

mr.

307514



307514

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY INC., de nacionalidad norteamericana, domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway.

por:

"Método y aparato para retirar material de un cuerpo mediante sublimación catódica".

-----:oOo:-----

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a un método para eliminar selectivamente material de una pieza de labor mediante sublimación catódica. En particular, el método de este invento es útil para la eliminación selectiva de material



de una pieza de labor que no pueda someterse a los elevados potenciales que suelen aplicarse al elemento catódico en el procedimiento de sublimación catódica.

5 En relación con el procedimiento de sublimación catódica, se sabe que las superficies de materiales pueden limpiarse o atacarse mediante el mismo, ya que el propio elemento catódico se desgasta por el bombardeo que es la base de la sublimación catódica. Es evidente que se produce una forma de limpieza en virtud de la eliminación
10 de las capas superficiales. Sin embargo, al aplicar la técnica de sublimación catódica para eliminar capas de la superficie de cuerpos semiconductivos, empleando potenciales del orden de 3 a 10 KV a través del elemento catódico, pueden producirse un deterioro permanente del cuerpo semiconductor. Este deterioro es particularmente de importancia en el caso de cuerpos conductivos con protección de óxido, ya que los campos eléctricos elevados provocan la ruptura o perforación permanente de los revestimientos dielectricos.

20 En consecuencia, un objeto de este invento es una disposición para eliminar selectivamente material de la superficie de una pieza de labor sin aplicar directamente altas tensiones a través de la misma.

25 Más concretamente, un aspecto del invento es una técnica de sublimación catódica inversa para eliminar selectivamente porciones de revestimientos superficiales de una superficie semiconductiva que comprenda películas dielectricas de óxido.

30 De conformidad con este invento, la pieza de labor se separa del elemento catódico por medio de una

- 3 - 307514



capa aislante, y el cátodo se blinda de manera que se forme una región de efluvio en torno de la periferia de la pieza de labor semiconductiva. Esa región puede tener, por ejemplo, la forma de un arco o anillo o de una asa rectilínea; y tiende a extenderse algo al separarse de la superficie del cátodo, y por ello a llenar parte del espacio central situado directamente sobre la pieza de labor.

El resultado de la formación de un efluvio catódico en esta disposición es que los iones gaseosos producidos dentro de la cámara de vacío del aparato sublimador penetran en la región del efluvio, adquieren energía salen por colisión al espacio de encima de la pieza, y desde allí, por nueva colisión con otros iones, chocan en dirección sustancialmente normal contra la superficie de la misma. Es el impacto de los iones el que parece producir la sublimación y eliminación de material de la superficie que recibe los impactos. Así, la superficie de la pieza semiconductiva es bombardeada sin aplicar directamente a través de ella el campo de alta tensión que existe en el elemento catódico para producir la región de efluvio.

Como los iones chocan contra la superficie de la pieza en dirección sustancialmente normal, la eliminación de material tiende a ocurrir de un modo muy preciso, con un corte de lados rectos a lo largo de los límites de la superficie diferencialmente revestida. En este aspecto, el invento es aplicable a cualquier superficie de revestimiento diferencial; esto quiere decir una superficie con capas de espesor desigual del mismo material en diferentes porciones de la superficie, o con distintas por-



5 ciones revestidas de materiales diferentes, cada uno con
índices de sublimación propios. En el primer caso, de em-
pleo de un mismo material en capas, más gruesas sobre al-
gunas porciones, el material se eliminará sublimando hasta
una profundidad sustancialmente igual por toda la superfi-
cie, pero desaparecerá antes de las zonas de revestimien-
to más delgado. En el segundo caso, de empleo de distin-
tos materiales, un material que se volatilice menos activa
y rápidamente que los otros puede constituir un velo para
10 preservar las porciones subyacentes, mientras que otras
se desgastan y eliminan.

El invento y otros de sus objetos y atributos
se comprenderán mejor por la siguiente descripción deta-
llada, con referencia al dibujo adjunto, en el cual:

15 La figura 1, representa esquemáticamente un
aparato apropiado para la práctica del invento;

La figura 2, es una planta del elemento ca-
tódico, la pieza de labor y el elemento intermedia de ais-
lamiento y blindaje;

20 La figura 3, es una representación esquemá-
tica de parte del aparato, que expone los contornos en
sección transversal de la región de efluvió, conforme al
inventó; y

25 La figura 4, es una sección transversal par-
cial de la pieza de labor semiconductiva, la porción sub-
yacente del elemento aislante, y parte del elemento cató-
dico sustentador.

En la figura 1 se expone en esquema un re-
cinto vacío 10, representado por la línea discontinua 11.
30 Dentro de la cámara, como base de la misma, hay un elemen-

307514

76



- 5 -

to anódico 12 mantenido a potencial de tierra. Elíndado dentro del recinto hay un elemento catódico 13, al que está conectado un manantial de corriente continua para aplicar potenciales negativos relativamente elevados, del orden de 3 a 10 kV. En esquema se exponen conductos 14 que penetran en la base de la cámara, para efectuar el vacío de la misma por medios corrientes, como bombas de difusión, y un conducto de entrada 15 con válvulas de cierre 16 y 17 adecuadas. Según indican las flechas de entrada, la línea principal de suministro puede estar conectada a un manantial de gas argón, y la línea auxiliar, intervenida por la válvula 17, a un manantial de oxígeno, para aplicar revestimientos protectores de óxido, como se explicará más extensamente a continuación.

La figura 2 muestra, en el centro del cátodo 13, una pieza de cerámica 18 de forma similar, con una pieza de labor 19 semiconductiva montada en su centro.

En la superficie de la pieza de labor semiconductiva se expone una serie de electrodos metálicos depositados a manera de tiras o bandas 20. La disposición de estos electrodos constituye en principio un ejemplo, y se comprende que pueden utilizarse diversas disposiciones de elementos metal con este invento. La relación entre estas tiras 20 y las otras partes de la estructura del aparato se ilustra con más detalle en la sección transversal parcial de la figura 4. En esta figura, la porción 41 de la pieza de labor semiconductiva contiene una serie de tres regiones de ciertos tipos de conductividad, que forman un transistor, por ejemplo. Además de la mayor parte inicial de silicio 41, se indica la región de la base 44, definida



por la unión difusa P-N 45, y la región del emisor 46, definida por la segunda unión difusa P-N 45. En la superficie de la placa de silicio hay una capa 48 de óxido de silicio en la cual se han abierto orificios 61 y 62, para dejar al descubierto porciones de superficies de las regiones de la base y del emisor 44 y 46, respectivamente.

Se aplica contacto óhmico al silicio inicialmente depositando platino sobre toda la superficie de óxido, y calentando el material a unos 600°C. Esto produce una reacción de fase sólida similar a una aleación entre el platino y el silicio. El platino de la superficie oxidada, no combinado, se retira luego fácilmente tratando esa superficie con agua regia. Se pueden emplear soluciones más enérgicas que las susuales de 3 partes de ácido clorhídrico con 1 parte de ácido nítrico, para acelerar la eliminación del platino. Esta técnica ofrece la ventaja de dejar intacto el platino aleado.

Seguidamente se deposita una capa 49 de titanio sobre la capa de óxido 48, para establecer contacto con las regiones superficiales aleadas. Encima de la capa de titanio hay una segunda capa 50 de platino, y finalmente, sobre ésta se deposita una capa delgada de aluminio. Por medio de una técnica de fotorresistencia, se retira la capa de aluminio empleando un mordiente adecuado, pero se dejan los electrodos de tiras 51 y 52, que coinciden con los orificios de las regiones de la base y del emisor. Como la capa de aluminio es relativamente delgada, del orden de varios centenares de angstroms, el ataque químico produce una delineación precisa de la forma deseada.

Una alternativa de la formación de esas tiras

307514 96 DIC.



- 7 -

de aluminio consiste en formar otras similares de oro, mucho más gruesas. Estas se ajustan fácilmente a una forma definida depositando el oro sobre una plantilla fotorresistente, que marca la zona de tiras como partes desnudas de la superficie. Las tiras de oro depositadas se pueden hacer muy gruesas, para obtener una superficie con revestimientos diferencial. Así, como luego se describe, aunque el aluminio tiene un coeficiente bajo de sublimación y no es muy atacado, el oro se sublimará, pero, por su mayor grueso, persistirá después de eliminados por completo el platino y el titanio.

Para completar la fabricación de la estructura de electrodo del dispositivo en la pieza de labor semiconductiva, deben retirarse de la superficie de ésta las dos primeras capas de metal, titanio y platino, excepto donde las cubren los electrodos 51 y 52 de tiras de aluminio. De conformidad con el invento, esto se hace convenientemente por sublimación catódica inversa, técnica particularmente útil cuando la distancia entre los electrodos 51 y 52 es del orden de micrones.

Como se expone en la sección transversal de la figura 4, el método del invento requiere un elemento catódico 43 de aluminio, sobre le cual se monta la pieza de labor semiconductiva, interponiendo un aislador 42 de cerámica.

Puede comprenderse la peculiaridad de la disposición conforme al invento por una descripción del uso del aparato. Las condiciones empleadas en la sublimación catódica son conocidas (véase "Vacuum Deposition of Thin Films", por L.Holland, J. Wiley & Sons, Nueva York 1956).



En este procedimiento, se introduce en la cámara un gas reactivo conocido, por ejemplo, hidrógeno o cualquiera de los gases raros, como helio, argón o neón. Conforme expone Holland en la obra citada, el sistema de sublimación catódica puede hacerse estático disponiendo en el mismo una presión fija de gas, o dinámico manteniendo una presión fija de gas con un caudal constante de éste.

Durante el funcionamiento el aparato de la figura 1 se somete a una presión aproximada de 10 micro-
nes de gas argón, y con el ánodo 12 a potencial de tierra se aplica una tensión negativa de 5 kV al cátodo. En estas condiciones como muestra la figura 3, se produce una región de efluvo cuya sección transversal se indica por las líneas discontinuas 31, alrededor de la periferia de la pieza de cerámica 18. Esta región de efluvo 31 es anular, rodea la pieza de labor por todas partes, y cubre en cierta medida el espacio de encima de dicha pieza 19; representa en principio la región de descarga catódica y es la fuente de energía para las partículas que atraviesen esa región o estén en ella. En las condiciones descritas se producen iones de gas argón en la cámara de vacío. Cuando estas partículas se mueven, chocan entre sí, y algunas son rechazadas al interior de la región de efluvo, donde adquieren energía y, por efecto de nuevas colisiones, llegan al espacio de encima de la pieza de labor, desde donde van a chocar contra la superficie de ella. Un posible trayecto se indica por la flecha discontinua 32 que une los círculos representativos de partículas de gas en la figura 3. Se ha comprobado que, con la configuración expuesta, la mayoría de las partículas bombardeadas inciden

307514

16 DIC



- 9 -

normalmente en la pieza de labor, y , en consecuencia, la acción erosiva de la sublimación catódica produce estructuras de lados rectilíneos, señaladas por las líneas de trazos 53 de la figura 4. Como se indica en esta figura, el efecto encubridor de los electrodos de aluminio 51 y 52, combinado con este procedimiento de sublimación , da contornos bien definidos en la superficie de la pieza de labor semiconductiva.

El procedimiento descrito con relación al invento es muy ventajoso, comparado con las técnicas corrientes de ataque químico, donde la acción de desgaste muestra un ritmo diferente a medida que aumente la profundidad del mordido. Esto tiende a producir secciones transversales escotadas o de bordes escalonados, y no rectilíneas precisas. La utilidad de la sublimación catódica inversa es particularmente notable cuando la zona desnuda tiene una anchura de 0,0125 mm. o menos. Para tales configuraciones, la aplicación de mordientes químicos o profundidades mayores de varios millares de angstroms es prácticamente imposible, por lo que consta al solicitante.

La eficacia de la disposición descrita para sublimación material de una superficie semiconductiva revestida de una capa protectora de óxido, se apreciará por el efecto producido si el potencial catódico se aplica a través de la propia pieza de labor. Si, por ejemplo, la capa de óxido de silicio tiene unos 5000 Å de espesor, y la tensión empleada es de 5 kV, valores típicos ambos, el campo aplicado al óxido dieléctrico es de unos 10^8 V/cm. Esto significa, y así es en realidad, que la mayor parte de caída de tensión ocurre a través de la capa de óxido.

16 DIC.



Como la tensión de ruptura para los óxidos dieléctricos de calidad relativamente elevada viene a ser de 10^7 V/cm, el resultado de esos campos aplicados tan altos tiende a ser la producción de alfilerazos a través de la capa de óxido, con destrucción efectiva del revestimiento como capa protectora. De conformidad con este invento, esas consecuencias se evitan con la disposición descrita.

La técnica de sublimación catódica inversa precedente para la eliminación selectiva de metal se puede combinar de modo ventajoso con procedimientos conocidos para depositar revestimientos mediante sublimación catódica dentro de la misma cámara de vacío. En particular, se pueden producir revestimientos de óxido en la superficie de la pieza de labor semiconductiva en cualquier fase que convenga de la fabricación, admitiendo cantidades reguladas de oxígeno en las líneas de entrada, con interposición de la válvula de detención 17, como ya se ha indicado. Mediante la sublimación reactiva, bien conocida en la especialidad, se pueden depositar en la pieza semiconductiva capas de óxido de aluminio, por ejemplo, cuando el elemento catódico sea de aluminio. Así se comprende que es posible formar superficies por deposición de metales, retirarlas por completo o en parte, y revestirlas de capas dieléctricas, en sucesión con los aparatos descritos.

Además los aparatos reseñados tienen una estabilidad sumamente buena a largo plazo, la cual parece ser simplemente consecuencia del cubrimiento de la capa de óxido con metal. En particular, los aparatos del tipo descrito, donde un revestimiento de óxido cubre un material

307514



-11 -

de conductividad P, y se han depositado encima las dos
capas de metal, que se retiran luego de la superficie de
óxido, parecen ofrecer una resistencia muy completa a la
formación de surcos superficiales en este material, lo que
5 generalmente hacia inservibles tales aparatos.

Aunque el invento se ha descrito a base de
una forma práctica particular de realización, debe enten-
derse que los expertos en la materia pueden idear otras
disposiciones comprendidas en la finalidad y el espíritu
10 del invento.

Por ejemplo, cabe emplear otras formas de
cátodo, aun omitiendo la pieza intermedia de cerámica, siem-
pre que la pieza de labor esté eléctricamente aislada del
cátodo, y la región de efluviio producida quede en la pe-
15 riferia y fuera de contacto con la pieza de labor.

N O T A

20 Se reivindica como objeto de esta patente:

1.- Método para retirar material de un cuer-
po mediante sublimación catódica, sin aplicar tensión a
través del mismo; caracterizado porque el cuerpo se coloca
en una cámara que contiene un gas a baja presión, se man-
25 tiene fuera de contacto con el cátodo, y se produce una
región de efluviio dispuesta en la periferia, alrededor del
cuerpo, pero no en contacto con éste.

2.- Aprato para retirar material de un cuer-
po mediante el metodo de la reivindicación 1ª, que compren-
30 de una cámara que contiene un gas a baja presión, un cá-



5 todo y un ánodo dispuestos dentro de la cámara; caracterizado por comprender medios para sustentar el cuerpo en forma aislada y distanciado del cátodo, y para blindar una porción del cátodo, a fin de producir una región periférica de efluvió en torno del cuerpo, pero no en contacto con el mismo.

3.- Método y aparato para retirar material de un cuerpo mediante sublimación catódica.

10 Esta memoria consta de doce páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 16 DIC. 1964

P. A.



307512

70



FIG. 1

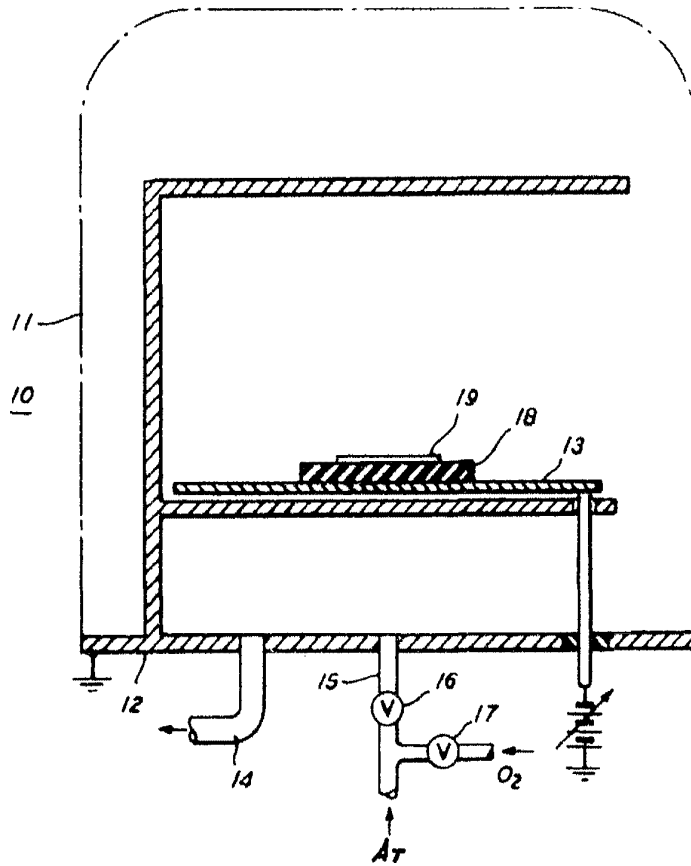
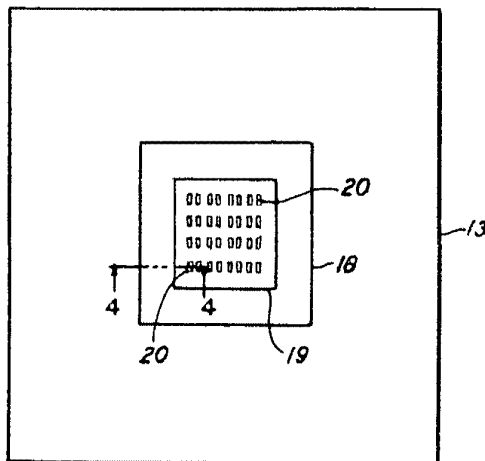


FIG. 2



[Handwritten scribbles]



FIG. 3

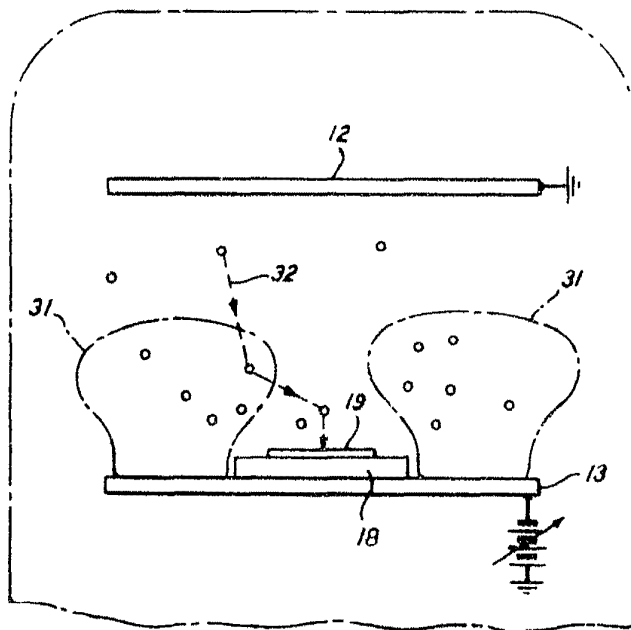
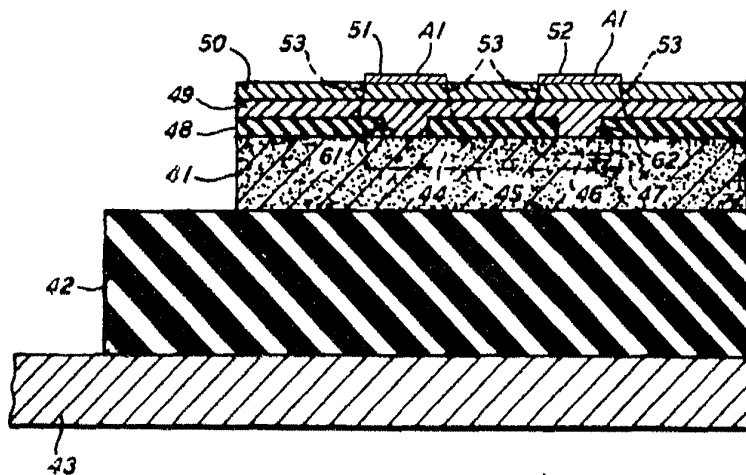


FIG. 4



[Handwritten signature or scribble]