



P - 31.317

RCA 54736

324211

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 norte  
americana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva  
York, N.Y., Estados Unidos de América, por:  
"UN DISPOSITIVO TRANSISTOR"

=====

Este invento se refiere a dispositivos semiconductores mejorados y, ventajosamente, a transistores mejorados capaces de manejar alta potencia a altas frecuencias.

Los transistores capaces de manejar alta potencia ( más de 1 vatio) a altas frecuencias (más de 100 megaciclos) han estado generalmente limitados en sus características de operación por un fenómeno indeseable conocido como segunda perforación. La segunda perforación ha sido definida como un fenómeno en la cual la corriente del emisor de un transistor se concentra en zonas locales y sobre-



calienta localmente el transistor. Esto puede originar un deterioro serio de funcionamiento o la destrucción total.

5 Cuando ocurre la segunda perforación, la impedancia de salida de un transistor cambia casi instantáneamente de un gran valor a un pequeño valor límite. Puede distinguirse de la operación del funcionamiento normal del transistor por el hecho de que una vez que ocurre, la base deja de controlar las características normales del colector. La segunda perforación está asociada con imperfecciones en la estructura del dispositivo, siendo usualmente más severa en  
10 dispositivos de alta potencia, de difusión múltiple;

Un objeto de este invento es crear un transistor nuevo y mejorado que tiene características mejoradas de segunda perforación.

15 Según una realización preferida del invento, se provee un transistor que tiene una región de emisor de un tipo de conductividad y una región de base de tipo de conductividad opuesto que rodea a la región del emisor. La región del emisor está compuesta por partes primera y segunda, siendo la primera parte una parte sustancialmente  
20 no emisora y siendo la segunda parte una parte activa emisora. También se incluyen medios para hacer que el conductor del emisor haga solamente contacto con la primera parte de la región del emisor.

25 En los dibujos adjuntos:

La figura 1 es una vista en planta, con arranque parcial, de parte de un dispositivo construido de acuerdo con el presente invento.

La figura 2 es una vista en sección hecha a lo  
30 largo de la línea 2-2 de la figura 1.

324211



La figura 3 es una vista en sección considerablemente aumentada, hecha a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1, y

La figura 4 es una vista en planta de un transistor de alta potencia que incluye características del invento.

En las diversas figuras, las partes similares se designan con los mismos números.

Las figuras 1 a 4 ilustran una realización de un transistor construido de acuerdo con los principios del invento. Ilustrada en las figuras 1 y 2 hay una pequeña parte de un transistor de potencia del tipo plano que se representa más completamente en la figura 4. El dispositivo comprende un cuerpo 2 de silicio monocristalino semiconductor que tiene una región de colector 4 de silicio de tipo de conductividad N + que puede tener una resistividad de aproximadamente 0,01 ohm cm. Superpuesto sobre la zona 4 hay una capa epitaxial 6 de silicio de tipo N que puede tener una resistividad de unos 2 a 3 ohm cm. El espesor de la zona 4 puede ser aproximadamente de 0,15 a 0,2 mm, por ejemplo, y la capa epitaxial 6 puede, por ejemplo, ser 0,02 mm de espesor.

Junto a la superficie superior 8 del cuerpo de silicio hay una multiplicidad de partes separadas 10 de región de base, difundidas, de forma circular, que son de conductividad del tipo P. Cada una de las partes 10 de región de base puede tener un espesor de unos 0,002 a 0,025 mm, por ejemplo. La resistencia superficial o laminar de estas partes puede ser aproximadamente 150 ohmios por cuadrado. Pueden ser hechas difundiendo trióxido de boro,



o tribromuro de boro en el cuerpo desde la superficie superior 8 a una temperatura de 890° a 920°C durante 30 minutos, luego a 1200°C durante 30 minutos adicionales. Estas partes discontinuas 10 de región de base constituyen solo parte de toda la región de base del dispositivo.

La región de base incluye también una parte o zona 12 de tipo de conductividad P+ que rodea las partes circulares 10 y que ocupa toda la cara superior del cuerpo fuera de las partes circulares 10. Esta zona, 12, P+ tiene una resistencia laminar de aproximadamente 1 ohmio por cuadrado. Puede ser hecha por difusión en boro bien en la forma de trióxido de boro o bien de tribromuro de boro, por ejemplo a 1150°C durante quince minutos. Se hace contacto de base a las partes de la zona 12.

Adentrándose también desde la superficie superior 8 del cuerpo semiconductor, cada parte de región de base 10 tiene asociada con ella una región de resistencia de emisor, 14, aproximadamente de 0,00075 a 0,001 mm de profundidad. Estas regiones están diseñadas para que tengan una resistencia laminar de aproximadamente 10 ó 20 a 100 ohmios por cuadrado. Pueden ser hechas por difusión de, por ejemplo, oxiclórico de fósforo ( $\text{POCl}_3$ ) a 900°C durante 35 minutos. En el dispositivo ilustrado, las regiones 14 son de 0,037 mm de diámetro.

Asociada también con cada porción de región de base 10 y con cada región 14 de resistencia de emisor hay una parte de emisor 16, de forma anular, compuesta de material de conductividad N+. Estas partes 16 constituyen las regiones emisoras activas del dispositivo. En el dispositivo ilustrado, las partes 16 tiene un diámetro externo de



0,06 mm y están difundidas dentro hasta una profundidad de 0,0012 a 0,0015 mm. Se extienden así algo más profundamente y están activadas más fuertemente que sus partes de resistencia asociadas 14. Pueden tener una resistencia laminar de desde  $\frac{1}{2}$  a 2 ohmios por cuadrado, por ejemplo. Las partes 16 pueden ser hechas difundiendo oxiclورو de fósforo dentro de las superficies superior del cuerpo a 1025°, durante 16 minutos.

Cubriendo toda la superficie superior 8 excepto las aberturas para los contactos a los emisores y a la base hay una película aislante de dióxido de silicio 18. Los contactos metálicos 20 del emisor en forma de tiras de metal, tal como aluminio, son depositados por evaporación al vacío sobre la capa de óxido de silicio y hacen contacto a través de la capa de óxido con el centro de cada parte de resistencia 14 del emisor en las pequeñas regiones circulares 22. Como se muestra en la figura 4, estas tiras 20 están unidas en un extremo para formar una estructura 24 en forma de peine en el transistor de potencia completo.

Los contactos de base del dispositivo son hechos, por ejemplo, evaporando al vacío y depositando las tiras de aluminio 26 sobre la capa 18 de dióxido de silicio y haciendo contacto a través de la capa de óxido de silicio con la parte P+ de la región de base 12 a través de las aberturas regularmente espaciadas 28 representadas en detalle en la figura 3. En el dispositivo ilustrado, las aberturas 28 son figuras en forma de almohada, de 0,00062 mm cuadrados de superficie, de bordes cóncavos. Estos contactos están dispuestos de modo que sus bordes cóncavos son simétricos con respecto a las periferias circulares de las regiones 16



de emisor N4. Los bordes de las aberturas 28 son arcos de círculos que tienen los mismos centros que las periferias circulares de las regiones 16 más cercanas a ellos.

5 Como se ilustra en la figura 4, tomando cualquier punto del emisor por ejemplo, 16', los cuatro contactos de base 28a, 28b, 28c, y 28d están dispuestos simétricamente de modo que todas las partes de la periferia del emisor están sustancialmente a igual potencial respecto de los contactos de base. Esta disposición tiende a proporcionar una  
10 distribución sustancialmente igual de corriente de emisor a base de cada punto del emisor y es una ayuda adicional para inhibir la segunda perforación. Como se muestra en la figura 4, las tiras 26 de contacto de base están todas conectadas entre sí para formar una estructura 30 en forma  
15 de peine.

La resistencia laminar de las resistencias de estabilización 14 en el dispositivo representada puede ser variada desde 2 a 100 ohmios por cuadrado, por ejemplo, para obtener la variación deseada de resistencia. Además de  
20 la resistencia laminar del material, la magnitud de cada resistencia está regulada por la relación logarítmica del diámetro externo de la resistencia 14 a su diámetro interno en derredor de las áreas de contacto. En el dispositivo ilustrado, una relación logarítmica preferente del  
25 diámetro externo al diámetro interno es de 5.

No se intenta que las partes de resistencia 14 actúen como emisores de corriente puesto que esto reduciría su eficacia.

30 En el dispositivo que ha sido descrito anteriormente, los anillos anulares 16 del emisor que se extienden



más profundamente dentro de la región de base que las resistencias 14, inhiben la inyección procedente de las resistencias al separar las resistencias de la región de base 10. Para que la corriente de base llegue a la resistencia 14 y suministre corriente de deficiencia de emisor, tendría que pasar a través de la parte de región de base de alta resistencia laminar debajo de los anillos de emisor altamente activados. Puede obtenerse una buena resistencia a la segunda perforación, sin embargo, aún cuando las partes 14 de alta resistencia y las partes activas 16 estén difundidas internamente hasta la misma profundidad puesto que la emisión de la corriente de emisor a base ocurre casi completamente en los bordes del emisor en la configuración del dispositivo representada. La realización ilustrada es una forma preferida.

El efecto de la resistencia de estabilización 14 es disminuir el voltaje de emisor a base cuando la corriente aumenta excesivamente en cualquier punto o lugar.

Han sido fabricados transistores con una resistencia de estabilización de hasta 25 ohmios por punto del emisor. Estos transistores han demostrado una mejora continua en resistencia a la segunda perforación según se aumentaba la resistencia de lastre. Los transistores que normalmente no podrían tolerar más de 35 voltios a 1 amperio pueden tolerar más de 100 voltios con estas resistencias.

Unos transistores similares al dispositivo ilustrado en la figura 4 pero que tienen un número doble de puntos emisores y doble del área superficial representada, han sido ensayados para el funcionamiento como amplificador de clase C. A 50 mc el funcionamiento fue equivalente



te a transistores no estabilizados que entregaban 65 vatios con excitación de 5 vatios a 28 voltios. Así se ha logrado la mayor mejora en resistencia a la segunda perforación sin sacrificio de funcionamiento a esta frecuencia. Debido a

5 gran número de puntos emisores conectados en paralelo, la resistencia total del dispositivo es muy baja. En un transistor típico que estaba construido con 180 puntos emisores, cada punto tenía unos 18 ohmios de resistencia y la resistencia total era por lo tanto sólo aproximadamente 0,1 ohm.

10 Aunque, en la realización ilustrada, las partes emisoras activas 16 y las partes de resistencia de estabilización 14 han sido representadas como de forma anular o circular, podrían ambas ser de otras formas, tales como rec-

15 labra "concéntrica" se aplique a cualquier forma en las que ambas partes del emisor tienen un centro común.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 17 de Marzo de 1965, bajo el número 440.397, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

#### N O T A

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

25 1.- Un dispositivo transistor caracterizado por

324211



una región de emisor de un tipo de conductividad y una región de base de tipo de conductividad opuesta que rodea la región de emisor, estando dicha región de emisor compuesta por porciones primera y segunda siendo dicha primera porción una porción sustancialmente no emisora, y siendo dicha segunda porción una porción emisora activa, y medios para hacer contacto con el conductor del emisor sólo con dicha primera porción.

2.- Un dispositivo transistor de acuerdo con el punto 1 caracterizado porque dicha primera porción de dicha región de emisor tiene una resistividad sustancialmente más alta que dicha segunda porción de dicha región de emisor.

3.- Un dispositivo transistor de acuerdo con los puntos 1 ó 2 caracterizado porque dicha región de emisor es concéntrica a dicha región de base y dichas porciones primera y segunda de dicha región de emisor son respectivamente porciones interna y externa concéntricas.

4.- Un dispositivo transistor de acuerdo con el punto 3 caracterizado porque dichas porciones primera y segunda de dicha región de emisor son respectivamente porciones circulares interna y externa concéntricas.

5.- Un dispositivo transistor de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes en el que dicha primera porción de dicha región de emisor es una resistencia de estabilización y dicha segunda porción de dicha región de emisor tiene una periferia emisora activa junto a la región de base, y dichos medios para hacer el contacto del conductor del emisor están conectados a dicha resistencia de modo que sustancialmente se presenta la misma resistencia a la



circulación de corriente entre dichos conductores del emisor y todas las partes de dicha periferia emisora activa de dicha segunda porción de dicha región de emisor.

5           6.- Un dispositivo transistor de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes caracterizado porque dicho transistor incluye una multiplicidad de regiones de emisor y medios para conectar en paralelo todas las citadas primeras porciones de dichas regiones de emisor.

10           7.- Un dispositivo transistor según cualquiera de los puntos precedentes caracterizado porque dicha región de base comprende una primera porción de región de base de conductividad relativamente baja inmediatamente junto y rodeando cada una de dichas segundas porciones de dichas regiones de emisor, incluyendo dicha región de base una segunda porción de región de base de conductividad relativamente alta que rodea dichas primeras porciones de región de base, y medios para hacer contacto eléctrico con  
15           dichas segundas porciones de región de base de modo que todas las superficies emisoras de dichas regiones de emisor son de potencial sustancialmente igual con respecto a dichos medios de contacto.

25           8.- Un dispositivo transistor de acuerdo con el punto 6 ó 7, caracterizado por un recubrimiento aislado que cubre dichas regiones de emisor, comprendiendo dichos medios para conectar en paralelo dichas regiones de emisor unas tiras de metal evaporado sobre dicho recubrimiento y conductores metálicos que se extienden desde dichas tiras hasta dichas primeras porciones de dichas regiones de emisor a través de aberturas en dicho recubrimiento.

30           9.- Un dispositivo transistor.

324211



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.

Esta Memoria consta de once hojas escritas por una sola cara.

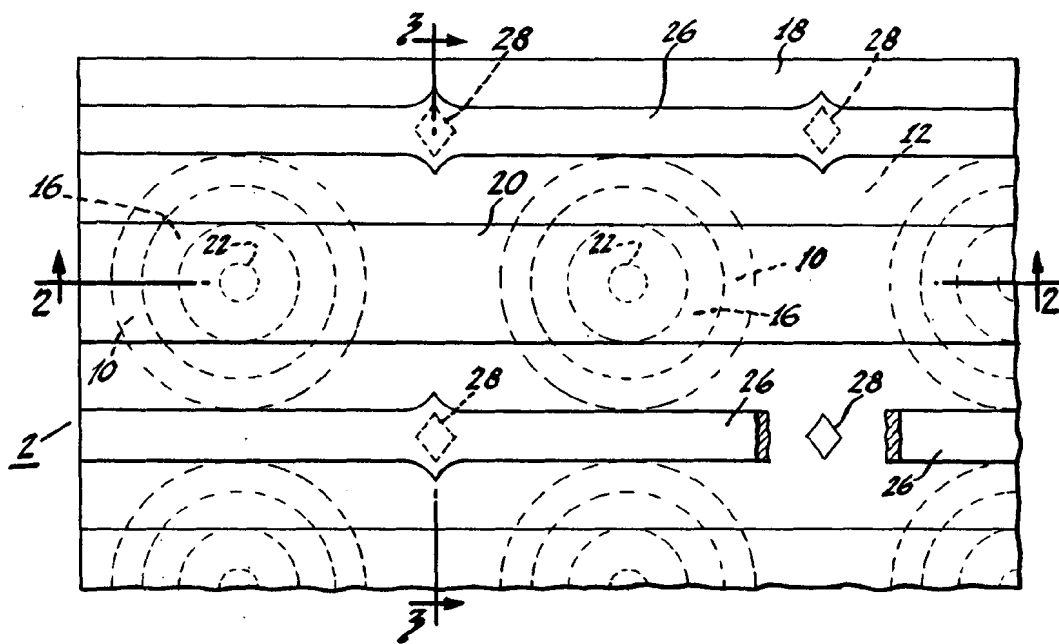
Madrid,

P. A.

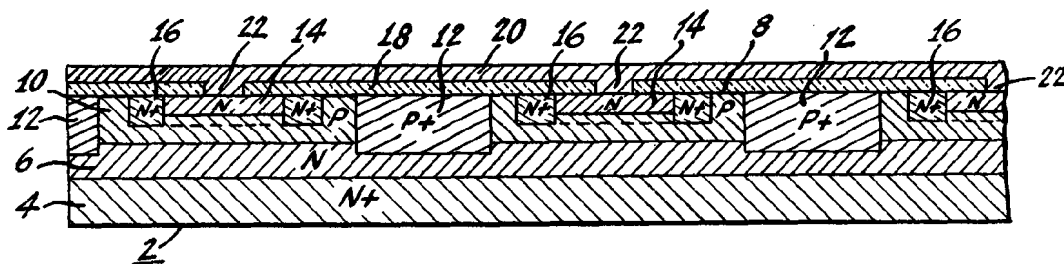
*Arta*

BG/.-

*M. G.*



*Fig. 1.*



*Fig. 2.*

*Perla*

