

356515

P.-38.922

RCA 58.664

Memoria descriptiva



26 JUN 1968

para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA

entidad / de nacionalidad norteamericana

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

por: "UN DISPOSITIVO DE TRANSISTOR" (Clase Internacional
H01L)

BAD ORIGINAL



Un transistor se describe en la presente como del tipo que incluye una capa de substrato de un tipo de conductividad en la que se forma por crecimiento una capa epitaxial de conductividad del tipo opuesto, una parte de la cual funciona como de región colectoras del dispositivo. Regiones emisoras y de base son difundidas en la capa epitaxial. Se provee un bolso de conductividad alta en el substrato debajo de la región de base de modo que el area que se encuentra directamente debajo de la región emisora quede libre de difusión de impurezas.

Circuitos integrados de silicón de tipo monolítico son hechos generalmente usando una oblea de silicón compuesta de una capa de substrato de resistividad relativamente alta y una capa epitaxial de resistividad relativamente alta, formadas por crecimiento en el substrato.

Se pueden fabricar cientos de circuitos a la vez en una sola oblea semiconductoras, y cada circuito puede contener o no contener uno o más transistores bipolares, dependiendo del tipo de circuito. Si el circuito incluye transistores bipolares, cada transistor se compone de una región colectoras que comprende una porción de la capa epitaxial, y regiones emisoras y de base formadas por difusión de impurezas apropiadas en una porción de la capa epitaxial.

La región colectoras es usualmente de un material de resistividad relativamente alta de modo que tenga una ruptura de voltaje relativamente alta en la unión colectoras. Pero esto introduce la desventaja de tener una resistencia relativamente alta a través de la región colectoras hasta el electrodo de contacto colector, y esto re-



duce la ganancia de potencia del transistor.

Se ha propuesto anteriormente introducir un -
 bolso de conductividad alta en la capa de substrato adya-
 cente a la unión entre la capa de substrato y la capa epi-
 taxial, para reducir la alta resistencia del paso colec-
 tor. Este bolso de conductividad alta es colocado adyacen-
 temente a la región colectoras del transistor directamente
 debajo de la base, y extendiéndose bastante más de la re-
 gión de base para ayudar a rebajar la resistencia en el -
 paso de la región colectoras al contacto colector. Aunque
 el bolso de alta conductividad ha servido según se espera-
 ba para reducir la resistencia colectoras, el mismo ha --
 creado otras desventajas que se desean eliminar. Después
 que el bolso de alta conductividad es introducido en la -
 capa de substrato, la alta temperatura que se necesita -
 aplicar seguidamente para fabricar el resto del transis-
 tor, hace que algunas de las impurezas del bolso de alta
 conductividad sean difundidas en la región colectoras del
 transistor y aún hasta la región de base, ya que las dis-
 tancias entre la unión colectoras-a-substrato y la unión -
 base-colectoras son relativamente cortas. Y, además, el -
 alto nivel de impregnación del bolso de alta conductividad
 tiende a formar imperfecciones cristalinas en esa parte -
 del substrato. Estas imperfecciones son propagadas a la -
 capa epitaxial según la misma es formada en el substrato.
 Las imperfecciones en la capa colectoras perjudica el ren-
 dimiento del transistor. Las desventajas introducidas --
 por las impurezas difundidas y las imperfecciones propaga-
 das serán explicadas más específicamente a continuación.

La Figura I es un corte a sección de un tran--



sistor bipolar del tipo con frecuencia incluido en circuitos integrados y construidos de acuerdo con el arte ya conocido.

5 La Figura 2 es un corte a sección de un transistor similar al de la Figura I pero con la estructura mejorada de la presente invención.

10 Según se muestra en la Figura I, un transistor típico conocido en el arte, que se ha utilizado en circuitos integrados de silicón monolíticos, incluye un substrato 2 de resistividad relativamente alta, de silicón de un solo cristal de tipo P. La resistividad no es crítica pero puede ser del orden de 50 ohm/cm.

15 Una capa epitaxial 4 que se compone de silicón de un solo cristal de tipo N, es formada por crecimiento sobre el substrato 2. Esta capa tiene una resistividad relativamente alta de 200 a 400 ohms por cuadrado. La capa epitaxial 4 es separada del substrato 2 por una unión 6 de tipo P-N. El espesor de la capa epitaxial puede ser, por ejemplo de 8 a 10 micrones.

20 Una porción del substrato 2 es ocupada por un bolso 8 de alta conductividad N+ adyacente a la unión 6 entre el substrato 2 y la capa epitaxial 4. El bolso N+ 8 puede ser generalmente de forma rectangular y puede ser fabricado en el substrato antes de depositarse la capa epitaxial 4. Esto se puede hacer, por ejemplo, cubriendo temporalmente el tope de la superficie del substrato 2 con una capa encubridora, tal como una capa de bióxido de silicón, depositada por métodos convencionales, abriendo un agujero en el bióxido de silicón mediante técnicas convencionales de foto-máscara y de grabado y difundiendo

25

30



una impureza de tipo N en la superficie expuesta del sustrato tal como pasando un compuesto de arsénico fácilmente descomponible sobre el sustrato calentado a una temperatura suficiente para descomponer el compuesto y depositando arsénico en la superficie del sustrato. El arsénico depositado es entonces seguidamente difundido en el sustrato por calentamiento a la temperatura apropiada durante un tiempo predeterminado.

El transistor se completa con la formación de la base y las regiones de electrodos emisores en la capa epitaxial 4 y por la aplicación de contactos metálicos a cada electrodo. La cubierta de la capa epitaxial 4 es primeramente cubierta con una capa protectora 10 de bióxido de silicón, con el objeto de definir las varias regiones donde habrán de hacerse los depósitos y difusiones de metal.

Una región de base 12 de conductividad de tipo P es después formada por difusión de una impureza de tipo P, tal como de borón, en la capa epitaxial 4 dentro de un espacio abierto en la capa protectora 10. La abertura en la capa aislante 10 es también formada por técnicas convencionales del foto-máscara y de grabado bien conocidas en el arte.

Una región emisora 14 puede ser formada semejantemente a la formación de la región de base 12, mediante la difusión de una impureza apropiada de tipo N tal como de arsénico o de antimonio, en la región de base. El espesor de la región de base puede ser típicamente de unos 2 micrones, y el espesor de la región emisora puede ser de unos 1.2 micrones.



El dispositivo completo incluye también un contacto emisor metalizado 16, un contacto de base 18, y un contacto colector 20. Estos pueden ser hechos de aluminio depositado por vaporización.

5 Las flechas 31 indican parte del paso de conductividad para transportadores de carga desde la región emisora 14, a través de la región de base 12, y la región colectora 4a al electrodo de contacto colector 20. Debido al bolso N° 8, parte de éste paso de corriente 31a es
10 a través de una región de resistencia baja en vez de a través de una región de alta resistencia en la región colectora 4a. Esto mejora la ganancia de corriente del dispositivo y es necesario disipar menos calor.

15 La difusión de impurezas de tipo P que forman la región de base 12 y de las impurezas de tipo N que forman la región emisora 14, tiene que ser hecha a temperaturas relativamente altas. Esto hace que algunas de las impurezas presentes en el bolso N° 8 sean difundidas hacia
20 afuera en todas direcciones desde el bolso. Algunas de las impurezas, por lo tanto, se difunden en dirección hacia arriba y hacia aquella parte 4a de la capa epitaxial 4 que se halla directamente debajo de la región de base 12. Algunas de las impurezas difundidas hacia afuera del bolso N° 8 también se difunden hacia arriba hacia la
25 región de base 12 y pueden acercarse proximamente y hasta tocar y entrar en la región emisora 14.

Según se ha indicado anteriormente, otro efecto no deseable es la propagación de imperfecciones desde el bolso de alta conductividad hacia la región colectora 4a
30 del transistor. Estas imperfecciones quedan integradas en



la capa epitaxial 4 según la misma se va formando en el substrato. Estas imperfecciones se muestran esquemáticamente como pequeños triángulos 22.

Debido a la presencia de las imperfecciones en la capa epitaxial 4 y que se extienden en la región de base 12, se hace difícil o imposible obtener una unión de base emisora definida. Cuando impurezas de tipo N se difunden interiormente desde la superficie de la capa epitaxial 4 para formar la región emisora 14, las impurezas se difunden más rápidamente, y, por lo tanto, se difunden más, cuando hay imperfecciones que cuando no hay imperfecciones. Lo que ocurre con frecuencia es que algunas de las impurezas forman "espigas" 24, de distintos tamaños, que se extienden hacia abajo desde la unión principal de base emisora 26 y en la región de base 12. Si estas "espigas" se extienden por toda la distancia hasta la unión de base colectora 28, o en la capa de base colectora de vaciado, cuyos límites son designados por las líneas punteadas 29a y 29b, que siempre se forma adyacentemente a la unión P-N, puede resultar un corto circuito y ruptura de la unión por donde penetra la "espiga". Y como las capas de vaciado tienden a extenderse más en regiones más altamente impregnadas que en regiones menos altamente impregnadas, la presencia de mayor impregnación en la región de base 12, debido a la difusión hacia afuera del bolso N+ 8, ocasiona que la capa de vaciado se extienda más cerca a la unión de base emisora que lo que se extendería ordinariamente, cuando la unión de base colectora es desviada por inversión. Este efecto puede disminuir considerablemente el voltaje de ruptura de la unión de base co-



lectora.

El aumento de concentración de impurezas en la región 4a aumenta también la pérdida por fuga de corriente emisora colectora.

5

La invención presente comprende una estructura de transistor bipolar en la cual el bolso de alta conductividad adyacente a la unión colectora del substrato tiene modificada su estructura de modo que el bolso está colocado directamente debajo de la región de base, en la manera usual, pero no debajo de aquella porción de la región de base que queda también directamente debajo de la región emisora. El bolso de alta conductividad puede ser de forma en general anular, teniendo una abertura en el medio que corresponde aproximadamente en area lateral de corte a - sección al area lateral de corte a sección de la región - emisora.

10

15

20

25

30

Un transistor de acuerdo con la presente invención, según se muestra en la Figura 2, tiene generalmente las mismas partes que un transistor de acuerdo con el arte anterior según la Figura 1 excepto por la forma modificada del bolso de conductividad N+ en la capa del substrato. El transistor puede comprender, por ejemplo, una capa de substrato 2, una capa epitaxial 4, parte de la cual sirve como una región colectora, una región de base 12, y una región emisora 14, todas exactamente iguales a las regiones correspondientes del transistor del arte anterior que se muestra en la Figura 1. Sin embargo, el bolso mejorado de alta conductividad en la capa de substrato 2 comprende una estructura 30 que tiene una abertura 32 dispuesta en su centro directamente debajo de la región -



2

5
10

emisora 14. La abertura 32 y la región emisora 14 tienen aproximadamente áreas iguales en corte a sección lateral. El bolso de alta conductividad tiene por lo tanto una forma en general anular pero se propone que ese término incluya formas rectangulares lo mismo que circulares. El presente transistor mejorado, al igual que el transistor de la Figura 1 del arte anterior, incluye también una unión de base emisora 26, una unión de base colectora 28, una capa aislante protectora 10 y electrodos de contacto 16, 18 y 20 respectivamente de emisión, de base y colector.

15
20

En este transistor mejorado que se muestra en la Figura 2, las imperfecciones 22 son también formadas en la capa epitaxial 4 por propagación desde el bolso 30 de alta conductividad, pero, como la porción de la región colectora 4a, que se encuentra directamente debajo de la región emisora 14, no tiene parte alguna del bolso 30 de alta conductividad debajo de la misma, las impurezas del bolso 30 de alta conductividad no se difunden apreciablemente en esta porción de la región colectora, y las imperfecciones no se propagan en la misma. Esta porción de la capa epitaxial queda así más perfecta.

25
30

Como resultado de la mayor perfección tanto en la región colectora como en la región de base directamente debajo de la emisora, el frente de difusión de la región emisora permanece definido y hay claramente una menor tendencia a que espigas de material de impurezas se difundan hacia abajo desde el frente de difusión y penetren en la región de base acercándose a la unión base colectora. Esto resulta en una gran reducción de la tendencia de for



mar corto-circuito en la unión de base colectora y, en general, aumenta el voltaje de ruptura de la unión de base colectora. Además se mejora la movilidad de la carga, lo cual mejora la eficiencia en alta frecuencia. Las pérdidas entre la emisora y la colectora también se reducen.

5

La posición de la capa de vaciado es también modificada cuando la unión de base colectora 28 es invertida. Según se indica por las líneas punteadas 35 y 37 que representan los límites de la capa de vaciado en aquellas áreas de la región de base 12 y de la región colectora 4a que no se encuentran directamente debajo de la región emisora 14, la posición de esa porción de la capa es aproximadamente la misma que en el transistor conocido en el arte. Pero, conforme se indica por las porciones 35a y 37a de las líneas punteadas, la parte de la capa de vaciado que se encuentra directamente debajo de la región emisora 14 no penetra tan profundamente en la región de base como en el transistor conocido en el arte ya que esta porción de la región de base está menos impregnada debido a la ausencia de impurezas de difusión del bolso de alta conductividad. El voltaje impelido es por lo tanto mayor.

10

15

20

Los transistores que se han construido de acuerdo con las enseñanzas de esta invención y según se muestra en la Figura 2, han mostrado tener las mejoras que se han descrito.

25

Al mismo tiempo, la porción restante del bolso de alta conductividad continúa rindiendo su función anterior de proveer un paso de conductividad baja al electrodo 20 de contacto colector, según se indica por el paso de la flecha punteada 34. Se ha demostrado con anteriori-

30



dad que los transportadores de emisiones de carga en la
unión de base emisora ocurren casi totalmente en la peri-
feria y casi ninguno directamente debajo de la región emi-
sora. Por lo tanto no hay necesidad de tener pasos de al-
ta conductividad directamente debajo de la región emisora,
siempre que el paso de alta conductividad esté presente -
en una área que se encuentre directamente debajo de la pe-
riferia de la unión de base emisora y que se extienda ha-
cia afuera a una posición debajo del contacto colector 20.

El transistor beta continúa así en un alto nivel.

La presente solicitud que corresponde a la pre-
sentada en Estados Unidos de América, con fecha 17 de No-
viembre de 1.967, bajo el número 684.020, se acoge a los -
beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Pro-
piedad Industrial.

- N O T A -

Los puntos de invención, propia y nueva, que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-
te de Invención en España por VEINTE años, son los siguien-
tes:

1.- Un dispositivo de transistor caracterizado por -
comprender un cuerpo semiconductor que incluye: una región



de sustrato, una región colectoras como en forma de capa
 contigua a dicha región de sustrato, una región de base
 como en forma de capa contigua a y formando una unión de
 base colectoras PN con dicha región colectoras y separada -
 5 de dicha región de sustrato, una región emisora como en
 forma de capa contigua a y formando una unión de base emi-
 sora PN con dicha región de base y separada de dicha re--
 gión colectoras, teniendo dicha región emisora menor exten-
 sión lateral que la de dicha región de base por lo cual -
 10 dicha región emisora se extiende solamente sobre una por-
 ción de dicha región de base, y un bolso dentro de dicha
 región de sustrato adyacente a dicha región colectoras, -
 siendo dicho bolso de una conductividad mayor que la por-
 ción de dicha región de sustrato adyacente a dicho bolso
 15 y estando colocado en posición opuesta solamente a aque--
 lla porción de dicha región de base que dicha región emi-
 sora no cubre.

2.- Un dispositivo de transistor de acuerdo con
 la reivindicación 1, caracterizado además en que dicho --
 20 sustrato se compone de una capa de un material semicon--
 ductor ligeramente impregnado de un tipo de conductividad,
 comprendiendo dicha región colectoras una capa epitaxial -
 de material semiconductor de conductividad de tipo opuesto
 en dicha capa de sustrato, la dicha región de base sien-
 25 do de dicho un tipo de conductividad y estando dentro de
 dicha capa epitaxial y adyacente a dicha región colectoras
 y separada de dicha capa de sustrato, siendo dicha región
 emisora de dicho tipo opuesto de conductividad y adyacen-
 te a dicha región de base y de menor extensión en sección
 30 lateral que dicha región de base, y una región de forma -

5 anular con gran impregnación de dicho tipo opuesto de -
conductividad dentro de dicha capa de substrato adyacente
a dicha región colectora, la dicha región ultimamente men-
cionada estando colocada por lo menos parcialmente y di-
rectamente debajo de dicha región de base pero no substan-
cialmente debajo de dicha región emisora.

10 3.- Un dispositivo de transistor de acuerdo con
la reivindicación 2, en el cual la abertura central de di-
cha región de forma anular tiene un area de sección late-
ral aproximadamente igual a la de dicha región emisora.

15 4.- Un dispositivo de transistor de acuerdo con
la reivindicación 2, en el que dicha región colectora, la
dicha región de base y la dicha región emisora se extien-
den hasta una superficie de dicha capa epitaxial y cada -
una de dichas tres regiones ultimamente mencionadas tiene
un electrodo de contacto en dicha superficie.

20 5.- Un dispositivo de transistor de acuerdo con
la reivindicación 4, en el que dicho electrodo de contac-
to de dicha región colectora se encuentra directamente -
sobre una porción de dicha región de gran impregnación.

6.- Un dispositivo de transistor.
Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, y para los fines que se han especificado.

25 La presente Memoria consta de catorce hojas --
escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 26 JUL 1968

Alberto de Elizalde
Por Poder

11-7-68/RTA.-

356.515

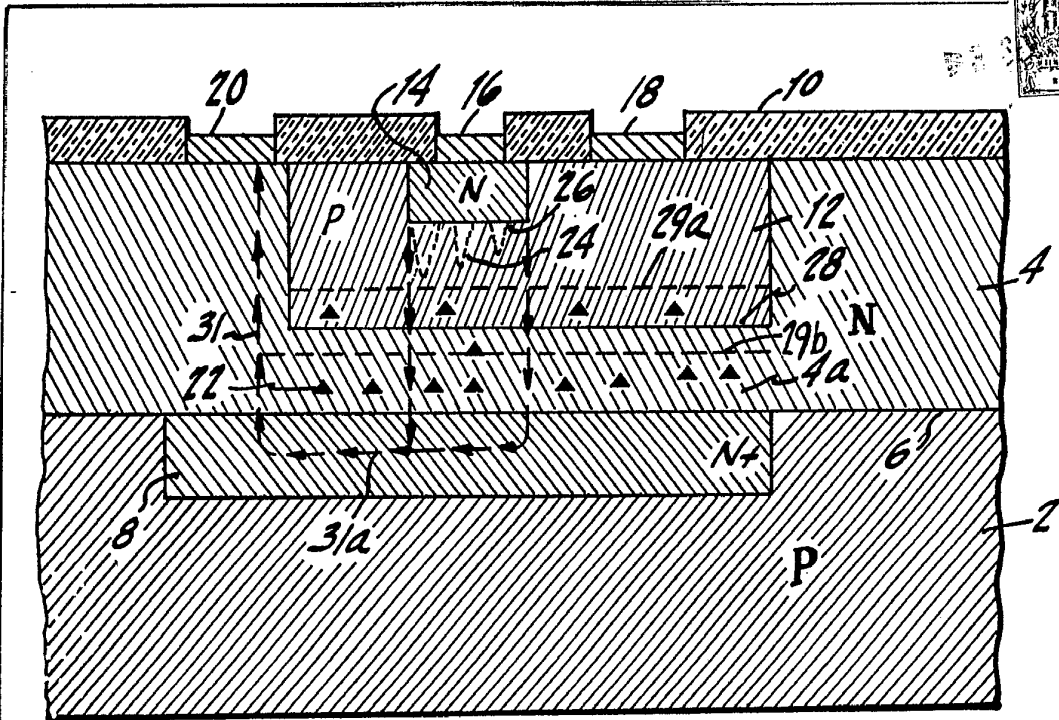


Fig. 1.

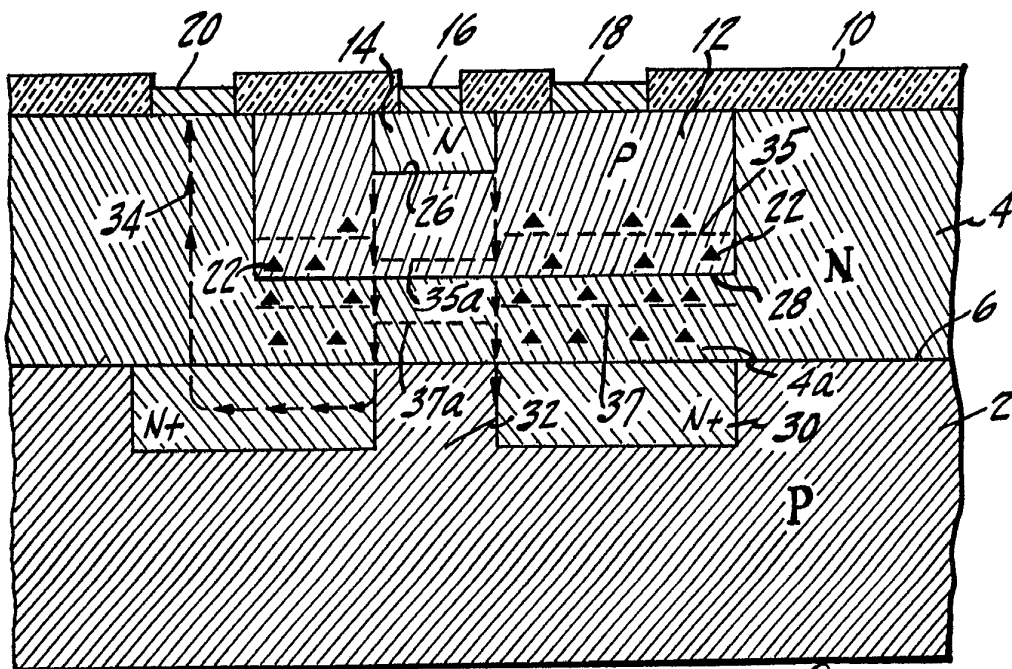


Fig. 2.

Antonio de Góngora
Pat. Esp.