

346421

P - 36.244

IBM Docket FI 9-66-005

346421

**Memoria descriptiva**

10 10 10 10



**para solicitar** PATENTE DE INVENCION **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:** "METODO PARA FORMAR UN CONTACTO METALICO PARA UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR" (Clase Internacional H011)

9-10-67



La presente invención se refiere a un método para formar un contacto metálico para un dispositivo semiconductor, y al contacto metálico resultante, y más en particular a un método para formar un contacto metálico para dispositivos semiconductores donde las regiones que se ponen en contacto son muy estrechas.

El diseño de modernos dispositivos semiconductores de gran velocidad ha provocado la necesidad de reducir el tamaño de la unión. Una estructura típica de dispositivo semiconductor requiere que la región emisora sea una estructura muy estrecha y alargada. Además, es esencial que los contactos de base, que van paralelos a los contactos de emisor en ambos lados alargados, deben estar situados lo mas próximos posible a los contactos de emisor. La fabricación de estos dispositivos se está haciendo cada vez mas difícil, debido a las limitaciones de la actual tecnología de fotograbado. El presente método para formar contactos metálicos en regiones de emisor y de base consiste en la deposición protegida de metal sobre una oblea semiconductor en la que se han difundido los dispositivos semiconductores, y corroer después selectivamente el metal depositado, usando técnicas de enmascaramiento por fotograbado. Este método ha sido satisfactorio en el pasado, cuando los contactos eran mas grandes. Sin embargo, la estrechez de la región de difusión de emisor, y la proximidad del contacto de base al contacto de emisor hace necesario que la fotomáscara tenga una líneas extraordinariamente delgadas, separadas por una región muy estrecha. Bajo estas circunstancias, la calidad de la máscara es bastante mala. Además, durante el procedi-

9-10-67

346421



miento de corrosión del metal, la diferencia entre corroer demasiado y separar los contactos de base y de emisor es muy pequeña, y muy difícil de controlar.

5 Por tanto, un objeto de la invención es proporcionar un método para formar contactos metálicos para un dispositivo semiconductor, donde los contactos metálicos son del orden de micras de anchura.

10 Otro objeto de la invención es proporcionar un método para formar contactos metálicos para un dispositivo semiconductor, sin limitación debida a las técnicas actuales de fotograbado.

15 Otro objeto de la invención es proporcionar una nueva estructura de contacto metálico para un dispositivo semiconductor hecho según el método de la presente invención.

20 Estos y otros objetos se consiguen según los aspectos más amplios de la invención, formando aberturas en el revestimiento protector del dispositivo semiconductor, en los puntos apropiados, para dejar expuestas las regiones del semiconductor que se hallan debajo. Típicamente, la abertura es del orden de micras de anchura, y de longitud bastante alargada. Además, normalmente hay varias de estas aberturas dentro de un espacio de micras. Se deposita una capa metálica sobre tanto las aberturas que se abren a la superficie semiconductor como el revestimiento protector. El metal ha de ser tal que se adhiera bien al semiconductor, y no muy bien al revestimiento protector. Además, el metal ha de ser capaz de formar contacto óhmico con el semiconductor. Luego se separa el metal del revestimiento protector, mediante una técnica

25

30

346421

25



adecuada que no afecte a los contactos óhmicos.

Después se deposita una segunda capa de metal sobre los contactos óhmicos, para aumentar la conductividad del conjunto de contacto óhmico y segunda capa metálica. El segundo metal puede ser depositado por métodos que permitan la deposición de metal sobre la capa metálica previamente depositada y no sobre el revestimiento protector. Finalmente, se deposita una capa metálica exterior de rellano, sobre un área relativamente grande del revestimiento protector, con extensiones como dedos de la capa metálica de rellano que ponen en contacto al conjunto de contacto óhmico y segunda capa metálica, mediante pequeñas áreas recubiertas. El rellano exterior es la única capa metálica del procedimiento formado que requiere una máscara fotográfica. La resolución requerida para la máscara fotográfica de la última operación de deposición es reducida por un factor igual a dos, dado que el contacto de rellano exterior solo se forma al final del conjunto de contacto óhmico y segunda capa metálica. Por tanto, el procedimiento no está limitado por las técnicas actuales de fotograbado.

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán evidentes por la siguiente descripción, más concreta, de las realizaciones preferidas de la invención, según se ilustra en los dibujos adjuntos.

En los dibujos, la figura 1 es un organigrama que ilustra un procedimiento preferido de la presente invención; la figura 2 es una vista desde arriba del contacto metálico, para un dispositivo semiconductor de la

346421

9-10-67



presente invención; y la figura 3 es una sección recta tomada según la línea 3-3 de la figura 2.

5 Haciendo ahora referencia más en particular a las figura 1, 2 y 3, se muestra un cuerpo 10 semiconductor, que está revestido de una capa 12 protectora. Esta capa protectora se puede formar por oxidación térmica usual del semiconductor; deposición pirolítica de un material de silicona, para depositar dióxido de silicio; anodización; u otros métodos usuales. La capa protectora sirve como barrera de difusión y como aislante eléctrico entre el cuerpo semiconductor y el metal de interconexión depositado subsiguientemente sobre la capa protectora 12. La capa 12 puede estar compuesta por revestimientos protectores, tales como dióxido de silicio, nitruro de silicio, o materiales similares.

10 Se disponen unas aberturas en la capa 12 protectora, para obtener contacto eléctrico con las regiones semiconductoras del material 10 semiconductor. Para los fines de la invención, las aberturas tienen una anchura del orden de micras. Como se ha descrito antes, el contacto metálico que ha de ser formado en y alrededor de estas aberturas de poca anchura, para poner en contacto eléctrico a las regiones semiconductoras, es lo que está fuera de las posibilidades de las técnicas actuales de grabado.

25 Las propias aberturas pueden ser practicadas en el revestimiento 12 protector usando métodos usuales de fotoenmascaramiento, seguidos por corrosión química o corrosión por bombardeo del revestimiento 12, a través de la máscara, lo que da la primera operación 14 del organigra-

25 OCT



ma. Según la siguiente operación 16 del método de la presente invención, se deposita una capa metálica por bombardeo iónico con c.c., evaporación por rayos electrónicos, u otro método adecuado, sobre las aberturas al semiconductor, y sobre el revestimiento protector. El metal ha de tener la propiedad de adherirse bien al semiconductor, y de ser capaz de formar un contacto óhmico satisfactorio con el semiconductor, por calentamiento suficiente. Son ejemplos de este tipo de metal el platino, paladio y molibdeno. Luego se puede hacer un contacto óhmico de siliciuro de platino, por calentamiento de un área de silicio revestida con unos pocos cientos de angstroms de platino, a temperatura comprendida aproximadamente entre 500 y 700°C, durante unos pocos minutos, bajo alto vacío. Los contactos óhmicos para las otras combinaciones de metales adecuados y semiconductores variarán entre el caso del platino y silicio, según sus características mutuas de formación de aleaciones.

La siguiente operación 18 del procedimiento consiste en eliminar el metal del revestimiento protector, dejando solo la capa 30 de contacto óhmico que cubre al semiconductor dentro de las estrechas aberturas de revestimiento 12 protector. Esto se puede efectuar usando un corrosivo, tal como, por ejemplo, agua regia en el caso del platino o paladio, o por raspado mecánico. Se prefiere el método de corrosión química, debido a que el raspado mecánico tiende a dejar residuos del metal sobre las áreas de contacto óhmico, y a causar formación de tensiones en las capas de contacto óhmico.

La siguiente operación 20 consiste en depositar

346421

9-10-67



una segunda capa metálica 32 sobre los contactos óhmicos 30. Esto se puede efectuar, por ejemplo, por galvanoplastia, o por deposición química o sin electricidad. Se prefiere la deposición química o sin electricidad, debido a que no hay que hacer contactos eléctricos a las estrechas regiones de contacto óhmico, como requisito previo para la deposición. La segunda capa metálica 32 solo se depositará sobre los contactos óhmicos 30, debido a que el revestimiento 12 protector no es metálico, y no está sensibilizado para el caso de una deposición sin electricidad.

La segunda capa metálica 32 se necesita para aumentar la conductividad o reducir la resistencia, del contacto óhmico al semiconductor, a causa de los muy estrechos contactos óhmicos y las extensiones como dedos, cortas y gruesas, aplicadas subsiguientemente, del contacto metálico exterior. Aunque sería de esperar que el espesor aumentado de la primera capa metálica 30 produciría una disminución de la resistencia, se ha hallado que es incompatible con otras características deseables del dispositivo y de la fabricación. Este espesor aumentado de la primera capa metálica 30 proporcionaría una capa de metal sobre los contactos óhmicos y esta capa de metal sería susceptible a la operación de corrosión química, que es necesaria para eliminar del revestimiento 12 protector a la primera capa metálica. Además, el espesor aumentado de la primera capa metálica 30 haría aumentar el peligro de formar dispositivos de cortocircuito, debido a una formación excesiva de aleación con el semiconductor. Esto es particularmente significativo cuando se

346421



emplean difusiones a poca profundidad. El uso de técnicas de fotorreserva o de reserva de metal, para proteger al primer metal de la corrosión química, destruiría también a la reserva y sería completamente ineficaz, debido a la necesaria fuerza del corrosivo. Aunque se podría usar raspado mecánico, como se ha sugerido antes, para eliminar al primer metal del revestimiento 12 protector, tiene las desventajas de forzar al metal residual sobre los contactos óhmicos y causar alguna formación de tensiones en los contactos óhmicos, lo que hace que los contactos óhmicos sean susceptibles a corrosiones químicas.

Luego se deposita la tercera capa de metal, como se indica en la operación 22, ya sea por deposición protegida del metal, seguida por un procedimiento adecuado de enmascaramiento y corrosión sustractiva, o mediante una máscara adecuada, para formar el diseño 40 de relleno exterior, que tiene unas cortas áreas 42 como dedos, que recubren a una pequeña porción del conjunto de la segunda capa metálica 32 y contacto óhmico 30. La máscara de la segunda alternativa puede estar como revestimiento sobre la superficie de la oblea, en forma de fotorreserva o revestimiento metálico, o puede estar separada pero mantenida adyacente y muy cerca de ella. El tercer metal a depositar puede ser aluminio o cualquier otro metal adecuado, tal como molibdeno o un emparedado de cobre y molibdeno, cromo y cobre, molibdeno y cobre o molibdeno y oro. Desde luego, el corrosivo usado en la primera alternativa depende del metal concreto a corroer.

Se presenta el siguiente ejemplo de la presente invención para ayudar a entender la invención y las varia-

346421



ciones que las personas versadas en la técnica pueden hacer sin salir del ámbito y espíritu de la invención.

#### Ejemplo

5 Se preparó un transistor que tenía una región  
50 de emisor alargada, dentro de una región 52 de base, como  
se muestra en las figuras 2 y 3; se practicaron a través  
del revestimiento protector de dióxido de silicio, por co-  
rrosión, unas aberturas de contacto de 2,5 micras de an-  
chura por 43 micras de longitud, y con separación de 2,5  
10 micras, para poner en contacto las regiones de emisor y  
de base, en la configuración que se muestra en la figura  
2. El dispositivo fue puesto en una campana en la que se  
hizo un vacío de aproximadamente  $5 \times 10^{-5}$  torr. Se eva-  
poró platino, mediante haces electrónicos, sobre el dis-  
positivo, en cantidad de 50 angstroms/min, formando una  
15 capa de platino de aproximadamente 300 angstroms, tanto  
sobre las aberturas como sobre el revestimiento protec-  
tor. El contacto óhmico de siliciuro de platino se for-  
mó calentando de nuevo la capa de platino, en un vacío de  
20 aproximadamente  $5 \times 10^{-6}$  torr, durante aproximadamente  
5 min, a temperatura de aproximadamente 500°C. Luego se  
redujo la temperatura y se retiró el dispositivo de la  
cámara de vacío. Después se eliminó el platino del re-  
vestimiento de dióxido de silicio, por inersión en agua  
25 regia. Entonces solo estaba presente en las aberturas  
de contacto el siliciuro de platino.

Sobre los contactos óhmicos de siliciuro de pla-  
tino se depositaron sin electricidad aproximadamente 4000  
unidades de angstrom de paladio, usando las siguientes  
30 soluciones de deposición sin electricidad:

346421



	Solución A.- Cloruro de paladio	7,17 g/litro
	Hidróxido amónico (solución)	390 cc/litro
	Sal disódica del ácido etilendia- minotetraacético	34 g/litro
5	Solución B.- Sulfato de hidrazina	13 g/litro

Las soluciones se mezclan justamente antes de ser usadas, en relación igual a 25 cc de solución A por cada cc de solución B, y se calientan a 50°C: El dispositivo fue puesto en el baño de revestimiento sin electricidad y se formó la película de paladio a velocidad de aproximadamente 1000 angstroms/min. El tiempo de permanencia en el baño de revestimiento sin electricidad fue de 4 min.

Luego se puso el dispositivo en una cámara de vacío y se evaporó sobre él un revestimiento de aluminio de aproximadamente 5000 unidades angstrom. El esquema 40 de rellano exterior, que tiene cortas áreas 42 como dedos, fue formado luego por aplicación de una máscara de fotorreserva y corrosión sustractiva con una solución normal de corrosión, de ácido fosfórico-nítrico-acético.

El dispositivo tenía una resistencia aproximadamente igual a 0,2 ohmios por cuadrado, en comparación con los aproximadamente 2 ohmios por cuadrado de los dispositivos en que no se usó el revestimiento de paladio como segunda capa metálica.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a sus realizaciones preferidas, las personas versadas en la técnica entenderán que se pueden hacer en ella diversos cambios de forma y detalle, sin salir del espíritu y ámbito de la invención.

9-10-67

346421



Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 27 de Octubre de 1966, Nº 589.931 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

N O T A

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:

10                    1.- Método para formar un contacto metálico para un dispositivo semiconductor, que comprende: proporcionar un dispositivo semiconductor que tiene una abertura alargada, del orden de micras de anchura, en su revestimiento protector, exponiendo al semiconductor que está debajo  
15 de él; depositar sobre la superficie de dicho semiconductor una primera capa de un metal que se adhiera bien y forme un contacto óhmico con dicho semiconductor; depositar sobre dicho contacto óhmico una segunda capa de metal, para aumentar la conductividad del conjunto de dicho contacto óhmico y dicha segunda capa; y depositar una ter-  
20 cera capa de metal, para formar un esquema de rellano exterior, que tiene una corta área como dedos recubriendo a una pequeña porción de dicha segunda capa metálica.

25                    2.- Método según la reivindicación 1, donde dicha primera capa se aplica por deposición bajo vacío,

9-10-67

346421



sobre tando dicho semiconductor como dicho revestimiento protector, y que comprende además la eliminación de porciones de dicha primera capa de dicho revestimiento protector.

5

3.- Método según la reivindicación 2, donde dicho semiconductor es silicio, dicho revestimiento protector es dióxido de silicio y dicha primera capa de metal es de platino, del orden de Angstroms de espesor, que forma un contacto óhmico de siliciuro de platino, con el silicio.

10

4.- Método para formar un contacto metálico para un dispositivo semiconductor.

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 doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

25 OCT. 1967

Madrid,

P.A.

*[Handwritten signature]*  
Alberca de Elzabur  
Por Fco. A.

346421

9-10-67

IAG/

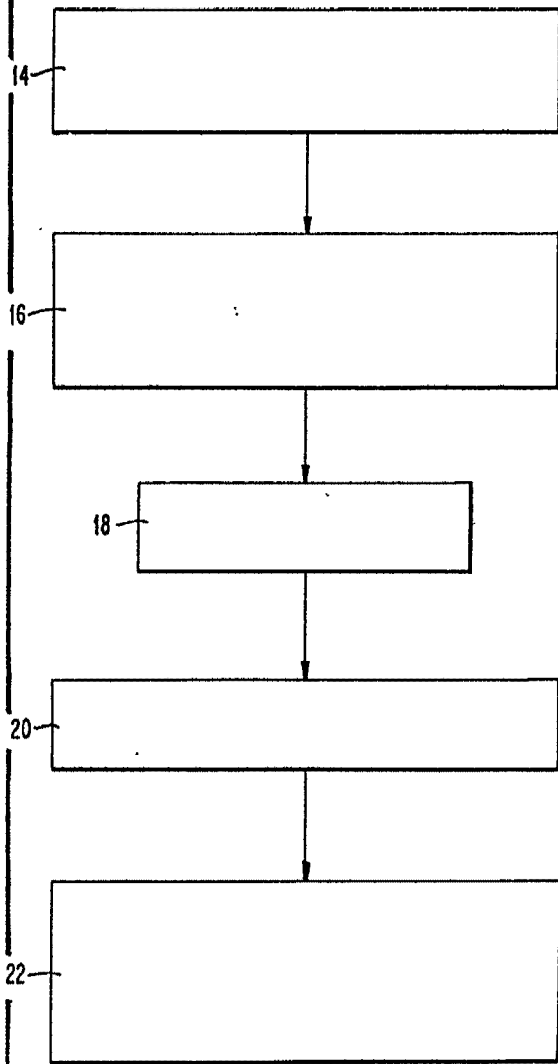


FIG. 1

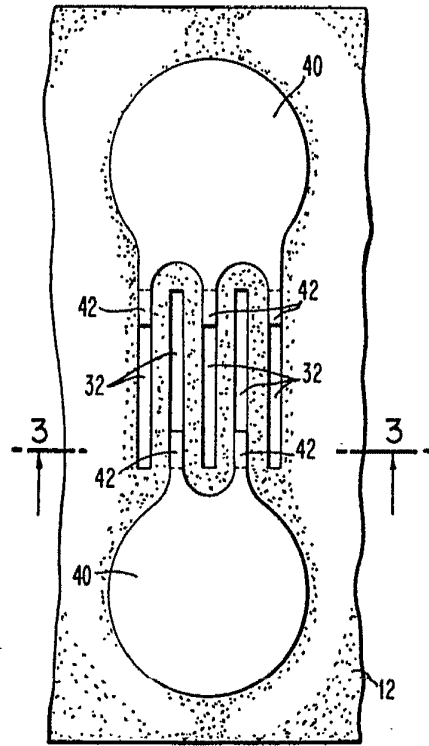


FIG. 2

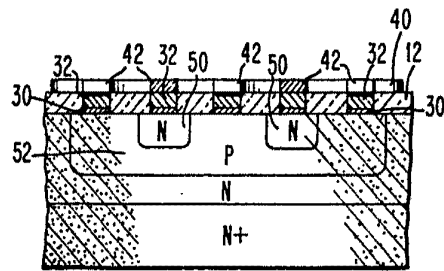


FIG. 3

348421

*[Handwritten signature]*