



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 443**

51 Int. Cl.:

F17C 6/00 (2006.01)

F17C 7/00 (2006.01)

F17C 7/04 (2006.01)

F17C 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98120155 .1**

86 Fecha de presentación : **28.10.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **0915285**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.1999**

54 Título: **Método y aparato para producir gases a altísima presión.**

30 Prioridad: **04.11.1997 US 963728**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

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

72 Inventor/es: **Langan, John Giles;**
McDermott, Wayne Thomas y
Ockovic, Richard Carl

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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

Método y aparato para producir gases a altísima presión.

Antecedentes de la invención

Algunos procesos, como la deposición al vapor de películas metálicas finas en pastillas de silicio, requieren el uso de gas de alta pureza a altas presiones. Por ejemplo, algunos procesos de deposición física al vapor de nuevo desarrollo utilizados por la industria de semiconductores requieren el uso de argón de alta pureza a presiones superiores a 68.947.572,8 PA presión absoluta (10.000 psia). Cualquier cantidad significativa de contaminantes particulados o moleculares, tal como varios compuestos de fluorocarbono o hidrocarbón en el argón pueden contaminar las superficies de las pastillas de silicio, y reducen el rendimiento de los microchips a niveles no económicos. Por lo tanto, la contaminación de argón en tales aplicaciones debe ser evitada.

La prevención de contaminación en sistemas de argón a alta presión es difícil. Unos medios típicos para proporcionar argón a presiones superiores a 68.947.572,8 PA presión absoluta (10.000 psia) es mediante compresión mecánica de gas argón. Los compresores mecánicos muy fiables, es decir, los que tienen los períodos operativos más largos entre mantenimiento, utilizan pistones con juntas estancas de compresión para separar el argón presurizado de un fluido hidráulico. Tales juntas estancas tienden a desgastarse, tener escapes, y a la posterior contaminación del argón de alta pureza. Un diseño de compresor alternativo usa un diafragma metálico oscilante para separar el argón presurizado de un fluido hidráulico. Sin embargo, los diafragmas de tales compresores son propensos a fallo por fatiga y requieren frecuente mantenimiento. El fallo por fatiga del diafragma en tales compresores da lugar a contaminación del argón con partículas y otras impurezas.

Unos medios alternativos de suministrar argón a presión alta constan de un proceso de dos pasos en los que primero se comprime argón líquido a presión alta usando una bomba de líquido criogénico. El argón presurizado fluye entonces a un recipiente separado donde se transfiere calor al argón a una presión alta fija. La transferencia de calor eleva la temperatura del argón al nivel ambiente. Usando este método, se puede usar bombas de líquido criogénico para producir presiones de argón superiores a 68.947.572,8 PA presión absoluta (10.000 psia) como se describe en US 4.032.337. Sin embargo, las bombas de líquido criogénico requieren frecuente mantenimiento y subenfriamiento líquido para minimizar la cavitación, y pueden contaminar el argón con partículas u otras impurezas.

La presente invención supera los inconvenientes de la técnica anterior para evitar contaminación de aceites lubricantes y metales, para evitar la complejidad de compresión mecánica, y todavía proporciona un método simple y limpio de obtener presiones ultra altas en gases que tienen requisitos de alta pureza como demanda actualmente la industria, como se expone con más detalle a continuación.

US 5 440 886, US 5 237 824, EP 0 908 664, EP 0 968 387 describen un método de presurizar un gas sin el uso de bombas.

Breve resumen de la invención

La presente invención es un método de presurizar

un gas de alta pureza a presión ultra alta manteniendo al mismo tiempo la alta pureza del gas, incluyendo los pasos definidos en la reivindicación 1.

Preferiblemente, el paso de calentamiento d) se realiza por intercambio de calor indirecto del gas de alta pureza en un estado físico licuado con un fluido de calentamiento en el recipiente de vaporización.

Preferiblemente, la presión ultra alta es al menos 13.789.514,56 PA presión absoluta (2.000 psia).

Más preferiblemente, la presión ultra alta es al menos 55.158.058,24 PA presión absoluta (8.000 psia).

Muy preferiblemente, la presión ultra alta es del rango de aproximadamente 68.947.572,8 PA absoluta (10.000 PSIA) a 461.948.737,76 PA absoluta (67.000 psia).

Preferiblemente, la alta pureza es al menos 99,9% por volumen del gas, más preferiblemente 99,999% y muy preferiblemente 99,9999%.

Preferiblemente, el gas de alta pureza es presurizado en uno de una pluralidad de recipientes de vaporización conectados en paralelo, donde cuando un recipiente de vaporización está siendo llenado por introducción de gas a presión alta en un estado físico licuado, los otros recipientes de vaporización están dispensando el gas vaporizado de alta pureza a presión ultra alta y calentando el gas de alta pureza en un estado físico licuado, respectivamente.

En una alternativa, el gas de alta pureza a una presión ultra alta es introducido en botellas de almacenamiento. Preferiblemente, el gas de alta pureza a una presión ultra alta es distribuido a un proceso de semiconductores situado hacia abajo como una fuente de presurización.

Preferiblemente, el gas de alta pureza es reciclado del proceso de semiconductores a un licuador de gas y posteriormente al recipiente de vaporización.

Preferiblemente, el gas de alta pureza se selecciona del grupo que consta de argón, nitrógeno, oxígeno, helio, hidrógeno y sus mezclas. Más preferiblemente, el gas de alta pureza es argón.

La presente invención también es un aparato para presurizar un gas de alta pureza a presión ultra alta manteniendo al mismo tiempo la alta pureza del gas, como se define en la reivindicación 13.

Preferiblemente, los medios para dispensar de forma controlable el gas de alta pureza a presión ultra alta son un conducto con válvula conectado desde el recipiente de vaporización a un aparato de proceso de semiconductores situado hacia abajo.

Preferiblemente, los medios para dispensar de forma controlable el gas de alta pureza a presión ultra alta son un conducto con válvula conectado extraíblemente desde el recipiente de vaporización a una o más botellas de almacenamiento situadas hacia abajo.

Preferiblemente, se ha previsto un tubo para reciclar el gas de alta pureza a pureza ultra alta desde los medios para dispensación de forma controlable al licuador.

Preferiblemente, el recipiente de vaporización incluye tres recipientes de vaporización conectados en paralelo.

Preferiblemente, el recipiente de vaporización tiene el intercambiador de calor indirecto situado dentro del recipiente.

Preferiblemente, el recipiente de vaporización tiene una caja exterior de contención de presión, una capa aislante intermedia, una caja interior conteniendo gas y un intercambiador de calor indirecto que tiene

pasos para el flujo de fluido de calentamiento a través del intercambiador de calor indirecto donde los pasos tienen aletas que sobresalen hacia fuera para proporcionar una mayor superficie de intercambio térmico.

Breve descripción de varias vistas de los dibujos

La figura 1 es una ilustración esquemática de una primera realización preferida de la presente invención para el suministro de argón a un proceso de semiconductores.

La figura 2 es una ilustración en sección transversal de una realización preferida de un recipiente de vaporización.

Descripción detallada de la invención

Un método y aparato se describen para la vaporización isocora (volumen constante) de gas licuado para producir gas a presión ultra alta y de alta pureza. El gas de alta pureza licuado es distribuido a un recipiente de vaporización que posteriormente se sella. Posteriormente se transfiere calor al recipiente para vaporizar el gas licuado, y elevar la temperatura del gas a ambiente. El gas a presión ultra alta y de alta pureza es transferido posteriormente a una herramienta de procesamiento de pastillas de silicio, botella de gas, u otro receptor. La invención puede producir argón a presiones de hasta aproximadamente 4.578119×10^8 PA absoluta (66.400 psia).

La presente invención proporciona un método y aparato mejorados para producir gas a presión ultra alta y de alta pureza. La invención usa vaporización de gas licuado en un recipiente sellado como unos medios para producir presión alta. Tal gas presurizado puede ser distribuido a varios receptores, incluyendo herramientas de procesamiento de pastillas de silicio que requieren presiones superiores a 68.947.572,8 PA absoluta (10.000 psia), y botellas de gas de alta pureza para la industria electrónica que requieren presiones de aproximadamente $1,723689 \times 10^7$ PA absoluta (2.500 psia).

Presión ultra alta significará a los efectos de la presente invención presiones de al menos 13.789.514,56 PA (2.000 psia), preferiblemente al menos 55.158.058,24 PA absoluta (8.000 psia), muy preferiblemente en el rango de aproximadamente 68.947.572,8 PA absoluta (10.000 psia) a 461.948.737,76 PA absoluta (67.000 psia).

Alta pureza significará a los efectos de la presente invención una pureza gas de 99,9% por volumen del gas, preferiblemente 99,999% por volumen del gas, muy preferiblemente 99,9999% por volumen del gas.

Un sistema típico de compresión isocora de argón (volumen constante) para una herramienta de procesamiento de pastillas de silicio se representa en la figura 1. Esta realización de la invención incluye un sistema de recuperación de argón para reciclar argón usado. Se almacena argón líquido (LAR) en un dewar de LAR térmicamente aislado o recipiente de almacenamiento 10. El LAR puede ser almacenado a presión casi atmosférica a una temperatura de punto de ebullición de $-185,9^\circ\text{C}$ ($-302,6^\circ\text{F}$). La idea requiere al menos un recipiente de vaporización de LAR situado hacia abajo del dewar 10. En esta realización tres recipientes de vaporización, 12, 14 y 16, respectivamente, se representan debajo del dewar de LAR 10 en la figura 1. Múltiples recipientes de vaporización aumentan la velocidad del proceso permitiendo la operación secuencial. Cuando un recipiente hace fluir argón presurizado a la herramienta, los otros dos recipientes se están cargando con LAR del dewar o vaporizando una carga

de LAR.

En esta realización se representan tres recipientes de vaporización a efectos ilustrativos. En esta invención se puede utilizar cualquier número de recipientes de vaporización.

Cada recipiente de vaporización 12, 14 y 16 tiene una válvula de suministro de LAR V12, V14 y V16, respectivamente, situada en su parte superior. La válvula de suministro de LAR está abierta para hacer fluir LAR del dewar 10 al recipiente de vaporización a través del colector 18. Cuando el LAR contacte el recipiente de vaporización a temperatura ambiente, tendrá lugar evaporación súbita inicial del líquido. El vapor evaporado vuelve hacia arriba al dewar de LAR 10 cuando el líquido fluye hacia abajo. El vapor evaporado súbitamente tenderá a aumentar la presión del dewar de LAR 10. Por lo tanto, el vapor evaporado súbitamente es re-licuado en un licuador de argón 20 situado encima del dewar de argón 10. El licuador 20 puede constar, por ejemplo, de un intercambiador de calor (por ejemplo, placa y aleta) utilizándose nitrógeno líquido (LIN) 22 como el medio de enfriamiento. La presión en el dewar de LAR 10 (1,013529 bar (14,7 psia) en esta realización) se mantiene por el vaporizador interno típico del dewar/sistema de alivio de presión como es conocido en la industria de gases industriales (no mostrado). Una válvula de alivio de presión 24 en el dewar de LAR 10 protege contra la sobrepresurización.

Después de que el recipiente de vaporización, 12, 14 o 16, respectivamente, se enfríe a la temperatura del LAR ($-185,9^\circ\text{C} = -302,6^\circ\text{F}$), el LAR comenzará a llenar el recipiente. Cuando el recipiente de vaporización está cargado con LAR a una profundidad deseada, la válvula V12, V14 o V16, respectivamente, se cierra, y el recipiente se sella. El calor es transferido posteriormente al LAR capturado. El calor transferido vaporiza el LAR en el recipiente. Cuando se transfiere calor adicional, la temperatura del argón sube al nivel ambiente. Durante este proceso de vaporización y calentamiento, se producen altas presiones en el recipiente.

La presión final de argón en el recipiente de vaporización se puede prever a partir del volumen conocido de la carga inicial de LAR. Por ejemplo, es conocido que la densidad de LAR en el punto de ebullición normal es 1390,78 g/l (86,82 lb/pie³). Además, en el punto de ebullición normal, es sabido que la densidad del argón gaseoso frío en el espacio de carga del recipiente sellado es 0,36 lb/pie³. Si se deja que la carga de LAR ocupe 83,4% del volumen del recipiente, el argón gaseoso frío ocupa el 16,6% restante del volumen del recipiente. En este caso, la densidad media de todo el argón en el recipiente es 1160 g/l ($0,834(86,82) + 0,166(0,36) = 72,47 \text{ lb/pie}^3$). El volumen interno del recipiente y la masa de argón en el recipiente no cambian durante el proceso de transferencia de calor. Por lo tanto, después de que el argón en el recipiente es vaporizado y calentado a $21,11^\circ\text{C}$ (70°F), la densidad media del argón capturado permanece a 1160 g/l ($72,47 \text{ lb/pie}^3$). En estas condiciones de temperatura y densidad la presión final prevista del argón en el recipiente es 1723,689 bar (25.000 psia).

Usando una cantidad inicial de LAR más pequeña en el recipiente, se puede lograr presiones finales más bajas después del proceso de transferencia de calor. A la inversa, usando una mayor cantidad inicial de LAR en el recipiente, se pueden lograr presiones

5 finales más altas. La presión más alta alcanzable teó-
ricamente se obtiene cuando el recipiente está com-
pletamente lleno de LAR, sin dejar espacio en el re-
cipiente cargado. En este caso la densidad media del
argón capturado en el recipiente es igual a la del líquido,
1390 g/l (86,82 lb/pie³). Después de que el argón
es vaporizado y calentado a 21,11°C (70°F) el argón
logra una presión final prevista de 66.400 psia. Por
lo tanto, comenzando con LAR a una presión inicial
de 1.013 bar (14,7 psia), son posibles presiones fina-
les de hasta aproximadamente 4578,119 bar (66.400
psia) usando este método.

Cada recipiente de vaporización 12, 14 y 16 tiene
un sensor de presión P12, P14 o P16, respectivamente
y una válvula de alivio de presión accionada automá-
ticamente R12, R14 o R16, respectivamente. La vál-
vula de alivio de presión está regulada para abrirse a
la presión final deseada de argón. La válvula de alivio
puede ponerse, por ejemplo, a una presión deseada en
el rango de 13.789,514.56 PA absoluta (2.000 psia) a
2068,427 bar (30.000 psia). Si la presión del recipien-
te de vaporización excede de la presión deseada, la
válvula de alivio se abre y el argón fluye a través de la
válvula de alivio al sistema de recuperación de argón.
Después de abrirse la válvula de alivio, no tiene lugar
más aumento de la presión del recipiente.

Cuando la herramienta de procesado de pastillas
requiere argón presurizado, las válvula 26, 28 o 30,
respectivamente, se abre en el conducto 31. El argón
presurizado fluye entonces a través de una válvula do-
sificadora fina 32 a la herramienta de procesado de
pastillas de semiconductores 34. La válvula dosifica-
dora fina 32 se regula para controlar el flujo de argón
y la tasa de presurización de la herramienta de proce-
sado 34. Cuando la herramienta 34 es presurizada a la
presión requerida, la válvula 26, 28 o 30, respectiva-
mente, se cierra.

Cuando termina el ciclo de la herramienta, válvula
de herramienta 36 se abre, y la herramienta 34 se des-
presuriza. La válvula 26, 28 o 30, respectivamente,
también se vuelve a abrir entonces para despresurizar
el recipiente de vaporización, 12, 14 o 16, respectiva-
mente. En esta realización de la invención, el argón
usado fluye a una botella de presión baja 38 mediante
la línea 40, que actúa como un depósito de contención
del argón, e incluye parte del sistema de recuperación
de argón. La presión de argón en la botella de presión
baja varía con el tiempo durante el ciclo del proceso,
pero es mayor que la del dewar de LAR 10 (1.013 bar
= 14,7 psia en esta realización), y menor que en la
herramienta de procesado de pastillas 34. La presión
de la botella 38 puede ser, por ejemplo, una presión de
aproximadamente 20,68 bar (300 psig) durante el ciclo
de proceso. Una válvula dosificadora fina 42 está
situada hacia abajo de la válvula 36. Esta válvula 42
se regula para controlar el flujo de argón y la tasa de
despresurización de la herramienta de procesado 34 y
el recipiente de vaporización 12, 14 o 16, respectiva-
mente. Cuando la presión de la herramienta 34 y el re-
cipiente de vaporización 12, 14 o 16, respectivamente,
cae a 20,68 bar (300 psig) o menos, la válvula 36 se
cierra y la válvula 44 se abre para dejar salir la peque-
ña cantidad de argón restante de la herramienta 34 y
el recipiente de vaporización 12, 14 o 16, respectiva-
mente. La herramienta y recipiente vuelven entonces
a una presión de 14,7 psia.

El argón recuperado en la botella de presión baja
38 fluye a través de un regulador de presión directa

46 al licuador de argón 20. El punto de referencia del
regulador de presión directa es igual a la presión del
dewar de argón (1,013 bar = 14,7 psia en esta reali-
zación). El argón ventilado es sustituido en el sistema
usando una línea de compensación de argón 48. El ar-
gón reciclado podría ser filtrado ventajosamente a las
bajas presiones del circuito de reciclado antes de ser
presurizado a las altas presiones del sistema.

En todas las realizaciones de la invención, el ar-
gón de relleno se puede suministrar en forma gaseosa
al LAR licuador, o en forma líquida al dewar de LAR.

Un detalle de un recipiente de vaporización típico
12 se representa en la figura 2. Un orificio de entrada
64 para LAR está dispuesto encima del recipiente 12.
LAR fluye hacia abajo del dewar de LAR al recipiente
12. El LAR se contiene en una caja interior conteni-
endo gas 50. La masa térmica de esta caja interior 50 se
minimiza con el fin de minimizar el tiempo de enfria-
miento inicial del recipiente 12 durante el llenado con
LAR. La caja 50 se encuentra dentro de una caja exte-
rior de contención de presión de pared gruesa 52. La
temperatura de la caja exterior de contención de pre-
sión de pared gruesa 52 está cerca del nivel ambiente.
Para esta finalidad, se puede colocar una capa aislan-
te térmica 54 en el espacio entre la caja 50 y la caja
52. Un orificio ecualizador de presión, o agujero, 56
encima de la caja 50 evita toda presurización del re-
cipiente frío. Este agujero puede contener un medio
desempañante, tal como malla de metal o metal sinte-
rizado poroso para evitar que gotitas de LAR escapen
de la caja 50.

La cantidad de LAR cargada en el recipiente de
vaporización 12 se puede medir gravimétricamente
midiendo el cambio de peso del recipiente de vaporiza-
ción, o más preferiblemente midiendo la profundi-
dad de LAR en la caja 50. Las mediciones de profun-
didad se pueden realizar usando un sensor de nivel, o
más preferiblemente un manómetro de presión dife-
rencial (DP) 58 para medir la carga de LAR líquido
como se representa la figura 2.

Se puede transferir calor al LAR usando un calen-
tador de resistencia eléctrica en contacto térmico con
el LAR, o más preferiblemente por contacto térmico
con un medio de calentamiento, tal como nitrógeno
gaseoso fluido (GAN) como se representa en la figu-
ra 2. La figura 2 representa unos medios por los que
el GAN a temperatura ambiente o el GAN calenta-
do puede ser puesto en contacto térmico con el argón.
La transferencia de calor entre el GAN y el argón se
puede mejorar usando un intercambiador de calor in-
directo 60 en el recipiente 12. El intercambiador de
calor 60 puede constar de un intercambiador de ca-
lor de placa y aleta diseñado para altas presiones, un
tubo de intercambio térmico enrollado en espiral, o
más preferiblemente un paso con aletas de calor 62
soldadas a su superficie exterior como se representa
en la figura 2. El calor transferido del GAN vaporiza
el LAR, posteriormente eleva la temperatura de argón
al nivel ambiente. El argón presurizado sale entonces
del recipiente de vaporización 12 a través del orificio
64 encima del recipiente 12.

En una realización alternativa de la invención, no
representada, no se usa ningún sistema de recupera-
ción de argón. Todo el argón es suministrado al dewar
de LAR por la línea de compensación de argón, y todo
el argón usado es expulsado del sistema.

En otra realización alternativa de la invención, no
representada, se usa un solo recipiente de vaporiza-

ción. Esta realización puede ser usada en los casos donde el ciclo período de la herramienta u otro receptor es mayor o igual que el período de ciclo del recipiente de vaporización. En este caso un solo recipiente de vaporización puede proporcionar argón a presión alta a una tasa suficiente para cumplir los requisitos de la herramienta. Esta realización también contempla otra aplicación para esta invención en la que el receptor de argón consta de un banco de botellas de argón de alta pureza, más bien que una herramienta del proceso de pastillas de semiconductores. Las botellas están llenas de argón a presión alta (por ejemplo 172,3 bar = 2.500 psia) recibido del recipiente de vaporización. Después del llenado, se cierran las válvulas de las botellas de argón. Las botellas de argón llenadas se quitan entonces y sustituyen por botellas vacías.

En otras realizaciones de la invención, se puede producir sustancias distintas de argón a presión alta usando vaporización y calentamiento a volumen constante. La invención puede ser usada para producir nitrógeno, oxígeno, helio, hidrógeno u otras sustancias de bajo punto de ebullición a presión alta mediante va-

porización y calentamiento a volumen constante. Tales sistemas de suministro a alta presión pueden ser usados, por ejemplo, para llenar botellas de gas de alta pureza a presiones de 137,89 bar (2.000 psia) a 413,68 bar (6.000 psia).

Los medios presentes para producir argón presurizado incluyen compresión de argón gaseoso o líquido en un compresor mecánico o bomba criogénica. Tal equipo requiere frecuente mantenimiento, contamina el gas con fluido neumático o hidráulico y/o partículas, y puede producir altos niveles de ruido. Eliminando completamente la maquinaria de compresión o bombeo, esta invención reduce el mantenimiento del equipo y la contaminación de gas, y elimina los problemas de cavitación y ruido de líquido. La invención proporciona así unos medios mejorados de suministrar gas de alta pureza a presiones de hasta aproximadamente 4578,118 bar (66.400 psia).

La presente invención se ha ilustrado con respecto a varias realizaciones preferidas, pero el pleno alcance de la invención deberá ser conocido por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un método de presurizar un gas de alta pureza a presión ultra alta manteniendo al mismo tiempo la alta pureza del gas, incluyendo los pasos de;

a) proporcionar un gas de alta pureza en un estado físico licuado;

b) introducir dicho gas de alta pureza en un estado físico licuado en un recipiente de vaporización (12, 14, 16);

c) cerrar dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) después de llenarlo al menos parcialmente con dicho gas de alta pureza en un estado físico licuado; y

d) calentar dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) y dicho gas de alta pureza en un estado físico licuado que llena al menos parcialmente dicho recipiente (12, 14, 16) para vaporizar dicho gas de alta pureza y para presurizar dicho gas de alta pureza a dicha presión ultra alta;

caracterizado por las características siguientes:

e) dicho gas de alta pureza es distribuido a una presión ultra alta a un proceso de semiconductores situado hacia abajo (34) como una fuente de presurización; y

f) dicho gas de alta pureza es reciclado de dicho proceso de semiconductores (34) a un licuador de gas (20) y después a dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16).

2. El método de la reivindicación 1, donde dicho paso de calentamiento d) se realiza por intercambio de calor indirecto de dicho gas de alta pureza en un estado físico licuado con un fluido de calentamiento en dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16).

3. El método de la reivindicación 1, donde dicha presión ultra alta es al menos 13.789.514,56 PA presión absoluta (2.000 psia).

4. El método de la reivindicación 3, donde dicha presión ultra alta es al menos 55.158.058,24 PA presión absoluta (8.000 psia).

5. El método de la reivindicación 4, donde dicha presión ultra alta es del rango de aproximadamente 68.947.572,8 PA presión absoluta (10.000 psia) a 461.948.737,76 PA presión absoluta (67.000 psia).

6. El método de la reivindicación 1, donde dicha alta pureza es al menos 99,9% por volumen de dicho gas.

7. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza es al menos 99,999% por volumen de dicho gas.

8. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza es al menos 99,9999% por volumen de dicho gas.

9. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza es presurizado en uno de una pluralidad de recipientes de vaporización conectados en paralelo (12, 14, 16), donde cuando un recipiente de vaporización (12, 14, 16) está siendo llenado por introducción de gas a presión alta en un estado físico licuado, los otros recipientes de vaporización (12, 14, 16) están dispensando dicho gas vaporizado de alta pureza a presión ultra alta y calentando dicho gas de alta pureza en un estado físico licuado, respectivamente.

10. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza a una presión ultra alta es introdu-

cido en botellas de almacenamiento.

11. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza se selecciona del grupo que consta de argón, oxígeno, nitrógeno, helio, hidrógeno y sus mezclas.

12. El método de la reivindicación 1, donde dicho gas de alta pureza es argón.

13. Un aparato para presurizar un gas de alta pureza a presión ultra alta manteniendo al mismo tiempo la alta pureza del gas, incluyendo

a) un licuador (20) para licuar dicho gas de alta pureza que tiene al menos dos pasos de intercambio de calor indirecto a través de los que un medio de enfriamiento pasa en intercambio de calor indirecto en un paso y a través de los que un gas de alta pureza que es licuado pasa en intercambio de calor indirecto en otro paso;

b) un recipiente de almacenamiento (10) conectado a dicho licuador (20) para recibir y almacenar dicho gas de alta pureza después de haber sido licuado;

c) al menos un recipiente de vaporización (12, 14, 16) conectado a dicho recipiente de almacenamiento (10) que tiene al menos un orificio para recibir y dispensar dicho gas de alta pureza, un intercambiador de calor indirecto en intercambio térmico con dicho recipiente para calentar dicho gas de alta pureza, y medios para detectar la cantidad de dicho gas de alta pureza en dicho recipiente; y

d) medios para dispensar de forma controlable dicho gas de alta pureza a presión ultra alta desde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16),

caracterizado por las características siguientes:

e) dichos medios para dispensar de forma controlable dicho gas de alta pureza a presión ultra alta son un conducto con válvula (26, 28, 30, 32) conectado desde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) a un aparato de proceso de semiconductores situado hacia abajo (34), y

f) se ha dispuesto un tubo para reciclar dicho gas de alta pureza a pureza ultra alta desde dichos medios para dispensación de forma controlable a dicho licuador.

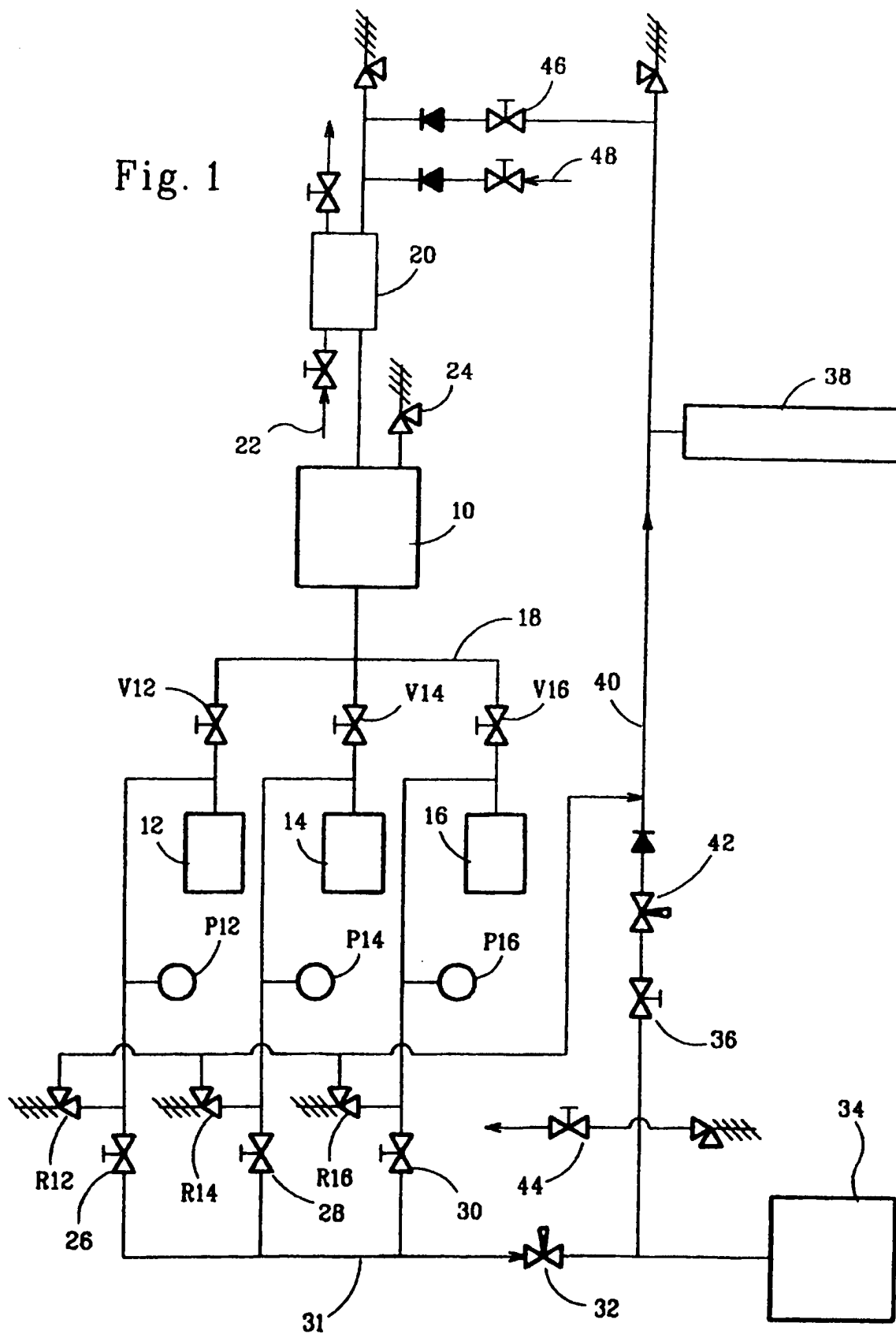
14. El aparato de la reivindicación 13, donde dicho conducto con válvula (26, 28, 30, 32) está conectado extraíblemente desde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) a una o más botellas de almacenamiento situadas hacia abajo (4).

15. El aparato de la reivindicación 13, donde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) incluye tres recipientes de vaporización conectados en paralelo (12, 14, 16).

16. El aparato de la reivindicación 13, donde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) tiene dicho intercambiador de calor indirecto situado dentro de dicho recipiente.

17. El aparato de la reivindicación 13, donde dicho recipiente de vaporización (12, 14, 16) tiene una caja exterior de contención de presión (52), una capa aislante intermedia (54), una caja interior conteniendo gas (50) y un intercambiador de calor indirecto (60) que tiene pasos para el flujo de fluido de calentamiento a través de dicho intercambiador de calor indirecto (60), donde dichos pasos tienen aletas (62) que sobresalen hacia fuera para proporcionar una mayor superficie de intercambio térmico.

Fig. 1



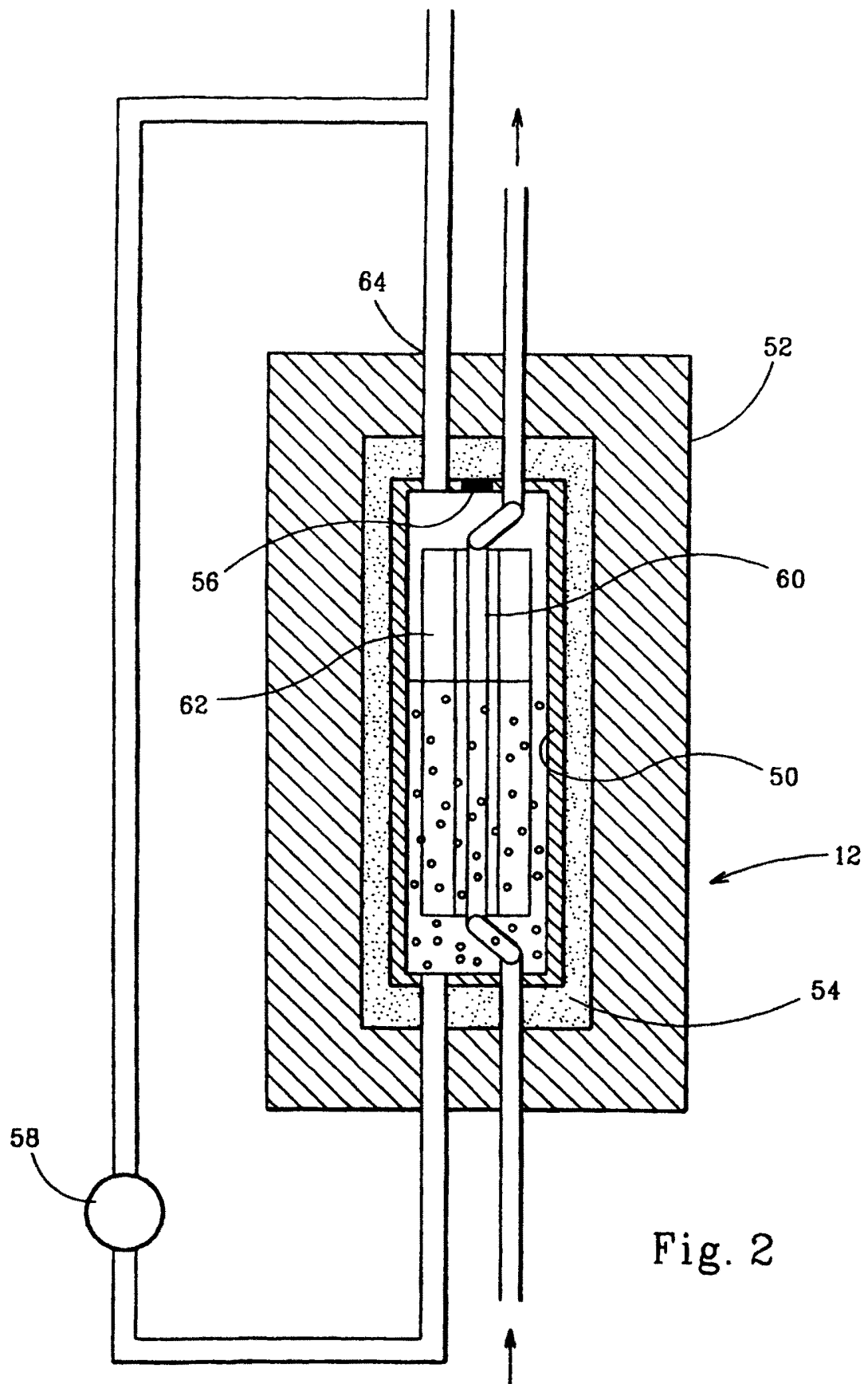


Fig. 2