unas válvulas 112 y 116, un regulador 114 y un conmutador 118 de flujo en exceso.

La tubería de descarga de gas 110 está unida asimismo a tuberías 126 y 120 del distribuidor. La tubería de descarga de gas 110 contiene una válvula 111 de aislamiento del distribuidor, que se puede accionar para aislar el distribuidor y el recipiente de gas 102 entre sí. La tubería 126 del distribuidor contiene una válvula de control de flujo 128, y la tubería 120 del distribuidor contiene el regulador de gas de purga 122 y la válvula 124. El distribuidor incluye una tubería en derivación 142 que contiene una válvula 144, como se ilustra. El distribuidor comprende además un conjunto de venturi de vacío que incluye una tubería de entrada de gas de impulsión 134 del generador de vacío unida a una boquilla venturi 132. La boquilla venturi 132 está acoplada, a su vez, con una tubería 126 del distribuidor a través de una tubería de vacío 130. La boquilla venturi 132 está unida en su salida a una tubería de descarga 136 que contiene una válvula 138.

Un conmutador de presión 140 está acoplado de manera operativa a la tubería 126 del distribuidor.

En el sistema de armario de gas de la figura 1, se distribuye gas a presión superatmosférica desde el recipiente fuente de gas 102, en funcionamiento normal, cuando la válvula en la cabeza de válvula 104 está abierta, como se ha descrito previamente. La tubería de descarga 110 contiene el regulador 114 para distribuir gas a una unidad de proceso aguas abajo (no mostrada en la figura 1) a una presión predeterminada establecida por el punto de consigna del regulador 114. Las válvulas de control de flujo 112 y 116 en la tubería de descarga 110 están abiertas durante tal distribución. La tubería de distribución 110 contiene además el conmutador de flujo en exceso 118 para detener el suministro de gas superatmosférico, por ejemplo, en caso de que el caudal volumétrico de gas distribuido exceda un valor predeterminado. El conmutador de flujo en exceso 118 puede estar alternativamente dispuesto para su accionamiento basándose en la presión o en otra propiedad del gas distribuido, en lugar de en su caudal volumétrico. El conmutador de flujo en exceso ofrece así un medio para terminar el flujo de gas distribuido desde el armario de gas 100, en caso de avería de los componentes del sistema en los circuitos de flujo del distribuidor.

Utilizando un regulador 114 en el distribuidor aguas abajo desde el recipiente fuente de gas 102, el gas a alta presión distribuido inicialmente en el distribuidor del armario de gas se distribuye a una presión reducida predeterminada de acuerdo con la fijación del punto de consigna del regulador. El distribuidor, que incluye tuberías de flujo y válvulas asociadas y otros componentes, tiene un circuito generador de vacío que incluye la tubería de entrada de gas 134, la boquilla venturi 132, la tubería de descarga 136 y la tubería de aspiración por vacío 130 asociada. En funcionamiento, el flujo del gas de impulsión, por ejemplo, aire, nitrógeno, u otro gas a través de la tubería de entrada 134 y la boquilla venturi 132, produce una aspiración en la tubería 130 por medio de la cual el distribuidor, mediante la apertura y el cierre apropiados de las válvulas 124, 128, 144 y 116, puede ser evacuado, por ejemplo, antes de la sustitución del recipiente fuente de gas 102, cuando dicho recipiente 102 se ha quedado sin gas a alta presión.

El distribuidor del armario de gas incluye asimismo la capacidad de purga, respecto a la tubería de alimentación de gas de purga 120, por medio de la cual, mediante la apertura y el cierre apropiados de las válvulas 124, 128, 112, 116, 144 y 138, se puede hacer circular gas de purga a través del distribuidor de gas para la extracción de gas residual de trabajo de las conducciones, las válvulas, etc., del distribuidor de gas.

El distribuidor de gas contiene un conmutador de presión 140 que se puede utilizar para efectuar una parada en el funcionamiento, o un aislamiento de partes del distribuidor, en respuesta al nivel de presión detectado en el distribuidor.

Por lo tanto, el distribuidor de gas del armario de gas 100 contiene componentes apropiados para evacuar el distribuidor y purgarlo, en relación con la sustitución del recipiente fuente de gas 102, o durante actividades de mantenimiento o reparación que implican el distribuidor de gas o sus componentes.

La figura 2 es una representación esquemática de un armario de gas a presión reducida que proporciona un gas distribuido a presión subatmosférica desde un recipiente regulado en presión, de acuerdo con una realización de la invención.

- 5 Como se ilustra en la figura 2, el armario de gas 200 contiene un recipiente fuente de gas regulado en presión 202 equipado con una cabeza de válvula 204 que contiene una válvula acoplada de manera operativa con un elemento 206 de accionamiento de válvulas, para la apertura o el cierre selectivos de la válvula, a efectos de iniciar o terminar el flujo de gas en la abertura de salida 208. La válvula se muestra esquemáticamente con el elemento 206 de accionamiento de válvulas y, en la práctica, la válvula en la cabeza de válvula 204 es una válvula neumática acoplada con un accionador neumático y unos medios de accionamiento (no mostrados en la figura 2).
- 10 La abertura de salida 208 de la cabeza de válvula 204 contiene un orificio de flujo restringido (RFO) en la garganta del interior de la válvula de escape de la bombona. Esto proporciona una medida de seguridad en caso de que la válvula de la bombona se abra sin estar acoplada al dispositivo de distribución. Un RFO se puede utilizar alternativa o adicionalmente en el distribuidor de gas, para proporcionar dicha seguridad mejorada como parte de la estructura del panel de gas y/o para hacer concordar la corriente de gas distribuido a los requisitos del proceso aguas abajo que está alimentando gas mediante el sistema de suministro de gas.
- 15 Un conjunto regulador está dispuesto en el volumen interior cerrado por la pared del recipiente fuente de gas 202. El conjunto regulador en esta realización comprende unas unidades reguladoras acopladas en serie 201 y 203, a través de las que circula gas a alta presión hasta la cabeza de válvula 204 para circular a través de la válvula accionada por el elemento 206 de accionamiento de válvulas, de manera que en el modo de distribución, el gas desde la abertura de distribución 208 entra en una tubería de distribución de gas de proceso 210. La tubería de distribución de gas 210 contiene una válvula 207 de aislamiento del distribuidor, que se puede accionar para aislar el distribuidor de gas y el recipiente 202 entre sí.
- 20 El recipiente fuente de gas regulado en presión 202 contiene así un gas a alta presión, y los puntos de consigna de los reguladores 201 y 203 se fijan para distribuir gas a una baja presión predeterminada, por ejemplo, a presión subatmosférica.
- 25 La tubería de distribución de gas 210 contiene un conmutador de presión 211, así como transductores de presión 213 y 215 a cada lado de la válvula de control de flujo 216.
- 30 La tubería de distribución de gas 210 está unida a la tubería 226 del distribuidor que contiene las válvulas de control de flujo 224 y 228. Un conmutador de presión 240 está dispuesto en comunicación con la tubería 226 del distribuidor. La tubería 226 del distribuidor está acoplada con la tubería de alimentación de gas de purga 220 que tiene en su interior un regulador de gas de purga, para proporcionar gas de purga a una presión predeterminada al distribuidor, desde una fuente de gas de purga (no mostrada en la figura 2).
- 35 Un circuito generador de vacío está dispuesto asimismo en el armario de gas 200 mostrado en la figura 2. El circuito generador de vacío incluye una tubería de alimentación de gas de impulsión 234 que acopla una fuente de gas de impulsión (no mostrada) con la tubería de alimentación 231 del dispositivo venturi 232. El dispositivo venturi 232 descarga el gas de impulsión en la tubería 236, que contiene la válvula de control de flujo 238, hasta una ventilación, por lo que el gas de impulsión se vacía exteriormente al armario de gas.
- 40 El dispositivo venturi 232 está conectado a una tubería de aspiración 230 para extraer vacío en la tubería 226 del distribuidor. La purga del distribuidor, con posterioridad a su evacuación del circuito de vacío, se efectúa utilizando una fuente de gas de purga (no mostrada en la figura 2). Dicha fuente de gas de purga está acoplada con la tubería de alimentación de gas de purga 220, que tiene en su interior un regulador de gas de purga 222, para introducir gas de purga a una presión predeterminada en la tubería 226 del distribuidor.
- 45 Mediante la apertura o el cierre apropiados de las válvulas 224, 228, 216 y 238 del distribuidor, el sistema se puede hacer pasar desde (1) la distribución de gas de proceso hasta (2) la evacuación de los circuitos de flujo del distribuidor, hasta (3) la purga del distribuidor con el gas de purga. El gas de purga puede ser un gas inerte, tal como nitrógeno, argón, helio, etc. Tal secuencia de operaciones (1) a (3) puede tener lugar en la medida que se termina la utilización activa del recipiente fuente de gas, cuando el contenido de dicho recipiente se consume hasta un grado predeterminado. El recipiente se desacopla a continuación de los circuitos de flujo del distribuidor en el armario de gas 200 y se sustituye después de que se han completado las etapas de evacuación y purga del distribuidor.
- 50 Los transductores de presión 213 y 215 en la tubería de distribución de gas de proceso 210 se utilizan para supervisar la presión del gas distribuido. El caudal del gas distribuido se puede modular por medio de la válvula de control de flujo 216. Los transductores de presión pueden estar acoplados asimismo con medios de control del proceso (no mostrados en la figura 2), para controlar el funcionamiento del armario de gas en relación con cambios en los flujos de gas y las presiones de funcionamiento del gas distribuido en el armario de gas.

Los conmutadores de presión 211 y 240 se pueden utilizar con el objetivo de activar la alarma y/o la parada, en respuesta a niveles de presión en la tubería de distribución de gas de proceso 210 y la tubería 226 del distribuidor, respectivamente.

5 Aunque el conjunto regulador en la figura 2 se ha mostrado de modo ilustrativo como que comprende dos unidades reguladoras, acopladas en una disposición en serie, el número y la colocación de los dispositivos reguladores en el volumen interior del recipiente fuente de gas, o en la cabeza de válvula o en la abertura de distribución del recipiente fuente de gas, pueden ser modificados en la puesta en práctica de la invención, para proporcionar cualquiera de las disposiciones diferentes del recipiente fuente de gas regulado en presión.

10 El sistema de armario de gas mostrado en la figura 2 tiene una ventaja sobre el sistema mostrado en la figura 1, ya que este último distribuye gas a alta presión directamente en el distribuidor, para la modulación posterior aguas abajo de la presión y el caudal a efectos de proporcionar gas distribuido en las condiciones de proceso deseadas. El sistema de la figura 2 utiliza contención de gas a alta presión en el recipiente fuente de gas 202, como requisito para proporcionar una capacidad sustancial del gas de trabajo (aumentando la capacidad del recipiente 202 con el aumento de la presión de gas), mientras que la disposición del conjunto regulador aguas arriba de la válvula de distribución en la cabeza de válvula 204 permite que se distribuya gas desde el recipiente fuente de gas regulado previamente 202 a baja presión, por ejemplo, subatmosférica.

En consecuencia, el sistema de la figura 2 consigue una mejora sustancial en seguridad y una disminución correspondiente de riesgo, con relación al sistema de la figura 1.

20 La figura 3 es una representación esquemática de un sistema de armario de gas a presión reducida que utiliza un gas distribuido a baja presión suministrado mediante un recipiente regulado en presión, y regulado adicionalmente en el panel de gas del armario de gas mediante un regulador aguas abajo a presión subatmosférica, según otra realización de la invención.

El armario de gas 300, como se muestra, contiene un panel de gas 350 en el que están montados los circuitos de flujo del distribuidor de gas y los elementos asociados.

25 El armario de gas contiene un recipiente fuente de gas regulado en presión 302 que contiene un conjunto regulador que incluye unas unidades reguladoras 301 y 303, como se muestra. El recipiente fuente de gas 302 está equipado con una cabeza de válvula 304 que contiene una válvula accionada mediante un volante de válvula 306 acoplado a un actuador de válvula 362. El actuador de válvula 362 está interconectado mediante la línea 364 de transmisión de señales a la unidad central de procesamiento (CPU) 354 de un módulo electrónico 352.

30 La CPU, que puede estar constituida de manera adecuada por un ordenador, un dispositivo basado en microprocesador, un controlador lógico programable u otra unidad de procesamiento microelectrónica, se utiliza de manera adecuada en el armario de gas o asociada con el mismo, y está dispuesta para supervisar y/o controlar las condiciones de proceso (presión, temperatura, caudal y/o composición) del gas en el armario de gas.

35 Aunque el armario de gas se muestra en la figura 3 como que tiene un único recipiente fuente de gas a alta presión 302, se reconocerá que el armario de gas puede utilizar más de uno de tales recipientes, y que el distribuidor en el armario de gas puede estar configurado correspondientemente para una operación de conmutación, de manera que cuando un recipiente fuente de gas acoplado al distribuidor se queda sin gas, o alcanza un punto de consigna predeterminado de una cantidad residual baja, el recipiente vacío es aislado mediante un accionamiento de las válvulas adecuado en el distribuidor (por ejemplo, cerrando la válvula o válvulas en la tubería de alimentación de gas que acopla el recipiente al distribuidor, mientras que se abren otras válvulas en una tubería de alimentación de gas para acoplar otro recipiente lleno en comunicación de flujo de fluido con el distribuidor), de manera que el recipiente gastado se puede retirar después de que se pone en línea el recipiente lleno.

40 La cabeza de válvula 304 del recipiente fuente de gas 302 ilustrado en la figura 3 tiene una abertura de descarga 308 acoplada a la tubería de distribución de gas de proceso 310. La abertura de salida 308 de la cabeza de válvula 304 contiene un orificio de flujo restringido (RFO) en la garganta del interior de la válvula de escape de la bombona. Adicional, o alternativamente, se podría utilizar un RFO en el distribuidor de gas, como se ha descrito en relación con la figura 2 con anterioridad.

45 La tubería de distribución de gas 310 contiene una válvula 307 de aislamiento del distribuidor, que se puede accionar para aislar el distribuidor de gas y el recipiente 302 entre sí. La tubería de distribución de gas de proceso 310 contiene un conmutador de presión 311 y unos transductores de presión 313 y 315. Una válvula de control de flujo 316 está entre los transductores de presión en esta tubería, válvula que, a su vez, está acoplada de manera operativa con un actuador de válvula 382 unido en relación de transmisión de señales con la CPU 354 por medio de una línea 384 de transmisión de señales.

55 La tubería de distribución de gas de proceso 310 contiene asimismo un regulador 321 para distribuir gas a un nivel de presión reducida con relación al nivel de presión descargado desde el recipiente fuente de gas 302 (es decir, desde la abertura 308 hasta la tubería de distribución de gas de proceso 310). El regulador 321 está unido a la CPU

354 por una línea 380 de transmisión de señales para ajustar el punto de consigna del regulador. Alternativamente, el regulador 321 puede ser un regulador con punto de consigna ajustable manualmente, o un dispositivo con punto de consigna fijo.

- 5 Respecto al recipiente fuente de gas 302 y las unidades reguladoras 301 y 303 en su interior, la figura 3 representa dichas unidades reguladoras como que son esquemáticamente sensibles a la CPU 354 mediante las representaciones 358 y 360 en líneas de trazos. Esto indica la relación acoplada de manera operativa entre la CPU y las unidades reguladoras 301 y 303 respectivas, con respecto a los puntos de consigna de las unidades reguladoras. Los puntos de consigna del regulador son independientemente ajustables por medio de la CPU, que puede generar, por ejemplo, una señal que se transmite a las unidades reguladoras para ajustar sus puntos de consigna de presión.
- 10 El acoplamiento de las unidades reguladoras con la CPU puede implicar líneas de transmisión de señales que entren en el volumen interior del recipiente 302 para ajustar el punto de consigna. Alternativamente, la CPU puede generar una señal que modula los mecanismos de ajuste de cada una de las unidades reguladoras, para cambiar de manera no invasiva las fijaciones del punto de consigna de los reguladores en el recipiente.
- 15 Una tubería 326 del distribuidor que contiene válvulas de control de flujo 324 y 328 está montada en el panel de gas 350. La válvula 324 está acoplada con un actuador de válvula 388, que está unido, a su vez, a la CPU 354 por una línea 390 de transmisión de señales. De manera semejante, la válvula de control de flujo 328 está acoplada al actuador de válvula 370, que está unido a la CPU 354 por una línea 372 de transmisión de señales. La tubería 326 del distribuidor está acoplada al conmutador de presión 340, que está unido, a su vez, a la CPU 354 por una línea 366 de transmisión de señales. La tubería 326 del distribuidor está en comunicación asimismo a través de una
- 20 tubería de aspiración 330 con el dispositivo venturi 332. El dispositivo venturi 332 está unido a una tubería de alimentación de gas de impulsión 334 y a una tubería de descarga de gas de impulsión 336 que contiene la válvula de control de flujo 338. La tubería de descarga 336 del dispositivo venturi está dispuesta para extraer el gas de impulsión exteriormente al armario de gas 300. La válvula 338 en la tubería 336 está acoplada con un actuador de válvula 374, que está unido, a su vez, a la CPU 354 por una línea 376 de transmisión de señales.
- 25 La tubería 326 del distribuidor está conectada a la tubería de alimentación de gas de purga 320 que tiene en su interior un regulador de gas de purga 322. La tubería de alimentación de gas de purga 320 está unida a una fuente de gas de purga 404 equipada con una cabeza de válvula 406 que incluye un actuador de válvula que está unido a la CPU 354 por una línea 408 de transmisión de señales.
- 30 El armario de gas 300 está provisto de una capacidad de ventilación, que puede implicar, por ejemplo, una puerta con rejillas del armario de gas a través de la que puede circular aire u otro gas de ventilación y ser extraído del armario de gas, por ejemplo, en una tubería de ventilación 378. El armario de gas puede estar ventilado de manera usual, lo que implica, por ejemplo, un conjunto de soplador/ventilador sobre el techo de la instalación de tratamiento de semiconductores que está dispuesto para extraer aire del edificio a través de las rejillas en la puerta de armario y del volumen interior del armario de gas a la tubería de ventilación 378 y a través de tuberías hasta el techo de la instalación, circulando el gas de salida a través de un depurador húmedo para eliminar cualquier componente tóxico o de otro modo peligroso en su interior.
- 35 Alternativamente, el armario de gas puede estar ventilado por una tubería de gas de ventilación 420 que contiene una válvula 422. La válvula 422 está acoplada con un actuador de válvula 424 para accionar la válvula 422 a efectos de controlar el caudal del gas de ventilación que se ha hecho circular a través del armario de gas. El actuador de válvula 424 está acoplado, a su vez, con la CPU 354 a través de una línea 426 de transmisión de señales, por lo que la válvula 422 se puede modular mediante la CPU, en respuesta a condiciones supervisadas en el armario de gas, para variar el caudal del gas de ventilación de manera controlada. La tubería de ventilación 420 puede estar acoplada con un soplador para conseguir flujo de aire a través del armario de gas, por ejemplo, utilizando aire seco limpio como el gas de ventilación.
- 40 Como consecuencia, se tiene una capacidad del recipiente regulado en presión en la puesta en práctica de la invención para contener una cantidad de gas sustancialmente mayor que un recipiente dimensionado correspondientemente que carece de regulación de presión dentro del recipiente o en el mismo, mientras que se consigue al mismo tiempo una distribución a una presión inferior de seguridad mejorada de gas desde el armario de gas para el tratamiento aguas abajo de semiconductores (con relación al gas a alta presión en el recipiente de almacenamiento y distribución). Esta característica proporciona cantidades suministrables superiores por bombona y menos sustituciones de la misma con el paso del tiempo.
- 45 Adicionalmente, el armario de gas puede ser de menor tamaño, ya que un recipiente equivalente a baja presión que contiene las mismas existencias de gas tendría un tamaño mucho más grande y necesitaría un armario de gas correspondientemente mayor, cuyo volumen aumentado requeriría, a su vez, un flujo mayor de gas de ventilación a través del armario de gas más grande, etc. Por lo tanto, la invención proporciona un beneficio de reducción/minimización de salida. Los requisitos de ventilación del armario están basados, generalmente, en consideraciones reglamentarias (por ejemplo, en el caso de distribución de silano, se exige un cierto caudal y una cierta velocidad lineal del gas de ventilación a través del armario de gas), o están basados, alternativamente, en el objetivo de contener liberaciones de gas tales que los trabajadores próximos al armario de gas no estén expuestos a
- 55

concentraciones especificadas del gas que se está distribuyendo, por ejemplo, por encima de un 25% del valor límite umbral (TLV). Para gases tóxicos como el fluido distribuido, se pueden utilizar ensayos tales como el *Semi F-15 Tracer Gas Test* (Ensayo de gas trazador semi F-15) para fijar el nivel de ventilación, en el que un gas de sustitución, tal como el SF₆, se libera al régimen de liberación en el peor de los casos (WCR), y el régimen de ventilación del armario se ajusta a continuación a fin de mantener la concentración del gas tóxico por delante del armario a una concentración de un 25% del TLV.

El régimen de liberación en el peor de los casos para un recipiente que contiene gas depende de la presión del gas contenido y el tamaño del orificio de flujo restringido que se utiliza en el recipiente (por ejemplo, en la abertura de descarga de gas de la cabeza de válvula sobre el recipiente). El recipiente regulado en presión de la invención, como consecuencia de su regulación de presión, proporciona un régimen WCR inferior y, por lo tanto, el armario de gas se puede vaciar en un régimen más bajo que el que se requeriría en una liberación correspondiente de gas a una presión superior. Por lo tanto, los costes del aire de salida (u otro gas de ventilación) se pueden disminuir en la puesta en práctica de la invención.

NFPA 318 Guidelines for Clean rooms 2000 (Directrices NFPA 318 para salas limpias de 2000) establece un criterio para silano y otros gases pirofóricos basándose en mantener la dilución mínima en un 25% del límite explosivo inferior (LEL) del gas. A modo de ejemplo, para una bombona de gas silano a alta presión que utiliza un orificio de flujo restringido de 0,0254 cm en la abertura de descarga de la cabeza de válvula de tal recipiente, los caudales de salida mínimos recomendados son nominalmente 9,6 m³/minuto a una presión interna de la bombona de 5.515,8 kPa, 17 m³/minuto a una presión interna de la bombona de 4.136,9 kPa y 21,7 m³/minuto a una presión interna de la bombona de 10.342,1 kPa. Las Compressed Gas Association (CGA) Guidelines [P-32-2000] (Directrices [P-32-2000] de la Asociación de Gas Comprimido (CGA)) están basadas de modo similar en una salida mínima.

Por lo tanto, la presente invención, mediante la disposición de un recipiente de almacenamiento y distribución de gas regulado en presión, produce una reducción sustancial en los requisitos de los gases de salida, con relación a un sistema correspondiente de distribución de gas que carece de la característica de regulación de presión de la presente invención.

Como otra alternativa adicional más, la tubería de gas de ventilación 420 puede estar unida a una fuente de nitrógeno, por ejemplo, una tubería de gas nitrógeno como "gas de consumo" en la instalación de tratamiento de semiconductores, para hacer circular gas nitrógeno a través del armario de gas, como el gas de ventilación para este fin.

El armario de gas 300 puede estar provisto asimismo de una capacidad de introducción de gas mediante una fuente de gas externa 392 que comprende un recipiente que contiene las especies gaseosas de interés. La fuente de gas externa está equipada con una cabeza de válvula 394 que contiene una válvula interior accionada por un volante de válvula 396 acoplado a un actuador de válvula 398. El actuador de válvula 398 está acoplado con la CPU 354 por una línea 400 de transmisión de señales.

La fuente de gas externa 392 está dispuesta para distribuir el gas contenido desde el recipiente a través de la cabeza de válvula 394 en su abertura de descarga, al interior de una tubería de descarga 401. La tubería de descarga 401 está acoplada a una bomba de gas 402, que bombea gas en una tubería de entrada 403 hasta el armario de gas 300. De esta manera, el gas externamente suministrado entra en el armario de gas y circula a través del volumen interior de dicho armario para salir del mismo, por ejemplo, a través de la tubería de descarga de gas 378. La bomba 402 está acoplada con la CPU 354 por medio de una línea 410 de transmisión de señales.

La fuente de gas externa 392 puede proporcionar un gas especializado para mantenimiento periódico del interior del armario de gas, por ejemplo, para limpieza, desinfección, etc. Alternativamente, el gas especializado puede ser un gas reactivo que reacciona con cualquier material de fuga que se obtiene del recipiente 302, por ejemplo, que se fuga de una cabeza de válvula del recipiente, o de un ajuste o un acoplamiento en el armario de gas, etc., cuando la presencia del gas distribuido desde el recipiente 302 se detecta en el entorno ambiental dentro del armario de gas 300. Como otra alternativa adicional más, el gas especializado puede comprender un gas de seguridad, por ejemplo, un gas de extinción de incendios, cuando un gas pirofórico se está distribuyendo en el armario de gas, y se detecta una fuga del mismo.

La tubería de distribución de gas de proceso 310 contiene el conmutador de presión 311 acoplado con la CPU 354 por una línea 368 de transmisión de señales. La tubería de distribución contiene asimismo unos transductores de presión 313 y 315, que están acoplados, igualmente, a la CPU, por unas líneas 386 y 317 de transmisión de señales, respectivamente.

Se apreciará que los componentes del sistema en el sistema de la figura 3 están integrados, estando acoplados de manera operativa con la CPU 354 del módulo electrónico 352, para control integrado de proceso del sistema. El módulo electrónico 352 incluye una unidad de alarma 356 acoplada de manera operativa con la CPU 354, de manera que el funcionamiento fuera de los límites del punto de consigna predeterminado lo traduce la CPU en alarmas de audio y/o visuales apropiadas que se emiten en la unidad de alarma 356.

- La CPU 354 puede estar de esta manera construida y dispuesta de modo programado para llevar a cabo un funcionamiento cíclico, que implica la distribución de gas desde el armario de gas en la tubería de distribución de gas de proceso 310. Dicha distribución se puede efectuar en condiciones del punto de consigna predeterminado para los reguladores interiores 301 y 303, a efectos de proporcionar gas a presión reducida a la tubería de distribución 310. Los puntos de consigna de las unidades reguladoras son ajustables mediante la CPU 354. El ciclo de funcionamiento puede incluir la terminación de la función de distribución tras consumirse el gas en el recipiente fuente de gas, seguido por la evacuación del distribuidor mediante el dispositivo venturi 332, después de lo cual el distribuidor se purga con gas de purga desde la fuente de gas de purga 404. Por lo tanto, el funcionamiento cíclico puede ser facilitado mediante la CPU abriendo y cerrando de modo programado válvulas y efectuando de otro modo las etapas operativas respectivas del funcionamiento del armario de gas. Los transductores de presión 313 y 315 pueden estar acoplados de manera operativa a la CPU por las líneas 386 y 317 respectivas de transmisión de señales de tal manera que se supervisan continuamente las condiciones de presión en la tubería de distribución 310 aguas arriba de la válvula de control de flujo 316 y aguas abajo del regulador 321. La válvula de control de flujo 316 se puede modular, a su vez, mediante la CPU para proporcionar un caudal deseado de gas de proceso para la herramienta de tratamiento aguas abajo de semiconductores o para otro equipo o posición que utiliza gas. El punto de consigna del regulador 321 se puede ajustar mediante la CPU 354 por una señal de control apropiada a través de la línea 380 de transmisión de señales, por lo que el gas de proceso distribuido desde el armario de gas es de una característica deseada de presión.
- Los conmutadores de presión 311 y 340 están unidos, igualmente, a la CPU en una relación de transmisión de señales, por lo que se puede efectuar la parada automática del sistema de armario de gas, si el funcionamiento está fuera de los límites predeterminados para niveles de presión en la tubería del distribuidor o en la tubería de distribución del gas de proceso.
- Durante la evacuación por vacío del distribuidor, el nivel de aspiración ejercido mediante el dispositivo venturi 332 sobre la tubería 326 del distribuidor y la tubería de aspiración 330 se puede modular selectivamente, mediante el accionamiento correspondiente del actuador de válvula 374 de la válvula de control de flujo 338. El actuador de válvula 374 está unido en relación de control de señales con la CPU 354 a través de la línea 376 de transmisión de señales.
- De modo similar, el suministro de gas de purga se puede modular mediante una señal apropiada procedente de la CPU, como se envía al actuador de válvula del conjunto de cabeza de válvula 406 en la línea 408 de transmisión de señales. El gas de purga está regulado hasta un nivel de presión deseado mediante el regulador 322 en la tubería 320 de alimentación de gas de purga. Aunque no se muestra, el punto de consigna del regulador de gas de purga 322 se puede ajustar selectivamente, mediante el regulador de acoplamiento 322 con la CPU 354, de manera correspondiente a la conexión de la CPU 354 al regulador 321.
- El caudal del gas de ventilación introducido en el armario de gas 300 y vaciado del mismo en la tubería de ventilación 378 se puede modular selectivamente, ajustando la velocidad de la bomba 402 bajo control de la CPU, y/o modulando la válvula de distribución del recipiente fuente de gas de ventilación 392.
- Por ejemplo, la CPU puede responder a una disminución súbita de presión en la tubería de distribución de gas de proceso, por ejemplo, debido a una fuga aguas arriba en los circuitos de flujo del distribuidor de gas, como es detectada por el transductor de presión 315, y enviada mediante una señal a la CPU 354 a través de una línea 317 de transmisión de señales, aumentando el caudal del gas de ventilación a través del armario de gas. De esta manera, el gas de fuga se reduce en concentración por debajo de su concentración tóxica o peligrosa inferior, "arrastrando" el volumen interior del armario de gas con el gas de ventilación.
- Se reconocerá que el sistema de armario de gas de la figura 3 puede ser de carácter modificable, es decir, ser configurado y accionado de modo distinto, para proporcionar un funcionamiento de seguridad elevada en una variedad de adaptaciones y formas operativas. Por ejemplo, la presión del distribuidor se puede detectar y utilizar para accionar el conmutador de presión 340 por transmisión de señales en la línea 366, de manera que se cierra la válvula de distribución en la cabeza de válvula 304 del recipiente fuente de gas 302. Esto se puede efectuar mediante una señal de control procedente de la CPU 354 transmitida en la línea 364 de transmisión de señales al actuador de válvula 362, haciéndolo cerrar el volante de válvula 306. De esta forma, el recipiente fuente de gas 302 está aislado cuando la presión del distribuidor de suministro de gas excede un límite de presión predeterminado. La válvula en la cabeza de válvula 304 puede estar asimismo controlada de manera que la distribución no se presenta a menos que la presión en la tubería de distribución 310 esté a un valor específico, como es detectado por el transductor de presión 313 o el transductor de presión 315, por ejemplo.
- El sistema de la figura 3 proporciona así una disposición de distribución de gas de proceso en la que el gas está contenido en el recipiente 302 a alta presión, para maximizar las existencias de gas en el recipiente, sirviendo los reguladores de presión para proporcionar gas distribuido desde el recipiente hasta la tubería de distribución a una presión sustancialmente inferior, que se puede modular (reducir) aún más mediante el regulador 321 de la tubería de distribución.

El gas en el recipiente fuente de gas a alta presión 302 puede estar a una presión superatmosférica, tal como en un intervalo desde 137,9 kPa hasta 13.789,5 kPa, mientras que el gas distribuido descargado desde el recipiente regulado en presión está a una presión sustancialmente inferior (reducida al menos en un 25%, preferentemente al menos un 40%, más preferentemente al menos un 60%, y más preferentemente al menos un 80%, con relación al nivel de presión en el volumen interior del recipiente fuente de gas).

El gas distribuido descargado desde el recipiente regulado en presión tiene una presión que puede estar, por ejemplo, en un intervalo desde 2,7 kPa hasta 8.273,7 kPa, y por debajo de la presión del gas en la parte de depósito del recipiente fuente de gas. El gas distribuido en la operación de distribución a presión subatmosférica puede estar en un intervalo de presión desde aproximadamente 2,7 kPa hasta aproximadamente 100 kPa, y está más típicamente en un intervalo desde aproximadamente 53,3 kPa hasta aproximadamente 80 kPa. Los intervalos de presión preferentes del gas distribuido en el distribuidor de gas desde el recipiente fuente de gas incluyen un intervalo desde aproximadamente 2,7 kPa hasta aproximadamente 1.379 kPa, y más preferentemente desde aproximadamente 2,7 kPa hasta aproximadamente 689,5 kPa. La presión del gas distribuido desde el recipiente regulado en presión puede estar, por ejemplo, en un intervalo de presión del orden desde aproximadamente 2,7 kPa hasta aproximadamente 1.379 kPa, o más preferentemente en un intervalo desde aproximadamente 53,3 kPa hasta aproximadamente 689,5 kPa, y la CPU puede estar dispuesta de modo programado de manera que el punto de consigna de presión de la alarma a alta presión en la unidad de alarma 356, para activar una parada del sistema, está desde aproximadamente 689,5 kPa hasta aproximadamente 137,9 kPa por encima de la presión de funcionamiento seleccionada del gas distribuido.

En una realización adicional, el gas a alta presión en el recipiente fuente de gas 302 se puede modular hasta un nivel de presión intermedio mediante el regulador asociado con el recipiente (interiormente dispuesto en el mismo, o dispuesto en el cuello o la cabeza de válvula, aguas arriba de la válvula de distribución para el recipiente). Dicha presión intermedia se reduce más a continuación mediante el regulador de presión 321 en la tubería de distribución, de manera que la presión final del gas transmitida en la tubería de distribución 310 a la herramienta aguas abajo de proceso o la posición de utilización, está a un nivel de presión deseado que es apropiado para tal uso final del gas.

Por lo tanto, la invención permite que el carácter seguro del sistema de armario de gas aumente sustancialmente, y que los riesgos y peligros esperados de una distribución de gas a alta presión se reduzcan sustancialmente.

Como se ha mencionado en este caso en el Sumario de la sección de la invención para ello, dicha invención se puede llevar a cabo de diversos modos, que incluyen (1) distribución de gas a presión superatmosférica, (2) distribución de gas a presión subatmosférica, y (3) funcionamiento híbrido que implica distribución de gas a presión superatmosférica que está regulado además hasta presión subatmosférica, descritos de diversas maneras previamente. Cada uno de estos modos se describe, a su vez, en lo que sigue, en lo relativo a las condiciones de funcionamiento preferentes, en una realización ilustrativa para cada modo.

En el modo (1) que implica una operación de distribución a presión superatmosférica, el recipiente fuente de gas regulado en presión está dispuesto para suministrar gas a 689,5 kPa, con un orificio de flujo restringido dispuesto en la abertura de salida de la cabeza de válvula del recipiente que se selecciona para concordar con los requisitos del proceso (del proceso aguas abajo de semiconductores) en 1,5 veces el flujo máximo. Una válvula neumática está dispuesta sobre el recipiente, y el recipiente está acoplado con un panel de gas que incluye un regulador del tipo de punto de consigna variable, en el que el punto de consigna se fija para que concuerde con los requisitos de suministro de la instalación, típicamente de 206,8 a 482,6 kPa. Se dispone un montaje de alarma y control que funciona para cerrar la válvula neumática sobre el recipiente, así como la válvula de aislamiento del distribuidor, y para emitir una salida de alarma. El sistema de alarma y control puede estar asimismo construido y dispuesto para activar un amortiguador de dos posiciones del armario de gas a efectos de aumentar el flujo de salida a través del armario de gas. Un sistema autoconmutador se puede utilizar asimismo en una disposición de múltiples recipientes fuente de gas, para efectuar cambios al poner en línea un recipiente de refuerzo fuente de gas, cuando otro recipiente fuente de gas en la corriente llega a quedarse sin gas.

En el modo (2) que implica una operación de distribución a presión subatmosférica, el recipiente fuente de gas regulado en presión está dispuesto para suministrar gas a 86,6 kPa, con un orificio de flujo restringido dispuesto en la abertura de salida de la cabeza de válvula del recipiente que se selecciona para concordar con los requisitos del proceso (del proceso aguas abajo de semiconductores) en 1,5 veces el flujo máximo. Una válvula neumática está dispuesta sobre el recipiente, y el recipiente está acoplado con un panel de gas que incluye un regulador del tipo de punto de consigna variable, en el que el punto de consigna del regulador del panel de gas se fija típicamente a aproximadamente de 53,3 a 80 kPa. Se dispone un montaje de alarma y control que funciona para cerrar la válvula neumática sobre el recipiente, así como la válvula de aislamiento del distribuidor, y para emitir una salida de alarma. El sistema de alarma y control puede estar asimismo construido y dispuesto para activar un amortiguador de dos posiciones del armario de gas a efectos de aumentar el flujo de salida a través del armario de gas. Un sistema autoconmutador se puede utilizar asimismo en una disposición de múltiples recipientes fuente de gas, para efectuar cambios al poner en línea un recipiente de refuerzo fuente de gas, cuando otro recipiente fuente de gas en la corriente llega a quedarse sin gas.

En el modo (3) que implica un funcionamiento híbrido de distribución a presión superatmosférica que está regulado además mediante un regulador de panel de gas para producir gas a presión subatmosférica a distribuir, el recipiente fuente de gas regulado en presión está dispuesto para suministrar gas a una presión de 68,9 a 689,5 kPa, con un orificio de flujo restringido dispuesto en la abertura de salida de la cabeza de válvula del recipiente que se selecciona para concordar con los requisitos del proceso (del proceso aguas abajo de semiconductores) en 1,5 veces el flujo máximo. Una válvula neumática está dispuesta sobre el recipiente, y el recipiente está acoplado con un panel de gas que incluye un regulador del tipo de punto de consigna variable, en el que el punto de consigna se fija aproximadamente a 80 kPa. Se dispone un montaje de alarma y control que funciona para cerrar la válvula neumática sobre el recipiente, así como la válvula de aislamiento del distribuidor, y para emitir una salida de alarma. El sistema de alarma y control puede estar asimismo construido y dispuesto para activar un amortiguador de dos posiciones del armario de gas a efectos de aumentar el flujo de salida a través del armario de gas. Un sistema autoconmutador se puede utilizar asimismo en una disposición de múltiples recipientes fuente de gas, para efectuar cambios al poner en línea un recipiente de refuerzo fuente de gas, cuando otro recipiente fuente de gas en la corriente llega a quedarse sin gas.

El modo híbrido (3) permite un funcionamiento a presión limitada en el distribuidor, que se puede utilizar para superar caídas de presión asociadas con purificadores de gas de punto de uso (POU), con suministro desde el armario de gas hasta la herramienta de tratamiento de semiconductores y la VMB a presión subatmosférica.

Las características y ventajas de la presente invención se muestran más completamente por los siguientes ejemplos no limitativos.

EJEMPLO 1

Utilizando el método del Árbol de Fallos, bombonas VAC[®] “previamente reguladas” (ATMI, Inc., Danbury, CT) que tienen reguladores interiormente dispuestos se compararon con bombonas a alta presión estándares en servicio de silano. Las instalaciones del armario de gas eran idénticas y se construyeron árboles correspondientes de fallos y se completaron análisis de riesgos. Las circunstancias de liberación potenciales [Si] se numeraron sobre 20 para cada comparación y muchas implicaban múltiples averías para que ocurriera una liberación. De esta manera, se determinó la frecuencia total de aparición, se calcularon riesgos y se compararon los métodos de suministro en una base relativa.

La probabilidad de incidentes resulta afectada por la frecuencia de reemplazo y la presión de suministro de las bombonas. La consecuencia de incidentes operativos o el régimen de liberación en el peor de los casos [WCR] - se muestra en la Tabla 1 y varía desde 30,5 hasta 70,8 litros estándares por minuto (slpm) (NFPA 318 Standard for the Protection of Cleanrooms, 2000 Edition). El WCR para la bombona previamente regulada se limitó a 8,2 slpm y para todas las presiones de llenado.

TABLA 1

Caudales para el silano a través de un orificio de flujo restringido de 0,0254 cm como una función de la presión de la bombona

Presión [kPa]	Flujo WCR [slpm]	Masa [kg]
11.031,6	70,8	15
8.273,7	55,7	12
5.515,8	30,5	5

EJEMPLO 2

Suministro de silano-Ejemplo comparativo

La presión de regulación previa se ajustó para fijar una presión constante de suministro al recipiente fuente de gas regulado previamente, que era independiente de la presión de llenado. Las densidades de llenado del silano son una función de la tolerancia del riesgo; aproximadamente la mitad de los llenados en este ensayo fueron llenados de 5 kg, dispersándose el resto de los llenados entre cargas de 10 kg, 12 kg y 15 kg de fluido al recipiente. La Tabla 2 siguiente establece los regímenes de liberación en el peor de los casos para el silano a 5.515,8 kPa y 689,5 kPa, en la que VAC hace referencia a un recipiente de almacenamiento y distribución de gas regulado previamente que está comercialmente disponible por la firma ATMI, Inc. (Danbury, CT).

TABLA 2

Regímenes de liberación en el peor de los casos para el silano a 5.515,8 kPa y 689,5 kPa

Bombona	Presión	Capacidad	RFO	Régimen de liberación
Estándar	5.515,8 kPa	5 kg	0,010"	30,5 slpm
VAC	689,5 kPa	15 kg	0,010"	3,5 slpm
11.031,6 kPa	689,5 kPa	15 kg	0,014"	6,9 slpm

La Tabla 3 siguiente establece los resultados del análisis de riesgo relativo para las opciones de suministro de silano.

TABLA 3

<u>Sistema de suministro de gas</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Consecuencia</u>	<u>Riesgo</u>	<u>Relación de riesgo</u>
15 kg, VAC (689,5 kPa)	4,44E-3	8,2	3,64E-2	1
5 kg, 5.515,8 kPa	1,49E-2	30,5	4,54E-1	12,5
10 kg, 8.273,7 kPa	1,27E-2	55,0	6,98E-1	19,2
15 kg, 10.686,9 kPa	1,16E-2	70,8	8,21E-1	22,6

En base a un riesgo relativo, se predijo que el sistema VAC® de suministro [689,5 kPa] era de 12 a 23 veces más seguro que una bombona estándar de silano equipada con un orificio de flujo restrictivo (RFO) de 0,0254 cm. El término [consecuencia] del régimen de liberación inferior para un incidente dado, una función de la presión de suministro, proporciona este resultado.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de distribución de gas para distribuir gas, que comprende: (a) un recinto cerrado que contiene un recipiente fuente de gas regulado en presión (202) para contener gas a presión superatmosférica, y construido y dispuesto con al menos un regulador de presión de gas con punto de consigna interiormente dispuesto en el
5 recipiente fuente de gas para descargar el gas a presión subatmosférica; y (b) un distribuidor de gas (210, 226) en el recinto cerrado dispuesto para recibir gas descargado desde el recipiente fuente de gas regulado en presión y que comprende circuitos de flujo de gas para distribuir dicho gas a una zona de utilización de gas; caracterizado porque comprende (c) medios para aislar de modo selectivamente automático los circuitos de flujo del distribuidor de gas respecto a un recipiente fuente de gas regulado en presión, en respuesta a la detección de dicha presión de gas en
10 el distribuidor durante su distribución a dicha zona de utilización de gas, cuando esté fuera de un límite predeterminado; y (d) medios para extraer gas de los circuitos de flujo de gas a efectos de permitir la sustitución del recipiente fuente de gas cuando el recipiente ha llegado a quedarse sin gas.
2. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dichos medios para extraer gas de los circuitos de flujo de gas comprenden un circuito de vacío (231, 234, 236) unido a dicho distribuidor de gas (210, 226).
15
3. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dichos medios para extraer gas de los circuitos de flujo de gas comprenden una fuente de gas de purga acoplada con dicho distribuidor de gas (210, 226).
4. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que tiene dos reguladores de presión de gas (201, 203) interiormente dispuestos en el recipiente fuente de gas (202).
5. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicho recipiente (202) incluye un conjunto de cabeza (204) que tiene al menos una válvula.
20
6. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas (201, 203) está construido y dispuesto de manera que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión que es al menos un 40 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
25
7. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicha presión de gas en dicho recipiente fuente de gas (202) está en un intervalo desde aproximadamente 137,9 kPa (20 psig) hasta aproximadamente 13.789,5 kPa (2.000 psig).
8. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión en un intervalo desde 53,3 kPa (400 Torr) hasta aproximadamente 80 kPa (600 Torr).
30
9. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que múltiples recipientes fuente de gas (202) están dispuestos en dicho recinto cerrado.
10. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recinto cerrado comprende una caja de gas.
35
11. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recinto cerrado comprende un armario de gas.
12. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión desde aproximadamente 2,7 kPa (20 Torr) hasta aproximadamente 100 kPa (750 Torr).
40
13. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas (201, 203) está construido y dispuesto de manera que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión que es al menos un 60 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
14. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas (201, 203) está construido y dispuesto de manera que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión que es al menos un 80 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
45
15. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende además medios de alarma construidos y dispuestos para producir una emisión de alarma cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado.
50

16. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que los medios para aislar el recipiente fuente de gas (202) respecto al distribuidor de gas aíslan el recipiente fuente de gas respecto al distribuidor de gas cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado.
- 5 17. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que los medios para aislar el recipiente fuente de gas (202) respecto al distribuidor de gas aíslan el recipiente fuente de gas respecto al distribuidor de gas cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas en dichos circuitos de flujo de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado, y comprenden válvulas selectivamente accionables en el distribuidor de gas.
- 10 18. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que los medios para aislar selectivamente los circuitos de flujo del distribuidor de gas respecto al recipiente fuente de gas regulado en presión (202) comprenden un transductor de presión.
19. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende además medios para terminar la distribución de gas cuando el gas se ha agotado en el recipiente fuente de gas (202).
- 15 20. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende además un regulador de presión de gas (321) en el distribuidor de gas, en el que (i) el gas en dicho recipiente fuente de gas (202) está a una primera presión superatmosférica, (ii) el gas recibido por dicho distribuidor de gas y aguas arriba de dicho regulador de presión de gas en el distribuidor de gas está a una segunda presión menor que dicha primera presión elevada, y (iii) el gas en el distribuidor de gas aguas abajo de dicho regulador de presión de gas en el distribuidor de gas está a una tercera presión menor que dicha segunda presión.
- 20 21. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 20, en el que la primera presión superatmosférica está en un intervalo desde aproximadamente 68,9 kPa (10 psig) hasta aproximadamente 13.789,5 kPa (2.000 psig).
22. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recinto cerrado está dispuesto para flujo a su través de un gas de ventilación.
- 25 23. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 22, que comprende además una unidad central de procesamiento (CPU) (354) dispuesta para controlar el caudal del gas de ventilación a través del recinto cerrado.
24. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 23, en el que la CPU (354) está dispuesta para aumentar el caudal del gas de ventilación a través del recinto cerrado al ocurrir una fuga en los circuitos de flujo.
25. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recipiente (202) comprende un orificio de flujo restringido en una de sus aberturas de salida de gas.
- 30 26. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recinto cerrado comprende un armario de gas, que comprende además un módulo electrónico (352) que incluye una unidad central de procesamiento (CPU) (354) dispuesta para controlar al menos una condición de proceso del gas en dicho armario de gas.
- 35 27. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 26, en el que dicha al menos una condición de proceso comprende una condición seleccionada a partir del grupo que consiste en presión, temperatura, caudal y composición del gas.
28. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 26, en el que dicha al menos una condición de proceso comprende la presión.
- 40 29. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recinto cerrado comprende un armario de gas, que comprende además un módulo electrónico (352) que incluye una unidad central de procesamiento (CPU) (354), en el que dicho distribuidor tiene válvulas, incluyendo válvulas que son selectivamente ajustables, y al menos una de dichas válvulas (422) está acoplada de manera operativa a dicha CPU para ajustar dicha válvula al funcionar dicho armario de gas.
30. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 29, en el que la CPU (354) está dispuesta para controlar un suministro de gas de purga para purgar los circuitos de flujo.
- 45 31. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende además un módulo electrónico (352) que incluye una unidad central de procesamiento (CPU) (354), y en el que dichos medios para extraer gas de los circuitos de flujo de gas, para permitir la sustitución del recipiente fuente de gas (202) cuando el recipiente ha llegado a quedarse sin gas, están acoplados de modo sensible con dicha CPU de manera que la extracción de gas de los circuitos de flujo se efectúa según un plan predeterminado o de modo sensible al menos a una variable de proceso supervisada mediante la CPU.
- 50 32. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende al menos uno de los siguientes componentes: (i) un circuito de vacío (231, 234, 236) accionable para efectuar una evacuación al menos de parte de

- los circuitos de flujo de dicho distribuidor de gas, también al menos de parte de dichos medios (d); (ii) un circuito de gas de purga (220) accionable para efectuar una purga al menos de parte de los circuitos de flujo de dicho distribuidor de gas, también al menos de parte de dichos medios (d); (iii) al menos una válvula de control de flujo (224, 228, 216) en dicho distribuidor de gas; (iv) un sensor de presión (213) en dicho distribuidor de gas; (v) un conmutador de presión (211) en dicho distribuidor de gas; y (vi) un regulador (321) en dicho distribuidor de gas; y un módulo electrónico (352) que incluye una unidad central de procesamiento (CPU) (354) que está construida y dispuesta para controlar al menos uno de dichos componentes comprendidos (i)-(vi).
33. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, que comprende al menos un regulador de presión (321) con un punto de consigna ajustable, y medios para ajustar dicho punto de consigna.
34. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recipiente fuente de gas (202) contiene un gas de tratamiento de semiconductores.
35. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que el recipiente fuente de gas (202) contiene un gas seleccionado a partir del grupo que consiste en trifluoruro de boro, silano, metil silano, trimetil silano, arsina, fosfina, diborano, cloro, BCl_3 , B_2D_6 , hexafluoruro de wolframio, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, yoduro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno, hidruro de germanio, amoníaco, estibina, sulfuro de hidrógeno, seleniuro de hidrógeno, telururo de hidrógeno, bromo, yodo, flúor, NF_3 , $(\text{CH}_3)_3\text{Sb}$, y compuestos organometálicos, gases hidrocarburos, hidrógeno, nitrógeno, monóxido de carbono y halogenuros de gases raros.
36. Un método para hacer funcionar un conjunto de distribución de gas en un recinto cerrado, que incluye una fuente de gas acoplada en relación de flujo selectivo con un distribuidor de gas (210, 226) en el recinto cerrado, en el que el distribuidor de gas incluye circuitos de flujo para descargar gas a una zona de utilización de gas, comprendiendo dicho método utilizar como fuente de gas un recipiente fuente de gas regulado en presión (202) que contiene el gas a presión superatmosférica, en el que el recipiente fuente de gas regulado en presión está construido y dispuesto con al menos un regulador de presión de gas con punto de consigna interiormente dispuesto en el recipiente fuente de gas para proporcionar una presión de gas subatmosférica en dicho distribuidor, caracterizado por aislar de modo selectivamente automático los circuitos de flujo del distribuidor de gas respecto al recipiente fuente de gas regulado en presión, en respuesta a la detección de dicha presión de gas en el distribuidor durante la distribución de gas a dicha zona de utilización de gas, cuando esté fuera de un límite predeterminado.
37. El método según la reivindicación 36, en el que un circuito de vacío (231, 234, 236) está unido a dicho distribuidor de gas, y que comprende además accionar el circuito de vacío para extraer gas del distribuidor de gas después de que el recipiente fuente de gas (202) se ha quedado sin gas hasta un grado predeterminado.
38. El método según la reivindicación 36, en el que una fuente de gas de purga está acoplada con dicho distribuidor de gas, y que comprende además hacer circular gas de purga desde la fuente de gas de purga a través del distribuidor de gas para extraer del mismo el gas obtenido del recipiente fuente de gas (202).
39. El método según la reivindicación 36, en el que el recipiente de gas fuente regulado en presión (202) comprende un conjunto de cabeza (204).
40. El método según la reivindicación 36, en el que el recipiente de gas fuente regulado en presión (202) comprende una parte de depósito que contiene dicho gas y que tiene una abertura de descarga de gas.
41. El método según la reivindicación 36, que comprende una válvula de control de flujo en un conjunto de cabeza (204) asegurado al recipiente fuente de gas (202).
42. El método según la reivindicación 41, en el que dos reguladores de presión (201, 203) están dispuestos en un volumen interior del recipiente fuente de gas (202).
43. El método según la reivindicación 42, en el que los dos reguladores de presión (201, 203) están dispuestos en serie entre sí en el volumen interior del recipiente fuente de gas (202).
44. El método según la reivindicación 36, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas en dicho distribuidor de gas está a una presión que es al menos un 40 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
45. El método según la reivindicación 36, en el que dicha presión de gas en dicho recipiente fuente de gas (202) está en un intervalo desde aproximadamente 137,9 kPa (20 psig) hasta aproximadamente 13.789,5 kPa (2.000 psig).
46. El método según la reivindicación 36, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dicho distribuidor de gas está a una presión en un intervalo desde 53,3 kPa (400 Torr) hasta aproximadamente 80 kPa (600 Torr).
47. El método según la reivindicación 36, en el que múltiples recipientes fuente de gas (202) están dispuestos en dicho recinto cerrado.

48. El método según la reivindicación 36, en el que el recinto cerrado comprende una caja de gas.
49. El método según la reivindicación 36, en el que el recinto cerrado comprende un armario de gas.
50. El método según la reivindicación 36, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dicho distribuidor de gas está a una presión desde aproximadamente 2,7 kPa (20 Torr) hasta aproximadamente 100 kPa (750 Torr).
51. El método según la reivindicación 36, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas en dicho distribuidor de gas está a una presión que es al menos un 60 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
52. El método según la reivindicación 36, en el que el gas procedente del recipiente fuente de gas en dicho distribuidor de gas está a una presión que es al menos un 80 por ciento menor que la presión de gas en dicho recipiente fuente de gas.
53. El método según la reivindicación 36, que comprende además emitir una alarma cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dicho distribuidor de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado.
54. El método según la reivindicación 36, que comprende además aislar el recipiente fuente de gas (202) respecto al distribuidor de gas cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas en dicho distribuidor de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado.
55. El método según la reivindicación 36, en el que dicho distribuidor de gas comprende válvulas en su interior, y la etapa de aislar el recipiente fuente de gas (202) respecto al distribuidor de gas comprende accionar selectivamente las válvulas en el distribuidor de gas, en respuesta al nivel de presión detectado en el distribuidor.
56. El método según la reivindicación 36, que comprende además terminar la distribución de gas cuando el gas procedente del recipiente fuente de gas (202) en dicho distribuidor de gas está a una presión por encima de un valor predeterminado.
57. El método según la reivindicación 36, que comprende además disponer un regulador de presión de gas (321) en el distribuidor de gas, en el que (i) el gas en dicho recipiente fuente de gas regulado en presión (202) está a una primera presión superatmosférica, (ii) el gas recibido por dicho distribuidor de gas y aguas arriba de dicho regulador de presión de gas en el distribuidor de gas está a una segunda presión menor que dicha primera presión elevada, y (iii) el gas en el distribuidor de gas aguas abajo de dicho regulador de presión de gas en el distribuidor de gas está a una tercera presión menor que dicha segunda presión.
58. El método según la reivindicación 57, en el que la primera presión superatmosférica está en un intervalo desde aproximadamente 68,9 kPa (10 psig) hasta aproximadamente 13.789,5 kPa (2.000 psig).
59. El método según la reivindicación 36, en el que el recinto cerrado está dispuesto para flujo a su través de un gas de ventilación.
60. El método según la reivindicación 36, que comprende además disponer una unidad central de procesamiento (CPU) (354) para controlar el caudal del gas de ventilación a través del recinto cerrado.
61. El método según la reivindicación 36, en el que la CPU (354) está dispuesta para aumentar el caudal del gas de ventilación a través del recinto cerrado al ocurrir una fuga en los circuitos de flujo.
62. El método según la reivindicación 36, en el que el recipiente (202) comprende un orificio de flujo restringido en una de sus aberturas de distribución de gas.
63. El método según la reivindicación 36, que comprende además controlar al menos una condición de proceso del gas en dicho distribuidor.
64. El método según la reivindicación 63, en el que dicha al menos una condición de proceso comprende una condición seleccionada a partir del grupo que consiste en presión, temperatura, caudal y composición del gas.
65. El método según la reivindicación 63, en el que dicha al menos una condición de proceso comprende la presión.
66. El método según la reivindicación 36, que comprende además disponer al menos una válvula en dicho distribuidor de gas.
67. El método según la reivindicación 66, que comprende además ajustar dicha válvula al funcionar dicho conjunto de distribución de gas.
68. El método según la reivindicación 36, en el que el recinto cerrado comprende un armario de gas.

69. El método según la reivindicación 36, que comprende además extraer gas del distribuidor de gas según un plan predeterminado o de modo sensible al menos a una variable de proceso.
- 5 70. El método según la reivindicación 36, que comprende además proveer dicho conjunto de distribución de gas al menos de uno de los siguientes componentes: (i) un circuito de vacío (231, 234, 236) accionable para efectuar una evacuación al menos de parte de los circuitos de flujo de dicho distribuidor de gas; (ii) un circuito de gas de purga (220) accionable para efectuar una purga al menos de parte de los circuitos de flujo de dicho distribuidor de gas; (iii) al menos una válvula de control de flujo (224, 228, 216) en dicho distribuidor de gas; (iv) un sensor de presión (213) en dicho distribuidor de gas; (v) un conmutador de presión (211) en dicho distribuidor de gas; y (vi) un regulador (321) en dicho distribuidor de gas; y controlar al menos uno de dichos componentes comprendidos (i)-(vi) según un ciclo predeterminado o de modo sensible al menos a una condición de proceso.
- 10 71. El método según la reivindicación 36, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas con punto de consigna (201, 203) tiene un punto de consigna ajustable, y comprende ajustar el punto de consigna ajustable del regulador de presión para obtener un régimen de distribución predeterminado del gas.
- 15 72. El método según la reivindicación 36, en el que el recipiente fuente de gas (202) contiene un gas de tratamiento de semiconductores.
- 20 73. El método según la reivindicación 36, en el que el recipiente fuente de gas (202) contiene un gas seleccionado a partir del grupo que consiste en arsina, fosfina, diborano, cloro, BF_3 , BCl_3 , B_2D_6 , hexafluoruro de wolframio, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, yoduro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno, hidruro de germanio, amoníaco, estibina, sulfuro de hidrógeno, seleniuro de hidrógeno, telururo de hidrógeno, cloro, bromo, yodo, flúor, NF_3 , $(\text{CH}_3)_3\text{Sb}$ y compuestos organometálicos, gases hidrocarburos, hidrógeno, nitrógeno, monóxido de carbono y halogenuros de gases raros.
74. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas con punto de consigna comprende un regulador de presión de gas del tipo de válvula de disco.
- 25 75. El método según la reivindicación 36, en el que dicho al menos un regulador de presión de gas con punto de consigna comprende un regulador de presión de gas del tipo de válvula de disco.
- 30 76. El conjunto de distribución de gas según la reivindicación 1, en el que dicha zona de utilización de gas es una zona de tratamiento de semiconductores, en el que la presión de gas en el distribuidor es al menos un 40% menor que la presión de gas en el recipiente de gas fuente regulado en presión (202), y en el que dicho conjunto de distribución de gas, con relación a un conjunto correspondiente de distribución de gas que incluye un recipiente de gas fuente que no está regulado en presión, tiene al menos una de las siguientes características: (V) un recipiente de gas fuente de tamaño más pequeño; (VI) un requisito reducido del gas de ventilación; (VII) una capacidad aumentada de distribución en la corriente; y (VIII) una vida útil aumentada.
77. El sistema de distribución de gas según la reivindicación 76, en el que el distribuidor de gas contiene un regulador de presión de gas (321).
- 35 78. El sistema de distribución de gas según la reivindicación 76, en el que recipiente fuente de gas contiene arsina.
79. El sistema de distribución de gas según la reivindicación 76, en el que el gas en el recipiente de gas fuente se distribuye al distribuidor de gas a una presión en un intervalo desde 53,3 kPa (400 Torr) hasta aproximadamente 80 kPa (600 Torr).
- 40 80. El sistema de distribución de gas según la reivindicación 76, en el que el distribuidor de gas contiene una válvula (207) de aislamiento del distribuidor que es selectivamente accionable para aislar el recipiente fuente de gas regulado en presión (202) y el distribuidor de gas entre sí.

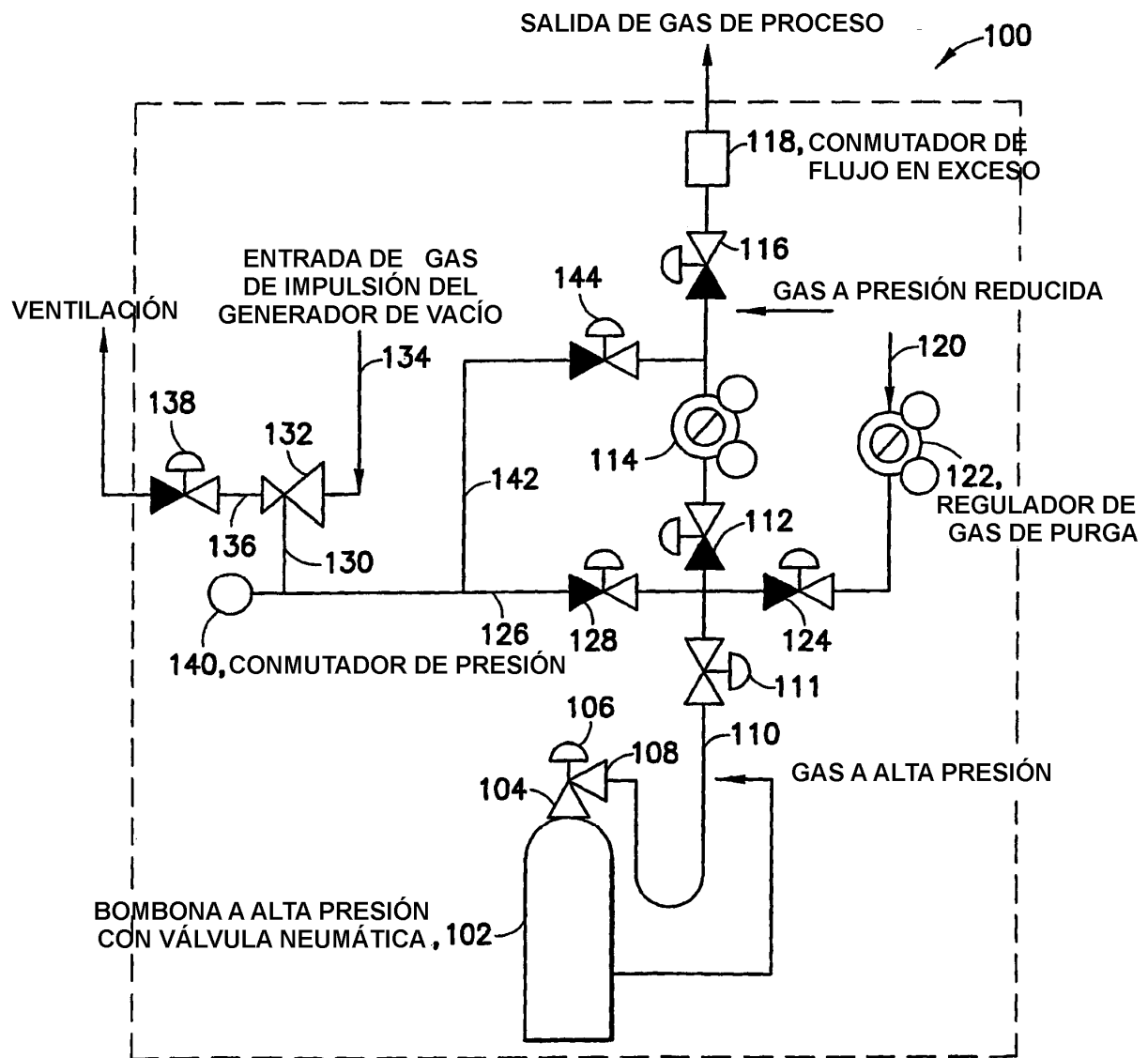


FIG.1

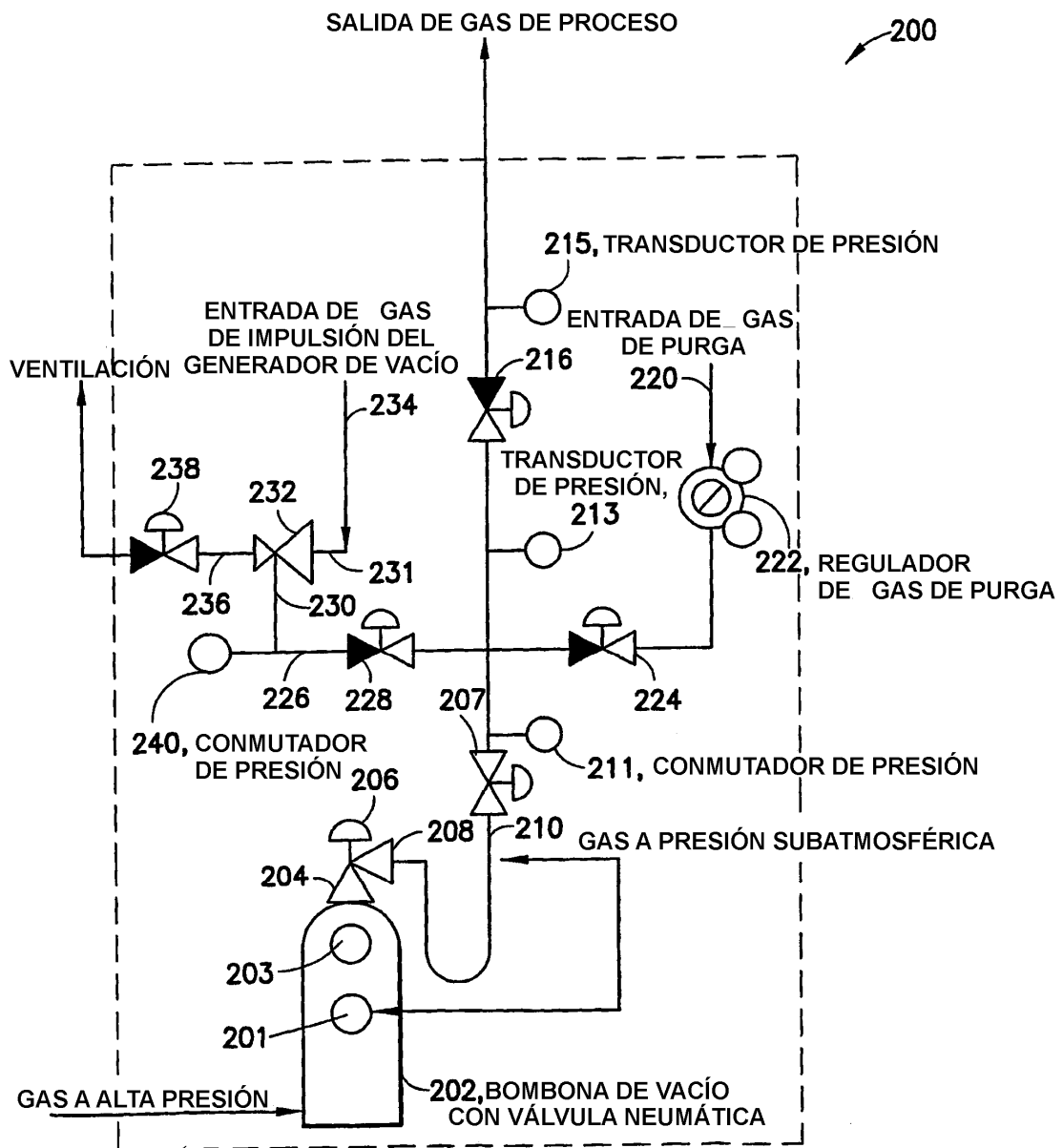


FIG.2

