

28



410121

P. 52.852.-

RCA 61664A

F.C. 22-2-75

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: H 01 L

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de RCA CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.,  
Estados Unidos de América

por: "UN DISPOSITIVO DE DIODO ZENER EN UN MICROCIRCUITO  
DEL TIPO INTEGRADO MONOLITICO" (Clase Internacio-  
nal H01L)

24.12.72

- 1 -



410121

Esta invención se relaciona con dispositivos de junta de rectificación semiconductores. Más particularmente, la invención se relaciona con diodos zener de tipo N+/P+ y capacitores de junta útiles en circuitos integrados monolíticos.

5

Hasta ahora, muchos diodos zener en los circuitos integrados monolíticos se han fabricado difundiendo una primera región de un tipo de alta conductividad hacia el circuito integrado y luego difundiendo una segunda re-

10

gión de tipo opuesta de alta conductividad hacia una parte de la primera región; usualmente difundiendo una región de tipo N+ hacia la región difundida de tipo P+. La concentración de la impureza de ambas regiones ha sido muy alta y la junta de tipo N+/P+ entre las mismas ha sido de poca profundidad usualmente de menos de un micró-

15

metro. Sin embargo, la poca profundidad de la junta del tipo N+/P+ ha ocasionado que muchos diodos tengan escapes o se coloquen en cortocircuito cuando los contactos eléctricos se aleaban al diodo. El aluminio se usaba generalmente para los contactos eléctricos y cuando el alu-

20

minio se calentaba hasta una temperatura suficiente para alearlos al material semiconductor penetraba en la superficie forzándose hacia el cuerpo semiconductor. En particular, el aluminio se forzaría a través de la segunda región y a través de la junta poco profunda de

25



# 410121

tipo N+/P+ colocando de esta manera en cortocircui-  
to el dispositivo y degradando el rendimiento de pro-  
ducción.

5 El diodo zener mejorado incluye un cuerpo de mate-  
rial semiconductor con una primera región de un tipo de  
conductividad que comprende dos porciones, una de las  
porciones teniendo una concentración de alta impureza  
y la otra porción teniendo una concentración de impure-  
zas significativamente más baja. Una segunda región de  
10 tipo opuesto de alta conductividad se conecta con ambas  
porciones de la primera región y se separa de cada una  
mediante una junta de tipo P/N, estando la junta de ti-  
po P/N entre la segunda región y la porción de concentra-  
ción de impureza menor a una profundidad significativa-  
15 mente mayor que la junta de tipo P/N entre la segunda re-  
gión y la porción de concentración de alta impureza. El  
contacto eléctrico con la segunda región se hace sólo a  
través de la porción de concentración de impureza más  
baja en donde la junta de tipo P/N está a profundidad  
20 significativamente mayor.

En el dibujo:

La FIGURA 1 es una vista esquemática en sección  
transversal de una parte del circuito integrado monolí-  
tico que incluye el diodo zener mejorado;

25 Las FIGURAS 2 a 6 son vistas esquemáticas en sec-



410121

ción transversal que ilustran varias etapas en un procedimiento de fabricación preferido para el diodo zener mejorado;

y

5 La FIGURA 7 es una gráfica que ilustra los perfiles de difusión para el diodo zener mejorado.

#### EJEMPLO

La FIGURA 1 es una vista esquemática en sección transversal de una parte del circuito integrado monolítico que incluye el diodo zener mejorado 10. El circuito integrado comprende un sustrato semiconductor 12 y una capa epitaxial 14 colocada sobre el mismo y que está separado mediante una junta 16. En la FIGURA 1, el sustrato 12 es de conductividad de tipo P y pueden incluir una cavidad 18 de tipo N+ adyacente a la junta 16 tal y como es bien sabido en el arte anterior. La capa epitaxial 14 es de conductividad de tipo N y tiene una superficie expuesta 20. Un collarín 22 de tipo P+ rodea una parte de la capa epitaxial 14 formando una región de la rejilla 24 de tipo N aislada del resto de la capa epitaxial 14. La región 24 de tipo N está aislada eléctricamente del resto de la capa epitaxial 14 y usualmente contiene uno o más dispositivos eléctricos; tal como en la Figura 1, en donde la región 24 del tipo N contiene el diodo zener mejorado 10 adyacente a la superficie 20.



410121

El diodo zener mejorado 10 incluye una primera región 26 de un tipo de conductividad que tiene dos porciones 28 y 30 conectadas lateralmente juntas y adyacentes a la superficie 20; sin embargo, la porción 28 tiene una

5 conductividad significativamente mayor y una concentración adulterante de impureza mayor que la otra región 30. En la FIGURA 1, la región 26 es de conductividad de tipo P y comprende una porción 28 de tipo P+ y una porción 30 de tipo P. La porción 28 tiene una profundidad considera-

10 blemente mayor que la porción 30. Una segunda región 32 de tipo opuesto de alta conductividad se conecta con ambas porciones 28 y 30 de la primera región 26 y queda también adyacente a la superficie 20. En la FIGURA 1, la segunda región 32 es de conductividad de tipo N+ y se co-

15 loca dentro de ambas porciones 28 y 30 formando una junta 34 de tipo N+/P+ con la porción 28 de tipo P+ y una junta 36 de tipo N+/P con la porción 30 de tipo P. La junta 36 de tipo N+/P entre la segunda región 32 y la por-

20 ción de impureza menor 30 está a una profundidad considerablemente mayor que la junta 34 del tipo N+/P+ entre la segunda región 32 y la porción de alta impureza 28. La conexión eléctrica se hace mediante los contactos eléctricos 38 y 40 que se alean a la superficie de la región 32 del tipo N+ y la región 28 del tipo P+, respectivamente.

25 El contacto eléctrico 38 con la región 32 de tipo N+ se



410121

hace sólo por encima de la porción 30 de tipo P en donde la junta 36 de tipo N+/P está a una profundidad considerablemente mayor.

5 Las FIGURAS 2 a 6 ilustran varias etapas en un procedimiento de fabricación preferido para el diodo zener mejorado 10 en un circuito integrado monolítico típico. La FIGURA 2 muestra una parte del circuito integrado antes de que se fabrique en el mismo el diodo zener mejorado 10. El sustrato 12 y la capa epitaxial 14 se hacen de silicio monocristalino y tienen resistividades de 10 15 de 25 a 50 ohmio-centímetros y de 1 a 6 ohmio-centímetros, respectivamente. La capa epitaxial 14 se desarrolla hasta un grueso de 10 a 14 micrómetros y tiene una concentración adulterante de impureza de aproximadamente  $5 \times 10^{15}$  15 átomos/centímetro cúbico. La cavidad 18 de tipo N+ y el collarín 22 de tipo P+ puede formarse mediante métodos de difusión bien conocidos en el arte anterior.

La primera etapa para fabricar el diodo zener mejorado 10 es difundir la porción 28 del tipo P+ de la región 26 hacia la región de la rejilla 24 de tipo N. Tal y como se muestra en la FIGURA 3, la superficie 20 se reviste con una capa de pasivación 42 y una parte de la capa de pasivación se remueve para exponer una parte de la superficie 20 por encima de la rejilla 24 de tipo N. - 25 Usualmente, esto se efectúa depositando una capa de dió-

410121

xido de silicio hasta un grueso de 5,000 a 10,000 unidades angstrom y removiendo una parte de la misma por métodos fotorresistentes normales tal y como es bien sabido en el arte anterior. Se efectúa luego una difusión de tipo P+ exponiendo la superficie 20 a nitruro de boro durante 45 minutos a temperatura de 1150°C. y luego vaporizándose durante 45 minutos a temperatura de 1165°C. La porción 28 de tipo P+ resultante se difunde profundamente dentro de la región 24 de tipo N hasta una profundidad de aproximadamente 4,5 micrómetros antes de que su concentración de impureza disminuya a menos de aquella de la región 24 de tipo N.

La porción 30 de tipo P de la primera región 26 luego se forma mediante difusión. El revestimiento de óxido 42 se desprende y se coloca un nuevo revestimiento de óxido 44 y se abre para exponer otra parte de la superficie 20. Tal y como se muestra en la FIGURA 4, el revestimiento de óxido 44 se remueve en el área adyacente a la porción 28 del tipo P+ y una parte de la región 24 del tipo N conectada lateralmente con la misma a fin de que la siguiente difusión de tipo P forme porciones 30 y 28 de tipo P y P+ conectadas lateralmente adyacentes a la superficie 20. La difusión de tipo P se efectúa exponiendo la superficie 20 a nitruro de boro durante 40 minutos hasta temperatura de 950°C. y luego a una atmósfera seca duran-

28 01



410121

te 50 minutos y a una atmósfera húmeda durante 50 minutos a temperatura de 1100°C. Se usa el mismo nitruro de boro gaseoso en ambas difusiones de tipo P y P+ pero las temperaturas más bajas de deposición y de difusión para la  
5 difusión de tipo P dan por resultado de que la porción 30 del tipo P tenga una concentración de impureza y una profundidad de difusión considerablemente menores. La porción 30 del tipo P sólo se difunde hasta una profundidad de aproximadamente 2,0 micrómetros antes de que su concentración de impureza disminuya a menos de aquella de la re-  
10 gión 24 de tipo N. Usualmente esta difusión de tipo P se hace al mismo tiempo que se efectúan las difusiones de base y de resistencia en las otras partes del circuito integrado y por lo tanto eliminan la necesidad de una etapa de difusión adicional.  
15

La región 32 del tipo N+ se forma luego mediante difusión. El revestimiento de óxido 44 se remueve y se coloca un nuevo revestimiento de óxido 46 y se abre para exponer otra parte de la superficie 20. Tal y como se muestra en la FIGURA 5, el revestimiento de óxido 46 se remueve en parte del área adyacente tanto a la porción 28 del tipo P+ como la porción 30 del tipo P de la región 26. La difusión del tipo N+ entonces puede llevarse a cabo exponiendo la superficie 20 a  $POCl_3$  durante 18 minutos y temperatura de 1050°C y luego a vapor durante 45 minutos a  
25

28 DIC 1972

410121



temperatura de 945°C. La región 32 de tipo N+ resultante se coloca dentro de ambas porciones de la primera región 26, formando las juntas de rectificación 34 y 36 con las porciones 28 y 30, respectivamente. Las profundidades de la junta y los perfiles de difusión que resultan de las difusiones anteriormente citadas se describirán a continuación.

La FIGURA 7 ilustra la concentración de impureza como una función de la profundidad para ambas porciones de la primera región 26 y la segunda región 32. Como se muestra mediante la curva 50, la porción 28 de tipo P+ tiene una concentración de impureza de superficie elevada de  $8 \times 10^{19}$  átomos/centímetro cúbico y se difunde profundamente en la región 24 de tipo N. Como se muestra mediante la curva 52, la porción 30 del tipo P tiene una concentración de impureza de superficie significativamente menor de  $5 \times 10^{18}$  átomos/centímetro cúbico y no se difunde tan profundamente en la región 24 del tipo N. La región 32 del tipo N+ que se difunde hacia ambas porciones de la primera región 26, forma una junta de rectificación a una profundidad diferente en cada porción dependiendo de la profundidad a la cual se igualan sus concentraciones de impureza respectivas. Como se muestra mediante la curva 54, la región 32 de tipo N+ tiene la concentración de impureza de superficie mayor de  $1,2 \times 10^{21}$  átomos/centímetro cúbico.

24.12.72

410121

28 D



mos/centímetro cúbico pero no se difunde muy profundamente. La concentración de impurezas 54 de tipo N+ disminuye rápidamente a menos de aquella de la concentración 50 de tipo P+ formando la junta 34 de tipo N+/P+ en su intersección. La junta 34 es semejante a aquella formada en los diodos zener del arte anterior; y se muestra mediante la línea punteada 56, que forman la intersección de las curvas 50 y 54 a poca profundidad de aproximadamente 0,7 micrómetros. Sin embargo, la concentración de impurezas 52 de tipo P es considerablemente menor que aquella de la concentración 50 de tipo P+ y consecuentemente la concentración de impurezas 54 de tipo N+ permanece por encima de aquella de la concentración 52 del tipo P a través de mayor profundidad formando la junta 36 de tipo N+/P a mayor profundidad de aproximadamente 1,4 micrómetros tal y como se muestra mediante la línea punteada 58.

Se hace luego la conexión eléctrica con el diodo zener mejorado 10 mediante los contactos eléctricos 38 y 40. Como se ha mostrado en la FIGURA 6, se coloca un nuevo revestimiento de óxido 48 y se abre para exponer una parte de la superficie 20 adyacente a la región 32 de tipo N+ y otra parte de la superficie 20 adyacente a la porción 28 de tipo P+. La superficie 20 adyacente a la región 32 de tipo N+ se expone sólo en el área en donde la región 32 de tipo N+ se coloca dentro de la porción 30 del tipo



410121

P que tiene la concentración de impureza considerablemente menor y la junta 36 de tipo N+/P de profundidad considerablemente mayor. Se deposita luego un revestimiento de material altamente conductor sobre el revestimiento de óxido 48 y las dos partes expuestas de la superficie 20 y se remueve selectivamente para rendir los contactos eléctricos 38 y 40. Usualmente los contactos eléctricos se hacen de aluminio que se vaporiza hacia la superficie 20 y luego se calienta a temperatura de 530°C. para alearla al silicio. Puesto que el contacto eléctrico 38 hacia la región 32 de tipo N+ se hace únicamente del área a través de la porción 28 del tipo P en donde la junta 36 de tipo N+/P es de profundidad significativamente mayor, las posibilidades de que se fuerce el aluminio a través de la junta 36 de tipo N+/P y de colocar en cortocircuito del diodo zener 10, se reducen grandemente.

La característica de tipo N+/P+ de los diodos zener se mantiene con el diodo zener mejorado 10 debido a que el voltaje disruptivo ocurre a través de la junta 34 de tipo N+P+. La junta 34 del tipo N+/P+ tiene un voltaje disruptivo de 5,5 voltios pero la junta 36 de tipo N+/P tiene un voltaje disruptivo mayor de 7,0 voltios; consecuentemente, el diodo se desintegra a través de la junta 34 de tipo N+/P+ de menor voltaje aún cuando el contacto eléctrico con la región 32 de tipo N+ se efec-

28



410121

túe solamente por encima de la junta 36 de tipo N+/P.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 10 de Junio de 1969, bajo el número 831.883, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- REIVINDICACIONES -

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1<sup>a</sup>.- Un dispositivo de diodo zener en un microcircuito del tipo integrado monolítico que incluye por lo menos un transistor que tiene tres regiones de difusión separadas, caracterizado porque comprende: una primera región de difusión de un tipo de conductividad que contiene dos porciones, una de las porciones tiene una concentración de alta impureza y la otra porción tiene una concentración de impureza significativamente menor; una segunda región de difusión de tipo opuesto de alta conductividad colocada dentro de ambas porciones de la primera

24.12.72



410121

región y separadas una de la otra mediante una junta de tipo P/N, la junta de tipo P/N entre la segunda región y la porción de concentración de impureza menor está a una profundidad considerablemente mayor que la junta de tipo P/N entre la segunda región y la porción de concentración de alta impureza; y un contacto eléctrico con la segunda región sólo a través de la porción de concentración de impureza menor en donde la junta de tipo P/N está a una profundidad considerablemente mayor.

10           2ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, en el que la junta de tipo P/N entre la segunda región y la porción de concentración de impureza menor está a una profundidad de aproximadamente 1,4 micrómetros.

15           3ª.- Un dispositivo de diodo zener en un microcircuito del tipo integrado monolítico.

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

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

Madrid, 28 DIC. 1972

F.A.

Alberto de Elizaburu  
Per Eder

AVS.  
24.12.72



410121

Fig. 1.

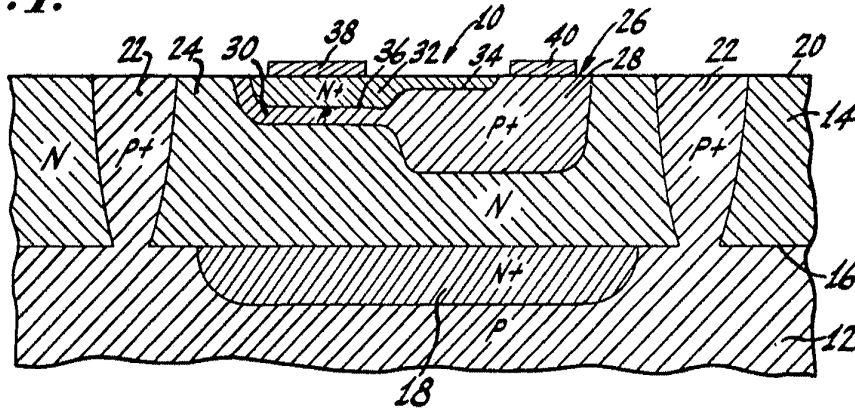


Fig. 2.

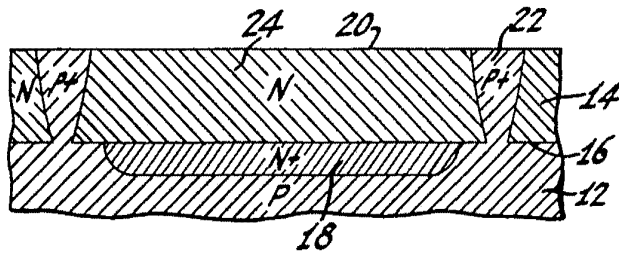


Fig. 3.

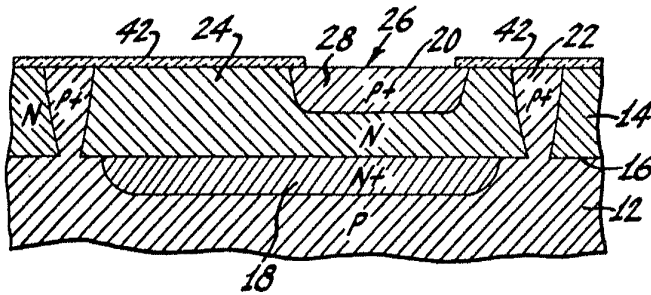
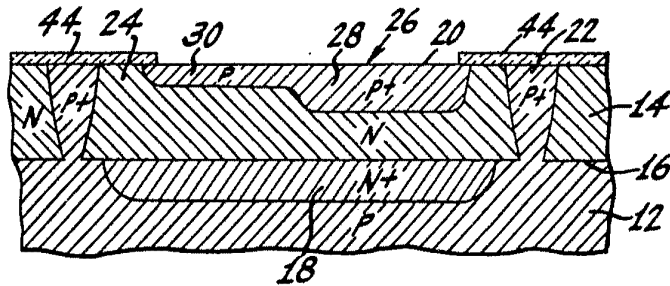


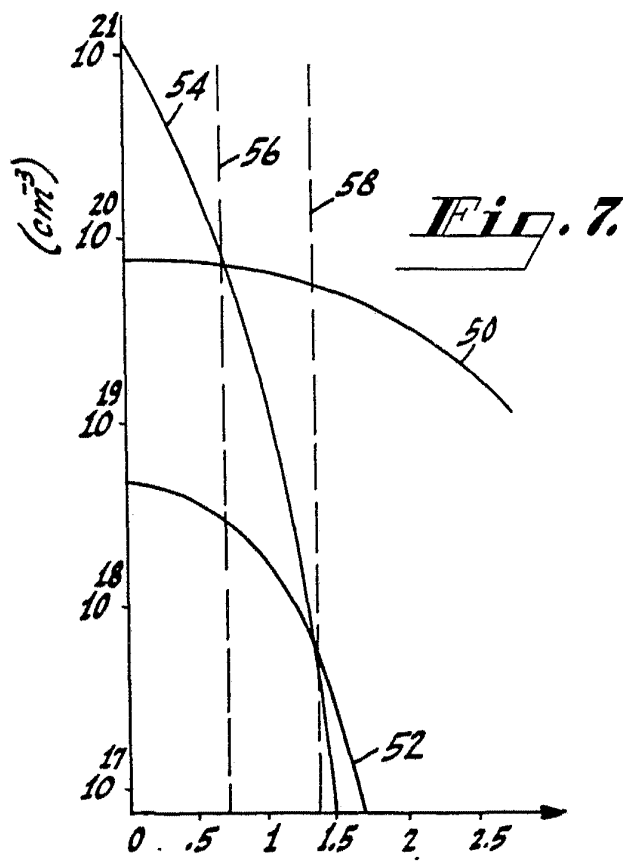
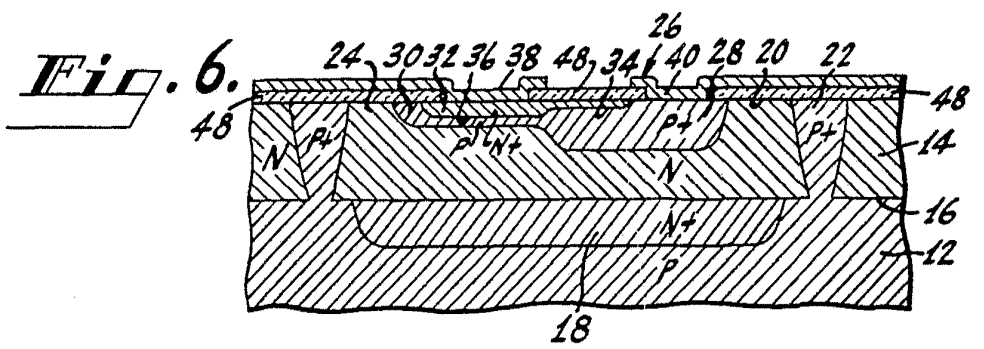
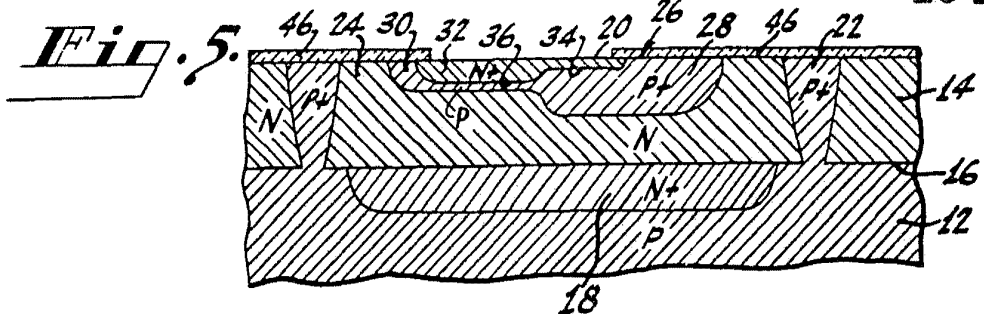
Fig. 4.



Alberto de Elzaburu  
Per Fodera

410121

28 DEC 1972



Alberto de Elzaburu  
Per. Poder.