

P.- 42.942
Pos-19618
Electronics



27 JUL 1971

H-01

4

Memoria descriptiva

372101

para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de MATSUSHITA ELECTRONICS CORPORATION

entidad / ~~de~~ nacionalidad japonesa

**con domicilio en 1006, Oaza Kadoma, Kadoma-ahi, Osaka,
Japón**

**por: "UN METODO DE FABRICAR UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"
(Clase Internacional H011)**



Esta invención se refiere a un método de fabricación de un dispositivo semiconductor, y más particularmente a un método de fabricación de un dispositivo que utiliza la barrera rectificadora formada por el contacto entre un semiconductor y un metal, es decir, un dispositivo semiconductor del tipo de barrera Schottky.

La Fig. 1 es una vista en corte que muestra un ejemplo de un dispositivo semiconductor del tipo de barrera Schottky convencional;

la Fig. 2 es una vista que ilustra el principio del dispositivo que se muestra en la Fig. 1;

la Fig. 3 es una vista en corte de una realización de un dispositivo semiconductor fabricado por el método de fabricación de la presente invención;

las Figs. 4a, 4b, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b y 7c son vistas para ilustrar el método de fabricación de la presente invención; y

la Fig. 8 es un diagrama característico que ilustra la efectividad de la presente invención.

Se conoce un diodo que tiene la estructura que se muestra en la Fig. 1 como un dispositivo semiconductor de tipo de barrera Schottky, el cual tiene una aplicación práctica general. Este diodo tiene la estructura denominada planar, en la cual después de formar una película aislante, por ejemplo, una película de óxido de silicio 2 sobre la superficie de un sustrato de silicio 1 que tiene una capa 1' de crecimiento epitaxial de tipo n en su porción superficial, se abre una ventana 3 en la película de óxido, y a continuación se aplica a esta ventana 3 una película de un metal predeterminado, por ejemplo, una pelí-



cula de molibdeno 4,

5 Sin embargo, un dispositivo que tiene dicha estructura presenta un problema por el hecho de que la tensión disruptiva de retroceso de la junta de rectificación es menor que un valor esperado. Es decir, que cuando se construye un diodo en forma de un dispositivo que tiene dicha estructura utilizando un sustrato de silicio con una capa 1' de crecimiento epitaxial que tiene una resistividad de $0,5 \Omega\text{-cm}$ y un espesor de 1μ y aplicando una película de molibdeno 4, la tensión disruptiva teórica prevista es de 20 voltios aproximadamente, pero la tensión no disruptiva del dispositivo que se obtiene en la realidad tiene un valor tan bajo como 5-10 volts aproximadamente.

15 Las razones de la disminución de la tensión disruptiva de retroceso se atribuyen a que, como se ilustra en la Fig. 2, como consecuencia del fenómeno de acumulación de una carga eléctrica 5 en la porción superficial del sustrato de silicio bajo la película de óxido de silicio 2, se produce una corriente de descarga espontánea desde el electrodo metálico 4 a dicha porción de acumulación de carga eléctrica 5 en la dirección indicada por una flecha 6, reduciéndose así la tensión no disruptiva de retroceso.

25 Aunque se ha propuesto producir una región difundida denominada anillo de seguridad para aislar la capa cargada sobre el sustrato rodeando la porción de la junta de dichos metal y semiconductor a fin de hacer disminuir dicha corriente de descarga espontánea, esto hace más complejo el procedimiento de fabricación del dispositivo, y por ello carece de aplicación en la práctica.

24.11.69

372101



Los autores de la presente invención han propues
to un dispositivo semiconductor de tipo de barrera Schottky
que tiene una estructura nueva tal como la que se represen
ta en la Fig. 3. Es decir, haciendo referencia en la des-
cripción a la Fig. 3, después de formar una película ais-
lante 12 sobre un substrato semiconductor 11, se perfora
una ventana 13 en la película aislante 12 por medio del co
nocido método de foto-ataque químico. Después de ello, la
superficie del semiconductor expuesta se ataca por medio
de una solución química a través de la ventana 13. En el
procedimiento de este ataque químico, dicho cuerpo semicon
ductor es atacado no sólo en la dirección axial de dicha
ventana 13, sino también en la dirección de su circunfe-
rencia. Entonces se forma una depresión 14 que tiene una
dimensión ligeramente mayor que dicha ventana en la por-
ción superficial del cuerpo semiconductor bajo la perife-
ria de la ventana 13 en dicha película 12. En este estado,
un metal tal como el molibdeno 15 que forma una barrera rec
tificadora en contacto con el substrato semiconductor se -
deposita en forma de película por evaporación a partir de
la dirección axial de la ventana 13 para formar una unión
en la porción plana de la depresión 14 en dicho cuerpo se
miconductor. El dispositivo semiconductor que tiene tal -
constitución se caracteriza por tener un espacio vacante
16 que se produce como resultado de que el semiconductor
situado bajo la periferia de la ventana 13 en dicha pelí-
cula aislante 12 es eliminado por este procedimiento de -
ataque, y de acuerdo con la experiencia de los inventores,
la propiedad de resistencia de retroceso característica -
de los diodos resulta mejorada como consecuencia de ello

372101



2080

cuando la depresión 14 en el cuerpo del semiconductor tie
 ne una profundidad en la dirección axial de la ventana 13
 superior a 500 Å y una distancia superior a 1000 Å en la
 dirección perpendicular a dicha dirección axial desde la
 5 periferia de la ventana 13. Para mejorar la estabilidad -
 del dispositivo semiconductor, es efectivo hacer el espe-
 sor de la película metálica 15 más grueso que la profundi-
 dad de dicha depresión, y formar el electrodo cubriendo -
 la porción de la ventana de la película aislante con la -
 10 película metálica.

La presente invención se refiere a un método pa
 ra la fabricación de un dispositivo semiconductor que tie
 ne una estructura tal como la que se muestra en la Fig. 3.

Aunque es deseable seleccionar una solución de
 15 ataque químico tal que la velocidad de ataque en la direc-
 ción perpendicular a la superficie de la placa sea menor
 que en la otra dirección, especialmente en la dirección -
 lateral, es muy difícil obtener uniformemente el espacio
 vacante 16 que se muestra en la Fig. 3, ya que una solu-
 20 ción de ataque tiene generalmente una velocidad de ataque
 diferente dependiendo de la dirección de cada superficie
 cristalográfica, incluso en la dirección lateral.

Teniendo presente este punto indicado, el obje-
 to de la presente invención es producir el espacio vacan-
 25 te que se muestra en la Fig. 3 uniformemente alrededor de
 toda la periferia de la unión con una reproducibilidad y
 controlabilidad satisfactorias determinando la forma de la
 ventana de unión y la dirección de colocación de una másca
 30 ataque con respecto a la superficie cristalográfica.

372101



Quando se ataca un cuerpo semiconductor, es bien sabido que la velocidad de ataque depende en gran parte no sólo de la clase de solución de ataque utilizada, sino - también de la superficie cristalográfica.

5 Por ejemplo, una solución de ataque constituida por 8 ml de agua, 17 ml de etilendiamina y 3 g de pirocatequina tiene una relación de velocidades de ataque de - 3:30:50 en la dirección de las superficies cristalográficas (111), (110) y (100) respectivamente en el caso del Si, 10 siendo un hecho conocido que es muy acusada la dependencia de la velocidad de ataque con respecto a la superficie - cristalográfica.

En esta invención, se ha utilizado una solución de ataque que tiene una dependencia relativamente acusada 15 en su velocidad de ataque con respecto a la superficie - cristalográfica y una placa de silicio cuyo eje cristalográfico está en la dirección $\langle 111 \rangle$, siendo la velocidad - de ataque generalmente menor en dicha dirección, con objeto de formar el espacio vacante 16 que se muestra en la - 20 Fig. 3 de tal manera, como se ha descrito arriba, que la profundidad sea relativamente pequeña y que sea uniforme alrededor de toda la periferia de la ventana de unión.

Se forma una película de óxido de un espesor - aproximado de 5000 \AA sobre una placa de silicio cuyo eje 25 cristalográfico se encuentra en la dirección $\langle 111 \rangle$, se abre una ventana circular como se muestra en la Fig. 4 - por el método de foto-ataque químico, y la superficie del silicio se ataca por dicha solución de ataque (8 ml de - 30 agua, 17 ml de etilendiamina y 3 g de pirocatequina), con el resultado de que la depresión formada por el ataque -

372101



tiene la forma aproximada de un hexágono regular, tal como se muestra en la Fig. 5.

5 Prestando atención a esta dependencia direccional, se abre una ventana en la misma dirección que se muestra en la Fig. 5 y en una dirección que forma un ángulo de 30° con relación a la dirección anterior, utilizando una plantilla hexagonal, y se ataca de modo análogo el silicio, encontrándose el resultado de que el silicio se ataca en una forma como la que se muestra en las Figs. 6 ó 7.

10 De lo anterior puede deducirse que el ataque puede llevarse a cabo uniformemente en la dirección lateral alrededor de toda la ventana de unión al silicio cuyo eje cristalográfico está en la dirección $\langle 111 \rangle$ ajustando la dirección de un lado de una ventana triangular o hexagonal en paralelo con la dirección $\langle 1\bar{1}0 \rangle$ ó $\langle \bar{1}10 \rangle$.

15 Por el contrario, cuando no se tiene en cuenta la forma de la ventana o la dependencia direccional de la velocidad de ataque, a fin de obtener el espacio vacante efectivo mínimo alrededor de toda la ventana, se forman en parte algunas porciones excesivamente atacadas en sentido lateral, dado que el ataque progresa de manera no uniforme en la dirección lateral, mostrándose ejemplos en la Fig. 5 y en la Fig. 7, con lo que la resistencia mecánica de la película de óxido que forma el espacio vacante se convierte en un problema y se presenta el inconveniente de que el espacio vacante se rompe en el procedimiento de fabricación del diodo.

20 Como se ha descrito arriba, dado que el espacio vacante puede formarse de manera uniforme y efectiva determinando la forma de la ventana y la dirección de la



201
misma, especialmente la reproducibilidad de la caracterís-
tica de retroceso y la controlabilidad de la uniformidad
se mejoran sustancialmente y al mismo tiempo se logra el
objetivo de eliminar la corriente de descarga espontánea
5 aún cuando la profundidad de la depresión sea relativamen-
te pequeña ($1000-2000 \text{ \AA}$) comparada con el método conven-
cional, y así la dificultad en el logro de la caracterís-
tica del diodo propiamente dicha que se produce a menudo
debido a una profundidad excesiva de la depresión puede -
10 hacerse muy pequeña.

Se describirá a continuación una realización de
la presente invención.

Después de formar una película de óxido de --
5000 \AA de espesor sobre un substrato de silicio que se -
15 prepara por crecimiento epitaxial de una capa de alta re-
sistencia de tipo n que tiene una resistividad de $0,5 \Omega \text{ cm}$
sobre un cuerpo de silicio que tiene una densidad de impu-
rezas elevada de tipo n (más de $10^{19} / \text{cm}^3$) y el eje crista-
lográfico de la misma en la dirección $\langle 111 \rangle$, se abrió en
20 la película de óxido una ventana en forma de hexágono re-
gular, la longitud de cuyo lado es de 15μ , por la técnica
de foto-ataque químico, de tal manera que un lado de la -
misma fuese paralelo a la dirección del eje cristalográfi-
co $\langle 110 \rangle$ ó $\langle 1\bar{1}0 \rangle$. Seguidamente, la porción del substrato
25 de silicio expuesta a través de dicha ventana se atacó -
hasta lograr una depresión por ataque de aproximadamente
 1000 \AA de espesor en la dirección de la profundidad por -
medio de una solución de ataque que tenía una velocidad -
de ataque relativamente baja en dicha dirección (111). En
30 este procedimiento, la profundidad de ataque en una direc-

ción lateral a partir del borde periférico de dicha ventana en la película aislante, esto es, el ataque lateral, -
fué aproximadamente de 2000 Å. A continuación, después de
depositar por evaporación molibdeno formando una película
de un espesor aproximado de 3000 Å a través de dicha ven-
tana, se depositó por evaporación una película de oro so-
bre el molibdeno con un espesor aproximado de 5000 Å, y se
formó entonces un electrodo en forma de hexágono regular,
de 50 μ de lado, centrado en dicha porción de la ventana.
Por otra parte, se formó un contacto óhmico sobre la super-
ficie posterior del substrato de silicio depositando por
evaporación una película de oro que contenía 1% de antimo-
nio, y se conectó a la misma un electrodo externo de alam-
bre. Se obtuvo así un diodo de tipo de barrera Schottky -
que comprendía una unión molibdeno-silicio.

La característica de retroceso del diodo de acuer-
do con esta realización se muestra en la Fig. 8. En la fi-
gura, la curva a representa la característica del dispositi-
vo que tiene la ventana en forma de hexágono regular y
cuya dirección está dispuesta como se describe arriba de
acuerdo con la realización de la presente invención, y b
representa la característica de un diodo de Schottky con
la misma estructura pero con una ventana circular. Como -
puede deducirse de la figura, la tensión no disruptiva de
retroceso del dispositivo de acuerdo con la presente inven-
ción es alta y sus dificultades operativas son muy pequeñas
en comparación con un dispositivo preparado de acuerdo con
métodos convencionales.

Como se ha descrito arriba, el dispositivo semi-
conductor fabricado por medio del método de la presente in



1968

vención se caracteriza por una reproducibilidad y controlabilidad satisfactorias en el sentido de que se ha eliminado en el mismo la corriente de descarga espontánea en la porción del borde de la unión, y de que se ha aumentado notablemente el régimen de producción.

5

El espacio de seguridad de la presente invención puede producirse por la técnica de ataque químico, siendo el método de fabricación sencillo y el precio bajo. Por lo demás, el ajuste de la dirección del patrón puede hacerse fácilmente formando una cavidad atacada en una porción de la superficie posterior o superficie de la placa, o puede utilizarse también una placa cuya dirección se indica por un corte.

10

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Japón, el 4 de Octubre de 1968, bajo el Nº 72668/68, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

20

REIVINDICACIONES

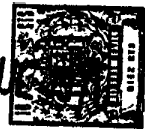
25

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:

30

372101

27 JUL



5 1.- Un método de fabricar un dispositivo semicon-
ductor en el cual, al mismo tiempo de formar un rebajo he-
cho por ataque químico en la superficie de un substrato
semiconductor, a través de una ventana triangular o hexa-
gonal de una máscara de película aislante, dicha ventana
se forma de tal modo que uno de los lados de la misma es
paralelo al eje (110) o al ($\bar{1}10$), y la superficie del subs-
trato es atacada químicamente a través de la ventana.

10 2.- Un método de fabricar un dispositivo semicon-
ductor, que comprende las operaciones de, simultáneamente
a la formación de una ventana triangular o hexagonal de
una máscara de película aislante en una superficie de un
sustrato semiconductor, de modo que un lado de dicha ven-
tana sea paralelo al eje (110) o al ($\bar{1}10$), y a la formación
15 de un rebajo hecho por ataque químico en el substrato a
través de la ventana, ajustar la máscara de tal modo que
el rebajo hecho por ataque químico pueda ser atacado late-
ralmente debajo de la periferia de la ventana en la pelí-
cula aislante y formar una barrera de Schottky entre el
20 semiconductor y el metal evaporando un metal sobre la por-
ción inferior de dicho rebajo hecho por ataque químico.

25 3.- Un método de fabricar un dispositivo semicon-
ductor según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado
porque es utilizada una solución acuosa que incluye etilen-
diamina y pirocatequina como solución de ataque químico.

4.- Un método de fabricar un dispositivo semicon-
ductor.

30 Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y
con los fines que se han especificado.

5.7.71



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

Madrid, 27 JUL 1971

P.A.

Alberto J. [illegible]
Per route *Arte*

5.7.71
MSG

- 12 -

372101

26



37901

FIG. 1

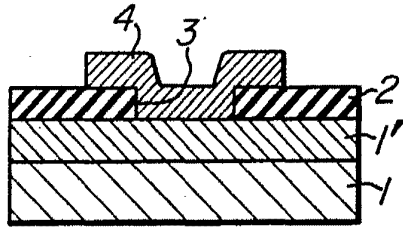


FIG. 2

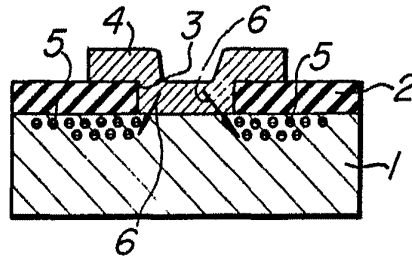


FIG. 3

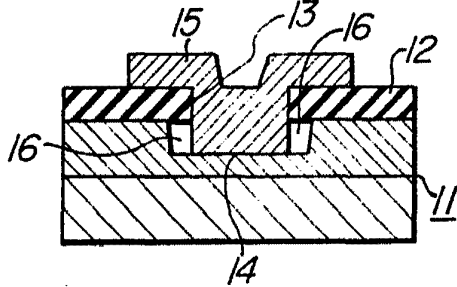
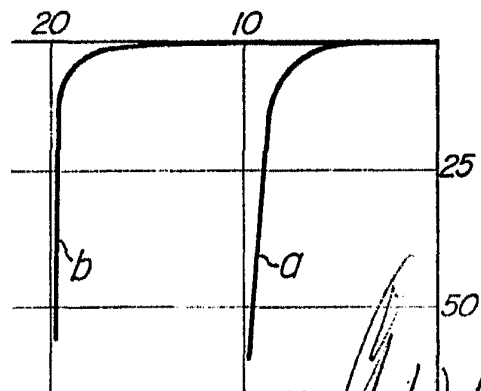


FIG. 8



Alberto de Elzaburu
Esp. 24/84

372 101

26



FIG. 4a

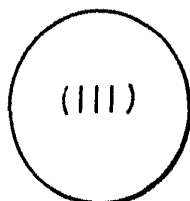


FIG. 5a

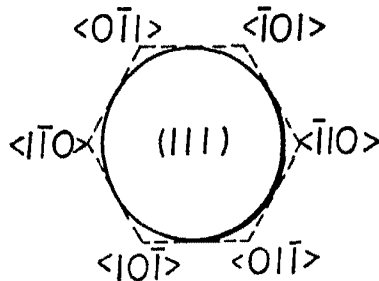


FIG. 4b

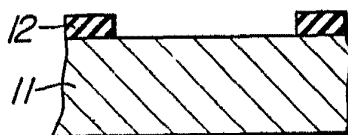


FIG. 5b

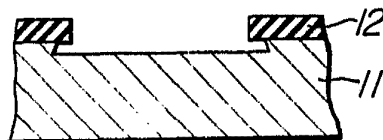


FIG. 6a

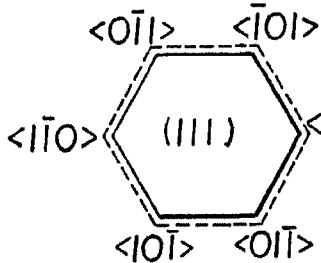


FIG. 7a

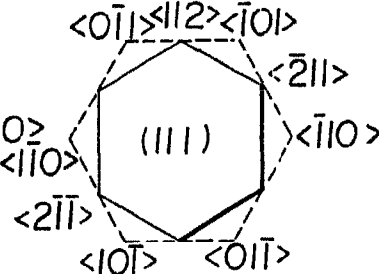


FIG. 6b

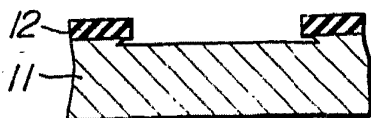
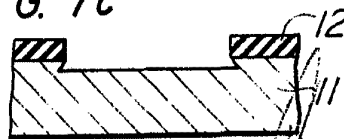


FIG. 7b



FIG. 7c



Albert J. ...
For Patent