

384149

384149

30



SECCION TECNICA
CLASE <u>H01</u> P.C.
CLASE <u>H01</u>
SUBCLASE <u>L</u>

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE

PATENTE DE INVENCION

EN

ESPAÑA

por veinte años

a favor de TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.

con domicilio en 72 Horikawa-cho, Kawasaki-shi, JAPON

de nacionalidad Japonesa

por "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR QUE TIENE UNA PELICULA PROTECTORA QUE CUBRE UN EXTREMO OPUESTO DE UNA UNION POSITIVA-NEGATIVA".

de la que es inventor, Sres. Masakatsu NAKAMURA, Toshio YONEZAWA, Taketoshi KATO, Masaharu WATANABE y Minoru AKATSUKA.

Reivindicándose prioridad de las Patentes Japonesas de 27 de Marzo de 1.970 N° 25373/70 y de 24 de Junio de 1.970 N° 54335/70.

384149

30



La presente invención se refiere a un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo expuesto de una unión positiva-negativa.

5 En dispositivos semiconductores, tales como diodos, transistores o circuitos integrados, se hace uso por lo general, de una película aislante, por ejemplo, una película de dióxido de silicio, formada sobre la superficie de un substrato semiconductor, especialmente en un extremo expuesto de una unión positiva-negativa, para evitar que el dispositivo se contamine con la humedad o impurezas perjudiciales de modo que el mencionado dispositivo se mantenga dentro de las características prescritas.

15 Esta película de dióxido de silicio puede formarse sobre el substrato calentando el substrato de silicio en una atmósfera de oxidación para oxidar la superficie del mismo, o depositando dióxidos de silicio sobre el substrato mediante la utilización de medios de la reacción de $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$. Estas dos técnicas no podrían sustraerse a la generación de un alto esfuerzo o resistencia a la compresión; por ejemplo, 3×10^9 dina/cm² en la película de dióxido de silicio debido a la gran diferencia de las coeficiencias de dilatación por el calor entre la capa ó película de dióxido de silicio y el substrato. Por consiguiente, cuando se forma la película de dióxido de silicio de 5 micrones de espesor sobre el substrato de silicio, se produce un gran número de fisuras en la película de dióxido de silicio debido a la generación

20

25

30

384149



en ella de altas tensiones, de modo que la película no ejerce ninguna función protectora. Con el dispositivo semiconductor de cables múltiples, como sucede en un circuito integrado, se corre el riesgo de
5 del cortocircuito entre una pluralidad de hilos de entrada, Por este motivo, la película de dióxido de silicio solamente puede formarse sobre el substrato sin fisuras con un espesor de aproximadamente 3 micrones como máximo.

10 Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo semiconductor que tenga una película aislante⁴ sin fisuras que cubre el extremo expuesto de una unión positiva-negativa formada en un substrato semiconductor, comprendiendo la película arsénico y
15 fósforo, de modo que puede formarse con el espesor apropiado para proteger el extremo expuesto de la unión positiva-negativa de la contaminación.

La presente invención puede comprenderse más plenamente por la descripción detallada que sigue a continuación, tomada conjuntamente con referencia a los
20 dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 es un gráfico que muestra la gama de concentración de arsénico y fósforo con la que se obtienen resultados preferibles;

25 La fig. 2 es una vista en sección transversal de un díodo planar de acuerdo con una realización de la invención;

La fig. 3 es una vista en sección transversal de un circuito integrado, de acuerdo con otra ejecución
30 de la invención; y

384149



Las figs. 4A a 4D son secciones transversales que representan un diódo mesa en una etapa diferente de fabricación.

5 Los inventores aclaran los asuntos siguientes por medio de diversos experimentos.

Cuando se deposita una película de dióxido de silicio que comprende arsénico y fósforo sobre un substrato de silicio, el coeficiente de dilatación por el calor de la película se aproxima al del substrato, de modo que no se produce ninguna fisura en la película. El grado a que el coeficiente de dilatación por el calor de la película se infiere cerca del substrato, depende de la relación de mezcla y de la concentración de arsénico y fósforo en la película. En la fig. 1, la parte encuadrada por líneas de trazos cortos, particularmente la parte sombreada, permite que se forme una película de dióxido de silicio a un espesor predeterminado, sin producir fisuras perjudiciales; esto es, la primera parte realiza una película de un espesor de más de 20 micrones que presentan una tensión o esfuerzo de menos de 3×10^8 dinas/cm², y la parte última permite la formación de un espesor de más de 50 micrones con una tensión de menos de 1×10^8 dinas/cm². Detalladamente, la primera parte está definida por arsénico que tiene una concentración de impurezas de 2×10^{19} a 4×10^{21} átomos/cm³ y por fósforo de 1×10^{20} a 4×10^{21} átomos/cm³, y la parte última se encuentra dentro de la primera, como se representa en la fig.1 y en la última, las concentraciones atómicas de arsénico y fósforo presentan la relación de 1 : 1 a 1 : 10.

384149

30 S



En el cuadro 1 se muestra la relación que hay entre la concentración de fósforo (N^P) y de arsénico (N^{As}), la tensión generada en una película de dióxido de silicio y el espesor máximo de una película capaz de formarse.

En el cuadro que sigue, las muestras 1 a 10, respectivamente, corresponden a los puntos de la fig. 1, estando de acuerdo el número de puntos con el número de la muestra, mientras que las muestras 11 y 12 se refieren al arte anterior. La película de dióxido de silicio probada, dopada con arsénico y fósforo o la película de dióxido dopada (P + As) se formó de tal manera que el substrato de silicio se calentó en la atmósfera de $SiH_4 + PH_3 + AsH_3 + O_2$, para depositar una película de dióxido de silicio sobre él y después se sometió a tratamiento térmico a una temperatura de 1000° C. durante diez minutos, para hacer densa la película.

CUADRO 1

	Muestra de N^P	(átomo/cm ³)	N^{As} (átomo/cm ³)	Tensión (dina/cm ²)	Espesor máximo (μ)
	1	1×10^{20}	4×10^{21}	2.8×10^8	20
	2	1×10^{20}	3×10^{21}	3×10^8	30
	3	2×10^{20}	2×10^{20}	3×10^8	20
25	4	3×10^{20}	3×10^{20}	0.8×10^8	50
	5	4×10^{20}	8×10^{19}	0.8×10^8	50
	6	2×10^{21}	1×10^{21}	0.7×10^8	60
	7	3×10^{21}	2×10^{21}	0.7×10^8	55
	8	3×10^{21}	2×10^{20}	2.8×10^8	35
30	9	3×10^{21}	3×10^{19}	3×10^8	20

384149



10	5×10^{20}	3×10^{19}	3×10^8	25
11	0	0	2.39×10^9	3
12	1×10^{21}	0	9.27×10^8	10

5 Como habrá podido colegirse del cuadro 1, cada muestra permite que un dispositivo tenga una película de dióxido de silicio de más de 20 micrones de espesor sin producir una tensión de más de 3×10^8 dinas/cm² y, particularmente, las muestras 4 a 7, dentro de la parte sombreada, permiten mejores resultados. Por ejemplo, una primera película que se une directamente al substrato puede estar formada por nitruro de silicio, previéndose una segunda película sobre la primera, de óxido dopado (P + As), o la primera película puede estar formada por dióxido de silicio puro, la segunda película por óxido dopado (P + As) y, finalmente, montarse una tercera película adicional sobre la segunda película de nitruro de silicio.

20 Los efectos descritos anteriormente también pueden obtenerse mediante la utilización de otros substratos semiconductores apropiados hechos de arsenido de germanio o de galio y de otras películas protectoras tales como de nitruro de silicio.

25 Ahora, se describirá un dispositivo semiconductor de acuerdo con una ejecución de la invención con referencia a la fig. 2.

30 El diodo planar negativo⁺ negativo-positivo⁺ comprende un substrato de silicio del tipo negativo 10, en cuyo lado principal se ha previsto una zona 11 tipo negativa⁺ difundiendo impurezas del tipo negativo como,

384149

30



por ejemplo, el fósforo. En el otro lado principal del substrato se ha formado una zona de "isla" tipo positiva⁺, por medio de difusión selectiva, de modo que se define una unión positiva-negativa entre ellos

5 13, con su extremidad expuesta sobre la cara del substrato. Como en el lado principal último, la cara (111) puede utilizarse. Se deposita una película fina de dióxido de silicio 14 sobre el lado principal último del substrato y sobre la extremidad expuesta de la

10 unión positiva-negativa. La película de dióxido de silicio 14 se cubre con otra película de dióxido de silicio 15 que contiene arsénico de 1×10^{21} átomos/cm³ o fósforo de 2×10^{21} átomos/cm³. La segunda película protectora aislante 15 puede formarse de tal modo que

15 tenga un espesor de 3 a 15 micrones. El conjunto resultante puede caldearse a una temperatura de 1000° C durante unos diez minutos aproximadamente para permitir la densificación de las películas aislantes. En las zonas tipo negativo y tipo positivo 11 y 12, hay

20 montados, respectivamente, electrodos de ánodos y cátodos 16A y 16B. En el electrodo anódico 16A hay una placa de tungsteno 17, por ejemplo de una envuelta (que no se muestra), mientras que al electrodo catódico 16B se conecta un hilo de entrada 18. El substrato y las películas protectoras se cubren, final-

25 mente, con resina epoxídica 19 al menos excepto para el cable de entrada.

La figura 3 muestra un circuito integrado como otra ejecución. El circuito comprende un substrato de

30 silicio 21, tres elementos activos semi-conductores 20,

384149

30 SEP



teniendo cada uno por lo menos una unión positiva-
negativa. La extremidad de la unión positiva-nega-
tiva está expuesta en el lado principal del substra-
to 21. En el lado principal hay formada una pelícu-
5 la de dióxido de silicio puro 22 de 2 micrones de es-
pesor, excepto en una parte del elemento donde el elec-
trodo tiene que unirse. Otra película de dióxido de
silicio 23 se deposita sobre la película aislante 22,
que comprende arsénico y fósforo, teniendo cada uno
10 una concentración de impurezas de 3×10^{20} átomos/cm³.
Los electrodos metálicos 24 se conectan, respectiva-
mente, a los elementos activos 20 en posiciones apro-
piadas.

Haciendo referencia a las figuras 4A a 4D, se
15 describe a continuación un procedimiento para fabri-
car un díodo masa. Desde los lados opuestos de una
oblea de silicio tipo positivo 40 de 300 micrones de
espesor, se difunden fósforo y boro de modo que una
zona tipo negativa⁺ 41 de 30 micrones de profundidad
20 y una zona de tipo positivo⁺ 42 de 50 micrones de pro-
fundidad se forman en ambas caras, respectivamente.
En una cara principal de la oblea hay formadas ranu-
ras 43, mediante gravado al ácido de forma selectiva,
de tal manera que su profundidad es más intensa que
25 la de dicha zona del tipo negativo⁺ 41 (fig. 4A). So-
bre esa cara de la oblea y las paredes de las ranuras,
se deposita una primera película aislante 44 de dió-
xido de silicio y, después, sobre toda la cara o su-
perficie de la primera película se forma una segunda
30 película aislante 45 de óxido dopado (P + As), inclu-

384149

30



yendo fósforo de 2×10^{21} átomos/cm³ y arsénico de 5×10^{20} átomos/cm³ (fig. 4B). La segunda película protectora 45 puede formarse de tal suerte que la oblea se calienta a una temperatura de 500°C en la atmósfera de 12 l/hora SiH₄, 190 l/hora PH₃, 47 l/hora ASH₃ y 100 l/hora O₂. El substrato 40 unido a las películas aislantes se calienta entonces a una temperatura de 1000° C durante diez minutos en una atmósfera de nitrógeno para hacer que las películas se pongan lo suficientemente densas. La doble película de dióxido de silicio se retira de la superficie de la oblea excepto en la pared interior de las ranuras 43 (fig. 4C). La cara de la oblea está ascrita a lo largo de la línea central de las ranuras de la misma y, con ello, la oblea se divide en elementos de díodos mesa (fig. 4D).

En el cuadro 2 se muestran los resultados de las pruebas de tiempo de duración sobre los díodos antes mencionados con diversos espesores de películas de óxido dopado (P + As), en comparación con los de los díodos del arte anterior.

CUADRO 2

Muestra	Espesor de película		Rendimiento inicial (%)	Rendimiento des- pués de la 1ª prueba.	Rendimiento después de la prueba de jui- cio.
	I	II			
1	-	-	87	86	83
2	2	-	89	26	0
3	0.2	2	91	37	12
4	0.2	3	88	86	81
5	0.2	5	93	93	92

384149



	6	0.2	10	91	91	91
	7	0.2	15	89	89	89
	8	0.2	20	95	94	93
	9	0.2	50	98	98	98
5	10	0.2	2	99	99	99m

En el cuadro 2, el espesor de la película denota el espesor de la película de dióxido de silicio en el que I es una película de dióxido de silicio puro y II es una película de dióxido de silicio dopada (P + As); "rendimiento inicial" indica el rendimiento antes de la prueba del tiempo de duración; y "1ª prueba" y "2ª prueba", respectivamente, representan la prueba de tiempo de duración durante 100 horas y 1000 horas. La prueba del tiempo de duración se efectúa aplicando corriente continua de 300 voltios al diodo y midiendo la corriente invertida a su través, y el rendimiento se determina sobre el nivel de 1 mA.

Las muestras 1 a 3 están de acuerdo con los dispositivos del arte anterior en el que solamente la muestra 1 es un diodo del tipo mesa provisto de una envuelta metálica y en la película mostrada mediante II de la muestra 3, es solamente fósforo dopado. La muestra 10 es el caso en el que se hace uso de una envuelta de metal.

Como puede verse claramente del cuadro 2, los diodos de la presente invención (muestras 4 a 10) se fabrican dentro de una producción inicial elevada y, también después de la primera y segunda pruebas de tiempo de duración, con características muy ligeramente reducidas.

leg.

384149 30 SEP 1970



N O T A

Se reivindican como propios y nuevos para que sean objeto de una Patente de Invención en España, por veinte años, reivindicándose la prioridad de las Patentes depositadas en el Japón el 27 de Marzo de 1.970, bajo el N° 25373/70, y el 24 de Junio de 1.970 bajo el N° 54335/70, los puntos siguientes:

1.- Un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo opuesto de una unión positiva-negativa, que comprende un substrato semiconductor que tiene una cara principal, por lo menos una unión positiva-negativa provista en el substrato, con su extremidad expuesta en la cara principal, y una película protectora formada sobre la cara principal del substrato en, por lo menos, la extremidad expuesta de la unión positiva-negativa, conteniendo la película arsénico y fósforo.

2.- Un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo opuesto de una unión positiva-negativa, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la película comprende una primera y segunda películas, estando la primera película directamente unida a la cara principal del substrato y estando la segunda película montada sobre la primera película, que contiene dichos arsénico y fósforo.

3.- Un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo opuesto de una unión positiva-negativa, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la primera y segunda películas

Propi

384149



son películas de dióxido de silicio y el sustrato es de silicio.

4.- Un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo opuesto de una unión positiva-negativa, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos arsénico y fósforo tienen una concentración de impurezas de 2×10^{19} a 4×10^{21} átomos/cm³ y 1×10^{20} a 4×10^{21} átomos/cm³.

5.- Un dispositivo semiconductor que tiene una película protectora que cubre un extremo opuesto de una unión positiva-negativa, de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el arsénico y el fósforo se mezclan en una relación de concentraciones atómicas de 1 : 1 a 1 : 10.

6.- UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR QUE TIENE UNA PELICULA PROTECTORA QUE CUBRE UN EXTREMO OPUESTO DE UNA UNION POSITIVA-NEGATIVA.

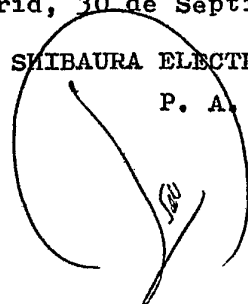
Todo conforme se describe en la Memoria que antecede, se ilustra como ejemplo de ejecución en los planos unidos a ella y se reivindica en su NOTA.

Esta Memoria consta de doce hojas foliadas y escritas a máquina por una sólo cara y planos que la acompañan.

Madrid, 30 de Septiembre de 1.970

TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.

P. A.



384149

TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.

HOJA 1./ de 2

384149

FIG. 1

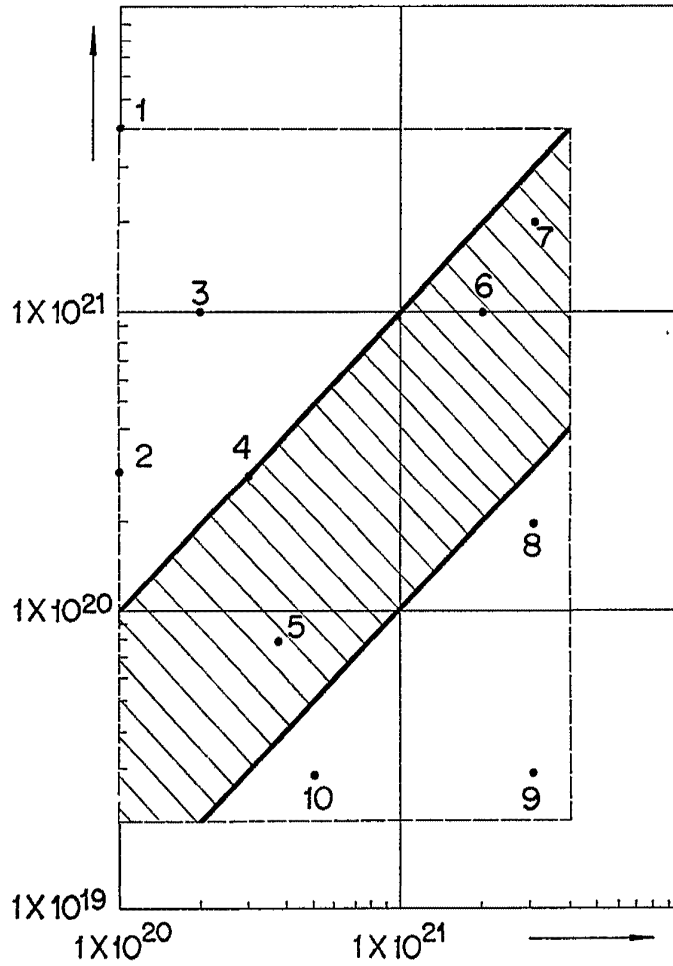
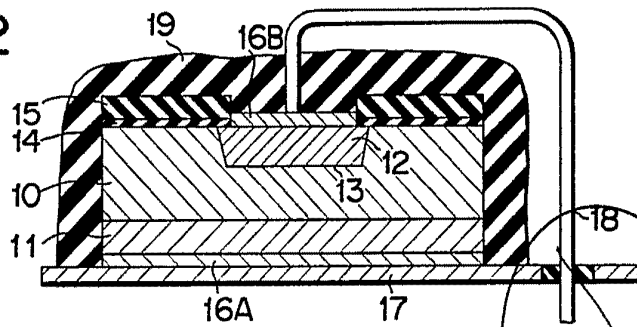


FIG. 2



ESCALA VARIABLE
Madrid 31 OCT. 1970
P. A.

FIG. 3

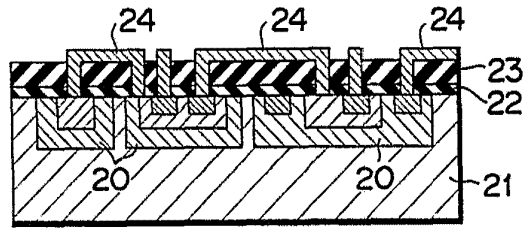


FIG. 4A

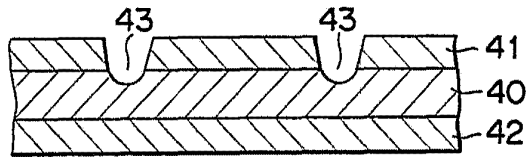


FIG. 4B

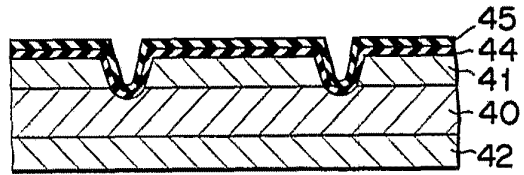


FIG. 4C

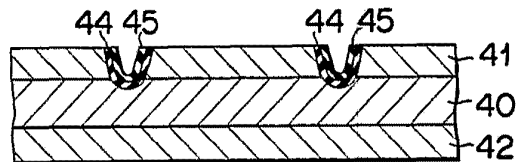
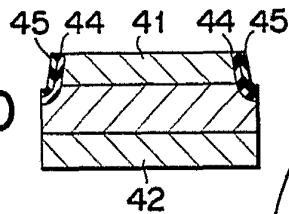


FIG. 4D



ESCALA VARIABLE
Madrid 31 OCT. 1970
P.A.