

378214

SECCION INVENCIÓN	
CLASIFICACION I.P.C.	
CLASE	H 01
SUBCLASE	6



Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN SISTEMA PARA TRATAR MATERIAL, ESPECIALMENTE MATERIAL SEMICONDUCTOR" (Clase Internacional H011)



La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento continuo, por ejemplo, para el tratamiento de materiales semiconductores.

5 En muchos casos es conveniente hacer pasar una pieza de labor, tal como una pastilla semiconductora, por una cámara de tratamiento, al propio tiempo que la atmósfe
ra de la cámara se mantiene aislada de la atmósfera ambien
te, o de otras atmósferas del sistema de tratamiento.

10 En varias operaciones de tratamiento, en las que intervienen atmósferas reactivas, es conveniente reducir al mínimo, y de preferencia eliminar, la adulteración de tales atmósferas por infiltración o inyección en las mismas de otros gases no compatibles que bien puedan diluir las atmósferas de tratamiento, introducir en ellas impurezas
15 degradantes, o bien alterar su composición química. A este efecto, el mantenimiento de la integridad de las atmósferas reactivas va adquiriendo cada vez más importancia en los sistemas de tratamiento en cámaras múltiples, en los que se hace uso de una serie de cámaras de tratamiento conecta
20 das entre sí y a través de las cuales se transporta una producción continua de piezas de labor. La importancia de lograr un aislamiento de atmósferas practicable con tales atmósferas se hace ver fácilmente al estudiar sistemas tales como los descritos en la patente de EE.UU. 3.179.392, en
25 los que se usa hidrógeno y oxígeno a elevadas temperaturas, en cámaras de tratamiento secuencial de hornos de alta temperatura para impedir que se formen mezclas explosivas de dichos gases.

30 Otro sistema continuo para tratar un flujo continuo de piezas de labor en dos etapas distintas y sucesivas,



utilizando atmósferas diferentes y cuya integridad de preferencia se mantiene, es el descrito en la patente de EE.UU. 3.086.764.

5 La conveniencia de mantener la integridad de una atmósfera de tratamiento es igualmente aplicable a sistemas tales como los descritos en las patentes de EE.UU. 2.916.398 y 2.897.091, que implican operaciones de recubrimiento, tales como las de recubrimiento por descomposición de compuestos metálicos gaseosos, sistemas en los cuales
10 una pieza de labor entra en una atmósfera de tratamiento partiendo de una atmósfera ambiente.

En la manufactura de dispositivos semiconductores hasta ahora conocida, el tratamiento de los mismos se realizaba en sistemas discontinuos o por lotes, en los que
15 cierto número de pastillas de material semiconductor se calientan a elevadas temperaturas durante cierto tiempo, en un ambiente peculiar para el tratamiento específico requerido para el material semiconductor. Ahora bien, estos métodos discontinuos tienen la desventaja inherente de su poco rendimiento, su falta de reproducibilidad del producto,
20 su dificultad para repetir los diversos parámetros del proceso de tratamiento, tales como los de exposición, temperatura, ambiente atmosférico y similares. Asimismo, tales sistemas discontinuos se limitan en general a la ejecución de
25 sólo una operación de tratamiento cada vez, para un periodo cualquiera individual de uso.

Aún cuando se han propuesto ya con anterioridad diversos métodos para tratar semiconductores de manera continua, ninguno de estos métodos ha hallado uso o aplicación
30 práctica en los sistemas comerciales de tratamiento de se-



9 JUN 1970

5 micondutores en los que un dispositivo semiconductor pueda
ser transportado recorriendo todo el tratamiento de un modo
continuo. La dificultad en el desarrollo de sistemas con-
tinuos de tratamiento para semiconductores se agrava aún
10 más en el caso de las operaciones que exigen el uso de dis-
tintas atmósferas, cuya integridad deba mantenerse impi-
diendo la adulteración de tales atmósferas por efecto de
infiltración o inyección en ellas de otros gases no compa-
tibles, que puedan diluir las atmósferas de tratamiento,
15 introducir en ellas impurezas degradantes o alterar su com-
posición química.

 Otra área de particular interés en la aplicación
de este invento es la del tratamiento continuo en varias
etapas de los dispositivos semiconductores, según lo pro-
15 puesto en la patente de EE.UU. 3.314.393 y en las patentes
francesas 1.498.045 y 1.511.289. Como puede apreciarse fá-
cilmente, en tales sistemas de tratamiento, en los que la
contaminación de las atmósferas de tratamiento aún sólo
del orden de unas partes por millón puede afectar seriamen-
20 te a la integridad de un dispositivo semiconductor, se ha-
ce cada vez más crítica la separación (aislamiento) y con-
servación de tales atmósferas de tratamiento lejos de toda
contaminación y de las impurezas incompatibles, lo cual exi-
ge impedir toda infiltración o traspaso de atmósferas en-
25 tre una y otra etapa, de las sucesivas de tratamiento, de
un sistema continuo, o a lo sumo reducirlo sustancialmente
a un riguroso mínimo.

 Ya antes de ahora se han propuesto diversos mé-
todos para aislar o separar y mantener la integridad de una
30 atmósfera de tratamiento en diferentes sistemas. Entre ta-

378214



5 les métodos está el empleo de barreras de aire, cierres
 herméticos mecánicos, cierres de bloqueo de aire, cierres
 herméticos hidráulicos, telones de gas y similares, como
 se describe en varias de las patentes de EE.UU. 2.701.901,
 2.856.312, 2.916.398, 3.179.392, 3.314.393 y 3.340.176.
 Sin embargo, el efecto principal de las configuraciones de
 cierre hermético descritas viene siendo el de reducir al
 mínimo, si nó eliminar, las fugas a y desde las atmósferas
 de tratamiento; y aunque se han realizado físicamente va-
 10 rios de dichos métodos de cierre hermético en sistemas de
 producción, su empleo viene siendo limitado en la aplica-
 ción a sistemas de tratamiento en los que se toleran impor-
 tantes o apreciables fluctuaciones en las atmósferas de
 tratamiento. Además, ninguno de dichos métodos ha encontra-
 15 do aplicación práctica o uso en sistemas de tratamiento de
 dispositivos semiconductores, especialmente en sistemas con-
 tinuos en los que el dispositivo semiconductor se transpor-
 te secuencialmente de manera continua desde una zona o cá-
 mara de tratamiento a otra, y en los que cada zona esté
 20 provista de su propio ambiente, distinto y controlado.

Otro intento de resolver el problema de aislar o
 separar las cámaras de tratamiento secuencial de un siste-
 ma continuo comprendía la introducción y retirada de pie-
 zas de labor a través de una serie de cámaras separadoras
 25 conectadas por aberturas de poco paso, en forma de estre-
 chas ranuras, con intentos de controlar la fuga entre di-
 chas cámaras a base de usar gradientes de presión bruscos
 y controlados. No obstante, las desventajas de tales siste-
 mas se exponen adecuadamente en la patente de EE.UU.

30 2.972.330, y entre ellas se incluye la de una continua o

378214



prolongada "fuga excesiva", y la necesidad de medios de bombeo, que se hacen excesivas o bien tan pequeñas que estorban materialmente el paso del substrato.

Otro intento o enfoque adicional para mantener la integridad de las atmósferas de tratamiento de semiconductores en un sistema continuo comprende el paso o circulación a gran velocidad de la atmósfera por entre un extremo abierto de un tubo de reacción y una parte de escape o de salida que separa el puesto de tratamiento de la otra parte o sección del tubo. En la mencionada patente de EE.UU. 3.314.393 y en la patente francesa 1.498.045 se describen métodos tipo en los que se emplean tales criterios de enfoque. En tales sistemas, se confía a la circulación de gas a gran velocidad la misión de proporcionar la fuerza suficiente para impedir la entrada de las atmósferas adyacentes. Ahora bien, en la práctica real y efectiva, especialmente en la del tratamiento de semiconductores, donde las impurezas se miden en partes por millón o por mil millones, es sabido que, a pesar o independientemente del paso (y la transmisión de presión) de un primer gas a otro, la difusión produce una inmigración suficiente, de cantidades secundarias o minoritarias del segundo gas en contracorriente con el primer gas, capaz de afectar seriamente a la integridad del primer gas. De hecho, independientemente de la extensión o intensidad del paso del primer gas (aún cuando se aproxime al infinito), tal inmigración del segundo gas tiene lugar continuamente.

Es objeto de la presente invención un sistema perfeccionado de tratamiento continuo.

A continuación se describirán unas formas preferi



9 JUN

das de realización del invento, a título de ejemplo y con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

5 - las figuras 1 y 2 son, respectivamente, unas vistas en perspectiva y en alzado de una forma de ejecución de este invento que definen un amortiguador de travesía para una circulación continua de trabajo entre dos atmósferas distintas, mantenidas entre sí en un aislamiento esencialmente completo para impedir la migración cruzada entre ambas atmósferas;

10 - la figura 3 es una vista en perspectiva de otra forma de realización de este invento;

 - la figura 4 es una vista en sección tomada por la línea 4-4 de la fig. 3;

15 - la figura 5 es una vista esquemática en perspectiva, que ilustra un mecanismo de alimentación o transporte para el paso o gasto de trabajo en un sistema continuo de tratamiento de semiconductores de varias etapas;

20 - las figuras 6, 6A y 7 son unas vistas en perspectiva de diversos soportes o carros para el transporte de pastillas semiconductoras a través de una serie de puestos de tratamiento formados dentro de un tubo abierto por sus extremos;

25 - la figura 8 es una vista en alzado, en sección recta, de un tubo de tratamiento abierto por sus extremos, que ilustra una forma de ejecución de este invento para tratar pastillas de semiconductor con arreglo a una serie de operaciones de tratamiento;

30 - las figuras 9 y 10 son unas vistas tomadas por las líneas 9-9 y 10-10, respectivamente, de la fig. 8;



- las figuras 11 y 12 ilustran diversas configuraciones de tobera de admisión o de entrada, empleadas para introducir atmósferas de tratamiento en las diversas cámaras del tubo de tratamiento de la fig. 8;

5 - las figuras 13 y 14 son unas vistas tomadas por las líneas 13-13 y 14-14 de las figs. 11 y 12, respectivamente;

- la figura 15 es una vista en sección recta de una unidad de amortiguación o separación empleada en el tubo de tratamiento de la fig. 8, para ilustrar las relaciones de gasto y presión de gas en ella;

10 - la figura 16 es una vista en sección recta que muestra el uso de la realización de unidad amortiguadora o separadora de la fig. 2 en un tubo de tratamiento, para ilustrar las relaciones de gasto y presión de gas en ella;

15 - la figura 17 es una vista en alzado, en sección recta, de un tubo de tratamiento abierto por sus extremos y subdividido en una pluralidad de puestos, y en el que se utilizan secciones o tramos de transición o de separación para difundir impurificantes controlados en los semiconductores; y

20 - las figuras 18A y 18B son unas vistas en alzado, en sección recta, de un tubo de tratamiento abierto por sus extremos, vistas que ilustran cuatro etapas de tratamiento de pastillas semiconductoras.

25 Con referencia ahora a los dibujos, en las figs. 1 y 2 se representa una forma de ejecución del invento, que ilustra el uso de una unidad de transición o de separación, indicada en general con el número 1, en forma de unidad amortiguadora de alimentación o transporte que interconecta



dos atmósferas A1 y A2 en sus respectivos ambientes 2 y 3,
a través de los cuales se transporta una lámina 4 de mate-
rial a tratar, de manera continua como, por ejemplo, por me-
dio de unas unidades de carrete de alimentación y de reco-
5 gida no representadas. Las atmósferas A1 y A2 pueden cons-
tituir cualquiera de las atmósferas ambientales o reactivas,
como en las patentes arriba indicadas, requeridas para
una unidad de tratamiento en varias etapas de un siste-
ma continuo; o bien una de las atmósferas, tal como la A1,
10 puede constituir una atmósfera ambiente desde la cual la
lámina 4 entra en una atmósfera reactiva tal como la A2.

Se sobreentiende que cuando las atmósferas A1 y
A2 constituyen atmósferas reactivas distintas, de un siste-
ma continuo de tratamiento en varias etapas, en el cual la
15 lámina 4 entre procedente de una atmósfera ambiente y sal-
ga a otra atmósfera ambiente, pueden disponerse unas unida-
des de transición o separación adicionales y similares, co-
mo unidades de amortiguación, al entrar la lámina 4 a la
primera atmósfera reactiva, tal como la A1, procedente de
20 otras atmósferas ambientes; y también al salir la lámina 4
de la segunda atmósfera, tal como la A2, a otras atmósferas
ambientes.

De igual modo, cuando en un sistema de tratamien-
to continuo se emplee sólo una única atmósfera reactiva, en
25 la cual entre una hilera continua de piezas de labor, y de
la cual salga, a otras atmósferas ambientes, dos de las uni-
dades transicionales o de separación pueden disponerse, co-
mo unidades amortiguadoras de alimentación, respectivamen-
te a la entrada y a la salida de las atmósferas reactivas.
30 En el uso que aquí se le da, el término "hilera de piezas

9 JUN 1970

de labor" se emplea aquí para definir y comprender un paso
o gasto continuo de material, tal como una lámina, un fi-
lamento o una sucesión de unidades, que formen una sección
recta esencialmente ininterrumpida del material, a medida
5 que es transportado en circulación continua recorriendo el
sistema de tratamiento. Por ejemplo, cuando se emplee una
secuencia de unidades individuales, pueden éstas estar pro-
vistas de configuraciones complementarias en partes de ex-
tremidad contiguas, y ser transportadas a través del sis-
10 tema en relación de contigüidad, extremo con extremo. Así,
de esta manera, las unidades formarán como un continuo de
unidades, de sección recta esencialmente constante.

Alternativamente, la "hilera de piezas de labor"
puede incluir unos soportes o carros portadores adecuados,
15 en los que pueden ir montadas las piezas de labor; por
ejemplo, unos soportes o carros planos provistos de un en-
trante en el que vaya montado el substrato a tratar, des-
cribiéndose este ejemplo con mayor detalle más adelante,
al hablar de otra forma de ejecución del presente invento.

20 En la forma ilustrada en las figuras 1 y 2, la
unidad de transición 1 puede definirse como una cámara se-
paradora o de aislamiento que interconecta las atmósferas
A1 y A2, subdividida en una pluralidad de compartimientos
alternos de entrada y salida que utilizan un gas no reac-
25 tivo, compatible con el flujo o corriente de piezas de la-
bor y con la atmósfera de trabajo, por no ser reactivo con
la pieza de labor ni con las atmósferas A1 y A2, al no for-
mar, por ejemplo, mezclas corrosivas, tóxicas ni explosi-
vas con las mismas.

30 Los compartimientos de la unidad separadora están

9 JUN 1970

5 definidos por unas paredes extremas 5 y unos tabiques de-
flectores 6, sobrentendiéndose que las paredes extremas 5
pueden comprender parte de un recinto ambiental cualquiera
(representado en oculto, esto es, con líneas de trazo y
punto) que confine una u otra de las atmósferas A1 y A2.
En la configuración concretamente representada, las pare-
des extremas 5 y los tabiques deflectores 6 definen un com-
partimiento de entrada o admisión 7 dispuesto junto a las
respectivas atmósferas A1 y A2.

10 Para controlar el paso de gas entre compartimien-
tos adyacentes de la unidad amortiguadora 1 y las atmósfe-
ras A1 y A2, e impedir así la migración cruzada entre estas
atmósferas, las paredes extremas 5 y los tabiques deflecto-
res 6 se extienden de modo que definen con la pared infe-
rior o de fondo 10 de la unidad amortiguadora una abertura
15 cuya sección recta es complementaria de la del flujo de tra-
bajo o lámina 4, definiendo así con ésta y entre ellas una
holgura o distancia de separación que deja un tamaño de ori-
ficio restringido, como, por ejemplo, del orden de $0,4 \text{ cm}^2$.
20 Esta holgura restringida forma una fuga controlada de gases
que permite el uso de los fenómenos de orificio en unión de
la presión de gas empleada para controlar el sentido de la
circulación de gas entre compartimientos y atmósferas.

25 En el compartimiento de entrada o admisión 7 se
inyecta una atmósfera no reactiva por medio de una tobera
11 conectada a una alimentación apropiada de gas, controla-
da y a presión, no representada.

30 El gas no reactivo es suministrado al comparti-
miento de entrada a una presión sensiblemente mayor que la
de las atmósferas A1 y A2. A su vez, las presiones de las

1.6.70



atmósferas A1 y A2 y del gas no reactivo del compartimiento de entrada 7 son mayores que las del gas de los compartimientos de salida contiguos 8 y 9.

5 Cuando las atmósferas A1 y A2 están a niveles de presión positivos (por ejemplo, y recíprocamente, la presión del compartimiento de entrada 7 esté a un nivel positivo mayor), no es necesario ningún sistema de escape positivo para retirar los gases sacándolos de los compartimientos de salida 8 y 9 por las salidas 12 y 13. La salida de
10 los gases de los compartimientos de salida 8 y 9 puede efectuarse en virtud únicamente del ímpetu de las corrientes de gas que salen del compartimiento de entrada 7, por sí solo o en unión de cualquier corriente de gas a presión que circule proveniente de una u otra de las atmósferas A1 y A2.
15 Ahora bien, se sobrentiende que, de convenir así, la retirada de gases de los compartimientos de salida puede facilitarse mediante el uso de sistemas de escape o extracción complementarios, según lo indicado en la patente de EE.UU. 3.314.393, especialmente cuando una de las atmósferas A1 y
20 A2 esté a presión de ambiente.

En esencia, la configuración estructural arriba definida de la unidad de alimentación de transición o amortiguadora del presente invento hace uso de los fenómenos de orificio para el control de corrientes de circulación de
25 gas, y así, recíprocamente, impide la migración cruzada de las atmósferas interconectadas. Fundamentalmente, como para una unidad de alimentación dada hay unos valores constantes presentados por las dimensiones de las holguras dimensionadas como orificios, la sección recta de los compartimientos o cámaras, el coeficiente de salida o descarga y
30 la densidad de los gases en circulación, la ecuación de



orificio para el paso a través de dichas holguras se reduce a

$$F = K\sqrt{\Delta P} ,$$

5 donde F es el gasto de entrada o alimentación por segundo, K es una característica constante derivable para cada una de las holguras-orificio empleadas en la unidad amortiguadora de alimentación, y ΔP es la diferencia de presiones de un lado a otro de las holguras-orificio.

10 Usando la ecuación indicada, puede aclararse el control de las corrientes de circulación de gas en la fig. 2 para prevenir la migración cruzada de atmósferas, con referencia a las indicaciones dadas más arriba, de que las presiones en los compartimientos 8 y 9 de salida de la unidad de amortiguación son menores que la presión de las atmósferas contiguas en los ambientes 2 y 3 y en el compartimiento 7 de entrada del amortiguador. Así, como la presión P3 de la atmósfera A2 es mayor que la presión P9 del compartimiento de salida 9, el gas procedente de la atmósfera A2 entra en el compartimiento de salida 9 lo hace según la ecuación

15

20

$$F1 = K1\sqrt{P3-P9} ,$$

donde P3 se seleccionará para obtener una corriente de gas positiva desde la atmósfera A2 al compartimiento de salida, según lo indicado por la flecha 15.

25 De igual modo, el gasto o paso de gas F2 entre el compartimiento de salida 9 que está a la presión P9 y el compartimiento de entrada 7, a la presión P7, será conforme a la ecuación

$$F2 = K2\sqrt{P7-P9} ,$$

30 en la cual la presión P7 se mantendrá a un nivel suficien-

378214



temente alto, por encima de las presiones P9 y P3, para asegurar un paso positivo de gas desde el compartimiento de entrada 7 al de salida 9, como se indica con la flecha 16.

5 Asimismo, el gasto de gas F3 entre el compartimiento de entrada 7, a la presión P7, y el de salida 8 a la presión P8, se hará con arreglo a la ecuación

$$F3 = K3 \sqrt{P7 - P8} ,$$

10 en la cual la presión P8 se mantendrá a un nivel lo bastante por bajo de la presión P7 para asegurar un paso positivo de gas desde el compartimiento de entrada P7 al de salida P8, según lo indicado por la flecha 17.

15 Igualmente, el paso de gas F4 entre la atmósfera A1, a la presión P2, y el compartimiento de salida 8 a su presión P8, se hará de acuerdo con la ecuación

$$F4 = K4 \sqrt{PA1 - P8} ,$$

20 donde la presión PA1 está a un nivel inferior al de P7, y la presión P8 se mantendrá lo bastante por bajo de la presión PA1 (en correlación con la presión P7) para asegurar un flujo de gas positivo desde la atmósfera A1 al compartimiento de salida 8, según lo indicado por la flecha 18.

En general, la relación de presiones puede resumirse en la tabla siguiente:

TABLA 1

25	<u>PRESIONES</u>		
	<u>Atmósfera</u>	<u>Compartimientos</u>	<u>Atmósfera</u>
	A1	8 7 9	A2
	PA1 ≥	P8 << P7 >> P9 ≤	PA2
	<u>SENTIDOS DE CIRCULACION</u>		
30	<u>Atmósfera</u>	<u>Compartimientos</u>	<u>Atmósfera</u>
	A1 →	8 ← 7 → 9 ←	A2



donde los gastos (7-8) y (7-9) son mayores que los contiguos correspondientes (A1-8) y (A2-9).

5 Es de notar que las indicadas unidades de aislamiento, o de amortiguación, de alimentación se emplean normalmente para la separación de atmósferas de tratamiento que
 10 tengan cierto grado de tolerancia mutua en concentraciones de poca importancia. Un ejemplo tipo de tal separación de atmósferas reactivas lo constituye la atmósfera de desarrollo de película epitáxica, que consta de hidrógeno y un haluro de silicio, separada de una atmósfera oxidante compuesta de hidrógeno, haluro de silicio y dióxido de carbono.

15 En todo caso, como se ha hecho notar anteriormente, es imposible de lograr la eliminación completa del cruce migratorio entre atmósferas reactivas comunicantes. Ahora bien, la concentración de los gases emigrantes puede reducirse secuencialmente a un nivel tal que su paso por difusión a una segunda atmósfera pueda restringirse hasta niveles tolerables. Así, en la forma de realización arriba
 20 descrita, la atmósfera indicada de desarrollo de película epitáxica (por ejemplo, la A1 de la fig. 2), a su entrada en el compartimiento de salida 8, se diluirá en una proporción del orden de $10^2:1$ (por ejemplo, a un 1% de concentración en volumen), y a partir de éste se difundirá en el
 25 compartimiento de entrada 7 (contra la corriente de gas inerte que viene de éste), donde será de nuevo diluida en una proporción del orden de $10^4:1$ (por ejemplo, hasta una concentración aproximada de 0,01% en volumen); y luego la mezcla final (del compartimiento de entrada 7) se hará salir al compartimiento de salida 9. A su vez, este gas se diluirá de nuevo, en una proporción del orden de $10^2:1$, por com-



binación con la atmósfera entrante A2 (por ejemplo, la indicada atmósfera oxidante compuesta de hidrógeno, un haluro de silicio y dióxido de carbono), hasta reducirse su concentración a un nivel aproximado de $10^{-4}\%$ (0,0001%) en volumen, reduciéndose dicha mezcla gaseosa a unos límites de concentración tales que su difusión a y en contra de la atmósfera entrante A2 puede tolerarse sin riesgo, ya que la primera atmósfera A1 se diluye adicionalmente en una proporción aproximada de $10^2:1$ en la atmósfera A2, hasta alcanzarse concentraciones medibles únicamente en partes por millón. Recíprocamente, como se verá en seguida, tiene aplicación también un análisis similar a la migración cruzada, en la fig. 2, de la atmósfera A2 a la atmósfera A1.

Las figs. 3 y 4 ilustran otra forma de realización de las unidades amortiguadoras de alimentación comprendidas en el presente invento, forma en la cual puede obtenerse una mayor separación o aislamiento de dos atmósferas, especialmente cuando sea muy crítico reducir al mínimo todas las formas posibles de cruce migratorio entre las atmósferas, como, por ejemplo, por paso de migración o de difusión a elevadas temperaturas de, por ejemplo, 1000°C .

En la forma de realización de la fig. 3, la unidad de alimentación separadora o amortiguadora 20 está destinada a transferir un filamento 21 en continuo movimiento entre dos temperaturas aisladas A11 y A12, en sus respectivos ambientes 22 y 23 (indicados en oculto).

La unidad de alimentación amortiguadora 20 está configurada a modo de cámara alargada, subdividida por unas paredes extremas 24 y 25, en unión de unos tabiques 26, en una serie de compartimientos alternos de entrada y de sali-



da, que comprenden tres compartimientos de entrada 27, 29
y 31 y dos compartimientos de salida 28 y 30, de modo que
los dos compartimientos de entrada de los extremos 27 y
31 quedan dispuestos junto a las respectivas atmósferas
5 All y A12. Se sobrentiende que, lo mismo que en la forma
de realización precedente, cualquiera de las paredes extre-
mas 24 y 25 puede constituir o formar parte de un recinto
cualquiera definidor de ambiente para las atmósferas All
y A12.

10 En los compartimientos de entrada 27, 29 y 31 se
introduce, por medio de unas toberas de entrada respecti-
vas 32, 33 y 34, un gas no reactivo, procedente de una
fuente adecuada no representada y a un nivel de presión su-
perior al de las atmósferas All y A12, con el compartimien-
15 to de entrada 29 puesto a un nivel de presión superior al
de los compartimientos de entrada 27 y 31 de más a los ex-
tremos. Los gases provenientes de los compartimientos de
salida 28 y 30 escapan por las respectivas salidas de des-
carga 35 y 36.

20 Cada una de las paredes extremas 24 y 25 está
provista de una abertura 37, y los tabiques deflectores 26
están igualmente provistos de unas aberturas 38. Cada una
de las aberturas 37 y 38 define unos pasajes para las pie-
zas o elementos en tratamiento (denominados en lo sucesivo
25 pasajes de trabajo), de una sección recta esencialmente
complementaria de la sección recta del filamento 21 y que
definen entre sí, lo mismo que en la forma de realización
precedente, una holgura restringida, de tamaño de orifi-
cio, para el control de las corrientes de gas en combina-
30 ción con las presiones de las atmósferas All y A12 y la de



los compartimientos alternos de entrada y salida 27 y 31 inclusive. Como se observará, cada una de las paredes extremas 24 y 25 está provista de una prolongación o pestaña anular 40 que sobresale en sentido axil y define un pasaje alargado para un mayor control del paso de gas, mediante el recurso de dar recíprocamente un coeficiente grande de descarga o salida, al cual es directamente proporcional el gasto.

Por mejor conveniencia, las diversas presiones que intervienen en el sistema se identifican y exponen en la tabla siguiente:

TABLA 2

<u>Atmósfera</u>	<u>Compartimiento</u>	<u>Presión</u>
A11		PA11
15 No reactiva	27	P27
"	28	P28
"	29	P29
"	30	P30
"	31	P31
20 A12		P12

con las presiones indicadas correlacionadas entre sí de acuerdo con la relación siguiente, en la cual la presión P29 (del compartimiento central de entrada 29) representa el más alto nivel de presión empleado:

$$PA11 < P27 > P28 < P29 > P30 < P31 > PA12 .$$

En una aplicación preferida para el máximo aislamiento o separación de las atmósferas A11 y A12, las diversas presiones se correlacionan con arreglo a las relaciones siguientes:

30

378214



$$P27 \geq PA11$$

$$P31 \geq PA12$$

$$P29 > P27, P31, PA11 \text{ y } PA12$$

$$P28 < P27 + \frac{1}{2}P29$$

5

$$P30 < P31 + \frac{1}{2}P29$$

Usando la ecuación de orificio arriba indicada, aplicada a los pasos de gas entre los diversos compartimientos y atmósferas, el gasto o paso de gas entre la atmósfera All y el compartimiento de entrada 27 será conforme a la ecuación

10

$$F1 = K1 \sqrt{P27 - PA11},$$

en la cual P27, como antes se ha dicho, puede ser igual o mayor que PA11 para que el paso de gas entre ambas sea cero o se efectúe en sentido positivo desde el compartimiento 27 a la atmósfera All, según lo indicado por la flecha 41. Como se verá, cuando la atmósfera All sea un ambiente de tratamiento prefijado de una presión fija PA11, la presión P27 (del compartimiento 27), se elegirá de modo que dé la indicada relación para el gasto de gas. Asimismo, como se verá, en vista del mayor coeficiente de rozamiento que refleja el alargamiento de la abertura 37, se verá directamente afectado el gasto o caudal de gas.

15

20

Los gastos de gas F2 y F3 entre los respectivos pares de compartimientos 27 y 28 y de compartimientos 28 y 29, serán conforme a las ecuaciones correspondientes:

25

$$F2 = K2 \sqrt{P27 - P28} \quad F3 = K3 \sqrt{P29 - P28} ,$$

en los correspondientes compartimientos 27 y 29, en los cuales ambas presiones P27 y P29 son mayores que la presión P28 del compartimiento 28, de manera que el paso de gas se hará en sentido positivo desde los compartimientos

30



27 y 29 hasta el compartimiento 28, como indican las fle-
chas 42 y 43. Asimismo, en vista del requisito adicional
de que la presión positiva P29 del compartimiento 29 esté
a mayor nivel por encima de la presión positiva P27 del
5 compartimiento 27, el paso de gas F3 desde el compartimen-
to 29 al compartimiento 28 será mayor que el paso de gas
F2 desde el compartimiento 27 al compartimiento 28, redu-
ciéndose así al mínimo, a magnitudes no mensurables, la mi-
gración cruzada de gas entre los compartimientos de entra-
10 da 27 y 29.

La relación de paso de gas para los gastos de
gas F2 y F3 tienen aplicación igualmente a los respectivos
gastos de gas F4 (entre los compartimientos 29 y 30) y F5
(entre los compartimientos 31 y 30), con arreglo a las
15 ecuaciones

$$F4 = K4 \sqrt{P29 - P30} \quad \text{y} \quad F5 = K5 \sqrt{P31 - P30} ,$$

en las cuales las presiones se eligen y correlacionan de
manera que hay un paso de gas positivo F5 del compartimen-
to 31 al compartimiento 30, indicado por la flecha 44, y
20 un paso de gas positivo F4 desde el compartimiento 29 al
compartimiento 30, indicado por la flecha 44, y un paso de
gas positivo F4 desde el compartimiento 29 al compartimen-
to 30, según la flecha 45.

Igualmente, la relación para el gasto de gas F1
25 tiene aplicación de la misma manera al gasto de gas F6 en-
tre el compartimiento 31 y la atmósfera A12, conforme a la
ecuación

$$F6 = K6 \sqrt{P31 - PA12} ,$$

en la cual las presiones P31 y PA12, respectivamente del
30 compartimiento 31 y de la atmósfera A12, se correlacionan



de manera que el paso de gas del compartimiento 31 a la atmósfera A12 sea nulo o positivo.

Asimismo, como antes se ha dicho al hablar de la realización de la fig. 2, es prácticamente imposible de lograr la completa eliminación del cruce migratorio entre las atmósferas comunicantes. Ahora bien, en esta forma de realización de la fig. 3, la concentración de gases emigrantes se reduce secuencialmente a un nivel tal que su paso por difusión a una segunda atmósfera queda limitado a concentraciones no mensurables (por ejemplo, de algunas partes por millón o menos).

Así, en la forma de realización descrita en relación con la fig. 3, la atmósfera de desarrollo de película epitáxica arriba indicada (por ejemplo, la A11 en la fig. 3), se difundirá contra una retropresión del compartimiento 27, en la que se verá diluída en una proporción del orden de $10^2:1$ hasta un nivel de concentración de alrededor de 1% en volumen, en el que la mezcla final estará representada en forma de atmósfera D1, que representa la primera dilución de la atmósfera A11. Desde el compartimiento 27, la atmósfera o mezcla de gas D1 se ve forzada a entrar en el compartimiento de salida 28, donde se mezcla con el gas proveniente del compartimiento de entrada 29, lo que da lugar a una nueva dilución de la atmósfera A11 en la mezcla de gas D1, en una proporción del orden de $10^4:1$, formando una segunda mezcla D2 en la cual la concentración de la atmósfera A11 es de alrededor de 0,01% en volumen. Esta segunda mezcla de gas D2 se difundirá contra los gases provenientes del compartimiento de entrada 29, con lo cual la atmósfera A11 se diluirá de nuevo en una proporción del orden de



10²:1 hasta formar una tercera mezcla de gas D3, en la que
D3 representa la tercera dilución de la atmósfera A11, a
un nivel de concentración inferior al de 0,0001%, o sea de
una parte o menos por millón. A su vez, la mezcla de gas
5 D3 (en el compartimiento 29) fluye al compartimiento de sa-
lida 30, donde se mezcla con los gases que vienen del com-
partimiento de entrada 31, formando una cuarta mezcla D4
en la cual se vuelve a diluir la atmósfera A11 en una pro-
porción del orden de 10²:1, hasta alcanzar una concentra-
10 ción de 10⁻² partes por millón. De igual modo, esta mezcla
de gas D4 (que representa la cuarta dilución de la atmósfe-
ra A11) se difunde contra los gases provenientes del com-
partimiento 31 entrando en este compartimiento, donde se
diluye de nuevo en una proporción del orden de 10²:1, has-
15 ta un nivel de concentración de menos de 10⁻¹ partes por
cada mil millones, que constituye una mezcla de gas D5 en
la cual los límites de concentración de A11 están a un ni-
vel que, al producirse la migración de la mezcla de gas D5
hasta la atmósfera A12, puede ser tolerada sin riesgo, ya
20 que la primera atmósfera A11 se diluye todavía más, en una
proporción del orden de 10²:1, en la atmósfera A12, hasta
llegar a una concentración de menos de 1 parte por billón,
Recíprocamente, como puede verse con facilidad, pueden apli-
carse de igual modo un análisis semejante a la migración
25 cruzada, en la fig. 3, de la atmósfera A12 a la atmósfera
A11.

A continuación se describirá una forma de ejecu-
ción del invento, en la cual se desarrolla térmicamente
SiO₂ sobre pastillas semiconductoras, haciendo referencia
30 a las figs. 5 a 15 inclusive. Como en ellas se indica, hay



una fila o hilera continua de carros 50 ó soportes de pas-
tilla, o portapastillas, de configuración rectangular,
transportados a tope, extremo con extremo, por un mecanis-
mo de avance o de transporte indicado en general con el nú-
5 mero 51, hasta un tubo de cuarzo 52 de tratamiento dispues-
to dentro de unas hélices de calefacción 53 y 54 normalmen-
te encerradas en un recinto de horno 55 de construcción
usual.

En su más amplio concepto, el sistema de este
10 ejemplo comprende un puesto de precaldeo controlado en am-
biente, que comunica con una atmósfera oxidante confinada,
con una serie de substratos semiconductores transportados
secuencialmente a través del puesto de precaldeo y del de
oxidación. En una particular aplicación, el puesto de oxi-
15 dación comprenderá tres operaciones de oxidación distintas,
a medida que los substratos semiconductores se van trans-
portando sucesivamente a través de tres atmósferas oxidan-
tes distintas y bien deslindadas. Concrétamente, la prime-
ra operación de oxidación será una oxidación en oxígeno se-
20 co, seguida de oxidación de los substratos en una atmósfera
de oxígeno y vapor de agua y de una tercera oxidación en
oxígeno seco; operación en la cual las tres atmósferas es-
tán dispuestas en sucesión a lo largo del trayecto de tras-
lación del substrato.

En la práctica se soportan adecuadamente varias
25 pastillas formando serie en un carro o soporte plano que
se hace pasar sucesivamente, a tope de extremo con extremo
con otros, por una serie de cámaras consecutivas definidas
por unos tabiques, cada uno de los cuales tiene una abertu-
30 ra cuya configuración se adapta a la sección recta de los

378214



carros o portapastillas, dejando un hueco u holgura de di-
 mensiones limitadas, a medida que los carros de idéntica
 forma pasan por las aberturas. Las tres cámaras fundamenta-
 les de oxidación son, respectivamente, una cámara de tra-
 5 tamiento con oxígeno seco, una cámara de oxidación en húme-
 do y una segunda cámara de oxidación en seco, estando las
 tres cámaras de oxidación dispuestas en secuencia a lo lar-
 go del tubo de reacción, entre los extremos de éste. En el
 interior del tubo, en posición intermedia entre la primera
 10 cámara de oxidación en seco y la abertura limitada o res-
 tringida a la entrada del tubo, hay dispuesta una cámara
 amortiguadora o de precaldeo en la que se introduce, a ba-
 ja presión, sea un gas no reactivo, sea oxígeno seco (en
 vista de su compatibilidad con los gases de tratamiento y la
 15 atmósfera exterior a los dos). La primera cámara de oxida-
 ción en seco está situada inmediatamente junto a la cámara
 de oxidación en húmedo y aguas arriba respecto de ésta, en
 tanto que la segunda cámara de oxidación en seco está si-
 tuada aguas abajo de la cámara de oxidación en húmedo que
 20 sigue inmediatamente a la primera cámara de oxidación. En-
 tre la cámara de oxidación en húmedo y la segunda cámara de
 oxidación en seco hay situada una cámara de transición o
 aislamiento construída con arreglo a las enseñanzas del pre-
 sente invento. La cámara de aislamiento o de transición fun-
 25 ciona delimitando las atmósferas de tratamiento contiguas y
 dividiéndolas en distintos ambientes de tratamiento, con lo
 cual cada sección de tratamiento del tubo definida para la
 oxidación está provista de su propio ambiente, distinto y
 controlado, mediante el uso de métodos adecuados de control
 30 de corrientes y de procesos de tratamiento. Con el sistema

378241



continuo de oxidación del presente invento, se habilitan
ambientes individuales y constantes que reducen los perju-
diciales efectos usualmente asociados al tratamiento am-
biental cíclico consiguiente a los métodos discontinuos o
5 por lotes.

La separación o aislamiento de las atmósferas oxi-
dantes contiguas por medio de la sección o cámara de tran-
sición se consigue mediante una serie de gases en contra-
corriente que comprende gases no reactivos u oxígeno u
10 otro gas, que sean compatibles con las atmósferas oxidan-
tes. Dentro del tubo de reacción, aguas abajo de la segun-
da cámara de oxidación en seco y junto a la salida del tu-
bo, hay también incluída una sección de enfriamiento en la
que se introduce y mantiene un gas no reactivo, oxígeno u
15 otro gas compatible con las atmósferas ambientes y de la
cámara de oxidación. En el sistema hay también incluído
un dispositivo calefactor adecuado (v.gr., un calentador
de resistencias) dispuesto, por ejemplo, en torno al tubo
de reacción, para calentar y mantener las pastillas trans-
20 portadas a las temperaturas de trabajo o de tratamiento.

El procedimiento implicado en el funcionamiento
del sistema arriba descrito puede definirse, en esencia,
como basado en el recurso de introducir unas pastillas se-
miconductoras en una cámara de preacondicionamiento, en la
25 cual las pastillas son precalentadas a unas temperaturas
de trabajo y en una atmósfera que puede ser de oxígeno o
de otro gas no reactivo compatible con las atmósferas am-
bientes y con los gases de reacción del sistema; y mien-
tras las pastillas se mantienen a la temperaturas de tra-
30 bajo, hacerlas pasar, inmediata y secuencialmente, por:

9 JUN 1977

(a) una atmósfera de tratamiento, de oxígeno seco (a temperaturas de trabajo); (b) una atmósfera de tratamiento, de oxígeno cargado con vapor de agua, mantenida a las temperaturas de trabajo; (c) una atmósfera separadora, de oxígeno seco; y (d) una segunda atmósfera de tratamiento con oxígeno seco, desde la cual la pastilla pasa por una cámara de enfriamiento, de oxígeno o de los gases no reactivos indicados, en la cual las pastillas se enfrían hasta alcanzar temperaturas inferiores a las de reacción, y de la cual salen las pastillas del tubo de reacción y pasan a atmósferas ambientes.

El indicado procedimiento se caracteriza por hacerse pasar una serie de pastillas continuamente, en formación regular lineal, por las diversas cámaras, manteniéndose esencialmente un 100% de separación entre la cámara de oxidación en húmedo y la cámara de oxidación final en seco.

El procedimiento se caracteriza además por el hecho de que las diversas atmósferas de tratamiento y separación se mantienen a un ambiente y una concentración esencialmente constantes, con lo cual no fluctúa el nivel de concentración ni la presión de cada atmósfera respectiva. En esencia, la invención trata el material semiconductor secuencialmente en un ambiente común (por ejemplo, de temperatura), que elimina los perjudiciales efectos producidos por el cambio o conmutación de corrientes de gas, etc. debido, por ejemplo, a la introducción de transitorios en un sistema por lo demás no perturbado. En segundo lugar, cada cámara provee su propio ambiente, estable durante largos períodos por comparación con el tiempo de tratamiento

378214



del material en esa cámara.

5 Concretamente, con referencia a los dibujos y como se ilustra en la fig. 5, una hilera continua de carros portapastillas 50 de configuración rectangular y colocados a tope extremo con extremo se transporta, por medio de un mecanismo de avance indicado en general con el número 51, al interior de un tubo de cuarzo 52, de reacción o de tratamiento, que puede estar dispuesto dentro de unas bobinas de caldeo por radiofrecuencia 53 en forma de hélices o serpentines con refrigeración por agua, o normalmente encerrados en un recinto de horno de construcción usual.

10 Los carros 50 pueden fabricarse de un material cualquiera apropiado, tal como cuarzo o grafito tratado, que sea compatible con los substratos semiconductores que se van a apoyar o sostener en ellos. En general, el material de los carros 50 determinará normalmente el tipo de hélices o bobinas de caldeo empleadas en unión del tubo de reacción 52. En un sistema en el que se empleen soportes o carros de cuarzo, los elementos de calefacción comprenderán generalmente hélices de resistencia; y, recíprocamente, al usarse grafito tratado en la construcción de los carros o soportes, se pueden emplear tanto hélices de resistencia como bobinas de caldeo por inducción con refrigeración de agua, en el sistema. En general, la forma concreta y específica de caldeo empleada dependerá del tratamiento concreto de que se trate; y, cuando sea apropiado, las hélices de caldeo pueden comprender calentadores de resistencia y similares. Recíprocamente, cuando sea apropiado, en otros sistemas de tratamiento los carros pueden hacerse de otros materiales, tales como cuarzo y similares.

30
1.6.70

378214



El tubo de reacción o de tratamiento 52 representado es de configuración rectangular, con una altura interior de unos 33 mm y una anchura interior de 89 mm, y con una longitud total de unos 198 cm subdividida en cámaras apropiadas como se describirá más adelante.

En la fig. 6 se representa un soporte tipo, o carro 50, destinado al tratamiento de pastillas de alrededor de 65 mm de diámetro. El particular carro representado tiene una configuración cuadrada en general, de una anchura que normalmente salva la anchura interior del tubo de tratamiento 52, permitiendo que los costados del tubo 52 sirvan de guía durante el transporte de dicho carro portador a su través; y a este fin se fabricaron carros o soportes 50 de una configuración de 90 x 90 mm. Aunque el carro se representa con una configuración plana y cuadrada, se sobreentiende que pueden emplearse otras configuraciones, en particular con respecto a unas partes extremas opuestas en la extensión longitudinal de los carros o soportes. Así, por ejemplo, como se indica en la fig. 6A, se prefiere que los extremos 60 y 61 de los carros estén configurados en una forma de construcción complementaria respecto a los extremos contiguos 60A y 61A, respectivamente, de los carros que van a tope, definiendo así una hilera o fila continua de carros con una extensión esencialmente ininterrumpida durante el transporte a través del tubo de tratamiento 52.

Con referencia a la configuración concreta y específica de la fig. 6, el grosor del carro o soporte es de 12,5 mm para el grafito o de 5 mm para el cuarzo, estando dotado de unos patines o carriles 62 de aproximadamente 0,4 mm que penden de la parte inferior del carro, dándole una



altura total de unos 13 mm cuando el carro es de grafito,
y de unos 5,5 mm cuando es de cuarzo. Los patines 62 es-
tán previstos de modo que reducen el rozamiento a medida
que los carros son empujados a tope, extremo con extremo,
5 en relación de resbalamiento por el fondo del tubo de trata-
miento 52, dejando en el tubo una área de libre circu-
lación de 17,7 centímetros cuadrados.

Además, la superficie superior del carro 50 tie-
ne en 63 un entrante de profundidad suficiente para que
10 en él asiente y se mantenga derecha una pastilla semicon-
ductora 64 de, por ejemplo, silicio o similar, para su
tratamiento en varias etapas a través del tubo de trata-
miento 52. En la forma preferida, la superficie superior
de la pastilla 64 estará sensiblemente a haces de la su-
15 perficie superior del carro 50 mientras se halle asentada
la pastilla en éste. Aunque el carro específicamente re-
presentado en la fig. 6 está provisto de un solo entrante,
para soportar una sola pastilla, es evidente que puede ha-
bilitarse un carro 50B provisto de varios entrantes 63B
20 (como en la fig. 7), para sostener un número igual de pas-
tillas 64B de dimensiones más pequeñas (por ejemplo, de
unos 33 mm de diámetro), para su transporte a través del
tubo de tratamiento 52.

Volviendo a la fig. 5, el puesto de avance o ali-
25 mentación 51 para los carros 50 que soportan cada uno una
pastilla 64 comprende un transportador sin fin 65 que lle-
va los carros o soportes a las unidades de accionamiento
66. Las unidades de accionamiento 66 comprenden dos ban-
das sin fin de agarre lateral, que toman contacto con los
30 carros 50 sobre los costados de éstos para impulsarlos.



Hay una placa de transferencia 67 provista de guías laterales 67A para transportar los carros 50 a tope y extremo con extremo al interior y a través del tubo de tratamiento 52.

5 El tubo 52 representado en la fig. 8 está configurado para tratar secuencialmente una pastilla de silicio preacondicionada, en sucesivas operaciones de oxidación en seco, en húmedo y otra vez en seco, empleadas para disponer un número correspondiente de capas de óxido estratificadas. Como es sabido, las oxidaciones en seco producen óxidos de lento desarrollo pero densos y libres de picadura o fina porosidad, en tanto que la oxidación en húmedo produce un óxido menos denso pero de rápido desarrollo, en dimensiones relativamente más gruesas.

10 Fundamentalmente, el tubo de reacción 52 está subdividido en una zona o cámara de precaldeo 69, una primera cámara de oxidación en seco 69A, una cámara de oxidación en húmedo 69B, una cámara amortiguadora o de separación o aislamiento 92, una segunda cámara de oxidación en seco 69C, y una cámara de enfriamiento 77 o amortiguadora de ambiente.

15 La cámara de precaldeo 69 tiene aproximadamente 38 cm de longitud y está definida por unos tabiques 78 y 79, de los cuales el tabique extremo 78 se extiende hacia la parte inferior o fondo del tubo de reacción 52, a una distancia que deja aproximadamente 6,4 cm de holgura con la parte superior de la hilera de carros 50. La cámara de precaldeo 69 forma asimismo una barrera preliminar con la atmósfera ambiente, y se mantiene con una atmósfera, sea de oxígeno, sea de otro gas no reactivo, de una presión apro-



ximada de 0,7 mm de columna de agua (0,7 mm c.a.), median-
te la introducción en ella, a través de una ranura circun-
ferencial 80A de una tobera 80 de extremidad cerrada, de
una corriente adecuadamente controlada de un gas tal como
5 oxígeno, nitrógeno, helio, argón, gas naciente u otro gas
compatible con el oxígeno y las atmósferas ambientes. En
general, no obstante, para el presente sistema de trata-
miento, la presión en la cámara amortiguadora de precaldeo
puede extenderse desde alrededor de 0,7 hasta unos 3,5 mm
10 c.a., y preferiblemente desde alrededor de 0,7 a unos 2 mm
c.a.

Tal como se indica, la tobera 80 es una estructu-
ra cerrada por su extremo, de una configuración tal como
la representada en las figs. 12 y 13, con un diámetro inte-
rior de unos 5 mm y una ranura circunferencial de 250° (por
15 ejemplo, H1) de alrededor de 0,55 mm, para expulsar late-
ralmente los gases del ambiente hacia el extremo de entra-
da del tubo de reacción 52, e impedir que los gases choquen
directamente con las pastillas 64. La hilera de carros 50,
20 que se traslada a razón de 25 mm por minuto, sale de la cá-
mara de ambiente 69 entrando en y recorriendo las tres cá-
maras de oxidación 69A, 69B y 69C a una temperatura aproxi-
mada de 1100°C, pero que puede extenderse en general dentro
del intervalo de 700°C a 1150°C y, de preferencia, en el
25 intervalo de 800°C a 1100°C.

Las cámaras de reacción 69A, 69B y 69C se emplean
para oxidar las pastillas 64 en unos ambientes correspondien-
tes de oxígeno seco, húmedo y otra vez seco. La primera cá-
mara de oxidación en seco 69A del sistema indicado en la
30 fig. 8 es aproximadamente de 36 cm de longitud, definida



entre los tabiques de pestaña 79 y 79A, cada uno de los
cuales se extiende hasta un nivel de unos 0,4 mm por en-
cima de la superficie de la hilera de carros 50 en movimien-
to, dando una holgura dimensionada como orificio con ella
y limitando así el paso de gases a su través.

La segunda cámara de oxidación en seco 69C de es-
te sistema tiene unos 10 cm de longitud, y está definida
entre unos tabiques 96A y 79C, que se extienden ambos tam-
bién hasta un nivel de alrededor de 0,4 mm por encima de
la superficie de la hilera de carros 50 en movimiento, de-
finiendo con ella la indicada holgura dimensionada como ori-
ficio y limitando igualmente el paso de gases a su través.

En general, el oxígeno seco se hace circular a
través de la primera cámara de oxidación (a la que, como a
sus compañeras, se denominará aquí en ocasiones, para áre-
viar, "oxicámara") por medio de entradas y salidas 89 y 90,
respectivamente, dando un gasto o caudal de alimentación de
gas de aproximadamente 2 litros por minuto (por ejemplo,
unos 0,113 litros/minuto/cm² de sección recta de la cámara),
y una presión aproximada de 2 mm c.a. En general, el
gasto o caudal de alimentación puede oscilar de alrededor
de 1 a 10 litros por minuto (por ejemplo, de aproximadamen-
te 0,0565 a unos 0,565 litros por minuto y por centímetro
cuadrado de sección recta de la cámara), y la presión pue-
de oscilar de alrededor de 0,7 a unos 3,5 mm de columna de
agua.

De igual manera, se hace circular oxígeno seco
por la cámara de oxidación en seco 69C, por medio de sus
tubos de entrada y de salida 89 y 90, respectivamente, pa-
ra mantener una presión y un gasto de alimentación compara-



bles a los empleados en la primera oxícámara de seco 69A: por ejemplo, un gasto de aproximadamente 2 litros por minuto (v.gr., alrededor de 0,113 litros/min/cm² de sección recta de la cámara), y una presión aproximada de 2 mm c.a.

5 En general, la longitud de ambas oxícámaras de seco 69A y 69C vendrá determinada por la gama de espesores de óxido deseada, en correlación directa con el régimen de paso de carros 50 y las temperaturas empleadas, y en correlación indirecta con las dimensiones de los parámetros de tubo de reacción empleados, que determinan inicialmente la gama de velocidades para el régimen de paso de los carros 50.

15 La oxícámara de húmedo 69B del sistema, indicada en la fig. 8, tiene aproximadamente 100 cm de longitud, haciéndose circular por la misma una mezcla de oxígeno y vapor de agua, por medio de sus respectivos tubos de entrada y salida 89 y 90. El paso de mezcla se controla para obtener un gasto aproximado de 2 a 4 litros por minuto (por ejemplo, de alrededor de 0,113 a unos 0,226 litros/min/cm² de sección recta), que define un ambiente esencialmente tranquilo, a una presión comprendida en el intervalo aproximado de 1,5 a 3,5 mm c.a. y en un intervalo general de 0,7 a 35 mm c.a. Como se observará, cada uno de los tubos de entrada 89 descarga su atmósfera lateralmente, para prevenir el choque directo con las pastillas 64.

25 En funcionamiento, al trasladarse las hileras de carros 50 a la velocidad indicada de 2,5 cm/min, dichas hileras salen de la cámara amortiguadora de ambiente 69, pasan a temperatura por la oxícámara de seco 69A, y la superficie de las pastillas 64 se convierte en una película de



5 óxido adherente, relativamente densa, de un espesor aproximadamente comprendido entre 250 y 600 \AA , antes de su entrada en la siguiente cámara 69B de oxidación en húmedo. A su paso por la oxicámara de húmedo 69B, la pastilla se vuelve a oxidar, en un espesor adicional aproximado de 3500 a 4500 \AA , con un óxido relativamente menos denso, pasando luego desde dicha cámara, a través de la separadora 92, a la cámara 69C de oxígeno seco, para una oxidación final en la que las pastillas 64 se vuelven a oxidar en un espesor aproximado de 50 a 150 \AA .

10 A continuación de la oxidación final en la oxicámara de seco 69C, los carros o soportes entran en la cámara de enfriamiento 77 de unos 23 cm de longitud, y la recorren hasta salir cruzando una mesa de transferencia 98 y por entre un transportador 99. Como se indica, la cámara de enfriamiento 77 está provista de una atmósfera de oxígeno, o no reactiva, por medio de un tubo de entrada 89, efectuándose la descarga de gases en atmósferas ambientes a través de las aberturas restringidas definidas entre el tabique extremo 78A y las superficies de los carros 50.

15 Para mantener la integridad de la atmósfera oxidante de la cámara de oxidación en húmedo 69B, y de la atmósfera oxidante que hay en la segunda cámara 69C de oxidación en seco, está interpuesta entre las dos oxicámaras la cámara separadora o de aislamiento 92, arriba descrita. Con arreglo a las enseñanzas de este invento, la cámara de aislamiento 92 está subdividida en una serie de compartimientos alternos de salida y de entrada, de los cuales, respectivamente, se retira y se introduce oxígeno o un gas no reactivo, tal como cualquiera de los arriba indicados



y que sea compatible con el oxígeno. Para la particular separación obtenida, la cámara de aislamiento 92 está subdividida en un compartimiento de salida 92A, un compartimiento de entrada 92B y un segundo compartimiento de salida 92C, cada uno de ellos de unos 25 mm de longitud.

5

El compartimiento de salida 92A tiene aproximadamente 25 mm de longitud y está definido entre los tabiques de pestaña 96 y un deflector 97, en el que se mantiene la atmósfera de oxígeno o de un gas no reactivo a una presión aproximada de 1,5 mm c.a.

10

En el compartimiento de salida 92A se forma una mezcla de gases, compuesta de la atmósfera entrante y de los gases respectivamente procedentes de la oxicámara de húmedo 69B y del compartimiento de entrada 92B (de la cámara de aislamiento 92), de modo que los gases escapan por una salida 94 que deja salir los gases bajo el solo ímpetu de las corrientes de gas que entran en el compartimiento de salida. En general, la salida 94 comprende un par de tubos de salida, de unos 15 mm de diámetro interior cada uno, abiertos por los extremos. Ahora bien, si así conviene, y en el caso de que los requisitos de un sistema de tratamiento así lo exijan, pueden emplearse medios positivos de escape o salida, para ayudar a dar salida a los gases. Es de notar asimismo que el indicado deflector 97 se extiende aproximadamente a 0,5 mm de la parte alta o superior de los carros 50, definiendo una holgura sensiblemente mayor que la definida por la pestaña 82 del tabique 96 con la parte alta de los carros 50.

15

20

25

En general, la presión en el compartimiento de salida 92A puede extenderse en el intervalo aproximadamente

30

1.6.70



comprendido entre 0,7 y 3,5mm c.a., y de preferencia entre
alrededor de 0,7 y 2,1 mm c.a. Ahora bien, en todos los
casos, la presión P92A en el compartimiento de salida 92A
será menor que la presión 969B de la oxícámara de húmedo
5 69B, habiendo entre ellas una diferencia de presiones P1
(por ejemplo, P69B-P92A) de por lo menos unos 0,7 mm c.a.
En la forma de construcción preferida, el deflector 97 se
extiende aproximadamente hasta 0,5 mm de la parte alta del
carro 50, definiendo con los carros una holgura restringi-
10 da, mayor que la correspondiente formada bajo la pestaña
82 del tabique 96. Como se comprenderá, puesto que el gas-
to en la ecuación de orificio es directamente proporcional
al área de orificio, este gasto (en condiciones iguales de
presión) será mayor en un orificio más grande que en un
15 orificio más pequeño.

El compartimiento de entrada 92B está definido en-
tre el deflector 97 y un segundo deflector igual 97A, de-
finiendo ambos unas holguras similares con la parte alta
de los carros 50 portapastillas. En general, como se ilus-
20 tra en la fig. 15, las diferencias de presión P1 y P2 (por
ejemplo, P92B-P92A) están coordinadas entre sí y con otras
diferencias de presión (indicadas más adelante) de los com-
partimientos restantes y de las cámaras del tubo de reac-
ción 52, de manera que haya: (a) un paso o gasto positivo
25 F1 desde la oxícámara de húmedo 69B al compartimiento de
salida 92A; (b) un gasto o paso positivo de gas F2 desde el
compartimiento de entrada 92B al de salida 92A; y (c) que
el gasto de gas F2 sea mayor que el gasto de gas F1. A tra-
vés de la tobera de entrada 95, que tiene una configuración
30 general tal como la indicada en las figs. 11 y 14, se in-



5 introduce un gas no reactivo u oxígeno (en general, el mismo
10 empleado en la cámara de precaldeo 69A del tubo). En la for-
ma concreta de realización descrita, estas toberas de en-
trada tienen un diámetro interior (v.gr., ID2) de unos 5
mm, con dos ranuras circunferenciales diametralmente opues-
tas de una anchura aproximada de 9 mm (v.gr., H2). En gene-
ral, estas ranuras están situadas de manera que descargan
lateralmente el gas no reactivo hacia los extremos lejanos
del tubo de reacción 52. Asimismo, el extremo cerrado de
las toberas impide el choque directo de los gases con las
pastillas que recorren la zona.

15 En la práctica, la presión P92B del compartimien-
to de entrada 92B se mantiene a un nivel (por ejemplo, de
unos 4 mm c.a.) sensiblemente mayor que las presiones P92A
y P92C del compartimiento de salida 92A y del de salida si-
guiente 92C, respectivamente, definidos entre el deflector
97A y el tabique de pestaña 96A. Este compartimiento de sa-
lida 92C es sensiblemente idéntico al precedente 92A tam-
bién de salida, extendiéndose el deflector aproximadamente
20 a unos 0,5 mm de las superficies superiores de los carros
50, y el tabique de pestaña 82 extendiéndose aproximadamen-
te a unos 0,4 mm de las superficies superiores de los ca-
rros 50. En general, la presión del compartimiento de entra-
da 92B se mantendrá en el intervalo aproximadamente compren-
dido entre 3 y 70 mm c.a., y de preferencia entre alrededor
25 de 3 y 7 mm c.a. Ahora bien, como se ha dicho, la presión
en el compartimiento de entrada 92B se mantendrá a un nivel
sensiblemente mayor que el de la presión en uno u otro de
los compartimientos de salida 92A y 92C. Recíprocamente, la
30 presión del compartimiento de entrada 92B será no sólo sen-



5 siblemente mayor que la de uno u otro de los compartimien-
tos de salida 92A y 92C, sino también de un nivel superior
al de la presión existente en la oxícámara de húmedo 69B y
en la oxícámara de seco 69C, según la relación que se ilus-
tra gráficamente en la fig. 15.

10 Como se describe con mayor detalle en lo que an-
tecede, a fin de controlar el paso de gas entre comparti-
mientos contiguos de la cámara de aislamiento 92 y las at-
mósferas de la oxícámara de húmedo 69B y de la oxícámara de
seco 69C e impedir de ese modo el cruce migratorio entre es-
tas dos atmósferas, las paredes extremas o tabiques 96 y
15 96A y los deflectores 97 y 97A se extienden de modo que de-
finen con las superficies superiores de los carros 50 unas
aberturas dotadas de una sección recta complementaria de la
sección recta de los carros, para así definir con éstos una
holgura restringida con dimensionamiento de orificio entre
20 unas y otros, por ejemplo, del orden de los $0,34 \text{ cm}^2$ y los
 $0,45 \text{ cm}^2$, respectivamente. Estas holguras limitadas consti-
tuyen una fuga controlada de gases, que permite el uso de
los fenómenos de orificio en unión de las presiones de gas
empleadas para controlar el sentido de paso de gas entre
compartimientos y atmósferas de tratamiento.

25 Además, las pestañas de los tabiques 96 y 96A for-
man un pasaje tubular alargado que se superpone a la línea
de junta de los carros contiguos, y de ese modo asegura
contra toda fuga por entre tales carros o por depresiones
entre ellos, que pudieran ser producidas por redondeces en
los bordes superiores de los extremos adyacentes. Aún cuan-
do cada uno de los tabiques mencionados se representa como
30 formando parte integrante y continua del tubo de reacción



52, en la práctica van soldados (lo mismo que los deflec-
tores) al tubo de reacción por medio de metodos usuales en
la técnica de elaboración del vidrio. Ahora bien, es de no-
tar que cuando en los diversos tabiques se disponen pesta-
ñas, éstas se hacen de preferencia, y como es usual, como
5 continuación o parte integrante de aquellos.

Tal como se ha indicado, en el compartimiento de
entrada 92B se inyecta oxígeno a una atmósfera no reactiva,
por medio de la tobera 95 conectada a una fuente adecuada
10 de suministro de gas a presión y controlada (no representa-
da). El gas no reactivo se aplica al compartimiento de en-
trada a una presión sensiblemente mayor que las presiones
correspondientes de las atmósferas oxidantes de la oxicáma-
ra de húmedo 69B y de la oxicámara de seco 69C. A su vez, las
15 presiones P69B, P69C y P92B de la oxicámara de húmedo 69B,
de la oxicámara de seco 69C y del compartimiento de entrada,
respectivamente, son mayores que las presiones de gas P92A
y P92C de los respectivos compartimientos de salida 92A y
92C contiguos.

20 Haciendo uso de la teoría bosquejada más arriba
con referencia a la fig. 2,

$$F1 = K1 \sqrt{P69B - P92A} = K1 \sqrt{P1} ,$$

donde P1 se seleccionará de modo que dé un flujo o gasto
de gas positivo desde la atmósfera A69B al compartimiento
25 de salida, según lo indicado por la flecha F1.

Igualmente, el gasto de gas F2 ha de ser conforme
a la ecuación

$$F2 = K2 \sqrt{P92B - P92A} = K2 \sqrt{P2} ,$$

y el gasto de gas F3 ha de satisfacer la ecuación

$$30 \quad F3 = K3 \sqrt{P92B - P92C} = K3 \sqrt{P3} .$$



Del mismo modo, el gasto de gas F4 será conforme a la ecuación

$$F4 = K4 \sqrt{P69C - P92C} = K4 \sqrt{P4}$$

5 Para ilustrar el funcionamiento del sistema arriba descrito, según lo indicado en la fig. 8, se da la tabla siguiente, en la que figuran los ambientes y los resultados de un sistema concreto y específico de trabajo para el tratamiento de pastillas de silicio preacondicionadas en superficie, soportadas en unos carros que se trasladaban por el sistema a razón de 2,5 cm/min. con una atmósfera de oxidación en húmedo compuesta en volumen de 1% de oxígeno y 99% de vapor de agua, o sea de 0,92 moles de agua en oxígeno. Para la oxidación en seco en las cámaras 69A y 69C se empleó esencialmente el oxígeno a 100%.

15

TABLA 3

<u>Cámara o compartimiento</u>	<u>Función</u>	<u>Atmósfera</u>	<u>Entrada de gas (l/min)</u>	<u>Temp. °C</u>	<u>Grosor de película (Å)</u>
69	Precaldeo	O ₂	2	1100	
69A	Oxidación en seco	O ₂	4	↓	600
20 69B	Oxid. en húmedo	O ₂ +H ₂ O	1		4500
92A	Aislamiento	O ₂			
92B	Aislamiento	O ₂			
92C	Aislamiento	O ₂			
25 69C	Oxidación en seco	O ₂	1		150
77	Amortig. salida	O ₂	2		--

30 En general, la atmósfera para la oxidación en húmedo puede comprender, en volumen, de alrededor de 1% a aproximadamente 99% de vapor de agua en oxígeno, y prefe-



riblemente de alrededor de 40% a un 60%, aproximadamente de vapor de agua en oxígeno.

A continuación se describirá un amortiguador de cinco etapas, con referencia a la fig. 16.

5 La hilera de carros 50 que se trasladan a razón de 2,5 cm/min entra en y atraviesa la cámara de aislamiento o separación crítica 70 definida entre el mencionado tabique 79 y el tabique 81, de modo que los tabiques 79 y 81 se extienden bajando cada uno en el tubo de reacción 52 a una distancia que define una holgura de 0,4 mm con las superficies superiores de la hilera de carros 50 (por ejemplo, hasta llegar a 13,5 mm del fondo o parte inferior del tubo de reacción 52. Para tener un mayor coeficiente se descarga o salida para el paso de gas por las holguras restringidas o limitadas entre los carros 50 y los tabiques 79 y 15 81, en la parte inferior de cada uno de estos tabiques 79 y 81 se disponen unas pestañas 82 que se extienden lateralmente, Además, las pestañas forman un pasaje tubular alargado que se superpone a la línea de juntura de los carros contiguos, y asegura de ese modo contra toda fuga por intersticios entre dichos carros, o por depresiones o descensos entre ellos producidos, por ejemplo, por redondeces en los bordes superiores de los extremos adyacentes. Aunque cada uno de los tabiques mencionados se representa como formando parte integrante y continua del tubo de reacción 52, 20 en la práctica van soldados (lo mismo que los deflectores que se describirán más adelante) al tubo de reacción, cada uno como unidad distinta, por medio de métodos usuales en la técnica de la elaboración del vidrio. Ahora bien, es de 25 notar que cuando en los diversos tabiques se disponen pes- 30



tañas, éstas se hacen de preferencia, y como es usual, formando una continuación como parte integrante de aquellos.

5 La cámara separadora o de aislamiento 70 forma una zona de alimentación de amortiguamiento entre la cámara amortiguadora de ambiente 69 y la cámara de precaldeo 71, para mantener la integridad de la atmósfera reactiva de la misma. A fin de obtener el grado de aislamiento que permite alcanzar la presente invención, la cámara de aislamiento está subdividida en una serie de compartimientos alternos de entrada y salida en los cuales se introduce y de los cuales se retira, respectivamente, un gas no reactivo, según lo indicado más arriba. Para el particular aislamiento obtenido, la cámara de aislamiento está subdividida en un compartimiento de entrada 70A y un compartimiento de salida 70B, un segundo compartimiento de entrada 70C, un segundo compartimiento de salida 70D, y un tercer compartimiento de entrada 70E, cada uno de ellos de aproximadamente 2,5 cm de longitud.

15 El compartimiento de entrada 70A de aproximadamente 20 te 2,5 cm de longitud está definido entre el tabique 79 de pestaña y un deflector 85, en el cual se mantiene una atmósfera no reactiva a una presión aproximada de 2 mm c.a., introduciendo para eso en ella un gas no reactivo (tal como nitrógeno, argón, helio, gas de gasógeno y similares) a través de una tobera 86 de extremidad cerrada y de doble ranura, de 5 mm de diámetro interior y que tiene una configuración general tal como la representada en la fig. 11. En general, esta presión se puede extender desde alrededor de 1,5 a 3,5 mm c.a. Ahora bien, en todos los casos, la presión P70A (fig. 16) del compartimiento de entrada 70A será

370214



mayor que la presión P69 de la cámara amortiguadora 69, ha-
biendo entre ellas una diferencia de presión $\Delta P1$ de por lo
menos 0,7 mm c.a. En la forma concreta de realización des-
crita, estas toberas tienen un diámetro interior de aproxi-
5 madamente 5 mm, con dos ranuras circunferenciales de 135°
diametralmente opuestas, de una anchura aproximada de 9 mm
(por ejemplo, las H2). En general, estas ranuras están si-
tuadas de manera que dan salida lateralmente al gas no reac-
tivo, hacia los extremos lejanos del tubo de reacción 52.

10 El hecho de que los extremos de las toberas estén cerrados
previene también el choque directo de los gases con las
pastillas que recorren la zona. En una forma preferida de
construcción, el deflector 85 se extiende hasta llegar a
0,5 mm de la parte alta de los carros 50, definiendo con és
15 tos una holgura limitada o restringida mayor que la corres-
pondiente formada por el tabique 79. Como se comprenderá,
puesto que el gasto, en la ecuación de orificio, es direc-
tamente proporcional al área de orificio, el flujo o gasto
de gas (en igualdad de condiciones) será mayor en un orifi-
20 cio más grande que en uno más pequeño. La importancia de és
to se hace notar de modo evidente al considerar que el am-
plio intervalo de variación de presiones en el compartimien-
to de salida sucesivo 70B es del orden de aproximadamente
0,7 a 20 mm de columna de agua, y preferiblemente de alre-
25 dedor de 0,7 a unos 2 mm c.a., con una diferencia de pre-
siones $\Delta P2$ de por lo menos 0,7 mm c.a.

Generalmente, como se indica en la fig. 16, las
diferencias de presión $\Delta P1$ y $\Delta P2$ están coordinadas entre
sí y con otras diferencias de presión (como más adelante se
30 describe) de los restantes compartimientos y cámaras del tu-



bo de reacción 52, para que haya: (a) un flujo positivo de gas F2 desde el compartimiento de entrada 70A al de salida 70B; (b) un flujo de gas cero o positivo F1 desde el compartimiento de entrada 70A a la cámara amortiguadora de ambiente 69; y (c) que el gasto de gas F2 sea mayor que el gasto de gas F1. Asimismo, como se indica en la fig. 16, la relación de las diferencias de presión P1 y P2 se mantiene disponiendo la presión P70A (del compartimiento de entrada 70A) a un nivel que sea: (a) igual o mayor que la presión P69 de la cámara 69 amortiguadora de ambiente, y (b) mayor que la presión P70B del compartimiento de salida 70B.

El compartimiento de salida 70B (de la cámara de aislamiento 70) es de alrededor de 2,5 cm de longitud y está definido por el deflector 85 arriba indicado (de 0,5 mm de separación u holgura) y el deflector 87 que se extiende en el tubo de reacción 52 hasta llegar a unos 0,8 mm de la parte alta de la hilera circulante de carros 50. En el compartimiento de salida 70B se mantiene una presión P70B de aproximadamente 1,5 mm c.a. mediante la adecuada extracción por la salida 88, que deja salir el gas bajo el solo ímpetu de las corrientes que entran en el compartimiento de salida 70B. En general, el tubo de salida está abierto por los extremos y es de unos 14 mm de diámetro interior. Ahora bien, como se indica más arriba, pueden emplearse medios de extracción positivos que ayuden a dar salida a los gases, si así conviene y cuando las necesidades de un sistema de tratamiento lo exijan.

Asimismo es de notar que la holgura aumentada del deflector 87 respecto a los carros 50 dan una mayor área de



orificio de paso respecto a la cual, como antes se ha dicho, es directamente proporcional el gasto.

5 Un segundo deflector similar 87A, aguas abajo en el tubo de reacción 52, define con el precedente 87 un segundo compartimiento de entrada 80C de alrededor de 2,5 cm de longitud. El deflector 87A es, a todo fin práctico, esencialmente idéntico al deflector 87, de modo que ambos definen unas holguras correspondientemente iguales respecto a la hilera en traslación de carros 50. Por medio de una tobera de entrada 86A, de la misma configuración en general que la tobera 86, se introduce un gas no reactivo (generalmente igual al empleado en los tramos del tubo precedentes), para mantener una presión P70C esencialmente mayor que las presiones P69 y P70A, respectivamente, de la cámara 69 amortiguadora y del compartimiento de entrada 15 70A; por ejemplo, de unos 4 mm c.a. En general, la presión P70C se mantendrá en el intervalo de unos 3 mm a alrededor de 70 mm c.a., y de preferencia entre unos 3 mm y alrededor de 7 mm c.a. No obstante, como se ha dicho, la presión 20 P70C se mantendrá a un nivel sensiblemente mayor que las presiones P69 y P70A. Recíprocamente, esta presión P70C será sensiblemente más alta que la presión P70B, de modo que existirá un flujo positivo de gas F3 desde el compartimiento de entrada 70C al compartimiento de salida 70B, a través de la holgura restringida del tipo de orificio definida por 25 el deflector 87 en relación con la superficie de los carros 50.

30 El segundo compartimiento de salida 70D, de alrededor de 2,5 cm de longitud, es el definido por los deflectores 87A y 85A, con este último deflector 85A dimensiona-



do de modo esencialmente idéntico al del deflector 85 anteriormente citado, con una holgura igual y correspondiente con los carros 50. En general, los gases del compartimiento de salida 70D se retiran del mismo por medio del tubo de salida 88A, para mantener una presión P70D de, por ejemplo, unos 3 mm c.a., correspondientemente inferior a la del compartimiento de entrada 70C precedente. A todo fin práctico, la presión P70D del compartimiento de salida 70D puede ser igual a la presión P70B del compartimiento de salida 70B precedente, pero en general este nivel de presión puede extenderse en el mismo intervalo general de, por ejemplo, alrededor de 0,7 mm a unos 20 mm c.a., y de preferencia entre unos 0,7 mm y alrededor de 2 mm c.a. Como puede verse, de acuerdo con la ecuación de orificio, la correlación de presiones en los respectivos compartimientos de entrada y salida 70B y 70D, en unión o combinación con la holgura restringida del tipo de orificio del deflector 87A, el flujo de gas F4 será desde el compartimiento de entrada 70C al de salida 70D.

La configuración de la cámara de aislamiento 70 se completa con el compartimiento de entrada adicional 70E definido entre el deflector 85A y el tabique de pestaña 81. En general, la holgura de la pestaña 82 del tabique 81 con las superficies de los carros 50 será del mismo orden que la de la pestaña correspondiente del tabique 79. De igual modo, la presión P70E del compartimiento de entrada 70E estará entre los mismos límites especificados para la presión P70A del primer compartimiento de entrada 70A, y normalmente ambas presiones P70A y P70E estarán al mismo nivel, de modo que en la cámara de aislamiento 70 se mantendrá una



distribución simétrica de las presiones, como sigue:

$P_{69} < P_{70A} > P_{70B} < P_{70C} > P_{70D} < P_{70E} > P_{71}$, donde
 $P_{70A} = P_{70E}$, y $P_{70B} = P_{70D}$.

5 La presión P_{70E} del compartimiento de entrada 70E
se mantiene mediante el adecuado control de la inyección
del gas no reactivo en el compartimiento, a través de la
tobera de entrada 86B que tiene la misma configuración ge-
neral de las toberas de entrada antes mencionadas 86 y 86A,
10 indicadas con mayor detalle en las figs. 11 y 14. Como se
observará, para mayor sencillez y conveniencia, el gas no
reactivo empleado en cada uno de los compartimientos de
entrada 70A, 70C y 70E puede ser idénticamente el mismo.
Ahora bien, como es obvio, si así conviniese, o para cual-
quier otro objeto fuese necesario, pueden emplearse dife-
15 rentes gases no reactivos en estos diversos compartimientos
de entrada de la cámara de aislamiento 70.

Así, pues, en la forma de realización descrita
con respecto a la fig. 16, la atmósfera de presión P_{69} se
difundirá contra una retropresión del compartimiento 70A,
20 en la que se diluirá en una proporción del orden de $10^2:1$,
a un nivel de concentración de alrededor del 1% en volumen,
con lo cual la mezcla final vendrá representada por una at-
mósfera D_1 que representa la primera dilución de la atmós-
fera A_{69} . Desde el compartimiento 70A, la atmósfera o mez-
25 cla de gases D_1 es forzada a entrar en el compartimiento de
salida 70B, donde se mezcla con el gas entrante del compor-
tamiento de entrada 70C, dando lugar a una nueva dilución
de la atmósfera A_{69} , esta vez en la mezcla de gases D_1 , en
una proporción del orden de 10:1, y formando una segunda
30 mezcla D_2 en la cual la concentración de la atmósfera A_{69}



es ya de alrededor de 0,1% en volumen. Esta segunda mezcla de gases D2 se difundirá contra los gases entrantes desde el compartimiento de entrada 70C, en los que la atmósfera A69 se volverá a diluir, esta vez en una proporción del orden de $10^4:1$, formando una tercera mezcla de gases D3, en la que D3 representa la tercera dilución de la atmósfera A69, a un nivel de concentración de menos de 0,00001% ($10^{-5}\%$). A su vez, la mezcla de gases D3 (del compartimiento 70C) fluye entrando en el compartimiento de salida 70D, donde se mezcla con los gases entrantes del compartimiento de entrada 70E, formando una cuarta mezcla D4 en la cual la atmósfera A69 vuelve a diluirse, esta vez en la proporción del orden de $10^2:1$, a la concentración de $10^{-5}\%$ (0,00001%). De igual modo, esta mezcla de gases D4 (que representa la cuarta dilución de la atmósfera A69) se difunde contra los gases entrantes desde el compartimiento 70E a este compartimiento, donde vuelven a diluirse en una proporción del orden de $10^2:1$, alcanzando un nivel de concentración de $10^{-7}\%$ que forma una mezcla de gases D5 en la cual los límites de concentración de A69 están a un nivel que, al producirse una migración de la mezcla de gases D5 a la atmósfera A71 (de la cámara de precaldeo 71), puede tolerarse sin riesgo, ya que en ésta la primera atmósfera A69 se vuelve a diluir todavía en una proporción del orden de $10^1:1$ dentro de la atmósfera A71, hasta alcanzar la concentración aproximada de $10^{-8}\%$ (esto es, de 0,01 partes por millón). Recíprocamente, como puede verse fácilmente, puede aplicarse el mismo análisis también al cruce migratorio (fig. 16) de la atmósfera A71 con la atmósfera A69.

30 Para ilustrar el funcionamiento del sistema arri-



ba descrito de este ejemplo, se da la tabla siguiente (Tabla 4) que indica los ambientes y los resultados de un sistema concreto de trabajo para tratar pastillas de silicio preacondicionadas, soportadas en los carros que se trasladan recorriendo el sistema a razón de 2,5 cm/min y utilizan una atmósfera compuesta de hidrógeno con 0,5 vol. % de tetracloruro de silicio y 1,0 vol. % de oxígeno, para depositar óxido de silicio.

TABLA 4

<u>Cámara o compartimiento</u>	<u>Función</u>	<u>Atmósfera</u>	<u>Alimide gas (l/min)</u>	<u>Temp. °C</u>
P69	Cámara de entrada	N ₂	4	Ambiente
P70A	Aislamiento	N ₂	2	↓ 800
P70B	"			
P70C	"	N ₂	4	
P70D	"			
P70E	"	H ₂	10	
P71	Cámara de salida	H ₂	2	800

La figura 17 muestra un sistema de tratamiento continuo para impurificar de manera controlada un material semiconductor.

El tubo de reacción de la fig. 17 se emplea para difundir una impureza determinante de un tipo de conductividad, a partir de una matriz pelicular conformada de la misma con óxido de silicio, en una pastilla de semiconductor. Fundamentalmente, el tubo de reacción de la fig. 17 está subdividido en una cámara amortiguadora de ambiente 15', una cámara de aislamiento o separación 16', una cámara de precaldeo 17', una segunda cámara de aislamiento 80',



una cámara 18' de coformación (formación simultánea) de im pureza y de óxido, una cámara secundaria de calefacción y aislamiento 19', una cámara de introducción 20' y una cámara 21' de enfriamiento y amortiguadora de ambiente.

5 La zona amortiguadora 15', de unos 13 cm de longitud, está definida por unos tabiques 22' y 23', de los que el tabique 22' se extiende hacia la parte inferior del tubo de reacción 3' en una distancia que deja aproximadamente 0,6 mm de holgura con la parte alta de una hilera de
10 carros 1'. La zona amortiguadora 15' forma una barrera preliminar para con las atmósferas ambientes, y se mantiene con una atmósfera no reactiva de alrededor de 2 mm c.a. mediante el recurso de introducir en ella, a través de una ranura circunferencial 24' de una tobera 25' cerrada por el
15 extremo (y de unos 5 mm de diámetro interior), un flujo adecuadamente controlado de un gas como el nitrógeno, helio, argón, gas de gasógeno y similares. Ahora bien, en general, para el presente sistema de tratamiento, la presión en la cámara amortiguadora de ambiente 15' puede extenderse desde
20 alrededor de 0,7 mm a unos 3,5 mm c.a., y preferiblemente desde alrededor de 1,5 mm a unos 3,5 milímetros de columna de agua. Como se ha indicado, la tobera 25' es una estructura cerrada por el extremo, de una configuración tal como la indicada en la fig. 12, de un diámetro interior aproximado de 5 mm y con una ranura circunferencial de 250° (por
25 ejemplo, la H1) de unos 0,55 mm para expulsar lateralmente el gas no reactivo hacia el tabique 23' del tubo de reacción 3' e impedir el choque directo de los gases con las pastillas 10'.

30 La hilera de carros 1' que se trasladan a razón



de 2,5 cm/min sale de la cámara amortiguadora de ambiente 15' y entra y recorre la cámara de separación crítica 16' definida entre el mencionado tabique 23' y un tabique 26', de modo que cada uno de los tabiques 23' y 26' se extiende hacia abajo en el tubo de reacción 3', en una distancia que define una holgura de 0,4 mm de separación con las superficies superiores de la hilera de carros 1' (por ejemplo, a unos 13,5 mm del fondo o parte inferior del tubo de reacción 3'). Para obtener un mayor coeficiente de salida para el paso de gases a través de las holguras restringidas (entre los carros 1' y los tabiques 23' y 26'), se disponen unas pestañas 27' que se extienden lateralmente en la parte inferior de cada uno de los tabiques 23' y 26'. Además, las pestañas forman un pasaje tubular alargado que se superpone a la línea de juntura de los carros contiguos, y así asegura contra toda fuga por los intersticios entre tales carros, o por depresión entre ellas que pudiera ser debida a redondeces en los bordes superiores de los extremos adyacentes.

La cámara de aislamiento o separación 16' constituye una zona de alimentación amortiguadora entre la cámara amortiguadora de ambiente 15' y la cámara de precaldeo 17', para mantener la integridad de la atmósfera reactiva de la misma. Para conseguir el grado de aislamiento obtenible con la invención, la cámara de aislamiento está subdividida en una serie de compartimientos alternos de entrada y salida en los cuales se introduce y se retira respectivamente un gas no reactivo, tal como los indicados más arriba. Para el particular aislamiento obtenido, la cámara de aislamiento se subdivide en un compartimiento de



entrada 28', un compartimiento de salida 29', un segundo compartimiento de entrada 30', un segundo compartimiento de salida 31' y un tercer compartimiento de entrada 32', cada uno de ellos de unos 2,5 cm de longitud.

5 El compartimiento de entrada 28' de aproximadamente 2,5 cm de longitud está definido entre el tabique 23' dotado de pestaña y un deflector 33', y en él se mantiene una atmósfera no reactiva, a una presión aproximada de 2 mm c.a., introduciendo allí un gas no reactivo (tal como nitrógeno, argón, helio, gas naciente y similares) a través de
10 una tobera 34' de extremo cerrado y doble ranura, de 5 mm de diámetro interior y dotada de una configuración general como la representada en la fig. 11. Generalmente, esta presión se puede extender desde alrededor de 1,5 mm a unos 35
15 mm c.a., y preferiblemente desde alrededor de 1,5 mm hasta unos 3,5 mm c.a. Ahora bien, en todos los casos la presión P28' del compartimiento de entrada 28' será igual o mayor que la presión P15' de la cámara amortiguadora de la cámara 15', habiendo entre ellas una diferencia de presión $\Delta P1$
20 de aproximadamente 0,0 a 0,7 mm c.a. En la forma concreta de realización descrita, estas toberas tienen un diámetro interior de unos 5 mm, con dos ranuras circunferenciales de 135° diametralmente opuestas y de una anchura aproximada de 9 mm. En general, estas ranuras están situadas de manera que
25 dan salida lateralmente al gas no reactivo, hacia los extremos lejanos de la cámara 28'. Asimismo, el hecho de que el extremo de las toberas esté cerrado impide el choque directo de los gases con las pastillas que se trasladan recorriendo la zona. En una forma de construcción preferida, el deflector 33' se extiende aproximadamente a 0,5 mm de la parte
30



alta de los carros 1', definiendo con los carros una holgu-
ra restringida mayor que la correspondiente formada por el
tabique 23'. Como se comprenderá, por ser el gasto en la
ecuación de orificio directamente proporcional al área del
5 orificio, el gasto (a igualdad de condiciones) será mayor
en un orificio más grande que en un orificio más pequeño.
La importancia de esto se hace evidente al tener en cuenta
que el amplio intervalo de variación de presiones en el
compartimiento de salida 29' sucesivo es del orden de apro-
ximadamente 0,7 mm a unos 20 mm c.a., y preferiblemente de
10 alrededor de 0,7 a unos 2 mm c.a., con una diferencia de
presiones ΔP_2 de por lo menos 0,7 mm c.a.

El compartimiento de salida 29' (de la cámara de
aislamiento 16) es de aproximadamente 2,5 cm de longitud, y
15 está definido por el deflector 33' arriba indicado y el de-
flector 26' que se extiende en el tubo de reacción 3' hasta
aproximadamente 0,8 mm de la parte alta de la hilera de ca-
rros 1' en movimiento. En el compartimiento de salida 29'
se mantiene una presión $P_{29'}$ de alrededor de 1,5 mm c.a.,
20 mediante el adecuado escape a través del tubo de salida 37',
que deja salir el gas bajo el solo ímpetu de las corrientes
que entran en el compartimiento de salida 29'. En general,
el tubo de salida está abierto por sus extremos y es de
aproximadamente 12 a 14 mm de diámetro interior. Ahora bien,
25 como se ha dicho más arriba, pueden emplearse medios posi-
tivos de extracción o escape para ayudar o dar salida a los ga-
ses, si así conviene, y cuando las necesidades de un siste-
ma de tratamiento lo exijan.

Asimismo, es de notar que la mayor holgura del de-
flector 36' respecto a los carros 1' da una mayor área de

37821A



orificio a través de la cual, como se indica anteriormente, se hace directamente proporcional el gasto o caudal de paso.

5 Un segundo deflector similar 36A' situado aguas arriba en el tubo de reacción 3' define con el deflector 36' precedente un segundo compartimiento de entrada 30' de aproximadamente 2,5 mm de longitud. El deflector 36A' es, a todo fin práctico, esencialmente idéntico al deflector 36', de manera que ambos definen unas holguras correspondientemente iguales en relación con la hilera de carros 1' en movimiento. A través de una tobera de entrada 34A', que tiene la misma configuración general que la tobera 34', se introduce un gas no reactivo (en general, el mismo empleado en las secciones o tramos precedentes del tubo), para mantener una presión P30' esencialmente mayor que las presiones P15' y P28' de la cámara amortiguadora 15' y del compartimiento de entrada 28', respectivamente, (por ejemplo, de unos 4 mm c.a.). En general, la presión P30' se mantendrá entre los límites aproximados de 3 mm y 70 mm c.a., y preferiblemente entre alrededor de 3 mm y unos 7 mm c.a. Ahora bien, como se indica, la presión P30' se mantendrá a un nivel sensiblemente mayor que las presiones P15' y P28'. Recíprocamente, esta presión P30' será esencialmente mayor que la presión P29', para que exista un flujo de gas positivo F3' desde el compartimiento de entrada 30' al compartimiento de salida 29', a través de la holgura restringida, del tipo de orificio, definida por el deflector 36' respecto a la superficie de los carros 1'.

30 El segundo compartimiento de salida 31', de alrededor de 2,5 cm de longitud, está definido por unos deflec-



tores 36A' y 33A' de los cuales el último deflector 33A' está dimensionado de modo esencialmente idéntico al del deflector 33' arriba descrito, con una holgura igual y correspondiente con los carros 1'. En general, los gases del compartimiento de salida 31' se sacan de él por el tubo de salida 37A', manteniéndose una presión P31' esencialmente menor (por ejemplo, de alrededor de 1,5 mm c.a.) que la presión P30' del precedente compartimiento de entrada 30'. A todo fin práctico, la presión P31' del compartimiento de salida 31' puede ser igual a la presión P29' del compartimiento de salida 29' anterior; pero en general este nivel de presión puede extenderse dentro del mismo intervalo general (por ejemplo, de alrededor de 0,7 mm a unos 20 mm, y preferiblemente de alrededor de 0,7 mm a unos 2 mm c.a.). Como puede verse, de acuerdo con la ecuación de orificio, la correlación de presiones en los respectivos compartimientos de entrada y de salida 30' y 31', en combinación con la holgura restringida del tipo de orificio del deflector 36A', hace que el flujo de gas F4' tenga lugar desde el compartimiento de entrada 30' hasta el compartimiento de salida 31'.

La configuración de la cámara de aislamiento 16' se completa con el compartimiento de entrada adicional 32' definido entre el deflector 33A' y el tabique 26' dotado de pestaña. En general, la holgura de la pestaña 27' del tabique 26' son las superficies de los carros 1' será del mismo orden que la de la correspondiente pestaña 27' del tabique 23'. De igual modo, la presión P32' en el compartimiento de entrada 32' estará dentro de los mismos límites especificados para la presión P28 del primer compartimiento de entrada 28', y normalmente ambas presiones P28' y P32' es-



tarán al mismo nivel, de modo que en la cámara de aislamiento 16' se mantendrá una distribución simétrica de presiones, como sigue:

$$P15' < P28' > P29' \ll P30' \gg P31' < P32' > P17'$$

5 siendo $P28' = P32'$ y $P29' = P31'$.

La presión $P32'$ del compartimiento de entrada 32' se mantiene mediante el apropiado control de la inyección del gas no reactivo en el compartimiento por medio de la tobera de entrada 34B', de la misma configuración general que las toberas de entrada 34' y 34A' antes indicadas, y representadas con mayor detalle en las figs. 11 y 12. Como se observará, para mayor sencillez y conveniencia, el gas no reactivo empleado en cada uno de los compartimientos de entrada 28', 30' y 32' puede ser el mismo. Ahora bien, como resultará obvio, si así conviene o hace falta para cualquier propósito, pueden emplearse distintos gases no reactivos en estos diversos compartimientos de entrada de la cámara de aislamiento 16'.

Al salir la hilera de carros 1' del último compartimiento de entrada 32' de la cámara de aislamiento 16', los carros entran en la cámara de precaldeo 17' no reactiva dispuesta dentro de la hélice de calefacción 5A', para calentar las pastillas soportadas 10' a las temperaturas de tratamiento de, por ejemplo, unos 1050°C para el silicio, sobrentendiéndose que las temperaturas pueden extenderse desde un intervalo preferido, de unos 900°C a alrededor de 1200°C, hasta un intervalo general de alrededor de 800°C a unos 1350°C.

En este procedimiento, para una velocidad de traslación de los carros de aproximadamente 2,5 cm/min en



su recorrido por la cámara de precaldeo 17', esta cámara
tiene una longitud aproximada de 64 cm, definida entre los
tabiques 26' y 38' dotados de pestaña, que se extienden
hasta llegar cada uno a un nivel aproximado de 375 micras
5 por encima de la superficie de los carros 1', formando una
abertura restringida, con dimensiones de orificio, tal co-
mo se ha indicado anteriormente. Es de notar que la longi-
tud de la cámara de precaldeo 17' no se limita necesaria-
mente a las dimensiones específicamente indicadas para ella.
10 En la práctica, la longitud de la cámara de precaldeo puede
hacerse variar fácilmente; pero por regla general tendrá
correlación con la velocidad de traslación de los carros y
con la temperatura necesaria para llevar las pastillas se-
miconductoras a las temperaturas de tratamiento. Recíproca-
15 mente, cuando la longitud de la cámara de precaldeo 17' ha-
ya sido prefijada, es fácil ver que las pastillas pueden
llevarse a las temperaturas de tratamiento mediante unos
ajustes apropiados de la velocidad de traslación de los ca-
rros, y/o a una temperatura generada por medio de la hélice
de calefacción 5A', empleada en unión de una hélice de ca-
20 lefacción 5B' utilizada para calentar y mantener las pasti-
llas a temperaturas elevadas y suficientes para introducir
la impureza determinante del tipo de conductividad, proce-
dente de la matriz pelicular de impureza y de óxido cofor-
mada en las pastillas en la cámara de tratamiento 18'.

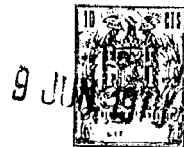
25 Normalmente, el ambiente de la cámara de precal-
deo 17' se seleccionará de manera que sea compatible con la
atmósfera formante de impureza y de óxido, en una cámara de
tratamiento sucesiva 18' definida entre los tabiques 38A' y
30 47A'. Por ejemplo, cuando la atmósfera reactiva de la cáma-



ra de tratamiento 18' comprende un vehículo gaseoso que contiene la fuente formante de impureza y de película de óxido, los gases empleados en la cámara de precaldeo 17' pueden comprender los mismos gases usados para el vehículo gaseoso en la cámara de tratamiento 18'. Por ejemplo, en una aplicación concreta y específica en la que se utilice como gas reactivo una mezcla de argón, oxiclорuro fosforoso y oxígeno en la cámara de tratamiento sucesiva, se empleó el argón para la atmósfera de la cámara de precaldeo 17' dentro del intervalo general de alrededor de 0,7 mm a unos 35 mm c.a., y preferiblemente desde alrededor de 1,4 mm a unos 3,5 mm c.a. Ahora bien, la presión P17' se mantendrá a un nivel inferior al de la presión P32' del compartimiento de entrada 32' precedente (de la cámara de aislamiento 16') y coordinado con él para que haya o un flujo F6' cero entre el compartimiento de entrada 32' y la cámara de precaldeo 17', o un flujo F6' positivo desde el compartimiento de entrada 32' a la cámara de precaldeo 17'.

El ambiente y presión indicados de la cámara de precaldeo 17' se obtienen introduciendo y retirando hidrógeno por unos tubos respectivos de entrada y salida 39' y 40', a un gasto o caudal controlado que dé también una atmósfera de precaldeo esencialmente tranquila, con un paso o flujo desde el tubo de entrada 39' al de salida 40' no mayor de unos 20 litros por minuto, y de preferencia comprendido entre alrededor de 2 y unos 6 litros por minuto.

La construcción de los tubos de entrada y salida 39' y 40' es similar a la de los tubos de entrada y salida correspondientes 25' y 37' antes descritos. Concretamente, los tubos de entrada 25' y 39' serán esencialmente idénti-



cos y tendrán la configuración general representada en las
figs. 11 y 12. Ahora bien, la descarga del argón desde el
orificio del tubo de entrada 39' estará normalmente dirigi-
da en sentido lateral contra el tabique 26', para afectar
5 una mejor distribución del argón en la cámara de precaldeo
17' y, como antes se ha indicado, impedir el choque direc-
to del argón con las pastillas 10'.

Para asegurarse contra una prematura difusión en
la cámara de precaldeo 17', entre la cámara de precaldeo
10 17' y la cámara de reacción 18' se interpone una cámara se-
paradora o de aislamiento 80' de tres compartimientos. En
este ambiente, la cámara de aislamiento 80' se subdivide
en una serie de compartimientos alternos de salida y de en-
trada, en los cuales se retira e introduce respectivamente
15 una atmósfera protectora de, por ejemplo, cualquiera de
los gases inertes (v.gr., argón, nitrógeno, etc.) u otro
gas no reactivo apropiado, compatible con la atmósfera de
tratamiento existente en la cámara de reacción 18'. Para
el particular aislamiento obtenido, la cámara de aislamien-
to 80' se subdivide en un compartimiento de salida 80A',
20 un compartimiento de entrada 80B' y un segundo compartimien-
to de salida 80C', cada uno de ellos de 2,5 cm de longitud.

Después del paso por la cámara de aislamiento 80'
de la zona de deposición, la hilera móvil de carros 1' sa-
25 le de la cámara de precaldeo 17' y entra en una cámara de
reacción o de deposición 18', de unos 20 cm de longitud,
en la cual se mantiene (a una presión no mayor de unos 35
cm c.a., y preferiblemente comprendida entre alrededor de
0,7 y 3,5 mm c.a.) un ambiente esencialmente tranquilo de
30 atmósfera reactiva compuesta de un vehículo gaseoso o gas



portador que contiene una impureza determinante de un tipo de conductividad más una fuente formante de película de óxido de silicio, que fluye desde el tubo de entrada 41' al tubo de salida 42' a razón de no más de unos 10 litros por minuto (v.gr., de unos $50 \text{ cm}^3/\text{min}/\text{cm}^2$ de sección recta de paso libre), y preferiblemente de alrededor de 1 a unos 6 litros por minuto (v.gr., de unos 50 a alrededor de 350 cm^3 por minuto y por centímetro cuadrado de sección recta de paso libre). Por ejemplo, la impureza determinante de tipo de conductividad contenida en el vehículo gaseoso puede comprender un haluro metálico hidrolizable de un metal formante de vidrio, tomado de los grupos III B y VB de la Tabla periódica de los elementos. En el vehículo gaseoso se contendrán también conjuntamente, vapor de agua y haluro de silicio, con lo cual dicha mezcla gaseosa dará lugar a la formación (a temperaturas de tratamiento) de una matriz pelicular, depositada en las superficies de las pastillas y compuesta de la impureza y el óxido de silicio.

La impureza determinante de tipo de conductividad empleada en unión de la fuente formante de película de óxido de silicio puede comprender un óxido de un metal seleccionado de entre los grupos III B y VB de la Tabla periódica, como, por ejemplo, el pentóxido fosforoso (P_2O_5), del cual un vapor puede producirse y llevarse arrastrado en el vehículo gaseoso inerte, por medio de sistemas generadores tales como los indicados en la patente de EE.UU. 3.343.049 y situados al exterior del tubo de reacción 3' y conectados por tuberías a la entrada 41' de la cámara de tratamiento 18' del tubo de reacción 3'. Ahora bien, se sobrentiende que la mezcla de pentóxido fosforoso y gas portador



o vehículo será previamente mezclada con la fuente formante de película de óxido de silicio, antes de su inyección en la cámara de tratamiento 18' por medio de la entrada 41'.
Convenientemente, la fuente formante de película de óxido de silicio comprende oxígeno, que oxida la superficie del silicio semiconductor convirtiendo una capa de superficie del dióxido de silicio, además o conjuntamente con la inclusión de la impureza determinante de tipo de conductividad, hasta formar una matriz pelicular de la impureza y el óxido, para la sucesiva difusión de la impureza desde la matriz pelicular al substrato de silicio.

Como alternativa, la atmósfera para la formación o desarrollo de la matriz pelicular de impureza y óxido puede comprender oxígeno mezclado con un gas portador o vehículo que soporte la impureza generada exteriormente al sistema, como se enseña en la patente de EE.UU. 3.247.032. La mezcla de vehículo gaseoso e impureza puede generarse pasando el gas portador o vehículo por algún material de impureza adecuado, tal como el borato de trietilo, pentóxido fosforoso, silicio impurificado con fósforo, silicio impurificado con boro, silicio impurificado con arsénico y similares, del cual pueda captarse la impureza: (a) por descomposición de la fuente de impureza como en la patente de EE.UU. 2.827.403; (b) por vaporización de la fuente de impureza, como en la patente de EE.UU. 3.282.749 y en la patente de EE.UU. 3.133.840; y (c) como más arriba se ha indicado, entremezclando el oxígeno con un gas que contenga la impureza, tal como fosfina, diborano, arsina y similares, con adecuada dilución en vehículos tales como el argón, el nitrógeno y similares.

378214



En la forma de realización preferida, utilizada en el ejemplo específico que se indica más adelante, la atmósfera formante de impureza y óxido puede comprender una mezcla de tres componentes, en la que el primer componente sea un vehículo gaseoso como el argón, el segundo componente sea oxígeno y el tercero sea un oxihaluro de la impureza determinante de tipo de conductividad, tal como el oxícloruro fosforoso. Una mezcla tipo de tal atmósfera formante de impureza y óxido comprenderá, en volumen; de alrededor de 70 a aproximadamente 99% de argón; de alrededor de 1 a aproximadamente 30% de oxígeno; y de alrededor de 100 a unas 10.000 partes por millón de oxícloruro fosforoso (POCl_3). En funcionamiento, puede generarse una mezcla de oxígeno e impureza por borboteo de un vehículo gaseoso como el argón a través del oxícloruro fosforoso, y diluyéndolo con un flujo principal de gas, también de argón, de modo que el flujo principal sea preferiblemente del mismo gas empleado en las cámaras de aislamiento y en las de precaldeo, 16' y 17' respectivamente. Como se ha dicho, la atmósfera reactiva, que comprende un vehículo gaseoso que contiene la impureza, una corriente o flujo principal de gas inerte, y oxígeno, se introduce en la cámara de tratamiento 18' por la entrada 41' con un gasto que no excede de unos 10 litros por minuto (v.gr., $0,565 \text{ l/min/cm}^2$ de área de la sección recta de paso libre) en las partes sin deflector del tubo 3'. Normalmente, el gasto o caudal de los gases en la cámara de tratamiento estará comprendido dentro del intervalo general de alrededor de 0,5 a unos 8 litros por minuto (v.gr., de 0,028 a unos $0,45 \text{ l/min/cm}^2$ de área de sección recta de paso libre), y preferiblemente en



el de alrededor de 1 a unos 6 litros por minuto (v.gr., de
alrededor de 0,0567 a unos 0,339 l/min/cm² de sección rec-
ta de paso libre). Para esta forma específica de realiza-
ción en la que se usan oxícloruro fosforoso y oxígeno en
5 unión de argón, la atmósfera reactiva comprenderá óptima-
mente, en volumen, de alrededor de 75 a aproximadamente
95% de argón, de alrededor de 100 a unas 8.000 partes por
millón de oxícloruro fosforoso, y de alrededor de 2 a apro-
ximadamente 25% de oxígeno; y preferiblemente, de alrede-
10 dor de 75 a aproximadamente 85% de argón, de alrededor de
200 a unas 5000 partes por millón de oxícloruro fosforoso, y
de alrededor de 3 a un 20% aproximadamente de oxígeno.

Después del paso de los substratos por la cámara
reactiva 18', los substratos sostenidos en los carros en-
15 tran y pasan por una segunda cámara de aislamiento 19' que,
aunque definida entre los tabiques 47A' y 46', es, a todo
fin práctico, idéntica a la cámara de aislamiento 16' ante-
riormente descrita, por lo que no se darán más detalles de
la misma.

20 En general, la presión P18' de la cámara de tra-
tamiento 18' tendrá correlación con la presión P28A' del
compartimiento de entrada 28A' (de la cámara de aislamien-
to 19'), de manera que entre ellas no haya paso de gases,
o bien exista un flujo positivo desde el compartimiento de
25 entrada 28A' a la cámara de tratamiento 18'.

Una de las funciones básicas de la cámara de ais-
lamiento 19' es la dedicada al uso de gases no reactivos
para efectuar un aislamiento crítico entre las atmósferas
de la cámara de tratamiento 18' y del ambiente exterior. Es
30 función secundaria, pero también fundamental, de la cámara



de aislamiento 19' la de precalentar las pastillas dentro de las hélices de calefacción 5B', a unas temperaturas elevadas y suficientes para difundir en el cuerpo semiconductor la impureza contenida en la matriz pelicular de impureza y de óxido formada en las pastillas: por ejemplo, a unos 1100°C.

Al asomar y salir los carros 1' de la cámara de aislamiento 19', los substratos soportados en los carros entran en la cámara de introducción o de difusión 20' (definida entre los tabiques 46' y 47'), que está provista de un flujo de atmósfera no reactiva, por medio de la tobera de entrada 43' y de la tobera de salida 44', con un gasto de alimentación no superior a unos 20 litros por minuto (v.gr., de aproximadamente 1,13 l/min/cm² de sección recta de paso libre). En general, la atmósfera de la cámara 20' constará normalmente de una atmósfera inerte, tal como de nitrógeno, helio, argón y similares, donde tales gases se emplean como vehículã en la cámara de tratamiento 18'. En general, la cámara de introducción será de longitud suficiente para obtener en la pastilla la profundidad de difusión deseada; y en la presente forma de realización, la cámara de introducción 20' era de unos 33 cm de longitud. Al salir de la cámara de introducción o difusión 20' los substratos sostenidos en los carros, pasan por una cámara amortiguadora de salida 21' (definida entre los tabiques 47' y 48') y la atraviesan, para descargar en una mesa de transferencia 49' en el transportador 50'. Como se indica, la cámara amortiguadora de salida 21' es de aproximadamente 13 cm de longitud, y está provista de una atmósfera no reactiva por medio de la tobera de entrada 51', efectuándose



la descarga o salida de los gases a la atmósfera ambiente a través de las aberturas restringidas definidas por el tabique extremo 48' y la superficie de los carros 1'. Además, la cámara amortiguadora de salida 21' funciona enfriando los substratos por bajo de unas temperaturas sensibles, para impedir toda modificación adversa más allá de límites convenientes o deseados.

Con las presiones de los diversos compartimientos de entrada a mayores niveles de presión que las de los compartimientos de salida 29' y 31', no es necesario ningún sistema de extracción positiva para retirar o hacer salir los gases de los compartimientos de salida 29' y 31', por las salidas 37' y 37A'. La salida de los gases desde los compartimientos de salida 29' y 31' puede hacerse mediante el solo ímpetu de las corrientes de gas que fluyen de los compartimientos de entrada 28', 30' y 32', por sí solo o en unión del paso de gas a presión contiguo de una u otra de las cámaras adyacentes a la cámara de aislamiento. Ahora bien, se sobrentiende que, si así conviene, la retirada de gases de los compartimientos de salida puede facilitarse mediante el uso de sistemas de extracción complementarios, tal como se indica en la patente de EE.UU. 3.314.393.

La Tabla 5 ilustra un ejemplo de las diversas atmósferas que pueden usarse.

25

30

1.6.70

378214



TABLA 5

	<u>Cámara o compartimiento</u>	<u>Función</u>	<u>Longitud</u>	<u>Atmosfera</u>	<u>Entrada de gas (l/min)</u>	<u>Temp. °C</u>	<u>Grosor de película (Å)</u>
5	15'	amortig. entrada	38	A	4,0	Ambiente	
	28'	Aislamiento	2,5	A	2,0	↓	
	29'	"	2,5				
	30'	"	2,5	A	4,0		
	31'	"	2,5				
	32'	"	2,5	A	2,0		200
10	17'	Precaldeo	65	A	5,0		1050
	80A'	Aislamiento	2,5			1050	
	80B'	"	2,5	A		1050	
	80C'	"	2,5			1050	
15	18'	Formar impurif. y óxido	21	A+O ₂ +POCl ₃	1,3	1050	+ 500
	28'	Aislam. y calor	2,5	A	2,0	↓	
	29'	"	2,5				
	30'	"	2,5	A	4,0		
	31'	"	2,5				
	32'	"	2,5	A	2,0		1100
20	20'	Difusión	33	A	7,5		1100
	21'	Amortig. salida	12,5	A	2,0	Ambiente	
	25						

378214



En el sistema de difusión indicado en la fig. 17 se ha utilizado una matriz de SiO_2 impurificada. Ahora bien, en otra disposición se podría emplear la impurificación del material semiconductor directamente desde la fase de vapor. En este caso, se introduciría un vapor cualquiera de tipo usual (por ejemplo, de hidruros u oxihaluros) por la tobera 41' (fig. 17), y la difusión en el semiconductor tendría lugar dentro de la cámara 18'. Como entonces no hay necesidad de una ulterior "introducción" de la difusión, pueden omitirse las hélices de caldeo 5B' de los tramos 19' y 20' del tubo 3' de la fig. 17. Con la difusión de vapor, la cámara 18' puede tener unos 20 cm de longitud, y las pastillas de semiconductor pueden moverse a la velocidad aproximada de 2,5 cm por minuto.

La tabla que sigue se refiere a una atmósfera de difusión compuesta de argón que contiene, en volumen, 0,1% de fosfina (PH_3).

378214



TABLA 6

<u>Cámara o compartimiento</u>	<u>Función</u>	<u>Longitud</u>	<u>Atmosfera</u>	<u>Entrada de gas (l/min)</u>	<u>Temp. °C</u>	<u>Profund. de unión (Å)</u>
5	15' Amortig. entrada	12,5	A	4,0	Ambiente	
	28' Aislamiento	2,5	A	2,0		
	29' "	2,5				
	30' "	2,5	A	4,0		
	31' "	2,5				
10	32' "	2,5	A	2,0	200	
	17' Precaldeo	86	A	5,0	700	
	80A' Aislamiento	2,5				
	80B' "	2,5	A	2		
	80C' "	2,5				750
15	18' Difusión de vapor sólido	21	A+PH ₃	1,3	750	10,000
	28' Aislamiento	2,5	A	2,0		
	29' "	2,5				
	30' "	2,5	A	4,0		
	31' "	2,5				
20	32' "	2,5	A	2,0	700	
	20A' Enfriamiento	33	A	7,5	200	
	21' Amortig. salida	12,5	A	2,0	Ambiente	

25

378214

30



5 A continuación se describirá un sistema de trata-
miento continuo, de cuatro etapas de tratamiento, con re-
ferencia a la fig. 18. El sistema indicado podría usarse
para sucesivamente efectuar un ataque químico con vapores
y depositar después unas capas superpuestas consecutivas
de películas epitáxicas, de nitruro y metal, en unos subs-
tratos de semiconductor, sin exponer los substratos a am-
bientes entre una y otra de las operaciones de tratamien-
to; o bien para sucesivamente efectuar un ataque químico
10 con vapores y depositar luego unas capas superpuestas con-
secutivas de películas epitáxicas de óxido de silicio y
metal en substratos de semiconductor, sin exponer los subg
tratos a ambientes entre una y otra de las operaciones de
tratamiento.

15 Vista la semejanza de configuración de tubo em-
pleada en estos dos ejemplos, únicamente se describirá una
sola configuración de tubo con los parámetros de tratamien
to específico, en las dimensiones de cámara que se exponen
más adelante para cada ejemplo. Ahora bien, como se com-
prenderá, en estos sistemas en los que se usa una opera-
ción de ataque químico con vapores, la atmósfera de ataque
20 puede comprender hidrógeno que contenga de alrededor de 2%
a aproximadamente 12% en volumen de un haluro de hidróge-
no, tal como el cloruro de hidrógeno, el bromuro de hidró-
geno, el fluoruro de hidrógeno y el yoduro de hidrógeno.
25 En la forma de realización preferida de la atmósfera de
ataque químico, usada en los ejemplos específicos que a
continuación se exponen, el haluro de la atmósfera de ata-
que comprende cloruro de hidrógeno, en una composición que
30 consta de hidrógeno con un 6% aproximadamente de cloruro



de hidrógeno.

De igual modo, las atmósferas de desarrollo o "crecimiento" de película epitáxica puede comprender cualquiera de las composiciones arriba indicadas para ello. Además, como se comprenderá, la atmósfera de desarrollo de película epitáxica puede incluir impurezas determinantes de un tipo de conductividad. En las formas de realización preferidas, usadas en estos ejemplos concretos que más adelante se exponen, la atmósfera formante de película epitáxica puede comprender hidrógeno con un contenido aproximado de 0,1% a alrededor de 1,0% en volumen, de tetracloruro de silicio en combinación con un volumen de arsina, aproximadamente comprendido entre 0,01% y alrededor de 0,5%, como impureza determinante del tipo de conductividad. En la atmósfera formante de película epitáxica concretamente empleada en estos ejemplos, la composición de la atmósfera era de hidrógeno con un contenido, en volumen, de 0,5% de tetracloruro de silicio y 0,05% de arsina.

Asimismo, las atmósferas nitrurantes pueden comprender también cualquiera de las composiciones arriba indicadas para ellas. Un ejemplo preferido es el constituido por la atmósfera nitrurante de silano y amoníaco, con hidrógeno como vehículo. Una composición tipo de estas atmósferas nitrurantes puede ser la constituida por hidrógeno con un contenido, en volumen, de aproximadamente 0,005% a alrededor de 0,05% de silano, y de alrededor de 0,05% a aproximadamente 0,5% de amoníaco. Una mezcla específica de esta atmósfera nitrurante es la que consta de hidrógeno con un contenido, en volumen, de 0,02% de silano y 0,2% de amoníaco.

Asimismo, para la formación de depósito de óxido



en estado de vapor, la composición formante de óxido puede comprender también cualquiera de las arriba indicadas para ello. En una forma preferida de ejecución, la atmósfera formante de óxido puede comprender una mezcla de tres componentes, en la que el primer componente sea hidrógeno, el segundo componente puede ser oxígeno o bien dióxido de carbono, y el tercer componente puede ser ya un silicato orgánico, ya un haluro de silicio, ya un silano de alcoxi. Una mezcla tipo de esta atmósfera formante de película comprenderá hidrógeno con un contenido, en volumen, de alrededor de 0,92% a un 1,2% aproximadamente de tetracloruro de silicio, y de alrededor de 0,4% a un 0,6% aproximadamente de oxígeno. Para el ejemplo concreto que se da más adelante, la atmósfera formante de óxido comprendía hidrógeno con un contenido, en volumen, de aproximadamente 0,5% de tetracloruro de silicio y alrededor de 1,0% de oxígeno.

De la misma manera descrita en los ejemplos precedentes, una hilera continua de carros 50, de configuración rectangular, se transporta, estando los carros a tope extremo con extremo, por medio de un mecanismo de avance indicado en general con el número 51, al interior y a través de un tubo de tratamiento 52, de cuarzo, dispuesto dentro de unas hélices de calefacción 53, 53A, 53B y 53C, que a discreción pueden encerrarse en un recinto de horno 55 de una forma de construcción usual.

Como las hélices de calefacción 53, 53A, 53B y 53C, de radiofrecuencia y refrigeradas con agua, se indican y emplean también en estos ejemplos, los carros 50 se hacen de una materia de susceptancia apropiada, tal como grafito, carbono, molibdeno u similares. Ahora bien, se sobrentien-



de que los carros 50 pueden estar también hechos de otros materiales adecuados, compatibles con las pastillas y con los ambientes de tratamiento. En general, el material de los carros 50 determinará normalmente el tipo de hélices de calefacción empleado en unión del tubo de reacción 52. Así, en un sistema en el que se empleen carros de cuarzo, las hélices de calefacción pueden convenientemente constar de hélices de resistencia; y recíprocamente, el uso del grafito en la construcción de los carros permite emplear en el sistema para la calefacción sea hélices de resistencia, sea bobinas de inducción.

Los tubos de tratamiento indicados son también de configuración rectangular, con una altura interior de unos 33 mm y una anchura interior de 89 mm. Cada tubo de tratamiento 52 está subdividido en unas cámaras apropiadas, como más adelante se describe, con una longitud total de 264 cm.

El tubo de tratamiento 52 representado en la fig. 18 está configurado para tratar secuencialmente una pastilla de silicio 64 preacondicionada, por ataque químico al vapor seguido de deposiciones secuenciales, al estado de vapor, de películas epitaxiales de nitruro y de metal en los substratos.

Fundamentalmente, el tubo de reacción de la fig. 18 está subdividido en una zona o cámara amortiguadora 69 de entrada de ambiente, una cámara separadora o de aislamiento 70 dividida en cinco compartimientos, una cámara de precaldeo 71, una primera cámara de tratamiento ambiental 71A, una cámara separadora o de aislamiento 101 de tres compartimientos, una segunda cámara de tratamiento ambien-

378214



tal 71B, una segunda cámara de aislamiento 103 de tres com
partimientos, una cámara 100 de interenfriamiento, una
tercera cámara de tratamiento ambiental 71C, una tercera
cámara de aislamiento 104 de tres compartimientos, otra
5 cámara de interenfriamiento 102, una cuarta cámara de tra-
tamiento ambiental 71D, una segunda cámara de aislamiento
73 de cinco compartimientos, y una cámara amortiguadora 77
de salida de ambiente.

La cámara o zona amortiguadora 69, de unos 13 cm
10 de longitud, está definida entre los tabiques 78 y 79, de
los cuales los tabiques 78 se extienden hacia la parte in-
ferior o fondo del tubo de reacción 52, a una distancia
que deja aproximadamente 6,4 mm de holgura con la parte al
ta de una hilera de carros 50. La zona amortiguadora 69
15 constituye una barrera preliminar contra la atmósfera am-
biente, manteniéndose con una atmósfera protectora no reac-
tiva de unos 0,7 mm de columna de agua, por introducción
en aquella, a través de una ranura circunferencial 80A de
una tobera 80 de extremidad cerrada (de unos 5 mm de diá-
metro interior), de un flujo adecuadamente controlado de
20 un gas inerte, tal como nitrógeno, helio, argón, gas na-
ciente y similar. Ahora bien, en general, para este siste-
ma de tratamiento, la presión en la cámara 69 de ambiente
arriba indicada puede extenderse desde alrededor de 0,7 a
25 unos 3,5 mm c.a., y preferiblemente desde alrededor de 0,7
a unos 2 mm c.a. Tal como se indica, la tobera 80 es de
construcción cerrada por el extremo, con una configuración
como la representada y descrita con referencia a la fig.
12.

30 La hilera móvil de carros 50, llegado el momento,



5 sale de la cámara amortiguadora de ambiente 69, y entra en y recorre la cámara de aislamiento crítico 70 de cinco compartimientos, que tiene la misma configuración estructural indicada para ella en los ejemplos anteriores y, por consiguiente, los elementos componentes similares están indicados con los mismos números de referencia.

10 También como en los ejemplos precedentes, la cámara de aislamiento 70 está subdividida en una serie de compartimientos alternos de entrada y de salida, en los cuales se introducen y de los cuales se retiran unos gases protectores. Para el particular aislamiento obtenido, la cámara de aislamiento está subdividida en un compartimiento de entrada 70A, un compartimiento de salida 70B, un segundo compartimiento de entrada 70C, un segundo compartimiento de salida 70D y un tercer compartimiento de entrada 70E, cada uno de alrededor de 2,5 cm de longitud. En general, la relación de presiones de los ejemplos precedentes se mantiene también, dentro de y entre los diversos compartimientos de la cámara de aislamiento 70, y entre la cámara de entrada de ambiente 69 contigua y la cámara de precaldeo 71, para así mantener las mismas relaciones de gasto y presión anteriormente indicadas para el caso.

25 Al salir la hilera de carros 50 del último compartimiento 70E de la cámara de aislamiento 70, los carros entran en una cámara de precaldeo 71 no reactiva dispuesta dentro de unas hélices de calefacción 53, para calentar la pastilla soportada 64 a las temperaturas de tratamiento, por ejemplo, dentro del intervalo general de alrededor de 1000°C a unos 1300°C para el silicio, y de alrededor de 350°C a unos 900°C para el germanio. La cámara de precaldeo



71 está definida entre los tabiques 81 y 91 dotados de pestaña, y la longitud específica de la cámara de precaldeo se expone más adelante para cada ejemplo.

5 Normalmente, el ambiente de la cámara de precaldeo 71 se seleccionará para que sea compatible con la atmósfera de la sucesiva cámara de tratamiento, que es la 71A definida entre los tabiques 91 y 79B. Por ejemplo, las atmósferas protectoras de la cámara de precaldeo 71 pueden no sólo comprender cualquiera de los gases inertes indica-

10 dos, sino también incluir hidrógeno, cuando se use este gas como componente en el ambiente de la cámara de tratamiento 71A. Así, puesto que el hidrógeno se usa como componente en el gas de tratamiento contenido dentro de la cámara de tratamiento 71A, también puede emplearse hidró-

15 geno como atmósfera protectora dentro de la cámara de precaldeo 71, en vista de su compatibilidad con los gases de tratamiento. En funcionamiento, los gases protectores de dentro de la cámara de precaldeo 71 se mantienen en circulación por las entradas y salidas 89 y 90 de la cámara. En

20 general, la atmósfera protectora empleada en la cámara de precaldeo 71 se mantendrá dentro de un intervalo general de presiones de alrededor de 0,7 a unos 35 mm c.a., y de preferencia desde alrededor de 1,5 a 3,5 mm c.a. Se sobrentiende que la presión P71 de la cámara de precaldeo 71

25 se mantendrá a un nivel inferior al de la presión P70E del precedente compartimiento de entrada 70E (de la cámara de aislamiento 70) y coordinado con éste para que haya o un paso F6 nulo entre el compartimiento de entrada 70E y la cámara de precaldeo 71, o bien un flujo positivo F6 desde

30 el compartimiento de entrada 70E a la cámara de precaldeo 71.

1.6.70



Después de la etapa de precaldeo, la hilera móvil de carros 50 sale de la cámara de precaldeo 71 y recorre la cámara de reacción 71, en la que se mantiene un ambiente esencialmente tranquilo de gas de tratamiento, que fluye a través de ella por el tubo de entrada 89 y el tubo de salida 90, con un caudal de alimentación no mayor de unos 15 litros por minuto, y preferiblemente de alrededor de 5 a unos 10 litros por minuto. En general, la presión en las cámaras de tratamiento 71A puede oscilar de alrededor de 0,7 a unos 3,5 mm de columna de agua.

Por ejemplo, la atmósfera de ataque químico puede comprender hidrógeno con un contenido aproximado de 2 a 12% en volumen de un haluro de hidrógeno, tal como cloruro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno y yoduro de hidrógeno. En la forma de realización preferida, usada en el ejemplo concreto que más adelante se expone, el haluro de la atmósfera atacante es el cloruro de hidrógeno. Una mezcla tipo de esta atmósfera atacante comprenderá un gasto aproximado de unos 6 a 12 litros por minuto de hidrógeno con un contenido aproximado de 2 a 12% en volumen de cloruro de hidrógeno.

Después de recorrer la cámara de tratamiento 71A, los carros 50 entran en y pasan a través de una cámara de aislamiento 74 de tres compartimientos que, a todo fin práctico, es idéntica a las cámaras de aislamiento similares anteriormente descritas, de los ejemplos precedentes. De ser necesario, los detalles de esta cámara de aislamiento pueden determinarse fácilmente por referencia a la descripción, en los ejemplos precedentes, de las correspondientes partes de la cámara de aislamiento 101. Ahora bien, como



se observará, esta cámara de aislamiento 101 está situada dentro de una segunda hélice de caldeo por inducción 53A (que se extiende también en torno a la cámara 71B), a fin de acondicionar en temperatura las pastillas para una etapa sucesiva de tratamiento. Es de notar que, aunque se ha representado una cámara de aislamiento 101 de tres compartimientos, se sobrentiende que puede emplearse también una cámara de cinco compartimientos como la arriba descrita, para separar la cámara de tratamiento 71A de la 71B.

Asimismo, las pastillas soportadas por los carros, a su paso por la cámara de aislamiento 101, pasan al mismo tiempo por dentro de la hélice de calefacción 53A, que condiciona las pastillas a las temperaturas de tratamiento para su deposición epitáxica; por ejemplo, las pastillas de silicio 64 se mantienen dentro de un intervalo general de alrededor de 950°C a unos 1350°C, y de preferencia en el de unos 1050°C a aproximadamente 1250°C; y recíprocamente, la temperatura de las pastillas de germanio puede mantenerse dentro del intervalo general de unos 600°C a alrededor de 920°C, y preferiblemente de unos 890 a unos 910°C.

Al salir los carros 50 de la cámara de aislamiento 101, entran en y recorren la cámara de reacción 71B, definida entre los tabiques 81B y 79C dotados de pestaña. La cámara de reacción 71B comprende un tramo del tubo de tratamiento, de unos 20 cm de longitud, en el que los substratos o pastillas 64 se someten a una atmósfera formante de película epitáxica, que fluye esencialmente tranquila desde su entrada a su salida (89 y 90, respectivamente), con un gasto o caudal de alimentación de alrededor de 4 a unos 25 litros por minuto. La atmósfera formante de película epitá-



xica puede comprender cualquier composición apropiada.

En una determinada aplicación, la deposición epitáxica puede efectuarse por medio de una atmósfera fluyente, que puede estar compuesta de la mezcla gaseosa de hidrógeno y un compuesto de haluro del material semiconductor apropiado (por ejemplo, de tetracloruro de silicio), que pasa por los substratos semiconductores (por ejemplo, las pastillas de silicio) a unas temperaturas prefijadas y durante un período suficiente para el desarrollo de una capa epitáxica del material de partida (fuente) en la atmósfera. Por ejemplo, la atmósfera de desarrollo de película epitáxica puede normalmente constar de una fuente de vapores descomponibles del mismo material semiconductor de que se componen los substratos en los que se desarrolla la película. Los términos de "térmicamente descomponible", "descomposición térmica" y el asociado relativo a la formación de depósito de un producto de descomposición, tal como aquí se usan, quieren ser genéricos para los mecanismos de "cracking" térmico, como, por ejemplo, la descomposición del tetracloruro de silicio y la liberación de átomos de silicio por la sola acción del valor, y para el mecanismo de reacciones de alta temperatura, en las que la temperatura elevada produce una interacción entre diversos materiales con liberación de materiales o átomos específicos como, por ejemplo, en la reducción del tetracloruro de silicio o el triclorosilano por el hidrógeno. Discrecionalmente, como antes se ha dicho, la atmósfera de desarrollo de película epitáxica puede incluir también una impureza determinante del tipo de conductividad, que puede seleccionarse de entre los grupos IIIB y VB de la Tabla periódica (por ejemplo, la



arsina, fosfina, estibina, diborano y similares). Como se comprenderá, cuando en la atmósfera de desarrollo de película epitáxica se incluya una impureza determinante del tipo de conductividad, la matriz de película epitáxica se desarrollará en el substrato que contenga la impureza activa.

Después del paso por la cámara de tratamiento 71B, los carros 50 (con las pastillas 64 soportadas en ellos) entran en y recorren otra cámara de aislamiento 103 de tres compartimientos que, a todo fin práctico, es también idéntica a las cámaras de aislamiento de tres compartimientos anteriormente descritas en los ejemplos precedentes. Ahora bien, como se observará, al entrar las pastillas en esta cámara de aislamiento, salen de la hélice de calefacción de radiofrecuencia 53A, lo que permite a las pastillas enfriarse (en unión de la acción de una cámara de interenfriamiento) a temperaturas empleadas en una etapa sucesiva de tratamiento.

Al salir los carros 50 de la cámara de interenfriamiento, pasan por una hélice de calefacción 53B de radiofrecuencia a medida que entran en la cámara de tratamiento 71C, donde se mantiene un ambiente esencialmente tranquilo de un gas de tratamiento que fluye recorriéndola, por el tubo de entrada 89 y por el de salida 90, con un gasto de alimentación no mayor de unos 15 litros por minuto, y preferiblemente de unos 6 a alrededor de 14 litros por minuto. Asimismo, la longitud concreta y específica de la cámara de tratamiento 71C está anotada en la tabla 7 que se da más adelante. En general, sea cual fuere la atmósfera de tratamiento empleada, la presión en la cámara de tratamien-



to 71C puede oscilar de 0,7 a unos 35 mm c.a., y de preferencia desde alrededor de 1,4 a unos 3,5 mm c.a. La cámara de tratamiento 71C puede estar provista sea de una atmósfera formante de película de silicio nitrurado, sea de una atmósfera formante de película de óxido de silicio. La atmósfera puede constar de silano y amoniaco, en unión de hidrógeno como vehículo. Esta atmósfera reactiva se mantiene en continua circulación desde el tubo de entrada 89 de la cámara al tubo de salida 90, con un caudal de alimentación no mayor de unos 20 litros por minuto (v.gr., de 1,13 litros por minuto y por centímetro cuadrado de sección recta de la cámara), y preferiblemente de unos 5 a alrededor de 15 litros por minuto (v.gr., de 0,282 a unos 0,848 l/min/cm² de sección recta de la cámara). En general, el gasto será suficiente para mantener una concentración proporcional sensiblemente constante de los componentes gaseosos reactivos en la cámara, a presiones comprendidas dentro del intervalo general de 0,7 a 35 mm c.a., y preferiblemente de alrededor de 1,4 a 3,5 mm c.a. Una composición tipo de la atmósfera nitrurante arriba indicada puede comprender, en volumen, de alrededor de 0,005% a un 0,05% aproximadamente de silano, y de alrededor de 0,05% a un 0,5% aproximadamente de amoniaco, en 10 litros de hidrógeno, Una mezcla específica de esta atmósfera nitrurante, utilizada en el ejemplo concreto que más adelante se expone, comprendía, en volumen, 0,02% de silano, 0,2% de amoniaco en 10 litros de hidrógeno.

Con la atmósfera nitrurante específica indicada, en las superficies de los substratos se deposita una película de nitruro de silicio, por reacción del silano y el



amoniaco en presencia de un exceso de nitrógeno, que supri-
me la prematura descomposición del silano. La reacción tie-
ne lugar preferiblemente en las superficies de los substra-
tos que se calientan a una temperatura comprendida en el
5 intervalo general de 700°C a unos 1125°C, y preferiblemen-
te de unos 800°C a alrededor de 1100°C. Aún cuando se ha
indicado una atmósfera de tratamiento concreta y específi-
ca, se sobrentiende que en la cámara de tratamiento pueden
emplearse diversas atmósferas nitrurantes.

10 Por ejemplo, la atmósfera nitrurante puede com-
prender un vehículo gaseoso inerte (de preferencia, nitró-
geno), amoniaco y un haluro de silicio, tal como el tetra-
cloruro de silicio. En funcionamiento, esta atmósfera se
introduce en la cámara de tratamiento a temperaturas infe-
15 riores a las de reacción (por ejemplo, entre el haluro de
silicio y el amoniaco), de modo que la reacción entre el
haluro de silicio y el amoniaco tenga lugar en las superfi-
cies caldeadas de los substratos, formándose el nitruro de
silicio que se deposita en los substratos.

20 Asimismo, las atmósferas nitrurantes pueden cons-
tar de silano, amoniaco y oxígeno, para depositar pelícu-
las amorfas de mezclas de nitruro de silicio y óxido de si-
licio en los substratos. Estas atmósferas formantes de pe-
lículas compuestas pueden mezclarse y precalentarse exte-
25 riormente al tubo de reacción 52, a temperaturas inferio-
res a aquella en que se inicia la reacción entre el silano
y el amoniaco y el oxígeno, seguidas de inyección de la mez-
cla en la cámara de tratamiento. En general, las pastillas
o substratos 64 se calientan a una temperatura suficiente
30 para iniciar la reacción entre el silano, el amoniaco y el

378214



oxígeno, que se supone implica la descomposición del silano y la sucesiva nitruración y oxidación del silicio liberado.

5 Otra atmósfera nitrurante que puede usarse en esta forma de realización comprende una mezcla tripartita de silano, amoniaco y óxido nítrico, partiendo de la cual pueden depositarse películas de oxinitruro de silicio en un substrato, mediante una reacción iniciada entre el silano, el amoniaco y el óxido nítrico a temperaturas elevadas. De
10 igual modo, los componentes pueden premezclarse y precalentarse exteriormente en el tubo de reacción 52, a temperaturas inferiores a las de reacción, introduciendo los gases reactivos en la cámara de reacción, donde se efectúa la reacción entre ellos, en las superficies de los substratos calentados, para producir el depósito de una película de oxinitruro de silicio en las mismas.
15

Para la formación de depósitos de óxido, desde el tubo de entrada 89 al de salida 90 fluyen hidrógeno y un gas formante de película, con un gasto no superior a unos
20 20 litros por minuto (v.gr., de unos $1,13 \text{ l/min/cm}^2$ de sección recta), y preferiblemente de alrededor de 8 a unos 12 litros por minuto, a presiones no superiores a 35 mm c.a. y, preferiblemente, de 0,7 a 3,5 mm c.a. En general, el gasto o caudal será suficiente para mantener una concentración
25 proporcional sensiblemente constante del hidrógeno y del gas formante de película. En la cámara de tratamiento pueden emplearse diversas atmósferas formantes de película. Este gasto de alimentación de la atmósfera es equivalente a aproximadamente de 0,45 a unos 0,66 litros por minuto y por
30 centímetro cuadrado de sección recta de la cámara.



Por ejemplo, la atmósfera formante de película puede contener un haluro metálico de un metal formante de vidrio, tomado de los grupos III, IV y V de la Tabla periódica, bien solo o bien en unión del ozono, como en la patente de EE.UU. 3.228.812. Como alternativa, puede emplearse un siloxano orgánico en unión de un gas inerte que sirva de vehículo (tal como el nitrógeno), dentro de la cámara de deposición de película, con una etapa de oxidación discrecional incluida al final de la deposición de la película, para eliminar el carburo de silicio que pudiera haberse formado durante la deposición de la película.

Asimismo, la atmósfera formante de película puede comprender un gas inerte, más vapor de agua y un haluro volatilizado e hidrolizable de un metal formante de vidrio seleccionado de entre los grupos III, IV y V de la Tabla periódica.

En la forma de realización preferida usada en el ejemplo específico que más adelante se presenta, la atmósfera formante de película puede comprender una mezcla tripartida en la que el primer componente es hidrógeno, el segundo puede ser oxígeno o dióxido de carbono, y el tercer componente puede ser un silicato orgánico, un haluro de silicio o un alcoxi-silano. Una mezcla tipo de esta atmósfera formante de película comprenderán, en volumen, de alrededor de 92% a un 99% aproximadamente de hidrógeno, de alrededor de 0,92 a un 1,2% aproximadamente de tetracloruro de silicio, y de alrededor de 0,4% a un 0,6% aproximadamente de oxígeno.

Cuando la atmósfera formante de película comprende ozono, puede emplearse un haluro vaporoso (esencialmen-

9 JUN 1970

te cualquier haluro) de un metal formante de vidrio tomado de los grupos III, IV y V de la Tabla periódica de los elementos, y el metal seleccionado puede venir determinado, en parte al menos, por las características específicas deseadas para la película. En funcionamiento, los materiales reaccionantes, tales como el tetracloruro de silicio y el ozono, se introducen de preferencia, en la zona de reacción, en la fase de vapor diluido. Como el ozono se forma en ozonizadores comerciales, resultará o se tendrá una mezcla de oxígeno y ozono, mezcla que puede introducirse directamente en la cámara de tratamiento. El haluro metálico de silicio puede diluirse sin más que hacer pasar argón u otros gases inertes en contacto con él: por ejemplo, por borboteo de gas argón a través del cloruro de silicio líquido. Es de notar que con el empleo de oxígeno y ozono en la cámara de tratamiento, y confiando en la ozonólisis para efectuar la deposición de la película, las atmósferas empleadas en la cámara de precaldeo serán los gases no reactivos, tales como el nitrógeno, helio, argón y similares, y de preferencia consistirán en el mismo gas empleado como vehículo en el tratamiento o en la cámara de formación del depósito pelicular.

De igual modo, en la cámara de precaldeo se empleará también un gas inerte, como el nitrógeno, helio y argón, cuando la atmósfera formante de película comprenda una atmósfera inerte, vapor de agua y un haluro hidrolizable volatilizado de un metal formante de vidrio elegido entre los grupos III, IV y V de la Tabla periódica, como se indica en la patente de EE.UU. 3.316.661. Para producir películas de vidrio o similares puede emplearse un número



relativamente grande de materiales. Por ejemplo, pueden usarse haluros de los metales del grupo IV, así como haluros de algunos metales del grupo III, tales como el boro, el aluminio, el galio y el indio. Tambien pueden emplearse, de los metales del grupo V, haluros de fósforo, arsénico y estaño. Pueden usarse asimismo mezclas de los materiales indicados. Ahora bien, se sobrentiende que el término "haluro" está aquí empleado en un sentido genérico, incluyendo no sólo las sales halógenas del metal sino otros compuestos portadores de halógenos, tales como los compuestos covalentes de los que es ejemplo el tetracloruro o el tetrabromuro de silicio y germanio. En funcionamiento, pueden emplearse para el control de parámetros las ideas generales bosquejadas en la citada patente de EE.UU. 3.316.661.

De igual modo, se empleará en la cámara de precaldeo una atmósfera no reactiva, tal como de nitrógeno, helio, argón o similar, en los casos en que la formación de depósito de película de óxido de silicio se obtenga por descomposición pirolítica de siloxanos orgánicos, o por reducción de un compuesto semiconductor gaseoso en las proximidades de un cuerpo semiconductor (tal como se expone en la patente de EE.UU. 3.089.793). En general, el mismo control de parámetros de tratamiento expuesto y bosquejado en esta Memoria resulta aplicable para el control de la operación de formación de película que tiene efecto en la cámara de tratamiento.

En general, el substrato semiconductor se transportaría en vapores de un compuesto de siloxano orgánico, a una temperatura inferior al punto de fusión del semiconductor, pero por encima de aquella a la que se descompone



el compuesto, de modo que en la superficie del sustrato se forma un recubrimiento adherente inerte de dióxido de silicio. Los siloxanos constituyen un grupo grande de derivados orgánicos del silicio, de los cuales puede obtenerse el dióxido de silicio por descomposición térmica. Las sustancias pueden considerarse derivadas de los haluros de silicio, tales como el tetracloruro de silicio, por sustitución del halógeno por grupos oxigenados que tienen como composición general Si-O-R , pudiendo ser R un alcohol, arilo, alcarilo, aralcoholo o sus mezclas. Entre los ejemplos de tales compuestos se incluyen el tetraepoxisilano, etiltriepoxisilano, emildiepoxisilano, vinildiepoxisilano, fenildiepoxisilano, dimetilfimepoxisilano, difenoldiepoxisilano, dimetildiepoxisilano, etilsilicato, metilsilicato y similares.

Después de pasar por la cámara de aislamiento 71C, los carros 50 vuelven a entrar y pasar por otra cámara de aislamiento 104 de tres compartimientos que, a todo fin práctico, es idéntica a las cámaras de aislamiento de tres compartimientos anteriormente descritas. Asimismo, como en los ejemplos precedentes, las pastillas soportadas en los carros, a su paso por la cámara de aislamiento 104, salen concurrentemente de la hélice de calefacción 53B, lo que permite a las pastillas enfriarse hacia unas temperaturas de tratamiento de modo que, al pasar adicionalmente por una segunda cámara 102 de interenfriamiento, acondiciona las pastillas para la deposición de una película metálica sobre ellas; v.gr., la pastilla de silicio 64 puede calentarse a una temperatura comprendida en el intervalo general de unos 250°C a alrededor de 750°C , y preferiblemente



en el de unos 300°C a alrededor de 550°C.

Al salir los carros 50 de la cámara de interenfriamiento 102, pasan por otra hélice de calefacción 53C de radiofrecuencia, a medida que entran en la cámara de metalización 71D, definida entre los tabiques 79A y 81A dotados de pestaña. La cámara de metalización 71D comprende un tramo del tubo de tratamiento, de unos 20 cm de longitud, en el que los substratos o pastillas 64 se someten a un ambiente gaseoso fluyente, esencialmente tranquilo, de hidrógeno y un haluro metálico (por ejemplo, pentacloruro de molibdeno), que circula desde su entrada 89 a su salida 90, respectivamente, a razón de aproximadamente 1 a alrededor de 15 litros por minuto.

Típicamente, la atmósfera de metalización puede comprender hidrógeno y un haluro de un metal que tenga una resistividad menor de unos 100 microhmios.cm a 18°C. Como se comprenderá, pueden usarse diversas atmósferas de metalización.

Típicamente, el metal puede depositarse en un substrato por descomposición pirolítica de compuestos de metalización descomponibles usuales, tales como los carbonilos, nitroxilos, nitrosilos, hidruros, alcoholos, haluros y similares, que pueden depositarse en fase de vapor sobre los substratos partiendo de compuestos de los mismos descomponibles por el calor. Son compuestos ilustrativos del tipo del carbonilo los de níquel, hierro, cromo, molibdeno, cobalto. Entre los nitroxilos son representativos los de níquel y cobre. De los compuestos de hidruro de estos metales pueden citarse como ejemplos el hidruro de antimonio, el pentahidruro, y un metal-alcoholo puede típicamente



mente ser el de aluminio y magnesio. Entre los ejemplos de haluros están el cloruro de cromilo, el bromuro carbonilo de osmio, y similares.

5 Para la deposición pirolítica, los metales a depositar pueden introducirse en la cámara de reacción, en un ejemplo particular, como carbonilos metálicos gaseosos o soluciones vaporizadas de los mismos, tras un precaldeo preliminar a temperaturas que se acercan a las de descomposición. Los compuestos metálicos precalentados, al tomar contacto con los substratos calentados, en la cámara de reacción, se descomponen en la superficie de los substratos liberando el metal, que se deposita en ella. Cada compuesto de metalización descomponible al calor, desde el cual se va a depositar el metal, tiene una temperatura a la cual se efectúa la descomposición. Por ejemplo, la descomposición puede tener lugar lentamente a una temperatura inferior, o bien mientras la temperatura de los vapores está subiendo y recorriendo cierto intervalo particular. Así, el carbonilo de níquel se descompone por completo a una temperatura comprendida en el intervalo de 190°C a 204°C, en tanto que puede empezar a descomponerse lentamente a alrededor de 79,4°C, continuando la descomposición durante el tiempo de caldeo desde los 93°C a los 193°C. En general, gran número de los carbonilos e hidruros metálicos pueden descomponerse eficaz y efectivamente a una temperatura comprendida en el intervalo de 177°C a 232°C.

25 En la forma de realización preferida, usada en el ejemplo concreto que más adelante se expone, la atmósfera de metalización comprende una mezcla gaseosa de tres componentes de los cuales el primero es hidrógeno, el segundo



es argón y el tercero es un haluro de un metal de formación de depósito que tiene una resistividad menor de unos 100 microhmios.cm, como, por ejemplo, el pentacloruro de tungsteno, y concretamente el pentacloruro de molibdeno.

5 Una mezcla tipo de esta atmósfera de metalización comprenderá una alimentación de 6 litros por minuto de H_2 y 3 litros por minuto de A, y alrededor de 6 volúmenes por ciento de pentacloruro de molibdeno, para un volumen de 9 litros. En el proceso de tratamiento, la atmósfera de metalización (por ejemplo, pentacloruro de molibdeno, argón é
10 hidrógeno) puede precalentarse exteriormente al tubo de reacción 52, e inyectarse en él.

Después de pasar los substratos por la cámara de metalización 71D, las pastillas soportadas en los carros
15 pasan por la cámara de aislamiento 73, asimismo de construcción semejante a las anteriormente estudiadas con mayor detalle en relación con las cámaras similares de cinco compartimientos descritas arriba, y en los ejemplos precedentes. Ahora bien, durante el paso por la cámara de aislamiento 73, los carros y las pastillas colocadas en ellos
20 se enfrían hacia temperaturas ambientes, al salir a la cámara amortiguadora 77 de salida, desde la que cruzan una mesa de transferencia para salir finalmente y pasar a un transportador, para su retirada del sistema.

25 La tabla 7 expone las dimensiones relativas de las diversas cámaras configuradas en el tubo de tratamiento de la fig. 18.

378214

30

1.6.70



TABLA 7

<u>Cámara o com- partimiento</u>	<u>Longitud de cámaras o compartimientos (cm)</u>	
	<u>Depos. nitruro</u>	<u>Depos. óxido</u>
69	12,5	12,5
70A	2,5	2,5
70B	2,5	2,5
70C	2,5	2,5
70D	2,5	2,5
70E	2,5	2,5
71	35	35
71A	10	10
101A	2,5	
101B	2,5	
101C	2,5	
71B	20	20
103A	5	2,5
103B	2,5	2,5
103C	5	2,5
100	15	15
71C	25	20
104A	6,3	6,3
104B	2,5	2,5
104C	6,3	6,3
102	15	15
71D	20	20
77C	35	45
73A	2,5	2,5
73B	2,5	2,5
73C	2,5	2,5
73D	2,5	2,5
73E	2,5	2,5
77	12,5	12,5

378214



Para ilustrar el funcionamiento del sistema, se da la tabla 8 donde figuran los diversos parámetros de tratamiento de un sistema operativo específico para ataque químico con vapores, seguido de deposición secuencial de capas consecutivas de películas epitáxicas de nitruro y metal sobre pastillas de silicio soportadas en unos carros 50 que se trasladaban por el sistema a razón de 2,5 centímetros por minuto.

10

15

20

25

30

378214



TABLA 8

Cámara o compartimiento	Función	Atmosfera	Entrada de gas (l/min)	Temp. °C	Grosor de película (Å)
69	amortig. entrada	N ₂	4	Ambiente	
70A	Aislamiento	N ₂	2		
70B	"				
70C	"	N ₂	4		
70D	"				
70E	"	H ₂	10		
71	Precaldeo	H ₂	2	1200	
71A	Ataque con vapores	HCl+H ₂	10	1200	- 120.000
101A	Aislamiento				
101B	"	H ₂	10		
101C	"				
71B	Desarrollo epitáxico	H ₂ +SiCl ₄ +AsH ₃	10	1200	+ 50.000
103A	Aislamiento				
103B	"	H ₂	8		
103C	"				
100A	Enfriamiento intermedio	N ₂	4	850	
71C	Depos. de nitruro	N ₂ +NH ₃ +SiH ₄	10	850	+ 2.000
104A	Aislamiento				
104B	"	N ₂	2		
104C	"				
102	Enfriamiento intermedio	A	2	550	
71D	Metalización	A+H ₂ +MoCl ₅	9	550	+ 1.500
77C	Pos-enfriamiento	A	2	300	
73A	Aislamiento	A	2		
73B	"				
73C	"	A	4		
73D	"				
73E	"	A	2		
77	Amortig. Salida	A	4	150	

378214



La Tabla 9 ilustra los diversos parámetros de un sistema operativo específico para ataque químico con vapores, seguido de deposición secuencial de capas consecutivas de películas epitáxicas de óxido y metal sobre pastillas de silicio soportadas en unos carros 50 que se trasladaban por el sistema a razón de 2,5 centímetros por minuto.

5

10

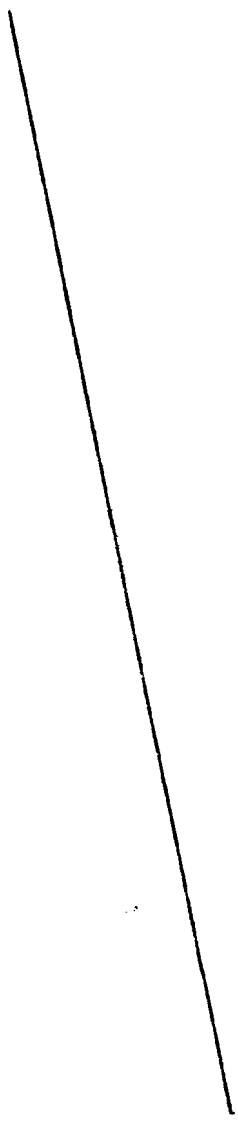
15

20

25

30

1.6.70



378214

TABLA 9

Cámara o compartimiento	Función	Atmosfera	Entrada de gas (l/min)	Temp. °C	Grosor de película (Å)	
69	amortig.entrada	N ₂	4	Ambiente		
70A	Aislamiento	N ₂	2	↓		
70B	"					
70C	"	N ₂	4			
70D	"					
70E	"	H ₂	10			
71	Recaldeo	H ₂	2	1200		
71A	Ataque con vapores	H ₂ +HCl	10	1200	-120.000	
101A	Aislamiento			↓		
101B	"	H ₂	10			
101C	"					
71B	Desarr. epitáxico	H ₂ +SiCl ₄ +AsH ₃	10		1200	+ 50.000
103A	Aislamiento					
103B	"	H ₂	8	↓		
103C	"					
100A	Enfriamiento in termedio	H ₂	8		800	
71C	Depos.de óxido	H ₂ +SiCl ₄ +O ₂	10		800	+ 6.400
104A	Aislamiento					
104B	"	H ₂	8	↓		
104C	"					
102	Enfriamiento in termedio	H ₂	4		550	
71D	Metalización	A+H ₂ +MoCl ₅	9		550	+ 1.500
77C	Pos-enfriamiento	A	2		250	
73A	Aislamiento	A	2	↓		
73B	"					
73C	"	A	4			
73D	"					
73E	"	A	2			
77	Amortig.salida	A	4	100		





En lo que antedicho se han descrito unos procedimientos de una sola etapa y en cuatro etapas, en los que se emplean el ataque químico con vapores, la oxidación térmica, la deposición de óxido o nitruro, la deposición de metal, el desarrollo epitáxico o la difusión. Para las personas versadas en la materia resultará evidente que pueden usarse otros procedimientos de una sola y de cuatro etapas. Es más, pueden usarse también diversos procedimientos de dos o de tres etapas.

Los amortiguadores que se empleen dependerán de los particulares procedimientos implicados en el sistema. Donde resulte apropiado pueden añadirse diversas zonas de precaldeo o de enfriamiento.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 19 de Mayo de 1.969, bajo los números 825.777 y 825.827, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1. Un sistema para tratar material especialmente material semiconductor, que comprende una cámara destinada a contener una atmósfera de tratamiento, medios para mover el material hacia y desde la cámara, y una zona de amorti-

30
1.6.70

9 JUN



5 guación para aislar sustancialmente la atmósfera de trata-
miento de la atmósfera fuera de la cámara, caracterizado
porque la zona de amortiguación tiene, al menos, una cáma-
ra de entrada de gas que tiene un orificio de entrada de
gas para suministrar un gas que no reaccione adversamente,
situada entre dos cámaras de salida de gas, cada una de las
cuales tiene un orificio de salida de gas, estando dimen-
sionadas las interconexiones entre la cámara de entrada de
gas y cada cámara de salida de gas para controlar el flujo
10 de gas entre las cámaras.

15 2. El sistema de la reivindicación 1, caracteriza-
do porque la cámara de tratamiento tiene una zona de amor-
tiguación para mover el material al interior de la cámara,
así como una zona de amortiguación para mover el material
hacia fuera de dicha cámara.

20 3. El sistema de la reivindicación 1, caracteri-
zado porque el amortiguador comprende cinco cámaras, cada
una de las cuales tiene un orificio dispuesto para la in-
troducción del gas en ambas cámaras extremas, así como en
la cámara central, y para la salida del gas desde las res-
tantes cámaras, respectivamente.

25 4. El sistema según cualquiera de las reivindica-
ciones precedentes, caracterizado porque el amortiguador
está formado por un tubo que está subdividido en cámaras
mediante tabiques.

30 5- El sistema según cualquiera de las reivindi-
caciones precedentes, caracterizado porque los tabiques
están provistos de orificios adaptados a la forma del ma-
terial.

6. El sistema según cualquiera de las reivindi-

30
1.6.70



caciones precedentes, caracterizado porque al menos algunos tabiques están provistos de pestañas para reducir las fugas.

5 7. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una cámara de tratamiento y, al menos, un amortiguador, están hechos como una estructura entera.

10 8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, al menos una tobera, prevista para la entrada del gas en, al menos, una cámara, consiste en un tubo cerrado en su extremo que penetra en la cámara.

15 9. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la tobera tiene una abertura tal que es dirigida una corriente de gas hacia un tabique o tabiques, para su desviación.

20 10. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque está dispuesta una tobera de entrada en el centro de una cámara, mientras que están previstos orificios de salida junto a las paredes de una cámara.

25 11. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende una pluralidad de cámaras de tratamiento separadas una de otra por amortiguadores de aislamiento.

12. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, al menos una cámara de tratamiento tiene una zona de reacción precedida por una zona de precalentamiento.

13. El sistema según cualquiera de las reivindi-

30

1.6.70

378214



caciones precedentes, caracterizado porque, al menos una cámara de tratamiento, tiene una zona de reacción seguida por una zona de enfriamiento.

5 14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la cámara de tratamiento comprende dos o más zonas para el tratamiento sucesivo del material en dos o más operaciones del proceso.

10 15. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque están dispuestas espiras de calentamiento alrededor de las cámaras, para calentar el material por inducción hasta las temperaturas de tratamiento.

15 16. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque está previsto un mecanismo de transporte destinado a un material en forma de tira.

20 17. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material consiste en un tren continuo de carros.

18. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los carros están provistos de al menos un rebajo para recibir, manera enrasada, una dosis de material.

25 19. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los carros tienen lados extremos curvados, que se unen a tope, de modo que definan una hilera continua de extensión sustancialmente ininterrumpida.

30 20. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los carros tie-

1.6.70

- 97 - Bis 378214



nen patines o carriles para reducir el rozamiento al ser empujados.

21. Un sistema para tratar material, especialmente semiconductores.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de 98 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 9 JUN. 1970

P.A.

Alberto de Ezaburu
Por Poderes

15

20

25

30

JQ

1.6.70

378214

378214 9

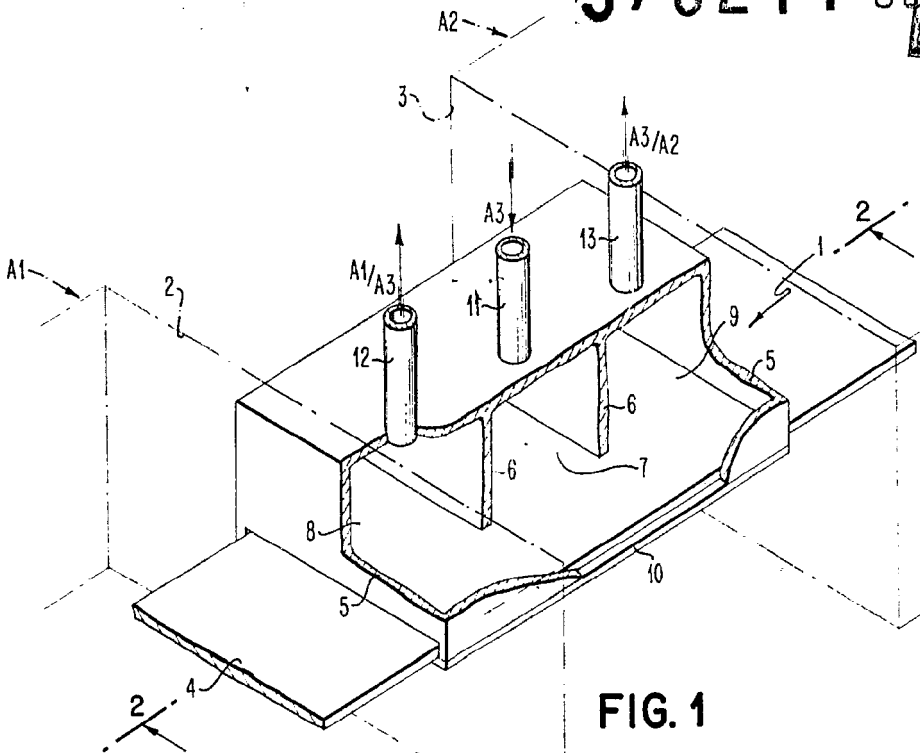


FIG. 1

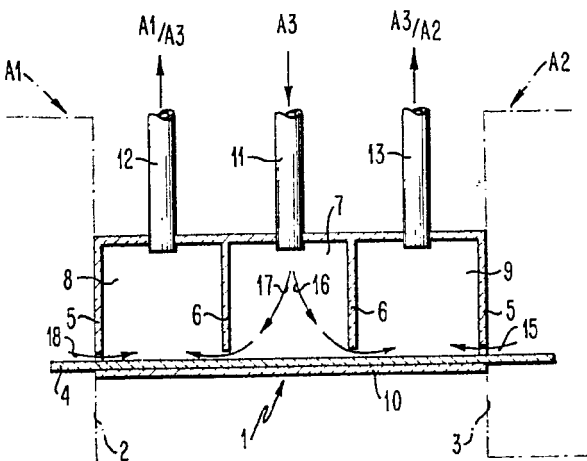


FIG. 2

Alberto de Ciarro
Per Podet

P49180

378214

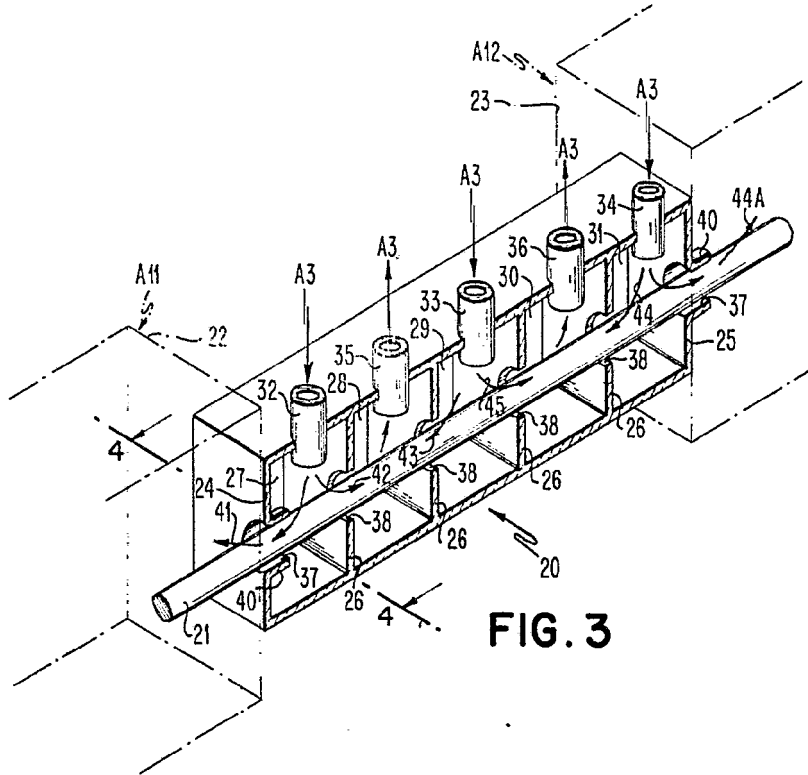


FIG. 3

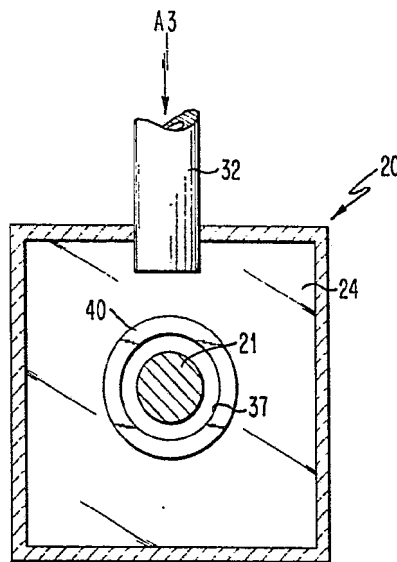


FIG. 4

Alberto *[Signature]*
Per Feden.

372214



FIG. 5

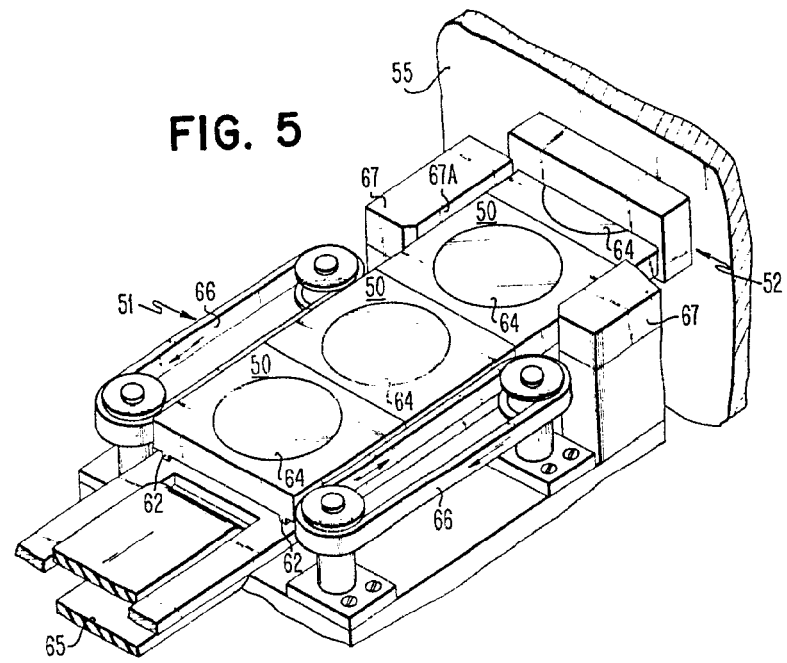


FIG. 6

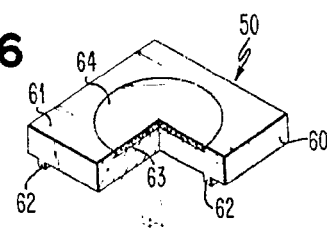


FIG. 7

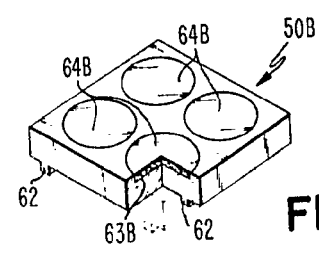
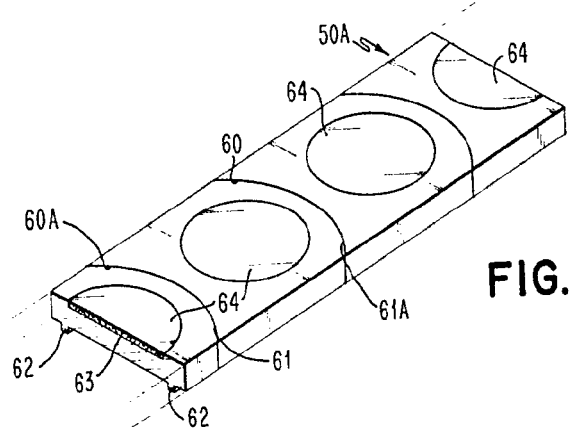


FIG. 6A



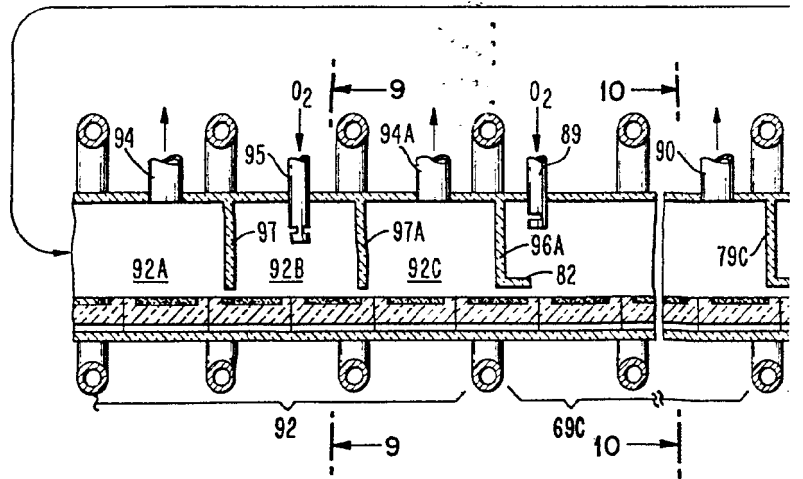
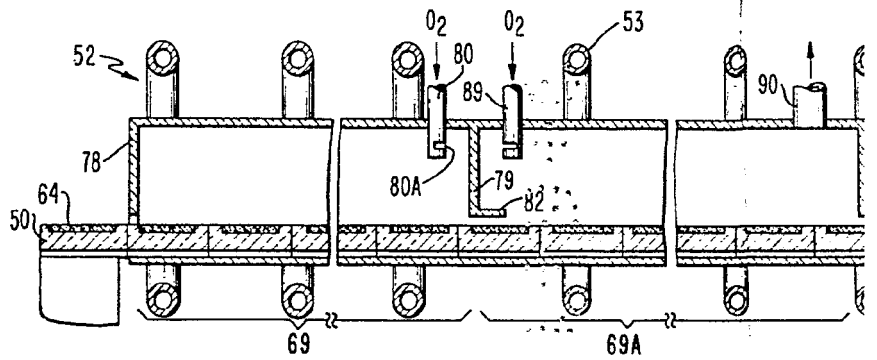
Alberto de Linares
Per Foden

17:3:73

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

378214

FIG. 8

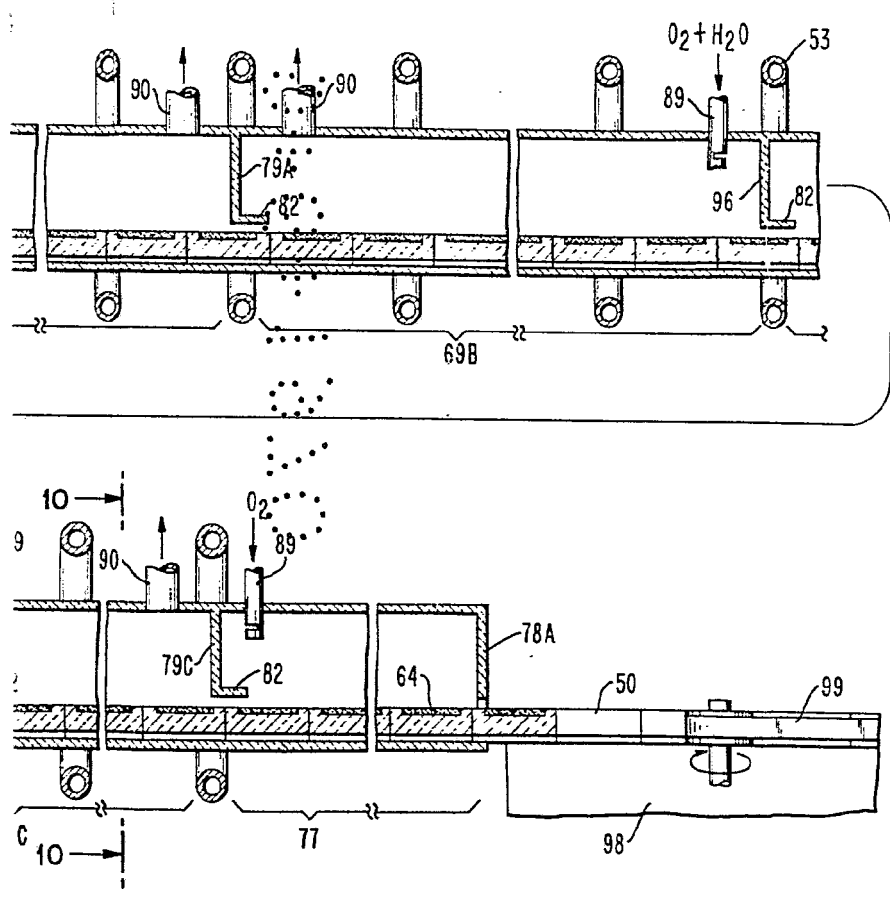


378214

IV/VIII



378214



Alberto de Almeida
Per Poder

378214



FIG. 9

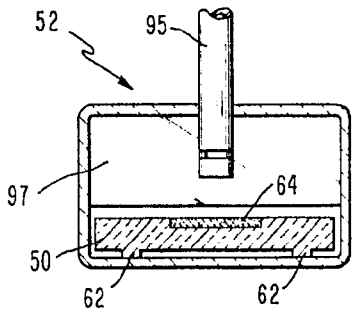


FIG. 10

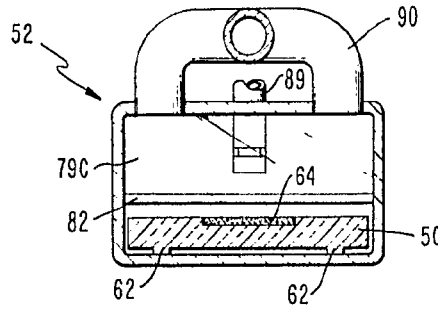


FIG. 13



FIG. 14



FIG. 12

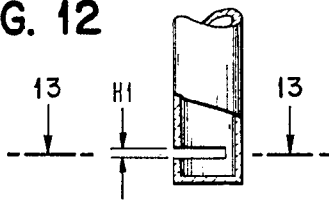


FIG. 11

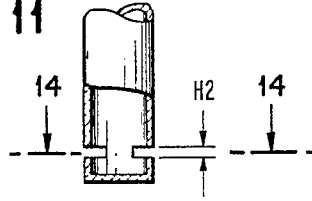


FIG. 16

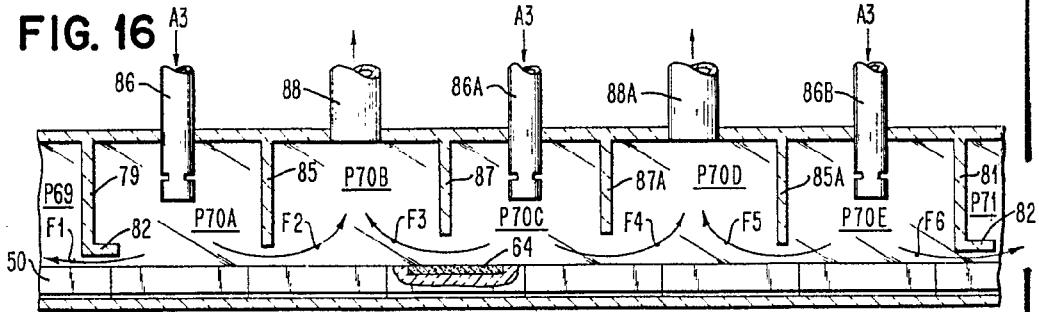
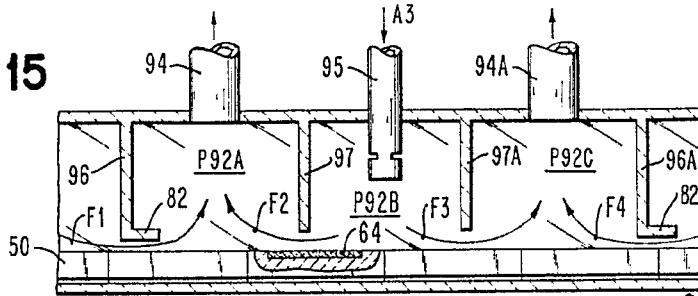


FIG. 15

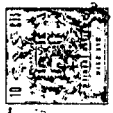


Albert G. Emery
For Patent

4

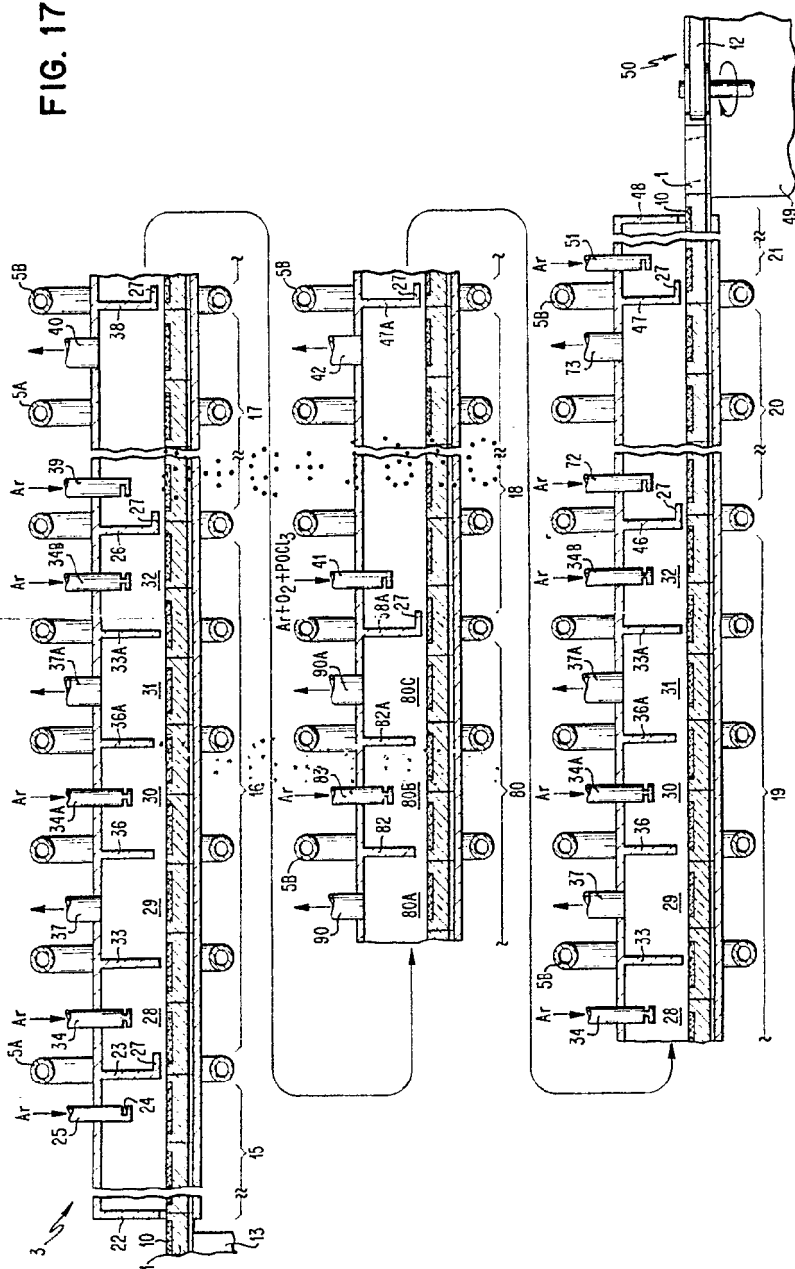
878873

1743473



378214

378214

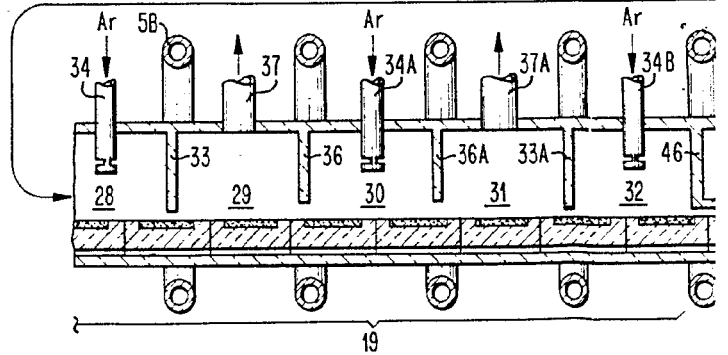
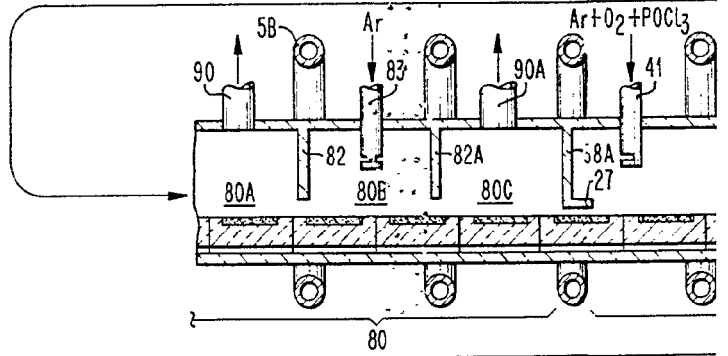
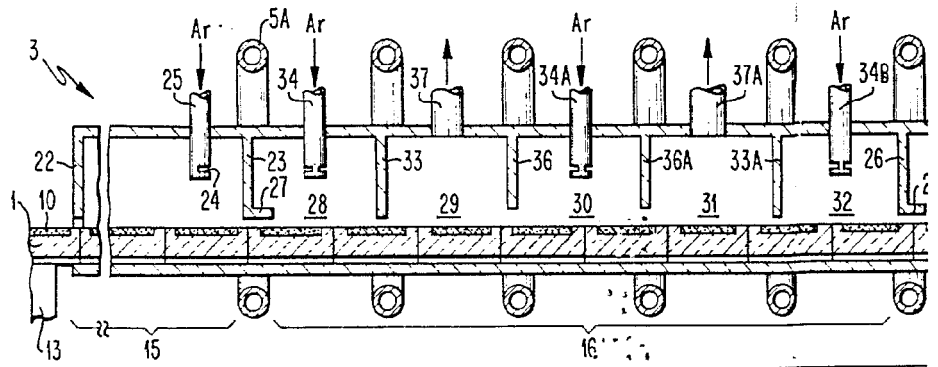


Alberici & Eisenberg
Per Padova

174373

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

378214



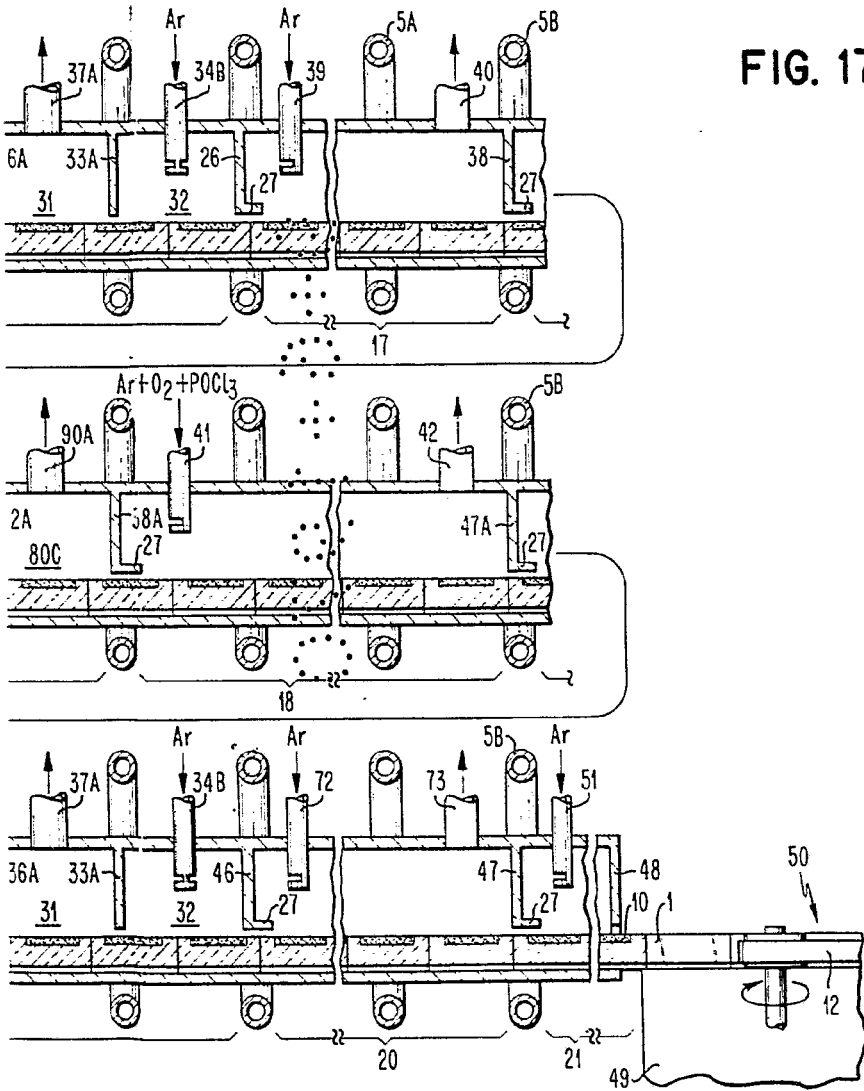
378214

VI/VIII

378214



FIG. 17



Alberto Le Encoburo
Por Poder.

170070

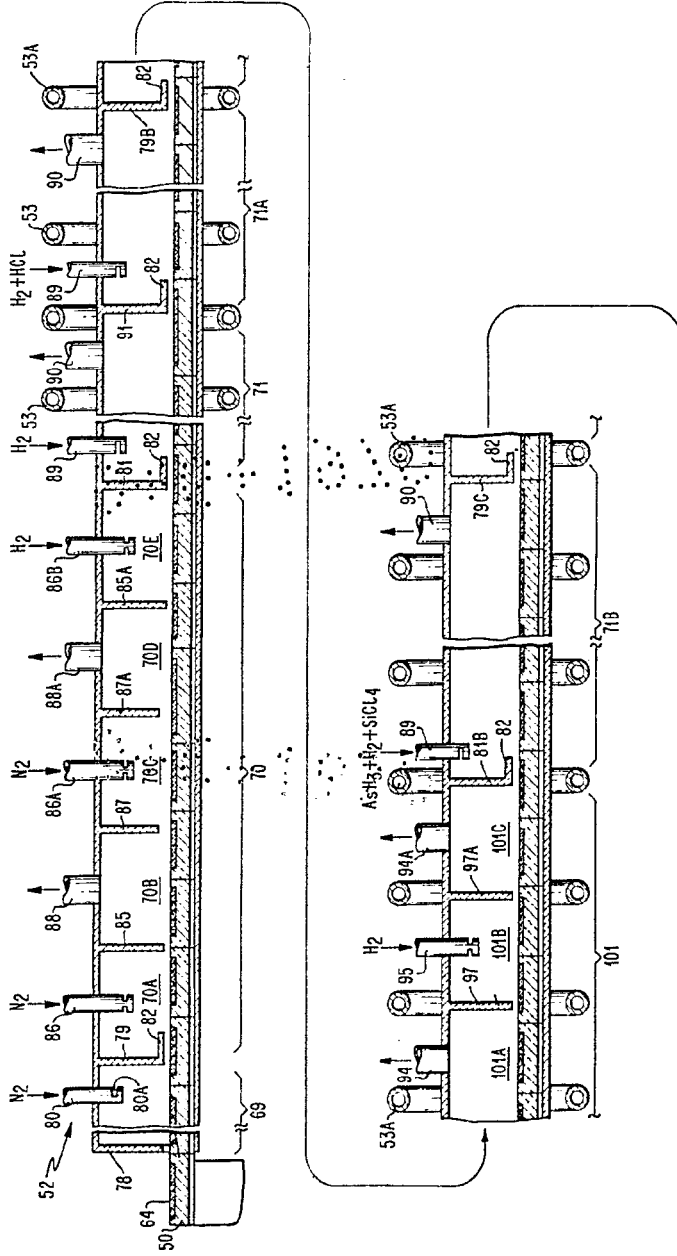
870000



378214

378214

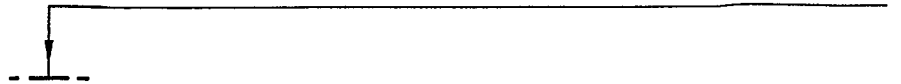
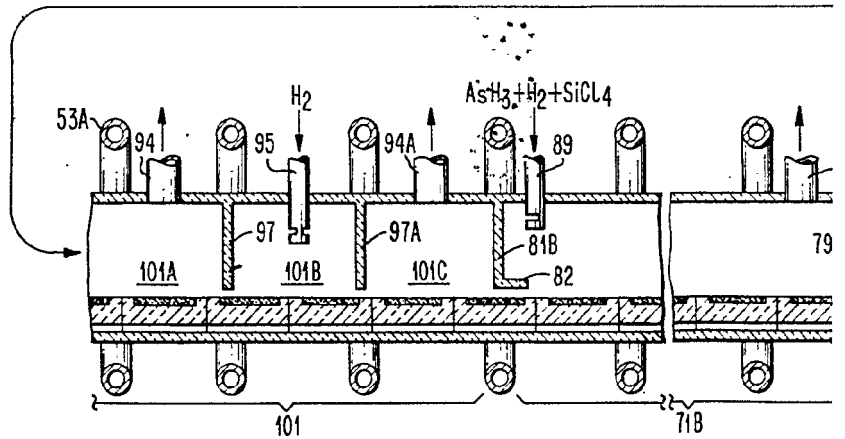
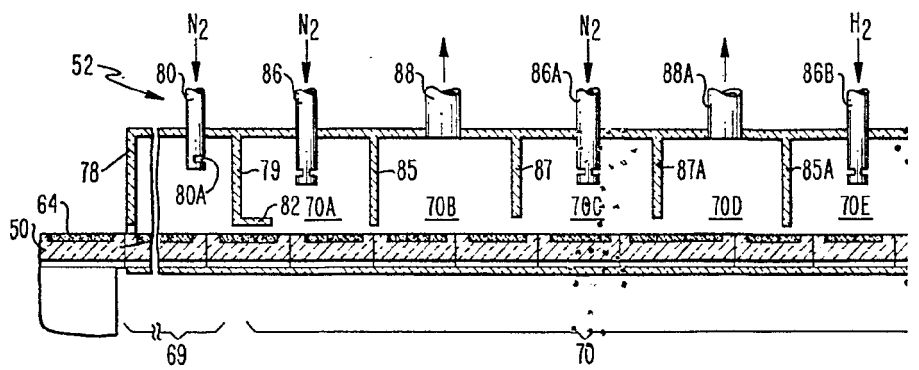
FIG. 18 A



Albert Elzschkat
Pat. Podest

378214

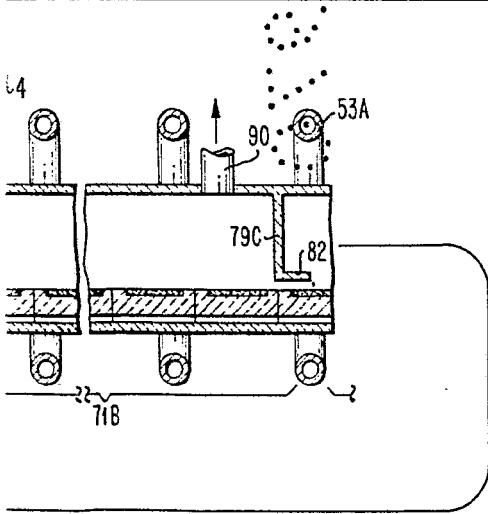
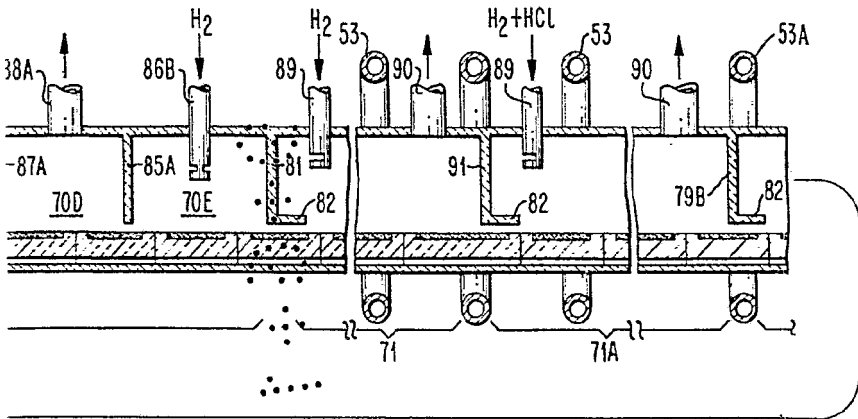
FIG. 18 A



378214

VII/VIII

378214



Alberto de Elzaburu
Por Poder

378214

378214

378214

INTERNATIONAL BUREAU OF PATENT COOPERATION

VIII/VIII



378214

378214

9

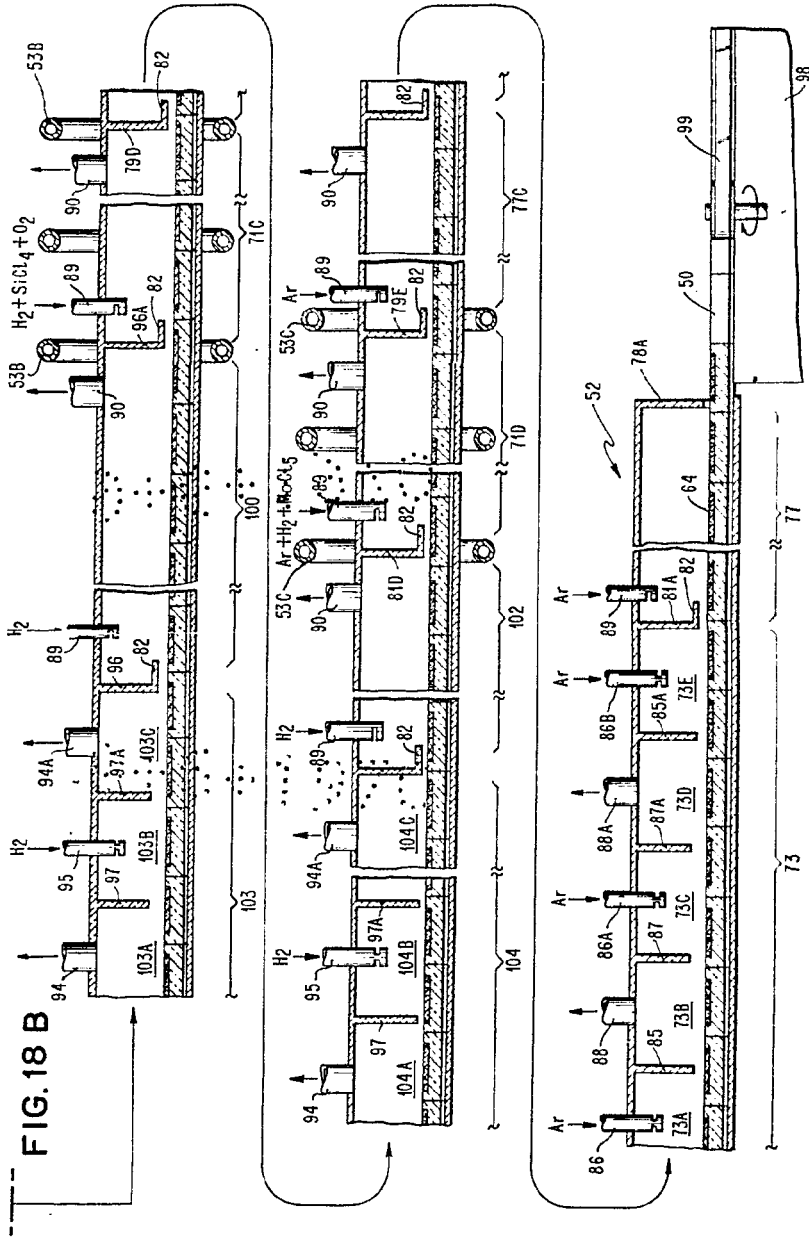
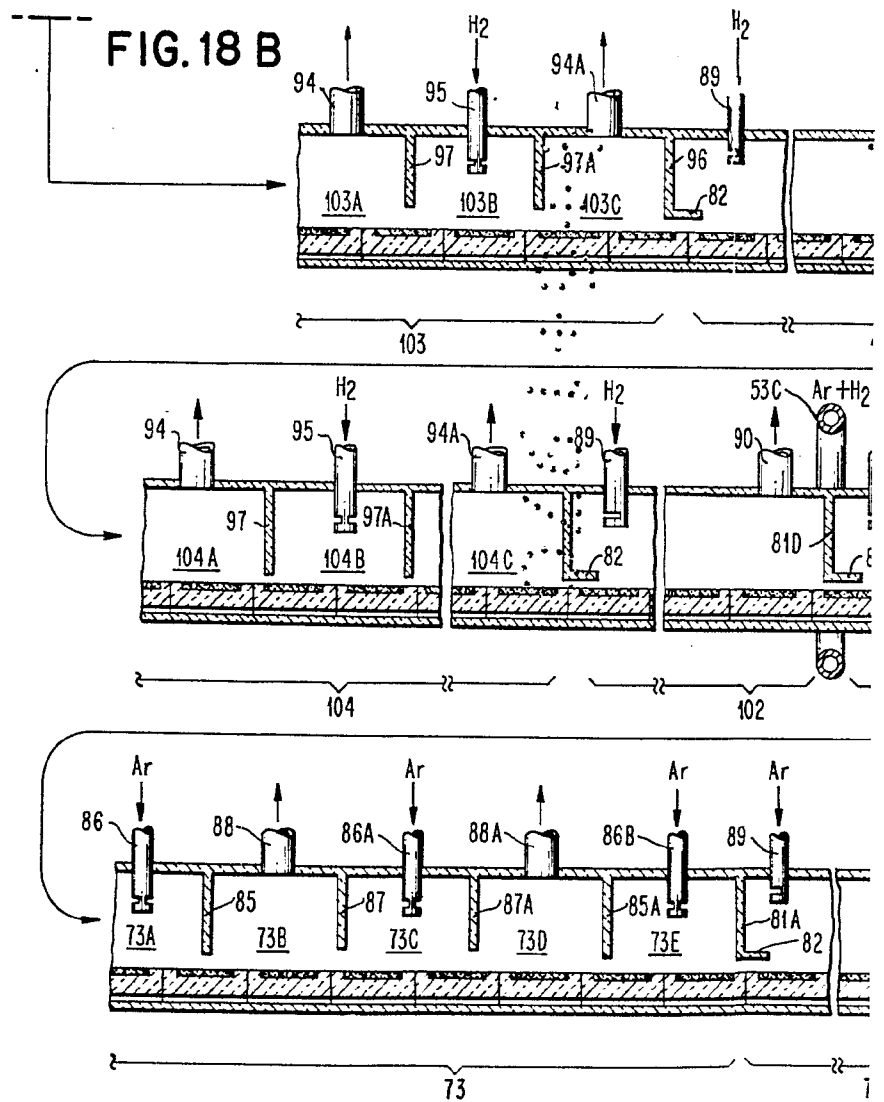


FIG. 18 B

Libert & Proulx
Patentistes
Pour l'Étranger

378214

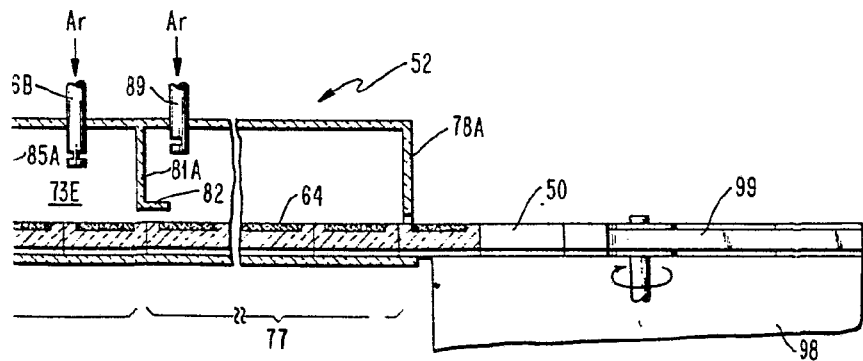
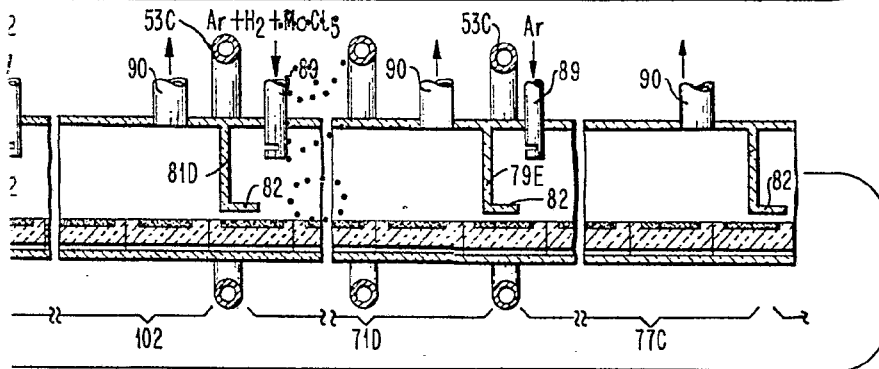
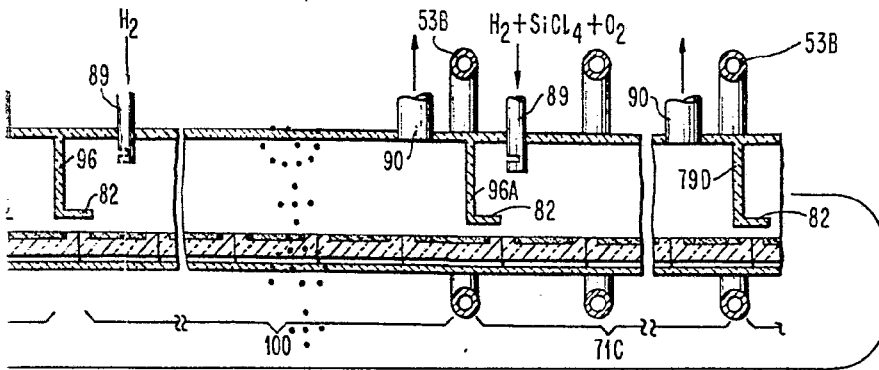


378214

378214

VIII/VIII

378214 9



Alberto de Minobere
For Patent