



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO 456.491	13 A 1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION 3-3-1977	

PATENTE DE INVENCION

P.- 65.340  
0802/2  
P.64464-X-67

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H01L	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

5 TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO PERFECCIONADO DE PRODUCIR FOTOMASCARAS EMPLEADAS EN LA FABRICACION DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES Y MICROCIRCUITOS"

21 SOLICITANTE (S)

1) GENNADY POMICH IVANOVSKY, 2) JURY PETROVICH MAISHEV, 3) BORIS ALEXEEVICH EGOROV, 4) JURY AKIMOVICH DMITRIEV y 5) VIKTOR PAVLOVICH ZUBRITSKY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1) Tovarishesky pereulok, 17 A, kv.84, Moscú, 2) Sums koi proezd, 21, korpus 1, kv.43, Moscú, 3) Ulitsa Kharkovskaya, 3, korpus 1, kv.38, Moscú, 4) Ulitsa Kakhovka, 21, korpus 1, kv.10, Moscú, 5) Ulitsa - Fuksinskaya, 8, kv.522, Leningrado, todos en U.R.S.S.

72 INVENTOR (ES)

Los mismos solicitantes

73 TITULAR (ES)

3 REPRESENTANTE

DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ

1 El presente invento se refiere a la tecnología electrónica y en particular a métodos para producir fotomáscaras usadas en la fabricación de dispositivos semiconductores y microcircuitos.

5 El invento puede usarse del modo más ventajoso en la fabricación de dispositivos semiconductores para microondas y circuitos de integración en gran escala, en particular mediante el uso de la técnica plana basada en la fotolitografía.

10 El invento es también aplicable a la fabricación de dispositivos osciladores de cuarzo, acústico-electrónicos y óptico-electrónicos, así como de paneles de descarga de gas.

15 En la actualidad, en la fabricación de dispositivos semiconductores y circuitos integrados, se usa mucho la técnica plana consistente en que se recubre la superficie de una pastilla de semiconductor con una delgada capa protectora en la cual, por el procedimiento fotolitográfico basado en la producción de una fotomáscara, se hacen ventanas en las que se difunden materiales semiconductores o bien se depositan películas de contacto metálicas que constituyen un dispositivo semiconductor o un circuito.

20 La técnica plana es particularmente eficaz en combinación con la fotolitografía, permitiendo el tratamiento por lotes de dispositivos semiconductores y de circuitos integrados.

25 El problema de la producción de fotomáscaras de alta calidad con alta resolución y libres de defectos adquiere, en este contexto, una singular importancia.

30 Una fotomáscara es esencialmente una placa (sus-

1       trato) de caras planas paralelas de un material transparente  
para uso en fotolitografía, que lleva un patrón formado en la  
capa de un material de enmascaramiento y en la que se combi-  
5       nan partes opacas y transparentes, con respecto a una longi-  
tud de onda de luz particular, que forman la topología de  
una de las capas de un dispositivo semiconductor o de un cir-  
cuito integrado.

En primer lugar, se prepara una máscara principal.  
Por máscara principal se entiende la fotomáscara original o  
10       primera en un procedimiento de producción de fotomáscaras,  
con un juego completo de patrones, a partir de la cual se  
obtienen las fotomáscaras de trabajo. Por fotomáscara de  
trabajo se entiende la que se usa en el proceso fotolitográ-  
fico para producir estructuras de semiconductor por impre-  
15       sión por contacto o por proyección sobre una pastilla de  
semiconductor recubierta con una capa de foto-reserva.

El presente invento tiene como finalidad propor-  
cionar un método para producir fotomáscaras de trabajo.

Son conocidos en la actualidad una serie de méto-  
20       dos para producir fotomáscaras de trabajo.

De acuerdo con uno de los más usados, se aplica a  
la superficie del sustrato de vidrio orgánico una delgada  
capa o película de un metal mecánicamente resistente, por  
ejemplo, de cromo o de molibdeno, o bien un óxido de un me-  
25       tal, por ejemplo, óxido férrico, o bien una combinación de  
óxidos férrico y de vanadio, que sirve como la capa de en-  
mascaramiento. Todas estas películas tienen como caracterís-  
ticas una alta resistencia mecánica y una baja porosidad.

La capa de un metal, por ejemplo de cromo, se de-  
30       posita por pulverización catódica en vacío o bien a partir

1 de compuestos metalo-orgánicos. Las fotomáscaras requieren  
una capa de cromo de una estructura cristalina fina homogé-  
nea, sin cristal alguno simple relativamente grande. Con ella  
deberá quedar garantizada una densidad mínima de poros. Se  
5 entienden por poros defectos en la fotomáscara en forma de  
diminutos agujeros en las partes opacas del patrón de foto-  
máscara, o bien puntos oscuros en las partes transparentes.  
Cuantitativamente, los poros se caracterizan por su densi-  
dad. Ella indica el número de poros, dentro de un cierto  
10 margen de tamaños, por cada centímetro cuadrado de una foto-  
máscara o de partes diferentes de la misma.

Para aumentar la pureza de los sustratos, eliminar  
do para ello las impurezas residuales, así como para crear  
sobre su superficie una densa red de núcleos de cristaliza-  
15 ción, se tratan los sustratos con una "descarga de efluvi-  
o luminosa" antes de depositar el cromo.

Los sustratos cromados son recubiertos con una ca-  
pa de foto-reserva, y se proyecta sobre ella el patrón a  
través de la fotomáscara principal. Luego se trata la foto-  
20 máscara por el método químico y fotográfico, es decir, se re-  
vela el patrón en la capa de foto-reserva, se enjuaga, se  
seca y se fija. Como resultado de tal tratamiento se obtie-  
ne un sustrato con el patrón formado a partir de la capa de  
foto-reserva encima de la capa de cromo.

25 Luego se ataca el cromo sobre las partes libres  
de patrón. El patrón formado a partir de la foto-reserva se  
elimina donde sea necesario y, después de enjuagar y secar,  
se obtiene una fotomáscara acabada.

30 Este método adolece de una serie de desventajas.  
Cuando se prepara el sustrato para depósito de cromo sobre

1 el mismo, se trata a fondo su superficie. No obstante, que-  
dan todavía gran número de imperfecciones en la superficie,  
las cuales se convierten luego en puntos de defectos o de  
poros. Con este método no se consigue reducir al mínimo el  
5 número de poros.

Cuando se ataca la capa de cromo, no se consigue  
transferir directamente el patrón formado a partir de la ca-  
pa de foto-reserva sobre la capa de cromo en las partes li-  
bres de patrón con una alta fidelidad, dado que las técnicas  
10 conocidas de ataque químico implican distorsiones del patrón  
a lo largo de sus bordes originando con ello bordes ásperos,  
alterándose el tamaño del patrón y disminuyéndose la resolu-  
ción de la fotomáscara.

15 Cuando se usa tal fotomáscara, la capa de cromo se  
desgasta gradualmente al hacer el contacto la fotomáscara  
con las pastillas de semiconductor.

Las fotomáscaras semitransparentes con películas  
de  $F_2O_3$ , basadas en las propiedades del material para dar  
paso a la luz visible y detener la luz ultravioleta, se ob-  
20 tienen de una manera similar a como se obtienen las fotomás-  
caras de cromo y adolecen de las mismas desventajas.

No obstante, las fotomáscaras semitransparentes  
tienen como característica una densidad de poros menor, si  
se compara con la de las fotomáscaras de cromo, pero que to-  
25 davía no es lo suficientemente baja, lo cual se debe a que  
la superficie del sustrato es imperfecta.

Es conocido otro método para producir fotomáscaras,  
según el cual un sustrato de vidrio óptico recibe una capa  
de foto-reserva, siendo proyectado el patrón sobre ella a  
30 través de una máscara principal. Luego se revela el patrón

1 en la capa de foto-reserva, se enjuaga y se seca. Así, des-  
pués de haber sido proyectado el patrón a través de la más-  
cara principal y de ser revelado, aparece sobre el sustrato  
5 un patrón en relieve a partir de la capa de foto-reserva, en  
el cual las partes transparentes de la fotomáscara correspon-  
den a las partes de foto-reserva.

Se aplica sobre el sustrato una capa de un mate-  
rial de enmascaramiento (de cromo, molibdeno, óxido férrico,  
etc.) con un patrón formado a partir de la capa de fo-  
to-reserva. Después de haberse eliminado el patrón formado a  
10 partir de la capa de foto-reserva, juntamente con la capa de  
material de enmascaramiento aplicada sobre ese patrón, se en-  
juaga la fotomáscara, se seca y queda dispuesta para su uso.

Este método es desventajoso, ya que el patrón for-  
mado a partir de la capa de foto-reserva hace difícil la  
15 preparación (limpieza) del sustrato para aplicar la capa de  
material de enmascaramiento, y elimina la posibilidad de ca-  
lentar el sustrato durante la aplicación de la capa de ma-  
terial de enmascaramiento, lo cual da por resultado una al-  
ta densidad de poros y bordes de patrón distorsionados.  
20

Para mejorar la fidelidad de la transferencia del  
patrón de fotomáscara y aumentar la resolución de la foto-  
máscara, se sustituye el ataque químico del recubrimiento de  
enmascaramiento por el ataque con un haz de iones de argón  
25 que incide sobre el sustrato con un ángulo predeterminado.

En el caso de ataque iónico, la resolución viene  
determinada por el estado presente de la técnica de enmas-  
caramiento y no queda limitada por la técnica del ataque.  
La litografía con haz de electrones aumenta la resolución  
30 a 0,08 micras.

1                    Para mejorar la resistencia al desgaste de las fo-  
tomáscaras antes descritas, así como para evitar daños mecá-  
nicos en la capa de foto-reserva en una pastilla de semicon-  
ductor durante la transferencia del patrón desde la fotomá-  
5                    cara, se prefiere otro método para producir fotomáscaras.

                    De acuerdo con este método, un sustrato de vidrio  
recibe una capa de una reserva sensible a los electrones, la  
cual se seca luego y se expone el patrón con ayuda de un haz  
de electrones. Luego se trata químicamente la fotomáscara,  
10                    es decir, se revela el patrón en la capa de reserva, se en-  
juaga, se seca y se fija. Como resultado de tal tratamiento,  
se obtiene un sustrato con un patrón formado en la capa de  
reserva sensible a los electrones.

                    El paso siguiente es el ataque químico del sustra-  
to de vidrio para transferir el patrón formado en la capa de  
reserva sensible a los electrones, al sustrato de vidrio.  
15                   

                    El sustrato con el patrón grabado por ataque quí-  
mico se lava y se seca antes de aplicar por depósito de pul-  
verización catódica en vacío la capa de enmascaramiento.  
20                   

                    Después de haber sido depositada por pulverización  
catódica en vacío la capa de enmascaramiento, se retira la  
reserva sensible a los electrones con la capa de enmascara-  
miento depositada sobre ella.

                    Se obtiene así una fotomáscara sin relieve, cuya  
25                    capa de enmascaramiento está empotrada en el material del  
sustrato.

                    Una grave desventaja de este método es la imposi-  
bilidad de obtener líneas de patrón más delgadas que una mi-  
cra, debido a la naturaleza isotrópica del ataque químico  
30                    del vidrio, dado que el ataque progresa en todas direccio-

1 nes en una distancia igual a la profundidad de la capa atacada.

5 Otra desventaja consiste en la irregularidad de los bordes del elemento de patrón, originada también por la naturaleza isotrópica del ataque químico del vidrio. Las irregularidades de borde pueden ser mayores de 0,8 micras.

10 Todavía otra desventaja de este método es la de un gran número de defectos en la capa de enmascaramiento, lo cual se debe a la separación temporal y espacial de los tratamientos de ataque del sustrato de vidrio y depósito por pulverización catódica en vacío de la capa de enmascaramiento.

15 El gran número de defectos en la capa de enmascaramiento se debe también a las dificultades para obtener superficies de sustrato suficientemente limpias en el patrón atacado químicamente.

Es pues un objeto del presente invento obviar las anteriores desventajas de los métodos de la técnica anterior para producir fotomáscaras.

20 Concretamente, un objeto de este invento es reducir al mínimo el número de poros en la capa de enmascaramiento.

25 Otro objeto del invento es reducir el número de pasos en el proceso de producción de una fotomáscara, y aumentar el rendimiento del equipo que interviene en ese proceso.

30 El objeto principal del invento es proporcionar un método para producir fotomáscaras, que permita obtener, sobre un sustrato, un patrón a partir de una capa de un material de enmascaramiento que tiene como características una alta resistencia mecánica, como un número mínimo de poros y

1 una alta resolución.

Este objeto se consigue porque en un método para producir fotomáscaras usadas en la fabricación de dispositivos semiconductores y microcircuitos, en el que se recubre la superficie de un sustrato transparente con una capa de un material sensible a la luz (foto-reserva) o bien de un material sensible a la radiación de rayos X y de electrones (reserva sensible a los electrones), se forma en esa capa un patrón requerido del material seleccionado por medio de irradiación, se retira el material de las partes de sustrato libres del patrón formado en la capa del material seleccionado, se deposita sobre ella una capa de un material de enmascaramiento en una cámara de vacío, y se retira el patrón formado en la capa del material seleccionado para obtener, en la capa de material de enmascaramiento, un patrón negativo con respecto al formado en la capa del material seleccionado, de acuerdo con el invento, la profundidad a la cual se retira el material del sustrato es sustancialmente igual al grueso de la capa de material de enmascaramiento, siendo efectuada la retirada en la cámara de vacío por medio de ataque iónico, y la capa de material de enmascaramiento se deposita en la misma cámara de vacío sin pérdida de vacío.

Es aconsejable retirar el material de sustrato y depositar la capa de material de enmascaramiento en la cámara de vacío con un vacío no superior a  $1.10^{-3}$  mm de Hg.

La eliminación del material de sustrato en las partes libres del patrón formado en la capa de foto-reserva, hasta una profundidad sustancialmente igual al grueso de la capa de material de enmascaramiento depositada, permite pro-

POOR  
QUALITY

1 ducir fotomáscaras sin relieve, es decir, fotomáscaras en  
las cuales el patrón en la capa de material de enmascaramien-  
to no sobresale por encima de la superficie del sustrato,  
5 con lo que se mejora la resistencia mecánica (resistencia  
al desgaste) de la fotomáscara ya que, en este caso, está  
determinada por la resistencia del material de sustrato en  
vez de estarlo por la resistencia del material de enmasca-  
ramiento, permitiendo esto usar cualquier material como ma-  
terial de enmascaramiento.

10 La retirada del material de sustrato por ataque  
iónico permite reducir al mínimo el número de defectos (po-  
ros) en la capa de material de enmascaramiento pues, en el  
caso de ataque iónico, se retira la capa de sustrato superior  
defectuosa, lo cual conduce a una densa red de núcleos de  
15 cristalización del material de enmascaramiento, mejorándose  
así sustancialmente la calidad de la superficie del sustra-  
to.

20 La capa de material de enmascaramiento se deposi-  
ta sobre la superficie tratada con iones en la misma cámara  
de vacío, lo cual excluye toda posibilidad de que la super-  
ficie del sustrato sea contaminada antes de depositar la ca-  
pa de enmascaramiento, como igualmente permite prescindir  
de la limpieza (limpieza química) de esa superficie antes  
del paso siguiente.

25 Además, el ataque iónico permite obtener tamaños  
de elemento de patrón del orden de micras y fracciones de  
micra con una irregularidad baja hasta ser despreciable (de  
no más de 0,1 micras) de los bordes del elemento de patrón;  
un patrón formado en la capa de foto-reserva es transferido  
30 al sustrato prácticamente intacto.

1 A continuación se describirá el invento con mayor  
detalle, con referencia a una realización preferida del mis-  
mo, considerada juntamente con los dibujos que se acompañan,  
en los que:

5 La Fig. 1 ilustra un sustrato;

La Fig. 2 ilustra el sustrato con una capa de fo-  
to-reserva;

10 La Fig. 3 ilustra la disposición mutua del sustra-  
to con la capa de foto-reserva y la fotomáscara principal  
durante la exposición del patrón en la capa de foto-reserva;

La Fig. 4 ilustra el sustrato con un patrón forma-  
do en la capa de foto-reserva;

La Fig. 5 ilustra el sustrato con la capa de foto-  
-reserva después del ataque iónico;

15 La Fig. 6 ilustra el sustrato con la capa de foto-  
-reserva después de depositar la capa de material de enmas-  
caramiento; y

La Fig. 7 ilustra la fotomáscara acabada.

20 Con referencia ahora a los dibujos, para producir  
fotomáscaras por el método propuesto se hace uso de un sus-  
trato 1 (Fig. 1) de vidrio orgánico homogéneo exento de bur-  
bujas, que se caracteriza por una alta resistencia al des-  
gaste y una transparencia óptica adecuada en los márgenes  
de longitudes de onda requeridas visible y ultravioleta,  
25 por ejemplo, un sustrato de vidrio de borosilicato.

Se limpia el sustrato 1 de impurezas orgánicas y  
mecánicas de cualquier manera apropiada, usando agentes de  
ataque y disolventes apropiados en cualquier orden apropiado.  
Por ejemplo, puede dejarse el sustrato 1 en una mezcla de  
30  $K_2Cr_2O_4$  y  $H_2SO_4$ , luego se enjuaga en agua corriente, se la-

1 va ultrasónicamente en acetona, se enjuaga en agua destilada  
y se seca.

5 El sustrato l enjuagado y seco (Fig. 2) es luego  
recubierto con un material sensible a la luz (foto-reserva)  
o bien con un material sensible a la radiación de electro-  
nes (reserva sensible a los electrones) o radiación de ra-  
yos X. Como material sensible a la luz (foto-reserva) pue-  
den usarse diversas composiciones con base en compuestos or-  
gánicos que presentan una característica particular: un cam-  
10 bio sustancial en sus propiedades físico-químicas cuando se  
exponen a la luz. Como resultado de las reacciones fotoquí-  
micas que se producen entre los componentes de la composi-  
ción, en algunos casos, las moléculas del compuesto forman  
estructuras polímeras o bien, en otros casos, se rompen los  
15 enlaces moleculares. La solubilidad de la película de tal  
sustancia en reveladores de una composición particular cam-  
bia, de modo que en las partes irradiadas la película pasa  
del estado insoluble al soluble, en el caso de algunas sus-  
tancias, o del estado soluble al insoluble en el caso de  
20 otras sustancias. En el primer caso, el material sensible  
a la luz es conocido como foto-reserva positiva, mientras  
que en el otro caso es conocido como foto-reserva negativa.

Como material sensible a los electrones (reserva  
25 sensible a los electrones) pueden usarse varias composicio-  
nes basadas en compuestos orgánicos, incluidas ciertas fo-  
to-reservas, cuya característica básica es un cambio sustan-  
cial en las propiedades físico químicas cuando se exponen a  
la radiación (bombardeo) de electrones, como resultado de la  
cual cambia su solubilidad en la solución de revelado de mo-  
30 do que en las partes irradiadas la película pasa del estado

1 insoluble al soluble, o viceversa, dependiendo de las sustan-  
cias.

Con el método propuesto se puede hacer uso de ambas  
foto-reservas, la positiva y la negativa, así como de reser-  
5 vas sensibles a los electrones.

Se aplica una capa 2 del material seleccionado (fo-  
to-reserva), a la presión atmosférica, por cualquier método  
conocido, por ejemplo por medio de una centrifugadora, en  
cuyo caso se coloca un sustrato con unas gotas de foto-reser-  
10 va en su centro en el disco de la centrifugadora acomodada  
en una cámara libre de polvo, y se pone en funcionamiento la  
centrifugadora. Bajo la acción de la fuerza centrífuga, la  
foto-reserva fluye sobre toda la superficie del sustrato for-  
mando sobre la misma una delgada película. La película de fo-  
15 to-reserva así obtenida se trata luego por calor (se seca),  
por ejemplo, en un calentador de temperatura regulada con  
aire exento de polvo, a la presión atmosférica.

Por lo que se refiere al método de formación del  
patrón sobre la superficie del sustrato, las foto-reservas  
20 se dividen en dos grupos principales: negativas y positivas.

Cuando se exponen a la luz, las foto-reservas ne-  
gativas forman partes insolubles del patrón sobre la super-  
ficie del sustrato y, después del revelado, permanecen so-  
bre esta última. El patrón de foto-reserva sobre el sustra-  
25 to es la imagen negativa del original (fotomáscara).

Las foto-reservas positivas expuestas a la luz for-  
man partes solubles, en cuyo caso el original es reproducido  
fielmente sobre la superficie del sustrato.

Para formar el patrón necesario, se puede usar  
30 cualquier método tradicional de exposición, por ejemplo, ex-

1 posición por contacto en un aparato usando una fotomáscara  
principal y un chasis-prensa de vacío (no representado) so-  
bre el cual se coloca el sustrato 1 (Fig. 3) con la capa de  
foto-reserva 2. Se pone en contacto una fotomáscara princi-  
5 pal 3 con la cara de la emulsión del sustrato, lo cual va se-  
guido de la evacuación del aire del interior del chasis. Co-  
mo resultado de la evacuación, la fotomáscara principal 3  
es presionada fuertemente contra el sustrato 1 con la capa  
de foto-reserva 2, y la foto-reserva es expuesta con ayuda  
10 de un manantial de luz, por ejemplo, una lámpara de cuarzo  
de vapor de mercurio (no representada) a la presión atmosfé-  
rica.

Las fotomáscaras principales se producen sobre pla-  
cas fotográficas especiales de alta resolución, por métodos  
15 de impresión fotográfica tradicionales que no serán aquí  
considerados.

Luego, el sustrato 1 con la capa de foto-reserva  
expuesta 2 son sometidos a tratamiento fotoquímico a la pre-  
sión atmosférica, incluidos el revelado, el enjuagado y el  
20 endurecimiento (tratamiento por calor) de la foto-reserva,  
con lo que se forma en el sustrato 1 (Fig. 4) el patrón re-  
querido en la capa de foto-reserva 2.

En el caso de una reserva sensible a los electro-  
nes, su capa es expuesta al bombardeo de electrones o de ra-  
25 yos X, lo que aumenta sustancialmente la resolución, es de-  
cir, permite obtener, en la capa de reserva sensible a los  
electrones, un patrón con una anchura de línea de hasta 0,08  
micras.

Para retirar el material del sustrato 1 en las  
30 partes libres del patrón en la capa de foto-reserva 2, se

1        somete el sustrato 1, con el patrón en la capa de foto-reser-  
va 2, a tratamiento con un haz dirigido de iones acelerados  
(ataque iónico) en vacío.

5        El ataque iónico consiste en que iones acelerados  
bombardean la superficie de cualquier material para expulsar  
fuera átomos (partículas) de ese material, con lo que se re-  
tira o elimina el material.

10       El ataque iónico con un haz de iones dirigido permi-  
te retirar el material del sustrato 1 prácticamente sin al-  
teración alguna en el tamaño predeterminado por el patrón en  
la capa de foto-reserva 2, con irregularidades insignifican-  
tes (de hasta 0,1 micras) del borde. La técnica del ataque  
iónico tiene como característica una alta resolución y per-  
mite hacer uso pleno de la resolución inherente a la fotoli-  
tografía y a la litografía por haces de electrones.

15       El proceso de ataque iónico del material del sus-  
trato con iones de gases inertes, por ejemplo, argón, es lle-  
vado a cabo con ayuda de una fuente 4 de iones (Fig. 5) en  
una cámara de vacío 6 a una presión no superior a  $1 \cdot 10^{-3}$  mm  
de Hg. El límite superior de esa presión viene impuesto por  
20       la dispersión del haz de iones en el medio residual, mientras  
que el límite inferior viene determinado por la capacidad de  
la bomba de vacío y puede estar en un cierto valor compren-  
dido entre  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$  mm de Hg. En el caso de ataque ióni-  
co, el patrón en la capa de foto-reserva 2 sirve como máscara  
25       y permite retirar el material del sustrato en las partes  
no protegidas por la foto-reserva. Con ello, se deposita tam-  
bién por pulverización catódica la foto-reserva a un régimen  
adecuado al régimen de pulverización catódica del material  
del sustrato 1 y, en el caso de ciertos tipos de foto-reser-  
30

1 vas, a un régimen superior. Por consiguiente, en la produc-  
ción de fotomáscaras por el método propuesto, el grueso de  
la capa de foto-reserva es seleccionado experimentalmente y  
5 es normalmente igual a 3 a 5 gruesos de la capa de enmasca-  
ramiento depositada, es decir, de aproximadamente 0,5 a 0,7  
micras.

Las foto-reservas tienen como característica una  
estabilidad térmica extremadamente baja, por lo que para man-  
tener un rendimiento adecuado del proceso del tratamiento  
10 por lotes de ataque iónico de sustratos se recomienda, por  
ejemplo, que haya ochenta sustratos sobre la mesa giratoria.

La profundidad del ataque viene determinada por el  
grueso de la capa del material de enmascaramiento el cual,  
a su vez, depende de las propiedades ópticas del material de  
15 enmascaramiento y puede variar desde 0,07 a 0,15 micras pa-  
ra los diferentes materiales. La profundidad del ataque es  
controlada por el régimen de ataque y por la duración del  
tratamiento. El régimen del ataque iónico depende de la in-  
tensidad de corriente y de la energía de los iones que bom-  
20 bardean la superficie que es tratada, está limitado por la  
estabilidad térmica de la foto-reserva y se selecciona ex-  
perimentalmente.

Por ejemplo, cuando se tratan ochenta sustratos de  
vidrio de borosilicato que miden cada uno 70 x 70 mm, que  
25 tienen el patrón en la capa de foto-reserva 2 aplicada so-  
bre ellos, y que están colocados sobre la mesa giratoria,  
con un haz de iones de argón de una intensidad de corriente  
de 0,2 A y una energía de 2.000 eV durante una hora, la pro-  
fundidad del ataque en el sustrato 1 es igual a 0,15 micras.  
30 La profundidad del ataque fue medida por medio de un micros-

1 copio de interferencia. El material del sustrato 1 deberá ser retirado preferiblemente hasta una profundidad sustancialmente igual al grueso de la capa del material de enmascaramiento.

5 Así, como resultado del ataque iónico, obtenido en el sustrato 1 (Fig. 5) a través del patrón en la capa 2 de foto-reserva, hay un patrón empotrado en el material del sustrato 1 hasta una profundidad sustancialmente igual al grueso de la capa de material de enmascaramiento.

10 La superficie tratada por haz de iones del sustrato 1 (Fig. 6) con un patrón en la capa de foto-reserva 2 es recubierta, por medio de depósito por pulverización catódica de plasma de iones en vacío, con una capa 5 de material de enmascaramiento de un grueso sustancialmente igual a la profundidad del patrón formado por ataque en el material del sustrato.

15 La esencia de este método consiste en que se usan iones acelerados para bombardear la superficie del blanco desde el material que está siendo depositado por pulverización catódica, expulsando fuera átomos del material del blanco, cuyos átomos se depositan sobre el sustrato 1 para formar una película (capa) del material que está siendo depositado por pulverización catódica. Este método es adecuado para depositar por pulverización catódica metales, sus aleaciones, así como semiconductores, y cuando se introduce adicionalmente un gas reactivo en el área del sustrato 1, se pueden obtener, sobre el sustrato 1, películas de compuestos químicos (óxidos, nitruros, etc).

20 El proceso de depósito por pulverización catódica se lleva a cabo a una presión no superior a  $1.10^{-3}$ . En este

30

1 caso, el límite de presión superior viene determinado por  
la redifusión de las partículas expulsadas fuera y por la  
energía perdida por esas partículas en el espacio confinado  
entre el blanco y el sustrato. El límite inferior es deter-  
5 minado, justamente como en el caso del ataque iónico, por  
la capacidad de la bomba de vacío. Las películas resultantes  
tienen como característica una fuerte adherencia debido a la  
alta energía de los átomos del material que es depositado  
por pulverización catódica (de 10 a 100 eV) y por la acción  
10 de limpieza de los iones del gas sobre el sustrato 1.

El método propuesto puede usarse del modo más ven-  
tajoso para depositar el material de enmascaramiento en la  
misma cámara de vacío 6 que fue usada para el ataque iónico,  
es decir, sin pérdida de vacío, prescindiéndose así de la  
15 limpieza del sustrato 1 antes de depositar la capa 5 de ma-  
terial de enmascaramiento y garantizándose una más alta pu-  
reza de la superficie del sustrato 1. Los procedimientos de  
ataque iónico y de depósito por pulverización catódica de  
plasmas de iones de la capa 5 de material de enmascaramien-  
20 to que son llevados a cabo en la misma cámara de vacío 6  
permiten mantener en la capa 5 de material de enmascaramien-  
to una densidad de poros sustancialmente más baja.

El proceso del ataque iónico, llevado a cabo antes  
de depositar la capa 5 de material de enmascaramiento, permi-  
25 te eliminar o retirar la capa superior defectuosa del sus-  
trato 1 y crear una densa red de centros de cristalización  
del material de enmascaramiento, lo cual conduce a una mayor  
adherencia de la capa 5 de material de enmascaramiento al  
sustrato 1 y a la obtención de una estructura cristalina fina  
30 homogénea de la capa 5 de material de enmascaramiento.

1 Como material de enmascaramiento se pueden usar  
diversos metales y compuestos: cromo, molibdeno, tungsteno,  
óxido de cromo, óxido férrico, etc.

5 El grueso de la capa 5 de material de enmascara-  
miento depende de las propiedades ópticas del material se-  
leccionado y varía desde 0,07-0,08 micras para el cromo has-  
ta 0,12-0,15 micras para el óxido férrico.

10 El ataque iónico del sustrato 1 (Fig. 6) se efec-  
túa hasta una profundidad sustancialmente igual al grueso  
de la capa 5 de material de enmascaramiento.

15 Puesto que la capa de foto-reserva 2 que permane-  
ce después del ataque iónico con la capa 5 de material de  
enmascaramiento depositada sobre la misma, debe garantizar  
la retirada por completo del material de enmascaramiento  
donde quiera que sea necesario, se selecciona el grueso de  
la capa de foto-reserva 2 de tal modo que después de termi-  
nado el ataque iónico quede una capa de 0,3 a 0,4 micras  
de grueso. Cuando se ataca el material del sustrato 1 con  
iones de argón a través del patrón en la capa de foto-reser-  
va 2, el grueso de la capa de foto-reserva 2 es de 0,5 a  
20 0,7 micras.

25 El proceso de depósito por pulverización catódica  
de plasma de iones de la capa 5 de material de enmasca-  
ramiento se lleva a cabo en la misma cámara de vacío 6 que  
fue usada para el ataque iónico, con ayuda de un dispositivo  
7 de depósito por pulverización catódica de plasma de iones  
(Fig. 6) a una presión no superior a  $1 \cdot 10^{-3}$  mm de Hg, sien-  
do el dispositivo 7 de cualquier tipo usual. El dispositivo  
7 permite depositar una capa 5 de un material de enmascara-  
miento tal como el óxido férrico, hasta un grueso de 0,15  
30

1 micras sobre ochenta sustratos que miden 70 x 70 mm durante  
30 minutos y, cuando se usa cromo como material de enmasca-  
ramiento depositado sobre sustratos similares, el grueso es  
5 de 0,08 micras y la duración del proceso de 10 minutos. La  
capa 5 de material de enmascaramiento que es depositada en  
la misma cámara de vacío 6 excluye toda posibilidad de con-  
taminación del sustrato 1 antes del depósito, lo cual redu-  
ce sustancialmente el número de poros y permite prescindir de  
un proceso completo consistente en una operación de limpieza  
10 química del sustrato 1 antes de depositar la capa 5 de ma-  
terial de enmascaramiento.

Después de haber sido depositada la capa 5 de ma-  
terial de enmascaramiento, se retiran la capa de foto-reser-  
va 2 con la capa 5 de material de enmascaramiento depositada  
15 sobre la misma, de cualquier modo apropiado, por ejemplo,  
con disolventes tales como la acetona o la dimetilformami-  
da. Luego se enjuagan los sustratos 1, por ejemplo, haciendo  
pasar agua caliente, y se secan.

Se obtiene así una fotomáscara sin relieve, en la  
20 cual la capa 5 de material de enmascaramiento (Fig. 7) está  
hundida o empotrada en el material del sustrato 1.

En la producción de fotomáscaras por el método pro-  
puesto, es también posible llevar a cabo los procedimientos  
de ataque iónico y de depósito por pulverización catódica de  
25 plasma de iones en dos cámaras 6 que se comuniquen a través  
de una obturación de vacío, sin pérdida de vacío.

30

1

REIVINDICACIONES

5

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

1ª.- Un método perfeccionado de producir fotomáscaras empleadas en la fabricación de dispositivos semiconductores y microcircuitos, consistente en que se recubre la superficie de un sustrato transparente con una capa de un material sensible a la luz (foto-reserva) o de un material sensible a la radiación de electrones y de rayos X (reserva sensible a los electrones), se forma un patrón requerido en dicha capa del material seleccionado por medio de irradiación, se retira el material de las partes de sustrato libres del patrón formado en la capa del material seleccionado, se deposita sobre ella una capa de un material de enmascaramiento en una cámara de vacío, y se retira el patrón formado en la capa del material seleccionado para obtener, en la capa de material de enmascaramiento, un patrón negativo con respecto al formado en la capa del material seleccionado, caracterizado porque la profundidad a la cual se retira el material del sustrato es sustancialmente igual al grueso de la capa de material de enmascaramiento, llevándose a cabo la retirada en la cámara de vacío por medio de ataque iónico, y se deposita la capa de material de enmascaramiento en la mis

1 ma cámara de vacío sin pérdida de vacío.

5 2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la retirada del material del sustrato y el depósito de la capa del material de enmascaramiento se efectúan en la cámara de vacío a una presión no superior a 1.10<sup>-3</sup> mm de Hg.

10 3ª.- Un método perfeccionado de producir fotomáscaras empleadas en la fabricación de dispositivos semiconductores y microcircuitos.

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.

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

Madrid, 09. ABR. 1977

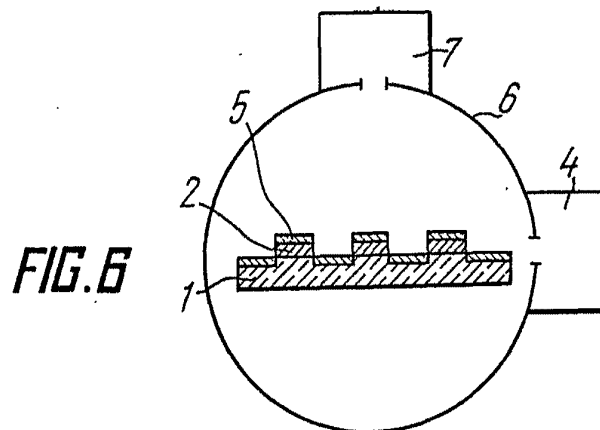
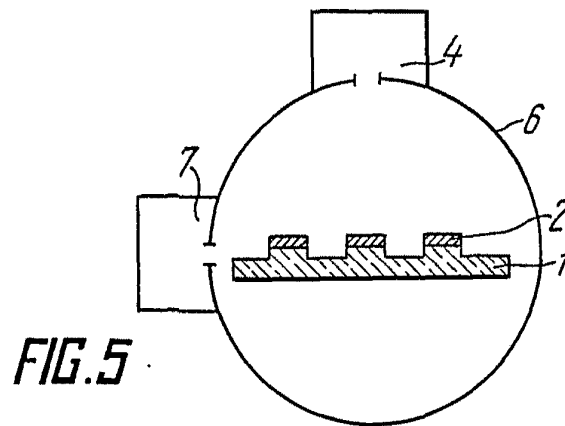
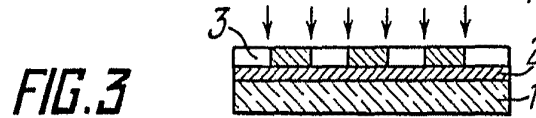
P. A. Oscar de Elizaburu  
Por Poder.

20

25

30

VAL.-



© Oscar de E. ...  
For ...