

313647

PATENTE DE INVENCION

=====
Your file F-802-Sp.
=====

Memoria Descriptiva
sobre



"PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION
DE TRANSISTORES".

Solicitante: FAIRCHILD CAMERA AND INSTRUMENT CORPORATION,
entidad norteamericana, residente en :
300 Robbins Lane Syosset, Long Island,
NEW YORK, EE. UU. de A.

Esta invención se relaciona con la pre-
vención de daño térmico en dispositivos en estado
sólido, tales como transistores. Más particular-
mente, la invención comprende un transistor de
5. energía que tiene su conductor emisor acoplado a

313647

- 2 -



una película de resistencia distribuída, formada para conectar el conductor emisor al área emisora, reduciendo así al mínimo la posibilidad de formación de puntos calientes o de daño térmico.

5. Los recientes estudios relacionados con la seguridad de los transistores han revelado que a ciertas temperaturas internas críticas, imperfecciones o defectos (tales como los derivados de la contaminación química) en estructuras transistoras
10. e inestabilidades en los mecanismos de generación y disipación de energía pueden causar un calentamiento local. En dispositivos destinados a manipular grandes densidades de energía, este calentamiento local (designado por formación de puntos calientes)
15. es susceptible de tener por resultado unas crecientes corrientes y temperaturas en un pequeño área emisor o área de unión emisor-base. Si las temperaturas de los puntos calientes resulta demasiado elevada, se produce el fallo del dispositivo. Físicamente,
20. el fallo puede presentar la forma de cortocircuito entre emisor y colector. A este modo general de fallo se hace referencia por zigzaguo térmico, segunda interrupción o fallo de puntos calientes y se analiza en el artículo "Thermal Instabilities and Hot Spot in Junction Transistors" por R.M. Scarlett y colaboradores o en el libro "Physics of Failure in Electronics", páginas 194-203, Spartan Books, Inc. (1963). Estos términos relativos a fallos, empleados en esta descripción, se consideran
25. sinónimos. Las condiciones eléctricas típicas que
- 30.



crean la interrupción secundaria, así como las limitaciones impuestas por aquélla al funcionamiento de los transistores, se estudian en "Power Transistor Handbook", por Motorola, Inc., páginas 31-35 (1960).

5.

En algunos dispositivos del arte anterior se han intentado reducir al mínimo el problema de los puntos calientes utilizando resistores emisores disgregados. Esta disposición requiere un número relativamente grande de resistores de gran valor para ser efectiva y compatible con los requisitos de voltaje de base a emisor y resistencia de saturación de los dispositivos. En el mejor de los casos, tales disposiciones del arte anterior son inconvenientes y difíciles de fabricar en cantidad.

10.

15.

Esta invención reduce al mínimo el problema de los puntos calientes y la posibilidad de zigzagueo térmico estableciendo una película resistora distribuída y formada por lo menos sobre una porción del área emisora. Más específicamente, la invención comprende una oblea monocristalina de material semiconductor que tiene una región coleccionadora del tipo de conductividad acoplada a aquélla, una región básica de diferente tipo de conductividad acoplada a la región coleccionadora y una región emisora que tiene el mismo tipo de conductividad que la citada región coleccionadora, acoplada a la región básica. Una película resistora se deposita sobre una parte por lo menos de la región emisora, íntimamente acoplada a ella.

20.

25.

30.



- La película resistora de la anterior combinación proporciona una resistencia total muy baja entre el contacto del emisor y la unión base-emisor que presenta una resistencia efectiva muy grande en serie entre el contacto del emisor y cualquier área pequeña del emisor o área de unión base-emisor. La pequeña resistencia total entre el contacto del emisor y la unión base-emisor evita indeseables incrementos en el voltaje base a emisor y la resistencia de saturación. La resistencia en serie relativamente grande entre el contacto del emisor y cualquier pequeño área de unión base-emisor (tal como un punto caliente) funciona limitando efectivamente la concentración de corriente en tal área. Esta corriente limitada evita sustancialmente el fallo de puntos calientes sin afectar al rendimiento del dispositivo, permitiendo así una elevada disipación en pequeñas estructuras de transistores de energía.

- La estructura y ventajas anteriormente descritas en general pueden comprenderse por completo con referencia a la detallada descripción y dibujos adjuntos, en los cuales:

- La figura 1 es una vista superior parcialmente cortada de un transistor simplificado que hace uso de la invención; y

La figura 2 es una vista en sección lateral tomada a lo largo de las líneas 2-2 de la figura 1.

- Con referencia a las figuras 1 y 2, se forma un transistor de energía capaz de una elevada disipación de ésta, en una oblea 10 de material semi-



- conductor monocristalino (por ejemplo, silicio) que tiene una superficie superior plana 12. La oblea 10 tiene regiones adyacentes de tipos de conductividad especificados formadas en la misma. Típicamente, se forma una región colectora 14 del cuerpo de la oblea, que tiene un primer tipo de conductividad. Este primer tipo de conductividad puede ser del tipo N, por ejemplo, conseguido mediante endopado cristalino uniforme durante el desarrollo o subsiguiente endopado con endopadores tales como arsénico, fósforo y antimonio. Ambos procedimientos de endopado son bien conocidos en el arte.
- 5.
- 10.

- Dentro del colector 14 se forma una región básica 16 de tipo de conductividad opuesto al colector 14. La base 16, cuando se forma finalmente, se extiende hasta la superficie 12. La conductividad de la base 16 es de tipo P (con un colector de tipo N), formada por difusión de boro, aluminio o indio en el colector 14. En el caso de una oblea de silicio, puede formarse un óxido sobre la superficie y utilizarse como máscara. El óxido sobre la oblea 10 se retira primero selectivamente mediante técnicas de fotografía, bien conocidas donde ha de formarse la base. Luego se coloca la oblea en un horno de difusión donde se introduce el endopador y se realiza la difusión. Estas operaciones y sus detalles son bien conocidos. Por ejemplo, el proceso de difusión y las operaciones auxiliares se describen por el Dr. G.E. Moore en el libro "Microelectronics", editado por E. Keonjian, páginas 268-281, McGraw Hill Book Co.,
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

313647

- 6 -



Inc. (1963).

5. Luego, una región emisora 18 del mismo tipo de conductividad que el colector 14 se dispone adyacentemente a la base 16 y formada dentro de ella. El emisor 18, como la base 16, se extiende hasta la superficie 12. En el caso de una oblea de tipo N, el emisor 18 se forma difundiendo (como se describe anteriormente) endopadores de tipo N tales como fósforo, arsénico y antimonio, a través de una máscara. En el caso de una oblea de silicio, esta máscara se forma preferiblemente de óxido de silicio desarrollado durante la precedente difusión de la base o después de tal operación de difusión.

10. Por lo menos parte de la superficie de la oblea se halla ahora protegida por una capa aislante 20 que, en el caso de una oblea de silicio, es óxido de silicio. Esta capa aislante 20 puede ser el mismo óxido formado para enmascarar durante las operaciones de difusión señaladas anteriormente.

15. Como la formación de óxido de silicio y de revestimientos aislantes es bien conocida en el arte, no se considera necesaria ninguna adicional explicación.

20. Luego se retiran selectivamente porciones del revestimiento aislante para formar áreas de semiconductor expuesto a las que pueden fijarse óhmicamente el contacto básico 24 y la película resistora 26. Mediante técnicas de fotograbado, se retira una parte rectangular de la capa aislante 20 superpuesta al emisor 18 en las proximidades de la unión base-emisor, exponiendo el área emisora en la superficie.

25.

30.



- La retirada de esta parte de la capa aislante 20 permite a la película resistora 26 establecer un contacto óhmico con la superficie expuesta del emisor 18 adyacente al borde de la unión base-emisor en la superficie 12, mientras que el resto de la película 26 está aislado de la superficie 12 por la capa 20. El contacto óhmico con el emisor expuesto 18 es facilitado por el depósito de una película muy delgada de material conductor 27, tal como aluminio, sobre esta superficie emisora expuesta. La película resistora 26 puede formarse entonces con un material de elevada resistividad, tal como micromo, aleaciones cerámico-metálicas, óxido de estaño, óxido de indio y aleaciones de aluminio, tántalo o titanio. La formación de esta película puede efectuarse mediante depósito al vacío, galvanizado, chisporroteo catódico u otras técnicas al vacío o al vapor bien conocidas, tales como las mostradas en "Thin Film Circuit Technology", Espectro IEEE, páginas 72-80 (abril de 1964). Típicamente, se deposita una película resistora de micromo de un espesor que varía entre 50 y 100.000 angstroms, mediante evaporación al vacío, para formar la película resistora 26.
- El conductor 22 de la base y el conductor 32 del emisor están óhmicamente conectados a la base 16 y a la película resistora 26, respectivamente, mediante los contactos óhmicos 24 y 26. El contacto 24 comprende una capa metálica conductora depositada que tiene una forma a modo de armazón rectangular que se superpone a parte por lo menos de la base 16
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

313647

- 8 -



- que se extiende hasta la superficie 12 y tiene retirada la capa aislante 20. La retirada selectiva del revestimiento de óxido puede efectuarse mediante técnicas de fotograbado. Análogamente, el contacto 28 se forma depositando una capa sólida de forma rectangular de material conductor sobre o debajo de la película resistora 26. Los contactos 24 y 28 se construyen de un metal de elevada conductividad capaz de contacto óhmico con un semiconductor y una película resistora, respectivamente, tal como de aluminio. Los contactos pueden formarse por evaporación al vacío a través de una máscara para formar el esquema deseado o mediante depósito sobre toda la superficie de la oblea 10, seguido de ataque químico o retirada por otro medio de porciones no deseadas de una manera convencional para dejar el esquema deseado. Este último método se explica detalladamente en la patente estadounidense nº 3.108.359 de Gordon E. Moore y Robert N. Noyce. Después de que se han depositado los contactos, la estructura se calienta ordinariamente para formar una aleación en las interfases metal-silicio, de manera que se obtenga un buen contacto óhmico entre el metal y el silicio. El conducto 22 de la base y el conductor 32 del emisor pueden enlazarse a películas conductoras 24 y 28, respectivamente, mediante técnicas de unión o soldadura bien conocidas, tales como unión ultrasónica, unión por termocompresión o las técnicas descritas en la patente estadounidense nº 2.981.877, concedida el 25 de abril de 1961 a Robert N. Noyce.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



La estructura del transistor se completa fijando un contacto eléctrico al colector 14, que puede adoptar la forma de un revestimiento metálico 34 galvanizado o depositado al vacío sobre todo el lado posterior de la oblea 10.

La diferencia más importante entre el transistor inventado y los transistores del arte anterior consiste en la adición de la película resistora 26. Esta película añade poco a la resistencia total entre el conductor 32 del emisor y la unión base-emisor. Típicamente, la caída de voltaje a través de la resistencia añadida variaría entre 0,1 y 1,0 V. La resistencia añadida es principalmente función del espesor, anchura y longitud de la película. La trayectoria de la resistencia a cualquier área pequeña, tal como el punto caliente 36, tendría típicamente un valor comprendido entre 1 y 30 ohmios. Esta elevada resistencia se atribuye al hecho de que la anchura de la trayectoria de la película hasta cualquier punto simple es muy pequeña y por consiguiente la resistencia es muy elevada. La elevada resistencia limita la corriente que puede concentrarse en un punto caliente. Esto a su vez reduce al mínimo la posibilidad de que un punto caliente tenga por resultado un daño permanente para el transistor, permitiendo superiores densidades de corriente que faciliten unos dispositivos de pequeña geometría y elevada disipación de energía. Así, la película resistora funciona en líneas generales como un medio para forzar una inyección uniforme por una región emisora. Tal inyec-

313647

- 10 -



5. ción uniforme tiende a mejorar la estabilidad de la alta frecuencia y la hfe de muy baja corriente (relación de transferencia de corriente de avance en cortocircuito, de pequeña señal y emisor común, salida a-c en cortocircuito.

10. La anterior descripción se ha dirigido principalmente a transistores y más particularmente a un simplificado transistor de energía. Aunque es cierto que la invención tiene especial significación en los transistores de energía, es igualmente aplicable a cualquier dispositivo, tales como diodos o circuitos integrados semiconductores, en los que el punto caliente, segunda interrupción o zigzagado térmico pueden ser una causa de fallo del dispositivo. Deberá entenderse también que la invención se emplea comúnmente en estructuras transistoras más complicadas, tales como la estructura interdigital mostrada en la solicitud de patente Nº 324.806, depositada el 19 de noviembre de 1963 por Helmut F. Wolf, o las bien conocidas configuraciones lacrima, estrellada, en copo de nieve, sauce, corbata de pajarita y tridente en V.

25. Aunque se ha descrito anteriormente y se ha mostrado en los dibujos la versión preferida de esta versión, ésta no se limita evidentemente a esta configuración específica. Resultará evidente para un experto en este arte que pueden fabricarse fácilmente otras muchas configuraciones empleando los principios aquí enseñados. Por consiguiente,
30. las únicas limitaciones a imponer al ámbito de esta



invención son las claramente expresadas en las siguientes reivindicaciones.

- NOTA -

- Descrita suficientemente la naturaleza
5. del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que
10. el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con fecha 29 de Septiembre de 1964, bajo el Nº 400.029, acogiéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye
15. la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "Perfeccionamientos en la construcción de transistores"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1ª.- Perfeccionamientos en la construcción
20. de transistores, del tipo que comprenden una oblea de material semiconductor que incluye una región colectora de un primer tipo de conductividad, una región básica del tipo opuesto de conductividad y adyacente a la citada región colectora, y una región
25. emisora del mismo tipo de conductividad que la citada región colectora y adyacente a la citada región básica, caracterizados por una película resistora formada sobre una parte por lo menos de dicha región emisora e íntimamente acoplada a la misma,
30. en virtud de lo cual se controla la formación de

313647

- 12 -



puntos calientes y se evita daño a dicho transistor.

5. 2ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1ª, en el que todas las citadas regiones se extienden hasta una superficie común, caracterizados por la adición de unacapa aislante que cubre a la referida superficie, a excepción de una porción de la región emisora de dicha superficie, con lo que se expone una porción de la citada región emisora extendida hasta la superficie, y una película resistora formada sobre dicha capa aislante superponiéndose a la citada región emisora y formada sobre una parte por lo menos de dicha porción expuesta de la citada región emisora.
- 10.

15. 3ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1ª o 2ª, caracterizados porque la citada película resistora se forma sobre una parte por lo menos de dicha región emisora y forma contacto con ésta en las proximidades de la referida unión base-emisor, y un conductor del emisor conectado a dicha película resistora.
- 20.

25. 4ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2ª, caracterizados porque dicha película resistora es distribuída sobre la citada capa aislante y la mencionada región emisora y forma un contacto óhmico con una parte por lo menos de dicha región emisora expuesta, y un contacto emisor acoplado a la citada película resistora.

30. 5ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 4ª, caracterizados porque dicha oblea es de silicio y la referida capa aislante es un óxido



de silicio formado por la oxidación de arena obla de silicio.

5. 6^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 4^a, caracterizados por una película muy delgada de material conductor dispuesta entre la película resistora y la porción expuesta de la región emisora, con lo que se facilita el contacto óhmico entre la película resistora y la porción expuesta de la región emisora.
10. 7^a.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 6^a, caracterizados porque dicha película resistora se construye de nicromo y la citada película muy delgada es de aluminio.
15. 8^a.- Perfeccionamientos en la construcción de transistores; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

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

Madrid,

1 JUN. 1965

FAIRCHILD CAMERA AND INSTRUMENT CORPORATION,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEI

U.S. 3,277

ESCALA VARIABLE

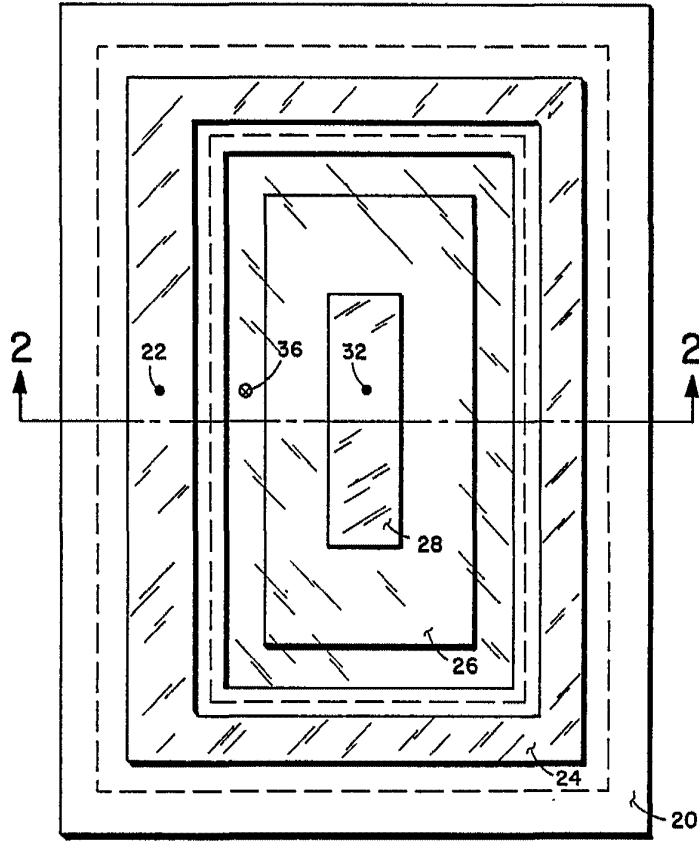


FIG. 1

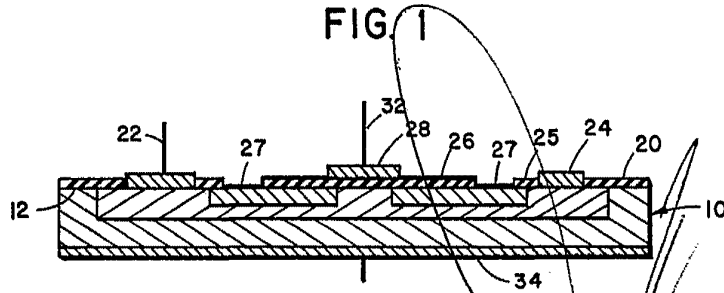


FIG. 2

E 1 JUN. 1965

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MODEI