

3 DIE 1964

304054

P - 27.515

RCA 53619-US Ser 319433

Filed Oct 28, 1963

Greenberg et al

Rehecha I



1964

304054

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
PATENTE DE INVENCION  
en  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

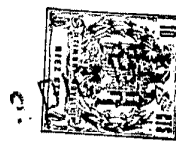
a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y. Estados Unidos de América, por:

"DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR "

Uno de los tipos de dispositivos semiconductores, que se conocen como rectificadores controlados, que se preparan generalmente de obleas de silicio monocristalino, está provisto de cuatro zonas o regiones de tipos alternados de conductividad, y de tres barreras de rectificación, o juntas p-n, situadas entre las cuatro zonas. El dispositivo podría consistir, por ejemplo, de una oblea semiconductiva provista de una región o zona tipo P, que se conoce como la región de ánodo, adyacente a una de las caras principales de la oblea, y de una región tipo N, que se

5

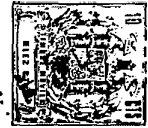
10



conoce como la región de base, adyacente al ánodo, de una  
región tipo P, que se conoce como el portal adyacente a la  
región de base, de una región tipo N que se conoce como la  
región de cátodo que se extiende desde la región de portal  
5 hasta la otra cara principal de la oblea, y de conexiones  
eléctricas con las regiones de ánodo, de portal y de cá-  
todo. Los dispositivos de este tipo se conocen también como  
conmutadores PNP o NPN.

Los rectificadores controlados se han fabricado,  
10 hasta la fecha, mediante una serie de etapas de difusión,  
de modo que las regiones de ánodo y de portal se forman  
simultáneamente adyacentes a las caras opuestas de una oblea  
semiconductora. En vista de que estas regiones o zonas de  
ánodo y de portal han sido formadas mediante difusión den-  
15 tro de la oblea de un modificador de conductividad (un do-  
nador o un aceptador), la concentración del modificador de  
conductividad o agente adulterante, y por lo tanto la con-  
ductividad de la región, es graduada desde alta, adyacente  
a la cara de la oblea, hasta baja con profundidad creciente  
20 hacia dentro de la oblea, es decir, que la conductividad  
de las regiones de ánodo y de portal va en aumento según  
aumente la distancia desde la base. En los dispositivos del  
arte anterior, fabricados de esta manera, las regiones de  
ánodo y de portal son simétricas, es decir que tienen más  
25 o menos el mismo grosor, la misma concentración de modifi-  
cadores de conductividad en la superficie, y que tienen más  
o menos la misma gradiente en la conductividad. Si bien es  
cierto que se ha comprobado que los rectificadores contro-  
lados fabricados de este modo han dado resultados satisfac-  
30 torios en ciertos usos o en ciertos respectos, ha existido

304054



el deseo de poder mejorarlos.

Uno de los objetivos del presente invento es proporcionar dispositivos semiconductores perfeccionados como por ejemplo, proporcionar rectificadores controlados provistos de una capacidad perfeccionada para poder aguantar sobrecargas bruscas de corriente o la aplicación de altos voltajes, o proporcionar rectificadores controlados que tengan una mayor rapidez en el tiempo de apagado o de encendido.

De acuerdo con el presente invento, proporcionamos un dispositivo semiconductor que consta de una oblea semiconductor cristalina provista de dos caras principales opuestas, de una región de cátodo, una región de portal, una región de base y una región región de ánodo en dicha oblea, aumentando la concentración de portadora de carga de la región de ánodo y la región de portal según vaya aumentando la distancia desde la región de base, y siendo más empinada la gradiente de conductividad de la región de ánodo que la gradiente de la conductividad de la región de portal.

Refiriéndonos a los dibujos adjuntos:

Las FIGURAS 1a-1f son unas vistas en corte transversal de un ejemplo de una oblea semiconductor de acuerdo a los inventores, durante fases sucesivas de su fabricación.

Las FIGURAS 2a-2f son unas vistas en corte transversal de otro ejemplo del invento; y

Las FIGURAS 3a-3f son unas vistas en corte transversal de un tercer ejemplo.

EJEMPLO I

344054



Se prepara una rodaja u oblea 10 (FIGURA 1a) de un material semiconductor cristalino, con dos caras principales 11 y 12 opuestas. La oblea 10 puede ser de cualquier tipo de conductividad. En el presente ejemplo, la oblea 10  
5 consiste de silicio monocristalino, de conductividad tipo N, y tiene una resistividad de unos 20-40 ohmios-cms. El tamaño y forma exacto de la oblea 10 no se consideran críticos en la práctica con el presente invento. Para que sea adecuada, la rodaja 10 debe tener alrededor de 1" de diámetro y de 8 a 10 milipulgadas de grosor aproximadamente.  
10

Se pintan las dos caras principales 11 y 12 de la oblea 10 con una solución de un compuesto de boro, como por ejemplo ácido bórico u otro semejante, en un solvente volátil, como por ejemplo éter monometílico del etilenglicol  
15 ("cellosolve"), u otro semejante. El solvente se evapora, depositando una película fina 28 del compuesto de boro en ambas caras de la oblea. Se calienta luego la oblea 10 en el tubo de un horno (que no aparece ilustrado) a una temperatura de unos 1300°C por un período de 10 horas más o  
20 menos. Durante esta fase del procedimiento se difunde una cantidad suficiente de boro dentro de las dos caras principales 11 y 12 de la oblea para convertir las regiones 13 y 15 adyacentes de la oblea (FIGURA 1b) respectivamente a conductividad P+. La concentración de boro en las caras 11  
25 y 12 de la oblea es aproximadamente de  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$  después de esta primera etapa de difusión. La concentración de boro en las regiones 13 y 15 es gradual, disminuyendo según va aumentándose en profundidad dentro de la oblea. De manera semejante la conductividad de las regiones  
30 13 y 15 es también gradual, y va disminuyéndose según se va

304054



aumentando la profundidad dentro de la oblea. En el presente ejemplo, las regiones tipo P+ 13 y 15 formadas de este modo tienen alrededor de 2 1/4 minipulgadas de grosor. Las barreras rectificadoras o juntas p-n 14 y 16 se forman  
5 entre las regiones difundidas de boro 13 y 15 respectivamente y el volumen tipo N, 21, de la oblea 10.

El próximo paso en el procedimiento consiste en quitar una de las regiones de la oblea difundida de boro mediante cualquier método adecuado, como por ejemplo esmerilando, pulimentando, o mediante el recubrimiento con mascarilla y luego grabado al aguafuerte. En el presente ejemplo  
10 se quita la región 13 de la oblea, dejando intacta la porción restante 10' de la oblea 10 en la forma que se ilustra en la FIGURA 1c. El depósito de boro 28 en el resto de la  
15 cara de la oblea 12 puede dejarse que permanezca intacto durante todo el procedimiento o, como en presente ejemplo, se puede quitar.

Se calienta en seguida la oblea 10' en un ambiente de oxígeno y nitrógeno que contenga vapores de óxido de boro. Esta segunda fase del procedimiento se ejecuta a unos  
20 1300°C durante un período de alrededor de 20 horas. Sin embargo, durante este segundo paso del proceso térmico se mantiene la concentración del óxido de boro dentro del ambiente a un nivel inferior al de saturación. En el presente  
25 ejemplo, se obtiene una concentración adecuada de  $B_2O_2$  en el ambiente del tubo del horno calentando a 860°C un recipiente de  $B_2O_2$ . Como resultado de esta segunda etapa del procedimiento de difusión, se forma una región 17 tipo P (FIGURA 1d), de alrededor de 1 3/4 a 2 milipulgadas de  
30 grosor en la porción 21 tipo N en la cara opuesta 12 de la

304054



oblea 10'. La concentración de boro en la superficie de la  
región 17 es de alrededor de  $2 \times 10^{18}$  átomos por  $\text{cm}^3$ . Se  
forma una juntura 18 p-n en la superficie que se encuentra  
entre la región 17 tipo P y el resto 21' de la porción ori-  
5 ginal 21 tipo N de la oblea. Esta etapa del procedimiento  
térmico aumenta también el grosor de la capa 15 tipo P4 has-  
ta alrededor de 3 1/4 milipulgadas. Al mismo tiempo, el oxí-  
geno que se encuentra presente en el ambiente durante la  
segunda fase del procedimiento de difusión oxida la super-  
10 ficie de la oblea 10', de modo que se forma una capa su-  
perficial 29 de óxido de silicio encima de las caras prin-  
cipales de la oblea 10'.

Se quita de la cara de la oblea 10', que se en-  
cuentra opuesta a la cara 12, una porción determinada de  
15 antemano de la capa 29 de óxido de silicio. Esto se logra  
quitando el óxido de silicio mediante esmerilado o pulimen-  
tado, o empleando el método de proteger con una mascarilla  
y grabando el aguafuerte, la porción restante 29' (FIGURA  
1e) de la capa de óxido de silicio sirve como mascarilla  
20 de difusión para la etapa siguiente del procedimiento, que  
consiste en calentar la oblea 10' por un período aproxima-  
do de una hora y media a una temperatura de unos 1225°C. en  
los vapores de pentóxido de fósforo. De este modo se intro-  
duce en la oblea 10' una región fina 19, tipo N, difundida  
25 de fósforo, adyacente a las porciones expuestas, que no han  
sido recubiertas con máscara, de la oblea. se forma una  
barrera rectificadora o juntura 20 p-n en la interfaz entre  
la región 19 de la oblea difundida de fósforo y la región  
17 difundida de boro.

30 Refiriéndonos ahora a la FIGURA 1f, se quita el

304054



revestimiento de óxido de silicio mediante el empleo, por ejemplo, de grabado al aguafuerte, depositándose un electrodo metálico en forma de anillo mediante cualquier método conveniente, como evaporación por ejemplo, sobre la cara de la oblea opuesta a la cara 12, de modo que se forme un contacto óhmico con la región 19 tipo N. Al mismo tiempo se establece un contacto óhmico 24 para la región 17 tipo P. Se forma el contacto 24 adecuadamente dentro de la zona comprendida dentro del electrodo 22 en forma de anillo. Se completa el dispositivo uniendo los conductores eléctricos 23 y 25 a los electrodos 22 y 24, respectivamente. El conductor eléctrico 27 a la región 15 de la oblea se puede unir a la cara 12 de la oblea. Alternativamente, la conexión eléctrica a la región 15 se puede establecer ligando la cara 12 de la oblea al fondo de una lata de metal, y uniendo el conductor con la lata. Los pasos siguientes para encapsular y encerrar el dispositivo pueden lograrse según los métodos standard que se empleen en el arte de la semiconducción, y por este motivo no hay necesidad de describirlos en el presente documento.

En el dispositivo ya terminado, la región 15 de la oblea, tipo P+, difundida de bor, es la región anódica, estableciéndose un contacto eléctrico a ella mediante el conductor 27, desde la cara 12 de la oblea, o ligando la cara 12 de la oblea a una lata o portaartefacto de metal. La región 17 tipo P, difundida de boro, es la región de portal; el contacto 24 es el contacto del portal con ella; y el conductor 25 es el conductor de portal. La región 19 tipo N, difundida de fósforo, es la región catódica; el contacto 22 es el contacto catódico; y el conductor 23 es el

304004



conductor catódico.

La región de portal 17 y la región anódica 15 del dispositivo son asimétricas. La región anódica 15 tiene una alta concentración de portadora de carga y una alta conductividad en la cara 12 de la oblea, puesto que la concentración de boro en la superficie de la cara 12 de la oblea es de alrededor de  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . La región de portal 17 tiene una menor concentración de portadora de carga y una menor conductividad en la superficie de la oblea, puesto que la concentración de boro en la superficie de la región de portal 17 es de alrededor de  $2 \times 10^{18}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . Tanto la conductividad como la concentración de portadora de carga de la región anódica 15 y de la región de portal 17 aumentan cuando se aumenta la distancia desde la región de base 21'. La conductividad de las regiones 15 y 17 declina hasta mas o menos el mismo valor en las junturas 16 y 18 respectivamente, pero la conductividad inicial de la región 15 es de más de dos órdenes de magnitud (es decir, cien veces) mayor que la conductividad inicial de la región 17, y la región 15 tiene solamente unas 1 1/2 veces el grosor de la región 17. De este modo la gradiente de conductividad de la región anódica 15 es de por lo menos de una orden de magnitud más empinada que la gradiente de conductividad de la región de portal 17.

Una de las ventajas que se obtiene con un dispositivo fabricado de esta manera, con regiones asimétricas anódica y de portal es un tiempo mejor de conmutación. Los dispositivos simétricos convencionales según el arte anterior conmutan a un promedio de unos 30 microsegundos para un tamaño determinado. En contraste, un dispositivo asimétrico

304954



comparable, construído según el presente método con gra-  
diente de conductividad anódica más empinada que la gra-  
diente de la conductividad de portal efectúa la conmuta-  
ción a un promedio de 20 microsegundos. El tiempo de con-  
mutación depende muchísimo del circuito, y las cifras ante-  
5 riores se refieren a dispositivos probados en idénticos  
circuitos.

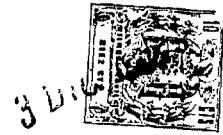
Una de las ventajas de los dispositivos fabrica-  
dos de acuerdo al presente ejemplo, con una gradiente de  
10 conductividad anódica más empinada que la gradiente de  
conductividad de portal es que pueden resistir mejor las  
sobrecargas bruscas de corriente que los dispositivos com-  
parables del mismo tamaño construídos de acuerdo al arte  
anterior. La capacidad de sobrecarga de impulso único de  
15 algunos de los dispositivos de arte anterior es de alre-  
dedor de 250 amperios. En contraste, la capacidad de sobre-  
carga de impulso único de dispositivos comparables fabrica-  
dos de acuerdo al invento es de 400 amperios.

Otras de las ventajas que ofrecen los dispositi-  
20 vos que se fabrican de acuerdo al presente ejemplo es que la  
ganancia de corriente del dispositivo es más constante se-  
gún aumenta la corriente anódico-catódica que con los dis-  
positivos simétricos del arte anterior.

## 25 EJEMPLO II

Se prepara una rodaja u oblea 30 (FIGURA 2d) de  
un material semiconductor cristalino de tipo determinado  
de conductividad, que tenga dos caras principales opuestas  
30 31 y 32. La oblea 30 podría consistir, por ejemplo, de si-

304054



lico monocristalino de tipo N. Se calienta la oblea 30 en un tubo de horno (que no aparece ilustrado) a una temperatura de unos 1280°C durante alrededor de 20 horas en un ambiente no oxidante que contenga vapores de óxido de boro.

5 Los vapores de óxido de boro son introducidos dentro del tubo del horno desde un recipiente que contiene óxido de boro calentado a unos 870°C. En estas condiciones se forma una zona difundida con un contenido de boro de alrededor de 1.5 miliphlgadas de profundidad en la parte inmediatamente adyacente a la superficie de la oblea. La concentración de

10 boro en la superficie de la oblea 30 es de unos  $2 \times 10^{18}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . Como esta zona superficial se convierte a una conductividad tipo P gracias al boro difundido en la misma, se forma una barrera rectificadora o juntura p-n entre la zona superficial tipo P y el volumen tipo N

15 de la oblea 30.

Refiriéndonos ahora a la FIGURA 2b, se quitan las porciones de la periferia de la oblea mediante cualquier método adecuado, lo que deja a la oblea 30 con dos zonas o regiones 33 y 35 de tipo P, difundidas de boro, inmediatamente adyacentes a las caras 31 y 32 de la oblea, respectivamente, una porción central 41 tipo N entre las zonas 33 y 35, una juntura p-n 34 entre la región 33 y la zona central tipo N, y una juntura p-n 36 entre la región 35 y la zona

20 central. Se pinta una capa 31 de la oblea con una solución que consista de un compuesto de boro, como por ejemplo óxido de boro u otro semejante, es un solvente volátil, como "cellosolve", por ejemplo, u otro semejante. Al evaporarse el solvente deja un fino depósito 48 del compuesto de boro

25 sobre la cara 31 de la oblea.

30

304054



Se calienta luego la oblea 30' a una temperatura de unos 1280°C. por un período aproximado de 7 horas. Durante esta etapa del procedimiento se difunde una cantidad suficiente de boro dentro de la cara 31 de la oblea hasta una profundidad 46, de modo que convierta a conductividad P+ una porción 47 (FIGURA 2c) de la zona 33 tipo P inmediatamente adyacente a la cara 31 de la oblea. Bajo estas condiciones el espesor de la zona 47 P+ es de alrededor de una milipulgada, y la concentración de boro en la cara 31 de la oblea es de unos  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . Como esta fase del procedimiento se ejecuta durante un período de tiempo relativamente corto, las junturas p-n 34 y 36 solamente son ligeramente afectadas, y se podrían mover solamente a unos 0.1 de milipulgada más de profundidad dentro de la oblea. Después de esta difusión se puede eliminar el depósito de boro 48 sobre la cara 31 de la oblea mediante un grabado ligero al aguafuerte.

Se calienta entonces la oblea 30' en un ambiente oxidante, como por ejemplo aire, oxígeno o vapor, para que se forme una capa de óxido de silicio 49 (FIGURA 2d) sobre las caras 31 y 32 de la oblea.

Refiriéndonos ahora a la FIGURA 2e, se quita luego una porción de la capa 49 de óxido de silicio sobre la cara 32 de la oblea mediante cualquier método que sea conveniente, como por ejemplo esmerilado, pulimentado, o enmascarando y luego grabando al agua fuerte. El resto 49' de la capa de óxido de silicio sobre la cara 32 de la oblea sirve como mascarilla de difusión. Se calienta la oblea 30' en un ambiente que contenga vapores de pentóxido de fósforo por un período de 1 1/2 horas mas o menos a una temperatura



aproximada de 1225°C. De este modo se introduce una región  
fina 39, tipo N, difundida de fósforo en la oblea 30' ad-  
yacente a las porciones expuestas, que no fueron cubiertas  
con las mascarilla, de la cara 32 de la oblea. Se forma una  
5 junta p-n 40 en la interfaz entre la región 39 de la oblea  
difundida de fósforo y la región 35 de la oblea difundida  
de boro.

Se eliminan los revestimientos 49 y 49' de óxido  
de silicio, utilizando por ejemplo el método de grabado al  
10 aguafuerte, y se deposita un electrodo metálico 42 en forma  
de anillo mediante cualquier método conveniente, como eva-  
poración por ejemplo, sobre la cara 32 de la oblea de modo  
que se forme un contacto óhmico para la región 39 tipo N.  
Al mismo tiempo se hace un contacto óhmico 44 para la re-  
15 gión 35 tipo P. Este contacto 44 se forma de manera ade-  
cuada dentro de la zona comprendida por el electrodo 42 en  
forma de anillo. El dispositivo se completa uniendo los con-  
ductores eléctricos 43 y 45 a los electrodos 42 y 44 res-  
pectivamente. Se puede unir un conductor eléctrico 50, al  
20 mismo tiempo, a la cara 31 de la oblea. Alternativamente,  
se puede efectuar la conexión eléctrica con la región 47  
ligando la cara 31 de la oblea a una lata metálica, y unien-  
do el conductor a la lata. Las etapas subsiguientes del pro-  
cedimiento para encapsular y encerrar el dispositivo se eje-  
cutan de acuerdo a los métodos standard del arte de la se-  
25 mi-conducción.

En la presente realización concreta del invento,  
la región de portal podría ser la región 35 y la región ano-  
dica podría ser la región 47. Estas dos regiones del dispo-  
30 sitivo son asimétricas. La región anódica 47 está provista

30405A



de una estructura P+P, y tiene una alta concentración de portadora de carga y una alta conductividad en la cara 31 de la oblea, ya que la concentración de boro en la cara 31 de la oblea es de alrededor de  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ .

5 La región de portal 35 es de tipo P, y tiene una concentración de boro en la superficie de alrededor de  $2 \times 10^{18}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . La conductividad de las regiones anódica y de portal 47 y 35 aumenta según aumenta la distancia desde la región de base 41, pero la gradiente de conductividad de la región anódica es más empinada que la gradiente de conductividad de la región de portal. La región es la región catódica. Una de las ventajas de la presente realización concreta del invento es que no necesita ningún

10 procedimiento para pulimentar la oblea.

15

### EJEMPLO III

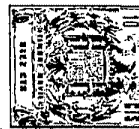
En la presente realización concreta del invento se prepara una rodaja u oblea 60 (FIGURA 3a) de un material

20 semiconductor, cristalino, de un tipo de conductividad determinado, con dos caras principales 61 y 62 opuestas. Como en las realizaciones concretas anteriores, se difunde un modificador de tipo de conductividad opuesto dentro de la superficie de la oblea 60 para formar una zona de superficie difundida de tipo de conductividad opuesto, y una barrera de rectificación o juntura p-n entre el volumen de tipo de conductividad determinado de la oblea y la zona de superficie difundida de tipo de conductividad opuesto. El tamaño, forma, material y tipo de conductividad exactos de

25 la oblea 60 no se consideran que son críticos al poner en

30

304054



práctica el invento. En la presente realización concreta, la oblea 60 consiste de silicio monocristalino, de tipo de conductividad N. Por lo tanto, la zona difundida de tipo opuesto es de conductividad tipo P, y se forma de manera conveniente calentando a la oblea 60 en un ambiente que contenga un aceptador vaporizado. La profundidad de la región difundida tipo P dependerá de la duración y de la temperatura de la etapa del procedimiento térmico, así como de la concentración del aceptador en el ambiente, por ejemplo, se puede calentar la oblea 60 a unos 1280°C durante un período de unas 20 horas en un ambiente no oxidante que contenga vapores de óxido de boro en suficiente concentración como para que forme una zona superficial difundida de boro de alrededor de 1.5 milipulgadas de profundidad.

Las porciones de los extremos o periferia de la oblea 60, y la zona difundida de boro adyacente a la cara principal 61 se sacan utilizando cualquier método que sea conveniente, como por ejemplo con esmerilado o pulimentado, o cubriendo con mascarilla y grabando al aguafuerte, dejando la oblea 60' en la forma que se ilustra en la FIGURA 3b, con una zona 67 tipo P, difundida de boro, adyacente a la cara 62 de la oblea, una zona 68 tipo N, y una juntura p-n 66 entre las dos zonas. Se pinta la cara principal de la oblea 60' inmediatamente adyacente a la zona 68 tipo N con una solución que consista de un compuesto de boro, como por ejemplo ácido bórico u otro semejante, en un solvente volátil, como por ejemplo "cellosolve" u otro parecido. El solvente se evapora, dejando un depósito fino 78 del compuesto de boro sobre la cara de la oblea.

Se calienta luego la oblea 60' en un ambiente no

304054

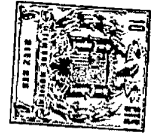


oxidante a una temperatura de unos 1280°C. durante 7 horas. Durante esta etapa del procedimiento, el boro se difunde dentro de la zona 68 de la oblea de tipo N hasta una profundidad de alrededor de una milipulgada de modo que convier-  
5 ta una zona o porción superficial 65 (FIGURA 3c) de la zona 68 de tipo N a la conductividad P+. De este modo la zona 65 es de alrededor de una milipulgada de espesor, y tiene una concentración de boro en la superficie de la oblea de alrededor de  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . Se forma una barrera rectificadora 64 en la interfaz entre la zona P+ 65 y  
10 el resto 68' de la zona de tipo N. La juntura p-n 66 formada anteriormente se ve sólo ligeramente afectada bajo las condiciones presentes.

Refiriéndonos ahora a la FIGURA 3d, se saca el depósito de boro 78 mediante un ligero pulimentado o grabado al aguafuerte, y se calienta la oblea 60 en un ambiente oxidante, como aire o vapor por ejemplo, de modo que se forme una capa 79 de óxido de silicio sobre la superficie de la oblea.

20 Sesaca de la cara 62 de la oblea una porción determinada (seleccionada) de antemano de la capa 79 de óxido de silicio, mediante cualquier método que sea conveniente, como por ejemplo mediante esmerilado, o cubriendo con mascarilla y grabando al aguafuerte. El resto 79' (FIGURA 3e) de  
25 la capa de óxido de silicio de la cara 62 de la oblea sirve como una máscara de difusión. Se calienta la oblea 60' en un ambiente que contenga vapores de pentóxido de fósforo durante alrededor de 1 1/2 horas a una temperatura de unos 1224°C. De esta forma se introduce una región fina 69 de tipo N, difundida de fósforo, en la oblea 60' adyacente a las  
30

30464



porciones de la cara 62 de la oblea expuestas, no cubiertas por la máscara. Se forma una juntura p-n 70 en la interfaz entre la región 67 de la oblea, difundida de fósforo.

5                   Refiriéndonos ahora a la FIGURA 3f, se quita el revestimiento 79 y 79' de óxido de silicio, utilizando por ejemplo el grabado al aguafuerte, y se deposita un electrodo metálico 72 en forma de anillo, mediante cualquier método que sea conveniente, como evaporación, por ejemplo, sobre la cara 62 de la oblea de modo que se forme un contacto óhmico para la región 69 tipo N. Al mismo tiempo, se establece un contacto óhmico 74 para la región 67 tipo P. Se forma de manera adecuada el contacto 74 dentro de la zona comprendida dentro del electrodo 72 en forma de anillo.

10

15                   Se completa el dispositivo uniendo los conductores eléctricos 73 y 75 a los electrodos 72 y 74 respectivamente. Se podría unir un conductor eléctrico 80 a la cara opuesta de la oblea 60' al mismo tiempo. Alternativamente, se puede establecer un contacto eléctrico para la región 65 P+ por

20                   medio de la lata metálica herméticamente cerrada dentro de la que se encierra posteriormente el dispositivo. Los pasos del procedimiento para encapsular y encerrar el dispositivo se logran mediante los métodos y técnicas standard del arte de la semiconducción, por lo que no se necesita describirlos en el presente documento.

25

                  En la presente realización concreta del invento, así como en las anteriores, la región anódica 65 y la región de portal 67 son asimétricas. La región anódica tiene una alta concentración de portadora de carga y una alta conductividad en la superficie de la oblea, en donde la concentra-

30

304654



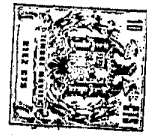
ción de boro es de alrededor de  $10^{21}$  átomos de boro por  $\text{cm}^3$ . La concentración de boro en la superficie de la región de portal es de alrededor de  $2 \times 10^{18}$  átomos por  $\text{cm}^3$ . La conductividad de la región anódica así como la de la región de portal aumentan cuando se aumenta la distancia desde la región de base 68', sin embargo, la gradiente conductividad de la región anódica es más marcada que la gradiente de conductividad de la región de portal. En el presente ejemplo, la gradiente de conductividad de la región anódica es más pronunciada que la gradiente de conductividad de la región anódica en el dispositivo del Ejemplo II, y en consecuencia el dispositivo del presente ejemplo tiene un apagado más rápido que el dispositivo del ejemplo II.

Otra de las características inesperadas de los dispositivos fabricados de acuerdo al presente invento es que su tiempo de encendido es menor que el tiempo de encendido en dispositivos comparables del arte anterior.

En caso de que se deseara, se puede invertir el tipo de conductividad de las diversas regiones de la oblea que se han descrito, mediante el empleo de aceptadores y donadores adecuados. Se pueden emplear otros materiales semiconductores cristalinos en vez del silicio, y las regiones de portal y anódica que se han descrito se pueden obtener mediante el empleo de cualquier procedimiento que se considere conveniente.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 28 de Octubre de 1.963, bajo el nº 319.433, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

304654



N O T A

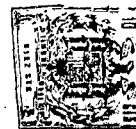
5                    Los puntos de invención propia y nueva que se  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente  
de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10                    1.- Un dispositivo semiconductor compuesto de una  
oblea semiconductiva, cristalina, provista de una primera  
región de un tipo de conductividad determinado, adyacente  
a una de las caras principales de dicha oblea; una segunda  
región de un tipo opuesto de conductividad adyacente a dicha  
15                    primera región; una tercera región de dicho tipo determinado  
de conductividad, adyacente a dicha segunda región;  
una cuarta región de dicho tipo opuesto de conductividad,  
entre dicha tercera región y la otra cara principal de la  
oblea; los conductores eléctricos para dichas primera, segunda  
20                    y cuarta regiones; aumentando la concentración de portadoras  
de carga de dicha segunda región y de dicha cuarta región  
al aumentar la distancia desde dicha tercera región;  
y siendo la gradiente de conductividad de dicha cuarta región  
más pronunciada que la gradiente de conductividad de  
dicha segunda región.

25                    2.- Un dispositivo de acuerdo a la Reclamación 1,  
en el que dicha cuarta región tiene una mayor concentración  
de portadoras de carga que dicha segunda región.

30                    3.- Un dispositivo de acuerdo a las Reclamaciones  
1 ó 2, en el que dicha cuarta región es más gruesa que dicha  
segunda región.

304054



304054

5 4.- Un dispositivo de acuerdo a las Reclamaciones  
1, 2 ó 3, en el que dicha primera región es una región ca-  
tódica de conductividad tipo N, dicha segunda región es una  
región de portal de conductividad tipo P, dicha tercera re-  
gión es una región de base de conductividad tipo N, y dicha  
cuarta región es una región anódica de conductividad tipo  
P+.

5.- Dispositivo semiconductor.

10 Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-  
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con  
los fines que se han especificado.

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

15 Madrid,  
P. A.

3 DIC. 1964

Alberto de Elzaburo  
Por Orden

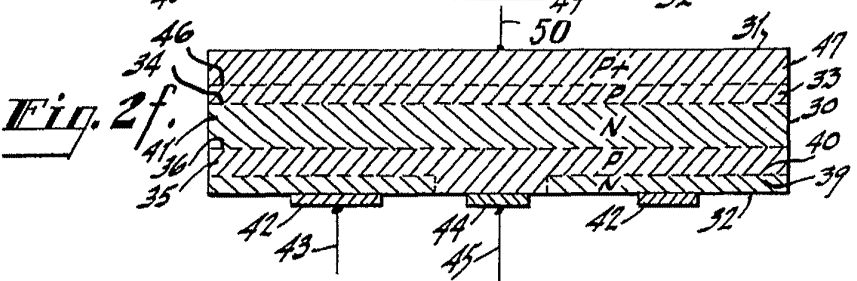
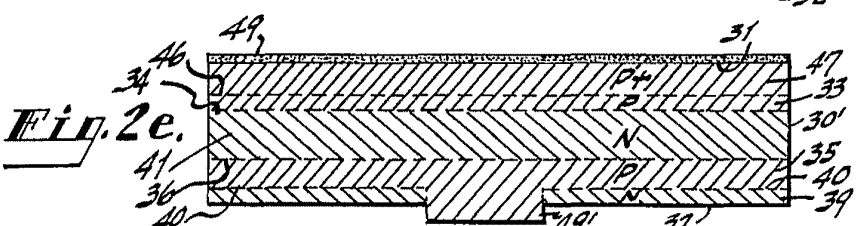
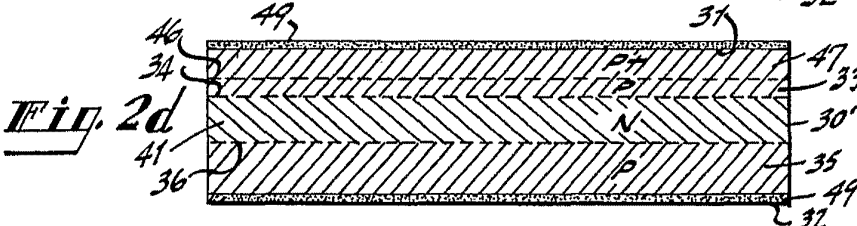
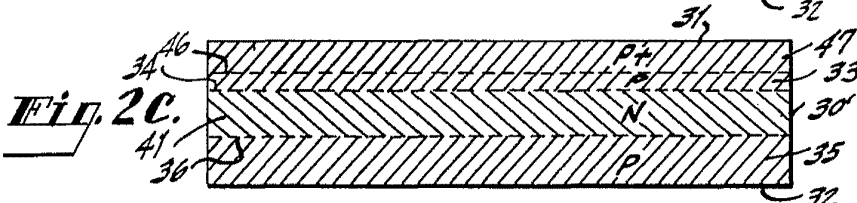
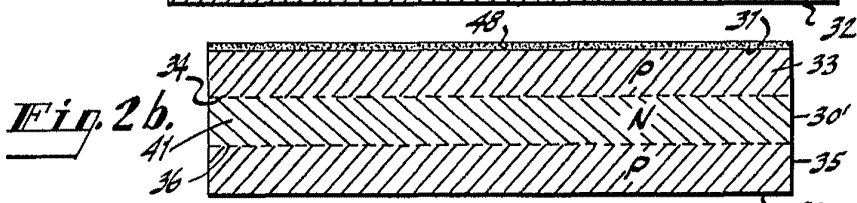
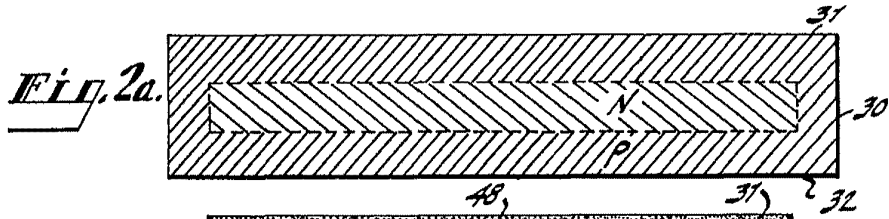
BPD/.

am dm

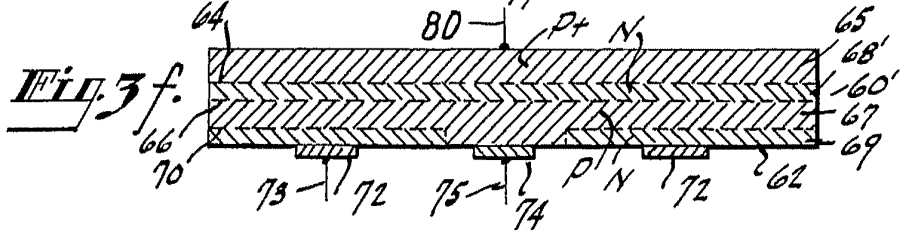
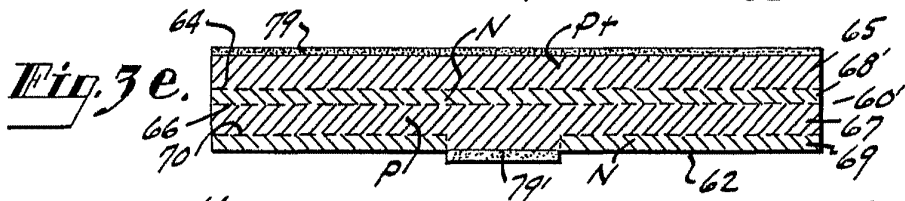
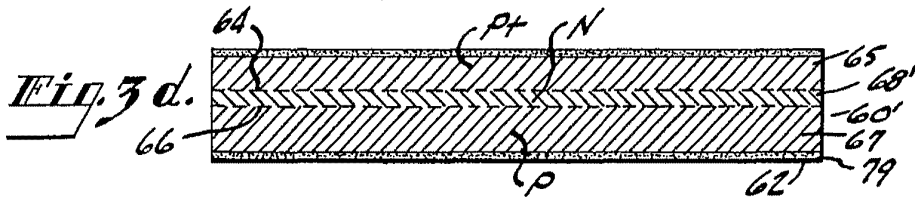
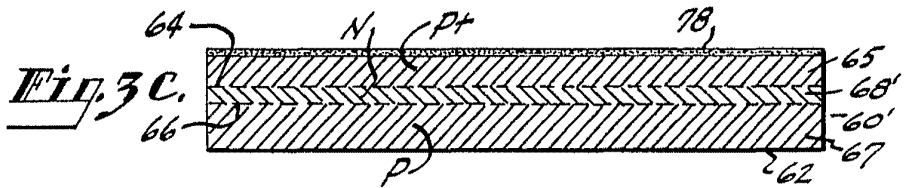
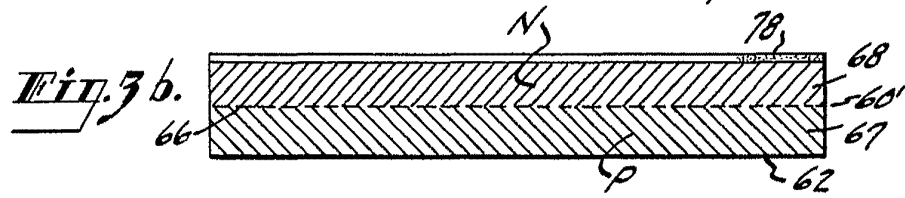
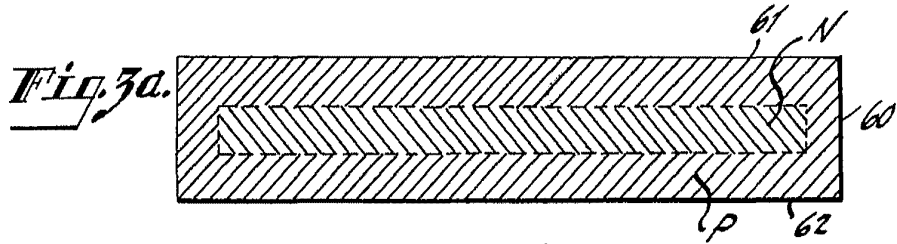




504154



*Carb*



6056