

505019

P-33.797

RCA 55179



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN DISPOSITIVO SEMI-
CONDUCTOR"

El presente invento se refiere a métodos mejorados para fabricar dispositivos semi-conductores perfeccionados.

5 El proceso ordinario de fabricación en la
construcción de transistores en los que la zona de la base
tiene una parte de baja conductividad inmediatamente adyacente a la zona emisora, y una parte de alta conductividad inmediatamente adyacente al electrodo de la base, incluye:
10 (1) el cubrir una cara de la oblea, y el esparcir un modificador de primera conductividad por la parte expuesta de la



superficie de la oblea, con objeto de formar la parte de alta conductividad de la zona de la base; (2) el cubrir dicha cara de la oblea por segunda vez, y el esparcir un modificador de conductividad por la parte expuesta de la superficie de la oblea, para formar la parte de baja conductividad de la zona de la base; (3) el cubrir la cara de la oblea por tercera vez y el esparcir un modificador de conductividad por la parte expuesta de la superficie de la oblea, con el objeto de formar una región emisora dentro de la mencionada parte de baja conductividad de la zona de la base; y (4) el cubrir la cara de la oblea por cuarta vez, depositando contactos metálicos sobre las partes no cubiertas de la región emisora y la parte de alta conductividad de la zona de la base.

Si bien es cierto que bajo el método descrito se han fabricado transistores satisfactorios, también lo es el hecho de que interesa perfeccionar el procedimiento. Debido al número de operaciones de recubrimiento que el antiguo procedimiento requiere, el proceso resulta relativamente largo y costoso. Si dicho número de operaciones de recubrimiento pudiera reducirse, se lograría disminuir el tiempo de fabricación y el coste por unidad.

En conjunto este invento incluya la fabricación de un dispositivo semi-conductor que comprende una zona recogedora, una zona de base esparcida por dicha zona recogedora y formando con ella una primera unión PN, y una región emisora esparcida por dicha zona de la base y formando con ella una segunda unión PN; un modificador de conductividad se esparce por la mencionada zona recogedora a través de la primera abertura de una mascara, con objeto de formar una parte peri-



férica anular únicamente de dicha zona de base; las operaciones se caracterizan por: (a) la difusión de un modificador de conductividad a través de una segunda abertura de una máscara por la referida zona recogedora, dentro de la mencionada parte periférica anular de la zona de la base, con el objeto de formar la restante parte central de dicha zona de base; y (b) la difusión de un modificador de conductividad a través de dicha segunda abertura de una máscara por la referida parte central de la región de la base, para formar la región emisora en cuestión.

Las Figuras la-lh son vistas en sección transversal de parte de una oblea semi-conductora, mostrando etapas sucesivas durante la fabricación de un dispositivo semi-conductor según una forma de poner en práctica el procedimiento perfeccionado.

Las Figuras 2 y 3 son vistas de planta (proyección horizontal) de la oblea semi-conductora, que corresponde a las Figuras lc y lh, respectivamente.

Ejemplo I

De acuerdo con este sistema, una capa epitaxial 12 (Figura la) de silicio monocristalino del tipo N se forma sobre una cara principal de una oblea semi-conductora (11). La resistencia de la capa epitaxial (12) es mayor que la del conjunto de la oblea semi-conductora (11). De ahora en adelante utilizaremos los términos N^+ y P^+ para indicar materiales semi-conductores de alta conductividad o intensamente tratados, con conductividad de los tipos N y P, respectivamente. La capa epitaxial (12) de silicio monocristalino tiene un grueso de alrededor de 10 milésimas de milímetro, y una resistencia de



aproximadamente 2 a 3 ohmios-cm. La oblea (11) tiene un grosor de unas 152 a 203 milésimas de milímetro, y una resistencia de alrededor de 0,1 cm. El grueso completo de la capa epitaxial (12) está representado en las Figuras la-lh, pero sólo se muestra una parte del grueso de la oblea del substrato (11).

La superficie de la capa epitaxial (12) se recubre adecuadamente. La capa cubridora 13 (Figura lb) puede consistir, por ejemplo en óxido de silicio u otro producto similar. Cuando la capa epitaxial (12) consiste en silicio, como en este ejemplo, una capa de óxido de silicio (13) puede formarse sobre la capa epitaxial (12) calentando la oblea en vapor a unos 1175°C. durante 30 minutos, aproximadamente.

Las técnicas foto-litográficas corrientes se utilizan para recubrir partes previamente determinadas de la capa de óxido de silicio (13), así como para quitar las partes no recubiertas de la capa de óxido de silicio, por medio de un adecuado reactivo para ataque, tal como una solución acuosa de ácido hidrofúrico. Una abertura anular (14) (Figura lc) se forma de tal modo en la capa de óxido de silicio (13). La abertura (14) rodea una zona (15) de la capa epitaxial (12). El tamaño exacto y la forma de la zona (15) no son críticos; la zona puede ser rectangular, tal como se ve en la vista de planta de la Figura 2. La abertura (14) deja expuesta una primera parte previamente seleccionada de la capa epitaxial (12).

Un modificador de conductividad capaz de inducir una conductividad de tipo opuesto a la de la



oblea (11) y capa epitaxial (12) se esparce por la parte
expuesta de la capa epitaxial (12). Puesto que en este
ejemplo la capa epitaxial (12) consiste en silicio de
tipo N, un modificador de conductividad apropiado es un
5 aceptor tal como el boro, aluminio, galio o indio. En el
presente ejemplo, la oblea de silicio (11) se calienta
en vapores de óxido bórico a 1200°C., aproximadamente,
durante unos 8 a 10 minutos, con objeto de convertir las
partes expuestas de la capa epitaxial (12) bajo la aber-
10 tura (14) a conductividad de tipo P, y, preferiblemente,
de alta conductividad o de carácter P⁺. La medida exac-
ta y la forma de la abertura (14) no son críticas, y,
consecuentemente, tampoco lo son las de la región di-
fundida P⁺ formada en la capa epitaxial (12). En el
15 presente ejemplo, la abertura (14) tiene una anchura
de 0,15 milésimas de pulgada, aproximadamente. En la
capa epitaxial (12), inmediatamente debajo de la aber-
tura (14), se forma una zona P⁺ (16) por la que está
extendido el boro (Figura 1c). El tiempo y la tempera-
20 tura de la operación de difusión se ajustan de manera
que la profundidad nominal de la zona difundida (17) sea
de unas 1,8 milésimas de milímetro, y la resistencia la-
minar sobre la superficie de la zona difundida (16) sea
de alrededor de 6 ohmios por cuadrado. En los límites
25 entre la zona P⁺ por la que está extendido el boro (16)
y la capa epitaxial de tipo N (12) se forma una unión
PN (18). Debido al hecho de que existe una cierta can-
tidad de difusión lateral del boro, la zona difundida
(16) es un poco más ancha que la abertura (14), de for-
30 ma que la unión PN (18) intercepta la superficie de la



capa epitaxial (12) bajo la capa recubridora de óxido de silicio (13).

5 La oblea (11) se calienta entonces nuevamente en vapor durante 45 minutos, aproximadamente, a unos 1000°C. De este modo se forma una capa recubridora de óxido de silicio (20) (Figura 1d) sobre aquellas partes de la capa epitaxial (12), que habían quedado previamente expuestas por medio de la abertura (14). Utilizando las técnicas foto-litográficas anteriormente
10 descritas, se forma una segunda abertura 22 (Figura 1e) en la capa de óxido de silicio (13). La abertura (22) se alinea con el objeto de que coincida con la zona (15) que se hallaba rodeada por la abertura anular (14). De esta forma, la abertura (22) expone una segunda parte
15 de la capa epitaxial (12) que está rodeada por la zona previamente difundida (16). La oblea de silicio (11) se calienta entonces otra vez en vapores de óxido bórico para convertir la parte superficial de la capa epitaxial (12) expuesta por medio de la abertura (22) a conductividad de tipo P. El tiempo y la temperatura de
20 dicha operación de difusión se ajustan de manera que la profundidad nominal de la zona difundida del tipo P (23) que así se forma en la capa epitaxial (12) inmediatamente debajo de la abertura (22) sea de alrededor de 1 milésima de milímetro y la resistencia laminar sobre la
25 superficie de la zona difundida (23) sea de unos 40 a 100 ohmios por cuadrado. En el límite entre la zona de tipo P por la que está extendido el boro (23) y la capa epitaxial de tipo N (12) se forma una unión PN (24).
30 La zona de tipo P por la que está extendido el boro (23)



se junta así con la zona de tipo P⁺ que contiene boro esparcido (16). La superficie de la capa epitaxial (12) se limpia entonces con un adecuado reactivo para ataque.

5 Sin cambiar la configuración de la capa recubridora (13), se trata a continuación la oblea semi-conductora (11) con los vapores de un modificador de tipo de conductividad capaz de inducir conductividad de tipo dado en la oblea (11) y la capa epitaxial (12). En el presente ejemplo el modificador de conductividad es un dador como
10 por ejemplo el fósforo, el arsénico o el antimonio. La oblea semi-conductora (11) se calienta en los vapores de pentóxido de fósforo (P₂O₅) a unos 1025°C. durante 10 minutos, aproximadamente. Se forma de este modo una zona emisora N⁺ (25) a una profundidad nominal de 0,8
15 milésimas de milímetro más o menos. La resistencia laminar en la superficie de la zona (25) es de 2 ohmios por cuadrado, aproximadamente. En el límite (26) entre la zona emisora N⁺ (25) y la zona de la base de tipo P (23) se forma una barrera rectificadora que se convierte
20 en la unión base-emisora del dispositivo. Como existe una pequeña cantidad de difusión lateral del fósforo, la unión PN (26) intercepta la superficie de la capa epitaxial (12) por debajo de la capa cubridora de óxido de silicio (13).

25 Mediante la utilización de técnicas fotolitográficas corrientes se forma una tercera abertura (27) (Figura 1g) en la capa recubridora (20). De ese modo



la abertura (27) expone una tercera parte de la capa epitaxial (12) dentro de la zona P^+ por la que está extendido el boro (16).

5 Por medio de cualquier procedimiento apropiado, como es, por ejemplo, la electro-galvanización, la evaporización, la galvanización sin electricidad, u otro método parecido, se deposita una capa de un metal conductor como el aluminio, oro u otro semejante sobre las partes no recubiertas de la capa epitaxial (12). En el presente ejemplo, el metal utilizado es el aluminio, y se
10 deposita por evaporización sobre las partes expuestas de la capa epitaxial (12) y sobre las capas cubridoras (13) y (20). Las partes de la capa de metal depositadas de dicho modo que no se deseen, se quitan mediante los procedimientos técnicos corrientes de encubrimiento y de
15 grabado, dejando una capa de aluminio en contacto con dos zonas separadas de la superficie de la capa epitaxial (12), con objeto de formar dos contactos metálicos o electrodos separados (28) y (29) (Figura 1h) sobre
20 la capa epitaxial (12).

Uno de los contactos que de tal modo se forman es el contacto de la base, que incluye una tira o "dedo" (28) que está en contacto con la zona P^+ de la base (16). El "dedo" de contacto de la base (28) termina ventajosamente en una región aumentada (41) (Figura 3) sobre la capa de óxido de silicio (13). Dicha zona metalizada aumentada (41) sirve de almohadilla de
25 unión de la base.

El segundo contacto metálico es el electrodo emisor (29), que está en contacto directo con la
30



región emisora (25). El contacto emisor (29) termina
ventajosamente en una parte aumentada (42) (Figura 3)
sobre las capas de óxido de silicio (20) y (13). La re-
gión metalizada aumentada (42) sirve de almohadilla de
5 unión del emisor. Como puede comprenderse, resulta po-
sible el hacer muchas configuraciones diferentes del
electrodo emisor y del de la base, así como de sus res-
pectivas almohadillas de unión; resulta de ello que, en
vista de planta (proyección horizontal), dichos dos
10 electrodos están o bien interdigitados, o son tiras
paralelas, o bien uno de ellos rodea parcialmente al
otro.

Las siguientes operaciones, que compren-
den el montar cada molde separado en un encabezador me-
15 tálico, con los electrodos emisores y de la base de cara
arriba, el conectar alambres eléctricos de plomo a los
electrodos emisores y de la base mediante unión de com-
presión térmica o unión ultrasónica, y el sellar el dis-
positivo en un compartimiento metálico, se llevan a cabo
20 por medio de métodos corrientes en el campo semi-conduc-
tor.

Una importante ventaja de este proceso
es que la misma abertura (22) en la capa cubridora (13)
se utiliza tres veces: primero, para completar la base
25 mediante difusión de una impureza de conductividad de-
terminada de tipo por la capa epitaxial (10), con obje-
to de formar la zona de la base (23); segundo, para la
difusión de una impureza de conductividad opuesta y de-
terminadora de tipo por una parte de la zona de la base
30 (23), con objeto de formar la región emisora (25); y



tercero, para la deposición de un electrodo emisor (29).

Si bien el dispositivo fabricado en el primer ejemplo era un transistor NPN de silicio, cabe también utilizar, en lugar de silicio, otros materiales semi-conductores cristalinos, con aceptores y dadores adecuados para cada semi-conductor. Es más, los tipos de conductividad de las diferentes zonas pueden invertirse, con el objeto de formar un dispositivo PNP.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el día 30 de diciembre de 1.965, bajo el nº 517.648, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- 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:

1.- Un procedimiento para fabricar un dispositivo semi-conductor comprendiendo una zona recogedora, una zona de la base esparcida por dicha zona recogedora y formando con ella una primera unión PN, y una región emisora esparcida por la mencionada zona de la base y formando con ella una segunda unión PN; en que se difunde un modificador de conductividad por dicha zona recogedora a través de la primera abertura de una máscara, con objeto de formar una parte periférica anular únicamente de dicha zona de la base caracterizado por las opera-

28 UIC



5 ciones de: (a) difundir un modificador de conductividad a través de una segunda abertura de una máscara por la referida zona recogedora, dentro de la mencionada parte periférica anular de la zona de la base, con objeto de formar la restante parte central de dicha zona de la base; y (b) difundir un modificador de conductividad a través de dicha segunda abertura de una máscara por la referida parte central de la región de la base, para formar la región emisora en cuestión.

10 2.- El procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado además porque la primera operación de difusión produce una conductividad dentro de dicha parte periférica de la mencionada zona de la base, más elevada de la que produce la segunda operación de
15 difusión en la referida parte central de la zona de la base en cuestión.

20 3.- El procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado además porque un electrodo metálico se deposita seguidamente sobre la mencionada zona emisora a través de la indicada segunda abertura de la máscara.

25 4.- El procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye las operaciones suplementarias para proporcionar una tercera abertura de la máscara que descansa sobre una parte de la referida zona periférica anular de la base, y depositar electrodos metálicos sobre dicha región emisora y dicha parte periférica anular de la mencionada zona de la base, respectivamente, a través de las indicadas se-
30 gunda y terceras aberturas.



5.- Un procedimiento para fabricar un dispositivo semiconductor.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representados en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 28 de Diciembre de 1954

P.A.

Alcorta de Euzkadi
Por Euzkadi

fb.

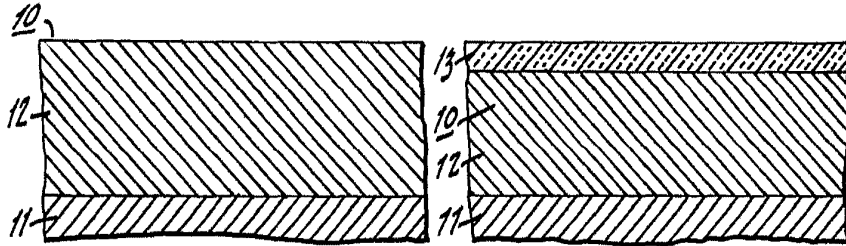


Fig. 1a.

Fig. 1b.

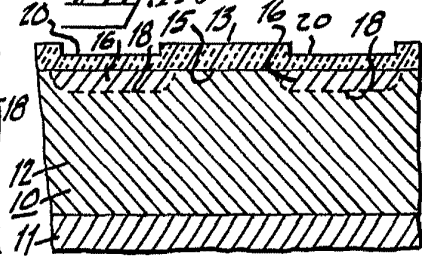
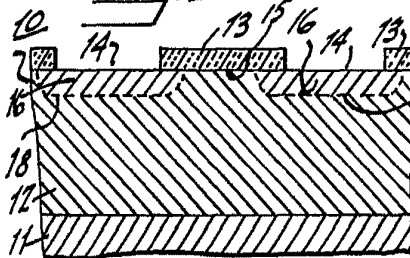


Fig. 1c.

Fig. 1d.

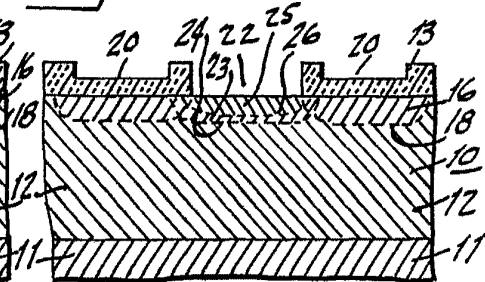
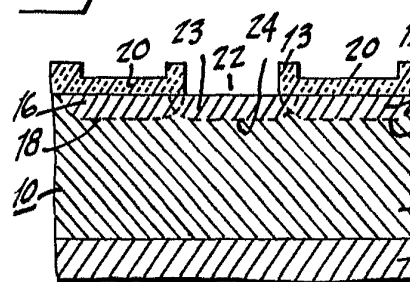


Fig. 1e.

Fig. 1f.

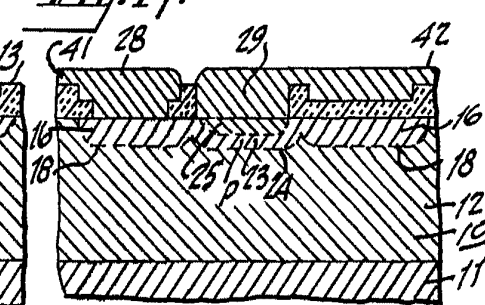
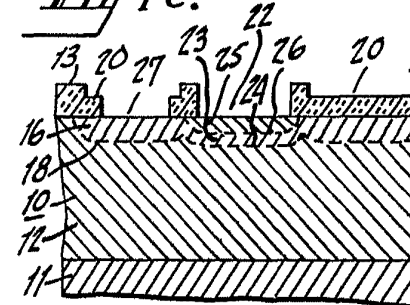


Fig. 1g.

Fig. 1h.

Arrow



Fig. 2.

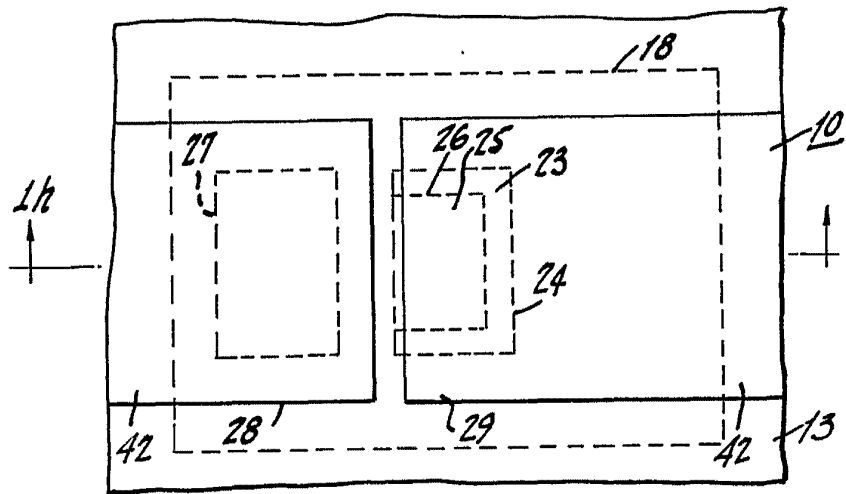
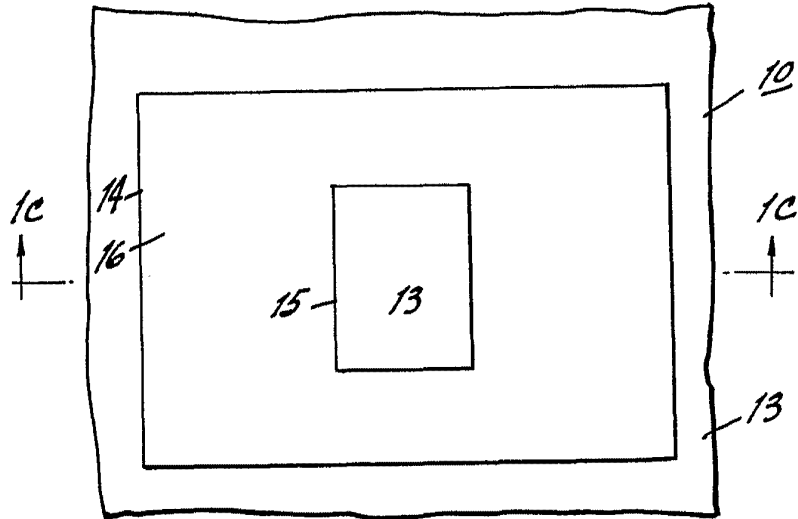


Fig. 3.

Arwa