

370387

R.R. Mchta - R.G. Swann - T.P. Cauge 1-8-2



SECCION TECNICA
REGISTRACION I. P. C.
CLASIF. H-01
SUBCLASE L

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN
ESPAÑA POR: "UN METODO PARA FABRICAR UN DISPOSITIVO DE
UNION DE ALEACION DE ALUMINIO QUE UTILIZA NITRURO
DE SILICIO COMO ENMASCARAMIENTO" A NOMBRE DE
STANDARD ELECTRICA S.A. CON DOMICILIO
EN MADRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5

Resumen de la descripción

El invento consiste en un método mejorado para fabricar dispositivos semiconductores, en particular diodos zener de bajo voltaje, que tienen uniones pn de aleación de aluminio. La mejora en la fabricación resulta de utilizar nitruro de silicio en vez de dióxido de silicio para pasivizar y enmascarar la superficie de una lámina, siendo el nitruro de silicio impermeable al aluminio mientras que el dióxido de silicio tiende a interaccionar con el aluminio a las temperaturas a las que se hace la aleación en una forma que es perjudicial para el dispositivo. Después de que se ha depositado el nitruro de silicio en la superficie de la lámina, se graban ventanas en ella y se deposita aluminio en toda la superficie. Puesto que el nitruro de silicio es impermeable al aluminio, el aluminio puede alearse en el substrato a través de la ventana sin tener que quitar el aluminio de la superficie del nitruro de silicio.



Antecedentes del invento

El invento se refiere a un método mejorado de fabricar dispositivos de unión de aleación de aluminio y en particular diodos zener.

20 Los métodos anteriores de fabricación de dispositivos semiconductores de unión de aluminio aleado usan dióxido de silicio para pasivizar la superficie de la lámina. Después de aplicar a la lámina el dióxido de silicio como enmascaramiento, normalmente se grababan ventanas en la capa de óxido para exponer las porciones de

25 la superficie de la lámina de silicio. Las láminas se limpiaban después y se colocaban en un aparato de evaporación al vacío, como una campana, bajo un filamento de tungsteno. El aluminio se devanaba entonces alrededor del filamento de tungsteno. La campana se vaciaba y el aluminio se fundía y luego se evaporizaba a causa del

30 filamento caldeado. La película fina de aluminio se depositaba entonces en la superficie de la lámina. Para la producción en masa sería entonces mas conveniente alear directamente el aluminio a través de la ventana de la lámina, formando un contacto óhmico con el silicio y una unión pn. Sin embargo, el aluminio tiene una ten-

35 dencia a penetrar en la superficie del óxido si se hace la aleación con un gran producto temperatura-tiempo lo que acortará la unión pn formada previamente. Esto ocurre porque el aluminio es un buen

32 agente reductor para el dióxido de silicio y tiende a reaccionar con el dióxido de silicio hasta que se forma un canal que conecta el

35 silicio del interior con la lámina de aluminio. Por lo tanto para evitar este efecto perjudicial, sería necesario quitar el aluminio de la superficie de dióxido de silicio antes de empezar a alear el

40 aluminio con el silicio. Sin embargo, después de que se ha quitado el aluminio de la superficie de óxido, el aluminio que sigue en la

45 ventana está en contacto con la capa de óxido y todavía ocurre el



3.

el mismo efecto perjudicial entre el aluminio y la capa de dióxido. Este método es por lo tanto caro y obviamente no satisfactorio.

El método siguiente descrito en la aplicación de patente americana Weinerth 10 N° 695.747, presentada el 4 de Enero de 1968 ha sido utilizado cuando se hacían diodos zener baratos de bajo voltaje para vencer algunas de los inconvenientes del método anterior. En el Weinerth 10, se evaporaba un punto de aluminio en el substrato de silicio a través de una ventana formada en la capa de dióxido de silicio en una forma que asegura que el aluminio no toca nunca la capa de dióxido de silicio. El punto de aluminio se alea entonces a través de la unión pn previamente formada con un gradiente de temperatura de una temperatura que aumenta en dirección hacia el centro de la lámina. El inconveniente de este método viene de la dificultad de colocar los puntos dentro de las ventanas al estar limitado el tamaño del dispositivo formado por el tamaño mínimo del punto de aluminio que puede depositarse sin tocar la capa de óxido mientras se utilizan técnicas convencionales de fabricación. Este método, por lo tanto, todavía es costoso y está restringido a la producción de diodos zener relativamente grandes.

Resumen del invento

Un objeto de este invento es proporcionar un método mejorado de fabricación de dispositivos semiconductores.

Otro objeto es proporcionar un proceso de fabricación menos costoso para diodos zener de bajo voltaje, particularmente para los de tipo planar pequeños.

De acuerdo con un aspecto del invento se proporciona un método de fabricación de dispositivos semiconductores que tienen uniones pn de aleación de aluminio que comprende las etapas de depositar una capa de nitruro de silicio en la superficie de un



4.

50 substrato, grabando una ventana en dicha capa que expone una porción de la superficie de dicho substrato, depositando una capa de aluminio sobre dicha capa de nitruro de silicio y dicha superficie expuesta, y aleando dicho aluminio a dicho substrato a través de dicha ventana para formar allí una unión pn.

Otro aspecto del invento proporciona un método para fabricar diodos zener que tengan uniones pn de aleación de aluminio en un substrato de conductividad tipo n que comprende las etapas de formar una región de conductividad tipo p dentro de una porción de una superficie de dicho substrato, depositando una capa de nitruro de silicio en dicho substrato, grabando una ventana en dicha capa exponiendo una porción de dicha área superficial dentro del area marginal de dicha región, depositando una capa de aluminio sobre dicha capa de nitruro de silicio y dicha área de superficie expuesta, y aleando dicho aluminio a través de dicha ventana y la región dentro de un gradiente de temperatura creciente hacia el centro de dicho substrato.

55

60

Breve descripción de los dibujos

65 El invento se comprenderá con mas claridad con relación a los dibujos que se acompañan en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo utilizando para explicar las técnicas anteriores.

70 Las figuras 2a a 2d muestran las etapas de la fabricación de un solo dispositivo de acuerdo con una realización del invento.

La figura 3 muestra la pluralidad de ventanas que se graban en el substrato durante la fabricación del dispositivo mostrado en la figura 2d, siendo las figuras 2a a 2d una sección de la figura 3 representada por la línea A-A'.

75 La figura 4 muestra una pluralidad de dispositivos fa-



bricados de acuerdo con las figuras 2a a 2d que se separarán en unidades individuales dividiendo el substrato a lo largo de las líneas $x-x'$ e $y-y'$.

La figura 5 muestra los dispositivos fabricados de acuerdo con las figuras 2a a 2d que forman un circuito integrado.

La figura 6 es un dispositivo fabricado para una segunda realización del invento.

Descripción de las realizaciones preferidas

Refiriéndonos ahora a la figura 1, un dispositivo de unión de aleación de aluminio ha sido representado en dicha figura según se fabricaba con los métodos de técnicas anteriores. Un substrato de silicio 1 tiene una capa de dióxido de silicio 2 formada en su superficie.

En la capa de óxido se graba una ventana utilizando agentes conocidos. Se deposita un punto de aluminio dentro de la ventana y se alea al substrato que forma una región de material de conductividad tipo p, una unión pn 4 y un contacto óhmico 5. Debe cuidarse que el punto de aluminio no se ponga en contacto con la capa de óxido ya que de otra forma durante la etapa de aleación subsiguiente, el aluminio atacaría y desintegraría el óxido. La tolerancia requerida entre el aluminio y las ventanas de óxido en los procedimientos prácticos de fabricación resulta de los diodos zener de área relativamente grande que se forman.

En las figuras 2a a 2d se han representado las etapas de fabricación de un dispositivo semiconductor que tiene una unión de aleación de aluminio formada en él. La figura 2a muestra un substrato de silicio 6 de conductividad tipo n con una capa de nitruro de silicio 7 de aproximadamente 2000 angstroms de espesor formada en él. La deposición de la capa de nitruro de silicio puede hacerse con las técnicas descritas en la Aplicación de patente de Estados



Unidos Nº 700.215 de H.F. Sterling - C.F. Drake 30-26X presentada el 24 de Enero de 1968 en la que la capa se depositaba mediante pirólisis en una atmósfera de silano (tetrahidruro de silicio) y amoniaco.



En este método la energía de activación es suministrada por una descarga eléctrica (gaseosa) establecida en la atmósfera que rodea el dispositivo (por ejemplo, mediante un campo eléctrico de alta frecuencia) a una temperatura de alrededor de 900°C. La 115 relación de amoniaco y silano introducido en la atmósfera varía de 10 a 30 a 1.

Entonces se graban las ventanas 8 en la capa de nitruro para exponer la superficie de silicio como se ha representado en la figura 3. Puesto que las figuras 2a a 2d son solamente una sec- 120 ción de la lámina tomada por la línea A-A' de la figura 3, estas figuras son solamente representación de la formación de un solo dispositivo y la figura 2b muestra por lo tanto solamente una ventana 8 formada en él.

La figura 2c muestra la capa de aluminio 9 evaporada en 125 toda la superficie de la lámina mediante técnicas descritas en la técnica anterior previamente expuesta.

En la etapa siguiente, si se hace la aleación a la temperatura eutéctica (576°C) del aluminio y el silicio, el aluminio y el silicio se disuelven en la superficie en que están en con- 130 tacto formando una lámina líquida, siendo la temperatura eutéctica la temperatura mínima a la que se funde cualquier combinación posible de aluminio y silicio. Sin embargo, en este proceso, la aleación se hace calentando la lámina a aproximadamente 1000°C durante alrededor de 2 minutos. Puesto que la aleación se realiza por encima de la temperatura eutéctica, entra en la lámina líquida una 135



mayor proporción de silicio. Entonces cuando se lleva por debajo de la temperatura eutéctica, el silicio adicional que entró en la lámina de líquido cuando se calentó la lámina por encima de la temperatura eutéctica es rechazado de la lámina líquida, formando por lo tanto una región recrecida 10 de silicio que contiene un pequeño porcentaje de aluminio. La figura 2d muestra la región recrecida 10 así formada que es de conductividad tipo p que tiene una unión pn 11 y un contacto óhmico de silicio 12.

La pastilla puede partirse entonces en dispositivos separados que forman diodos individuales de unión de aleación de aluminio dividiendo la pastilla a lo largo de las líneas x-x' e y-y' de la figura 4.

Alternativamente la pastilla puede constituir un circuito integrado que tenga un número de diodos de unión de aleación de aluminio formados en ella de esta forma como se ha representado en la figura 5. Esto puede conseguirse quitando el aluminio de las porciones de la capa de nitruro de silicio para exponer la capa de nitruro 7 utilizando un elemento que ataque al aluminio en la etapa subsiguiente a la aleación de aluminio, formando por lo tanto terminales para los diodos y el esquema deseado de interconexión 12 del circuito integrado.

La figura 6 muestra un dispositivo que tiene las mismas características de funcionamiento que el diodo zener de bajo voltaje descrito en la aplicación americana de patente nº 695.747 Weinerth 10 presentada el 4 de Enero de 1968. Utilizando los conceptos de este invento para fabricar el dispositivo representado en la figura 6 se obtiene un proceso que tiene rendimiento de fabricación mejorado y una reducción general del coste de la producción. Esto se consigue partiendo en primer lugar del substrato 14 típicamente de silicio de conductividad tipo n aunque pueden utilizarse en su



lugar otros materiales. Una región tipo p,15 que tenga una unión pn 16 formada dentro del cuerpo de silicio se forma con técnicas planares conocidas. Una de estas técnicas consistiría en depositar una capa de dióxido de silicio 17 en la superficie de la pastilla, seguido por la grabación de una ventana apropiada en la capa de óxido, difundiendo luego material tipo p a través de la ventana al substrato formando así la región 15.

Ahora, en vez de poner un punto de aluminio dentro de la capa de óxido de forma que no toque el óxido, seguimos las enseñanzas de este invento y cubrimos toda la superficie de la pastilla con una capa de nitruro de silicio 18. A continuación se graba una ventana en la capa de nitruro de silicio que definirá el área de unión de aleación deseada. Esto es seguido por el depósito de una capa de aluminio en toda la superficie de la pastilla. La pastilla se calienta entonces para alear el aluminio a través de la ventana y la región 15 previamente formada dentro de un gradiente de temperatura de temperatura creciente en dirección hacia el interior de la pastilla hasta que se llega a la profundidad deseada formando en ella una región auxiliar 20 que tiene una unión pn adicional 21. Puesto que la avalancha de voltaje tendrá lugar en la unión 21 antes de que ocurra en la unión 16 el voltaje de avalancha zener del dispositivo está controlado por la unión aleada 21 así formada.

Naturalmente pueden hacerse un gran número de estos dispositivos simultáneamente en una sola pastilla grande formando una pluralidad de ventanas en las capas de óxido y nitruro. Después de que se ha completado la etapa de aleación, puede separarse el dispositivo en unidades individuales como se ha descrito con relación a la figura 4.

Las técnicas para fabricación de los dispositivos repre-



200 sentados en las figuras 2 a 6 tienen la ventaja de que pueden hacerse más rápida y eficientemente grandes cantidades de dispositivos de unión de aleación de aluminio que con los métodos anteriores porque ahora puede depositarse el aluminio sobre toda la superficie de la pastilla y no es necesario quitarlo antes ni después de la etapa de aleación. Estos dispositivos también han reducido apreciablemente el tamaño físico puesto que la dimensión mínima de la aleación de aluminio está ahora limitada por el tamaño de la ventana mínima que puede grabarse en la capa de nitruro de silicio.

205 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Estados Unidos el 12 de Agosto de 1968 señalada con el número 752.062 y se acoge por lo tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

- - - - - N O T A - - - - -

210 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

1.- Un método para fabricar un dispositivo de unión de aleación de aluminio que utiliza nitruro de silicio como enmascaramiento cuya fabricación comprende las etapas de:

215 . Depositar una capa de nitruro de silicio en una superficie de un sustrato;

Formar una ventana en dicha capa exponiendo una porción del área superficial de dicho sustrato;

220 Depositar una capa de aluminio sobre dicha capa de nitruro de silicio y dicha área superficial expuesta; y

Alear dicho aluminio en dicho sustrato a través de dicha ventana.

2.- Un método para fabricar un dispositivo como el del punto 1 que comprende las etapas de:

225 Formar una región de conductividad tipo p dentro de una



10.

porción de una superficie de dicho substrato;

Depositar una capa de nitruro de silicio en la superficie de dicho diodo;

230 Grabar una ventana en dicha capa exponiendo una porción de dicha área superficial dentro del área marginal de dicha región;

Depositar una capa de aluminio sobre dicha capa de nitruro de aluminio y dicha área superficial expuesta; y

235 Alejar dicho aluminio a través de dicha ventana y dicha región con un gradiente de temperatura de temperatura creciente en dirección al interior de dicho substrato.

240 3.- Un método para fabricar un dispositivo como el del punto 1 en el que dicho dispositivo es un circuito integrado que tiene una pluralidad de diodos zener de aleación de aluminio formados en él, por grabación de una pluralidad de ventanas en dicha capa de nitruro de silicio antes de depositar dicha capa de aluminio sobre dicha capa de nitruro de aluminio y dichas ventanas.

4.- Un método para fabricar un dispositivo como el del punto 3 que además comprende las etapas de:

245 Quitar el aluminio de las porciones de dicha capa de nitruro de silicio después de la etapa de aleación para formar terminales para dichos diodos y esquemas de interconexión para dicho dispositivo.

250 5.- Un método de fabricación de un dispositivo como el del punto 4 en el que se utiliza un elemento que ataque al aluminio para quitar dicho aluminio.

6.- Un método como el del punto 1 en el que se deposita una capa de dicho nitruro de silicio que tiene un espesor de aproximadamente 2000 anstroms por descarga eléctrica en una atmósfera de silano y amoniaco a una temperatura de alrededor de 900°C.

255 7.- Un método como el del punto 1 en el que dicha alea-



ción se hace a una temperatura de alrededor de 1.000°C. durante aproximadamente 2 minutos.

260 8.- Un método como el del punto 1 en el que se forma una pluralidad de dichos dispositivos en dicho sustrato grabando una pluralidad de ventanas en dicha capa de nitruro de silicio antes de que se deposite dicha capa de aluminio y se subdivide dicho sustrato en dispositivos individuales después de la etapa de aleación.

265 9.- Un método de fabricación como el del punto 8 en el que dicho dispositivo es un diodo zener de unión de aleación de aluminio.

270 10.- Un método de fabricación de dispositivos de unión de aleación de aluminio que utiliza nitruro de silicio como enmascaramiento.

Tal y como se describe en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de once hojas escritas por una sola cara.

Madrid,




EUGENIO C. CORDERO
Secretario General

EUGENIO MARINOSO
Secretario General

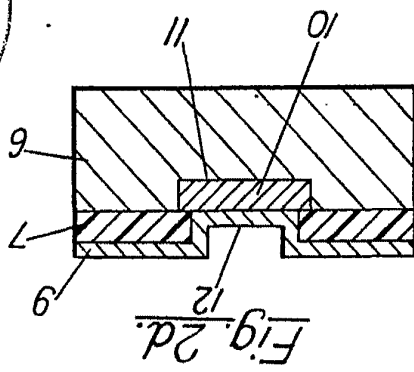


Fig. 2d.

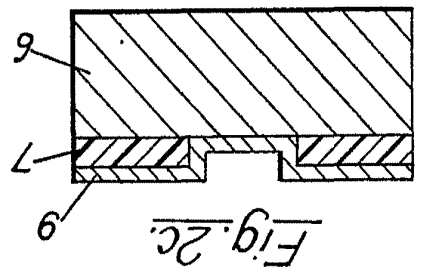


Fig. 2c.

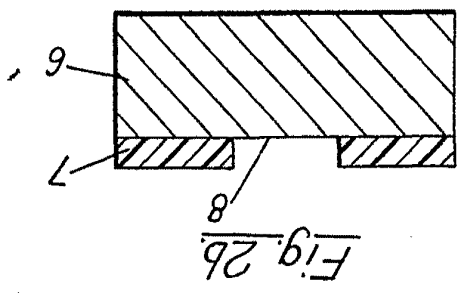


Fig. 2b.

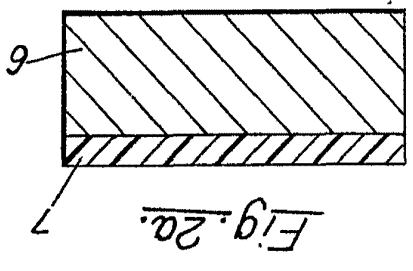


Fig. 2a.

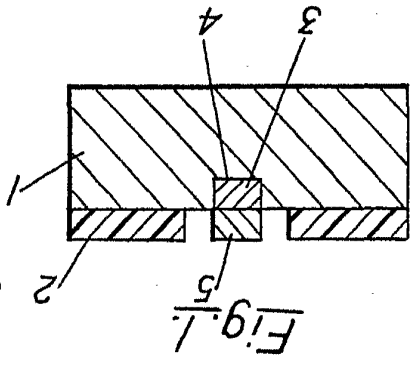


Fig. 1.

37-2387





570387

Fig. 3.

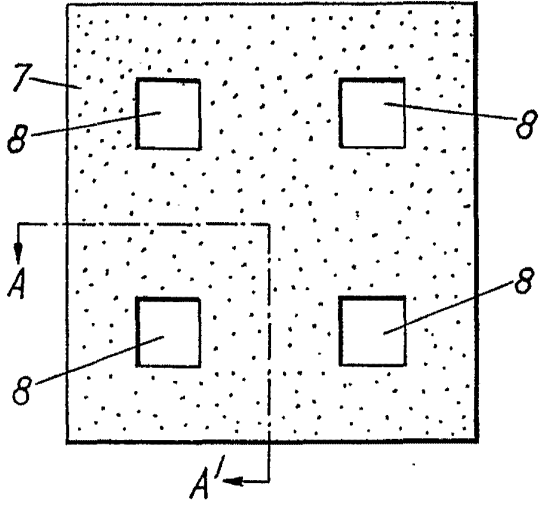


Fig. 4.

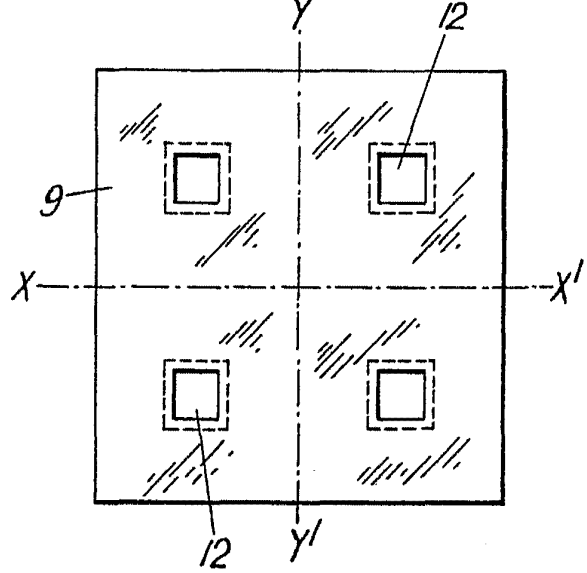


Fig. 5.

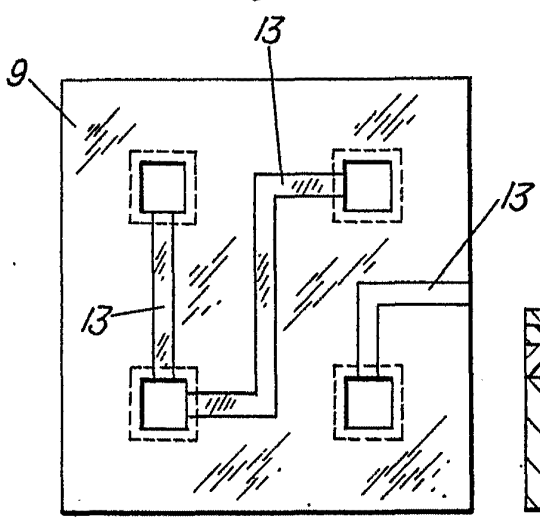
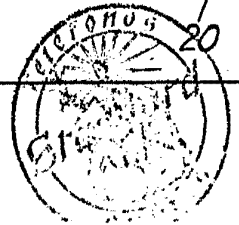
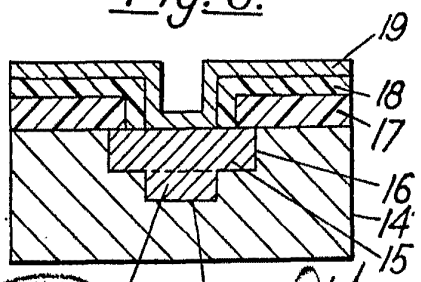


Fig. 6.



Shaw
 EUGENIO STAMMOSCO
 Ingegnere