



992028

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,  
sus territorios y plazas de soberanía, a  
favor de:

SEMIKRON Gesellschaft für  
Gleichrichterbau und Elektronik m.b.H.

entidad alemana, domiciliada en Wiesental  
strasse 40, 8500 Nürnberg, República Fede  
ral de Alemania, relativa a:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LOS COMPONENTES SE  
MICONDUCTORES"

=====

Inventores: Schäfer Horst y Herbing Lothar

Prioridad: Solicitud de patente en República  
Federal de Alemania nº P 22 11 116.6  
de fecha 8 marzo 1972.



MEMORIA DESCRIPTIVA

Al conmutar elementos rectificadores semiconductor  
res gobernables, los llamados tiristores, desde el estado  
de funcionamiento no conductor al conductor, lo cual se  
denomina también interconexión, la corriente de carga cre-  
ciente desde el ánodo al cátodo se encuentra limitada al  
principio, como es sabido, debido a las circunstancias de  
potencial determinadas por el movimiento de los portadores  
de carga, a un itinerario de corriente vecino al electrodo  
de mando. La sección del mismo está determinado substancial-  
mente por aquel sector de la zona del emisor en el cual se  
produce, causada por la corriente de mando, la emisión de  
portadores de carga a la zona de base contigua. Esta limita-  
ción de la sección del flujo de corriente y la velocidad de  
difusión relativamente reducida de la emisión de portadores  
de carga a través de la superficie del emisor pueden produ-  
cir ya poco después de la interconexión, cuando la corrien-  
te de carga sube de manera empinada, una carga específica  
inadmisibles de este primer itinerario de la corriente y cau-  
sar en virtud de la insuficiente conductibilidad térmica  
del material semiconductor un calentamiento local indeseado  
de la disposición y el fallo de la misma. - - - - -

La reducida velocidad de difusión del encendido



es también la causa, como es sabido, de que en los casos de aplicación con frecuencias de servicio a partir de 1 kHz aproximadamente no se consigue un ensanchamiento del itinerario inicial de la corriente en la sección disponible de flujo de corriente durante la fase de paso y se tiene que reducir por consiguiente la capacidad de corriente de los componentes admisible a frecuencias de servicio bajas, - -

5.

Para evitar estos inconvenientes, es decir, para incrementar la velocidad de difusión del encendido o de la llamada velocidad crítica del aumento de la intensidad de la corriente  $di/dt$ , hay que encaminar por lo tanto los portadores de carga de la zona de base que se trasladan a la zona del emisor en virtud del impulso de mando y excitan a este último para la emisión, para que abarquen un sector tan grande como sea posible de la zona del emisor. - - - -

10.

15.

Un aumento de la potencia de encendido no es posible de manera discrecional y no conduce a los resultados deseados particularmente en el caso de una configuración en forma de punto del electrodo de mando y de su disposición en una zona del borde de la superficie del emisor o fuera de la misma, en virtud del hecho de que los portadores de carga, cada vez de acuerdo con el desarrollo de campo eléctrico entre el electrodo de mando y el contacto del emisor se trasladan preferentemente a su zona contigua más cercana.

20.

Luego se conocen configuraciones especiales del electrodo de mando y disposiciones del mismo en relación

25.



con la zona del emisor, pero con las cuales se encuentra siempre unida una reducción de la superficie de contacto del emisor o una ampliación del electrodo de mando, por lo que no se cumple la exigencia de la óptima capacidad de carga de corriente. - - - - -

5.

Se conocen, además, tiristores con llamados emisores de campo transversal. En estos modos de ejecución, el electrodo de contacto del emisor termina a considerable distancia de la zona de borde del emisor opuesta al electrodo de mando. La superficie libre de la zona del emisor, no metalizada, forma para la corriente de mando que fluye hacia la zona del emisor una resistencia de limitación que produce una caída de la tensión. La consecuencia de ello es una difusión del campo eléctrico que acelera la emisión de portadores de carga, la cual actúa en el plano de la zona de base del emisor. También en estas disposiciones se requiere una reducción de la superficie de contacto del emisor. - -

10.

15.

Luego se conocen tiristores, en los cuales la difusión del encendido se consigue con ayuda de una disposición formada sobre el cuerpo semiconductor mismo y que actúa a modo de tiristor auxiliar. Este tiristor auxiliar, al encender con un electrodo de mando corriente, tiene el mismo comportamiento que el tiristor principal y provoca mediante su corriente de ánodo el encendido de este último. Estos modos de ejecución presentan además del inconveniente de la superficie disminuida de contacto del emisor el de un coste considerable en cuanto a su estructura y al modo de

20.

25.



fabricación. - - - - -

5. La invención se planteaba el problema de obtener elementos rectificadores semiconductores gobernables sin los inconvenientes de que adolecen las disposiciones conocidas y con una velocidad de difusión de encendido substancialmente mejorada. - - - - -

10. La invención se refiere a un componente semiconductor gobernable de un cuerpo semiconductor monocristalino con cuatro zonas en forma de capas de tipos de conductividad alternativamente opuestos entre sí, cuyas dos zonas exteriores presentan sendos electrodos de contacto para la corriente de carga y cuya zona interior que se encuentra contigua a una de las zonas exteriores que sirve de zona del emisor presentan un electrodo de contacto para la corriente de mando, y estriba en que entre el electrodo de contacto para la corriente de mando y la zona del emisor se encuentra dispuesta a distancia respecto a esta última una zona altamente adulterada situada dentro de la zona interior contigua a la zona del emisor y que termina en la superficie de esta última, con el tipo de conductividad opuesto al de la zona interior, como barrera para los portadores de carga de la corriente de mando. - - - - -

15.

20.

25. A la luz del ejemplo de ejecución representado en la figura se señalan y se explican la estructura y el modo de funcionamiento del objeto de la invención. La figura muestra en sección transversal y a una escala substancial-



mente ampliada para fines de claridad la estructura del cuerpo semiconductor de un componente según la invención. -

Una secuencia de capas p-n-p-n presenta una zona central 1 de conductividad n, débilmente adulterada, una de cuyas superficies se encuentra contigua una zona 3 exterior, de conductividad p, más fuertemente adulterada, y estando su otra superficie contigua a una zona 2 inferior, de conductividad p, más fuertemente adulterada, la cual forma la base para la zona 4 exterior, de conductividad  $n^+$ , con el electrodo 8 de contacto que forma el contacto del emisor o el cátodo y para la metalización 10 prevista como electrodo de mando. En la zona exterior 3 se ha dispuesto un electrodo 9 de contacto previsto como contacto de ánodo. - - - - -

Si cuando a esta estructura de capas descrita, ya conocida, se encuentra aplicada una tensión en el ánodo 9, positiva respecto al cátodo 8, y si además el electrodo 10 de mando y el cátodo se encuentran en un circuito cerrado de corriente de mando con un potencial mayor que el electrodo de mando, entonces se inyectan desde la capa de superficie de la zona 2 de base, que presenta una elevada concentración de adulteración, en el sector del electrodo de mando, como consecuencia de la corriente de mando, electrones huecos en capas parciales más profundas de la zona. Estos portadores de carga se mueven substancialmente paralelamente respecto a la superficie de paso p-n y en consonancia con el campo eléctrico existente entre el electrodo de mando y el contacto del emisor hacia la zona del emisor y pro-



ducen allí por la acumulación de carga en la zona inmediatamente contigua al electrodo de mando una modificación de las condiciones de potencial y por ello una inyección de electrones en la zona de base. Estos se difunden bajo la acción del campo eléctrico entre el ánodo y el cátodo a través de la zona 2 a la zona 1 de alto ohmiaje y producen allí una modificación de las condiciones de potencial y con ello una inyección de electrones huecos desde la zona exterior 3 a las zonas 1 y 2. La inyección de portadores de carga incrementada de este modo en la estructura de cuatro capas proporciona un itinerario para la corriente de carga desde el ánodo al cátodo. Con el fin de ampliar el sector de entrada en la zona del emisor de los electrones huecos procedentes del electrodo de mando y con ello la inyección inicial, la estructura de capas descrita más arriba presenta según la invención una zona 6 fuertemente adulterada que actúa como barrera para los electrones huecos. - - - - -

Esta zona está dispuesta en la zona 2 de base y terminando con la superficie de la misma entre el electrodo de mando y la zona del emisor a distancia respecto a estos dos últimos y transcurre de modo ventajoso paralelamente respecto al borde de la zona del emisor a una distancia respecto al mismo, la cual está determinada por puntos de vista de la técnica de fabricación. Penetra dentro de la zona de base hasta una profundidad que está determinada por una parte por una distancia suficiente respecto a la zona de carga espacial que se forma en la zona de base durante el funcionamiento y por otra parte por la exigencia del máximo



efecto de barrera posible y desviación profunda de los electrones huecos. - - - - -

5. Cuando se aplica al electrodo de mando un impulso positivo respecto a la zona del emisor, la superficie límite interior de la barrera 6 encarada hacia el electrodo de mando tiene establecida la polaridad en la dirección de paso, mientras que la superficie límite encarada hacia la zona del emisor tiene establecida la polaridad en la dirección de bloqueo. Según la distribución del potencial existente entre el electrodo de mando y la zona del emisor, la

10. barrera que se encuentra cerca del electrodo de mando presenta aproximadamente el potencial del impulso de mando, de manera que, debido a que no pueden fluir portadores de carga desde la barrera hacia la zona del emisor, los electrones huecos del impulso de mando solo pueden llegar a la zona del emisor en itinerarios alrededor de la barrera, concretamente hacia un sector mayor en comparación con las disposiciones usuales, substancialmente encarado hacia el ánodo de la estructura de las capas. - - - - -

15.

20. La barrera 6 también puede estar dispuesta de tal manera que está contactada con el electrodo de mando por lo menos a través de una parte de su superficie. - - - - -

25. La anchura de la barrera 6 está determinada por la distancia mínima entre la misma y la zona del emisor, con dicionada por la fabricación, y por la distancia entre el electrodo de mando y la zona del emisor. Mediante modos de



ejecución de disposiciones según la invención, en los que la barrera 6 presenta una anchura entre 200 y 500  $\mu\text{m}$  y una profundidad entre 10 y 30  $\mu\text{m}$ , se consiguieron en comparación con disposiciones usuales hasta ahora unas velocidades críticas de aumento de la intensidad de la corriente dos a cinco veces mayores. La profundidad de la barrera 6 debe presentar preferentemente un valor situado dentro del margen de hasta dos veces el espesor de la zona del emisor. -

- 5.

Una ulterior configuración del objeto de la invención estriba en que la profundidad de la zona de borde del emisor contigua a la barrera es menor que la del sector restante de la zona del emisor. - - - - -

- 10.

La longitud de la barrera 6, es decir, su transcurso perpendicularmente respecto al plano del dibujo, depende en el caso de la disposición sin contactación con el electrodo de mando de la longitud de la zona del borde del contacto del emisor situado enfrente, y en el caso de la disposición con contactación con el electrodo de mando depende de la longitud de este último. - - - - -

- 15.

La barrera puede presentar una profundidad creciente hacia la zona del emisor para favorecer el desvío de los portadores de carga. - - - - -

- 20.

Para fabricar el objeto de la invención se somete una tableta semiconductor con por ejemplo conductividad n y de un espesor adecuado a un procedimiento de difusión de

- 25.



por sí conocido para obtener una secuencia de capas p-n-p. A continuación, para elaborar la barrera 6 con conductividad  $n^+$ , la cual debe presentar una profundidad de penetración mayor que la zona del emisor, se prepara en primer lugar a

- 5.        través de un proceso de enmascaramiento mediante difusión la zona de la barrera hasta una profundidad de penetración predeterminada. En una siguiente etapa del proceso se consigue igualmente mediante difusión y con ayuda de la técnica de enmascaramiento la zona del emisor de conductividad  $n^+$ ,
  - 10.       y se aumenta simultáneamente la profundidad de penetración de la zona de barrera hasta el valor fijado. Luego se colocan los electrodos de contacto, como se han indicado por ejemplo en la figura. La estructura de capas obtenida de este modo se somete finalmente a varias etapas de proceso para la contactación de las conexiones eléctricas, para la estabilización de las características eléctricas y físicas y para la encapsulación, según el estado conocido de la técnica.
- 

N O T A

- 20.        Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

1.- Perfeccionamientos en los componentes semiconductores, particularmente en los gobernables, de un cuerpo



- semiconductor monocristalino con cuatro zonas de tipos de conductividad alternativamente opuestos entre sí, cuyas dos zonas exteriores presentan sendos electrodos de contacto para la corriente de carga y cuya zona interior que se encuentra contigua a una de las zonas exteriores que sirve de zona del emisor presentan un electrodo de contacto para la corriente de mando, caracterizados porque entre el electrodo de contacto para la corriente de mando y la zona del emisor se encuentra dispuesta a distancia respecto a esta última una zona altamente adulterada situada dentro de la zona interior contigua a la zona del emisor y que termina en la superficie de esta última, con el tipo de conductividad opuesto al de la zona interior, como barrera para los portadores de carga de la corriente de mando. - - - - -
- 5.
- 10.
15.                   2.- Perfeccionamientos en los componentes semiconductores según la reivindicación 1, caracterizados porque la barrera está contactada con el electrodo de mando por lo menos a través de una parte de su superficie. - - - - -
20.                   3.- Perfeccionamientos en los componentes semiconductores según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque la barrera presenta una profundidad hasta dos veces el espesor de la zona contigua del emisor. - - - - -
25.                   4.- Perfeccionamientos en los componentes semiconductores según la reivindicación 1 a 3, caracterizados porque la profundidad del sector de borde de la zona del emisor contigua a la barrera es más reducida que la del resto



del sector de la zona del emisor. - - - - -

5.- Perfeccionamientos en los componentes semiconductores según la reivindicación 1 a 3, caracterizados por que la barrera presenta una profundidad creciente en la dirección hacia la zona del emisor. - - - - -

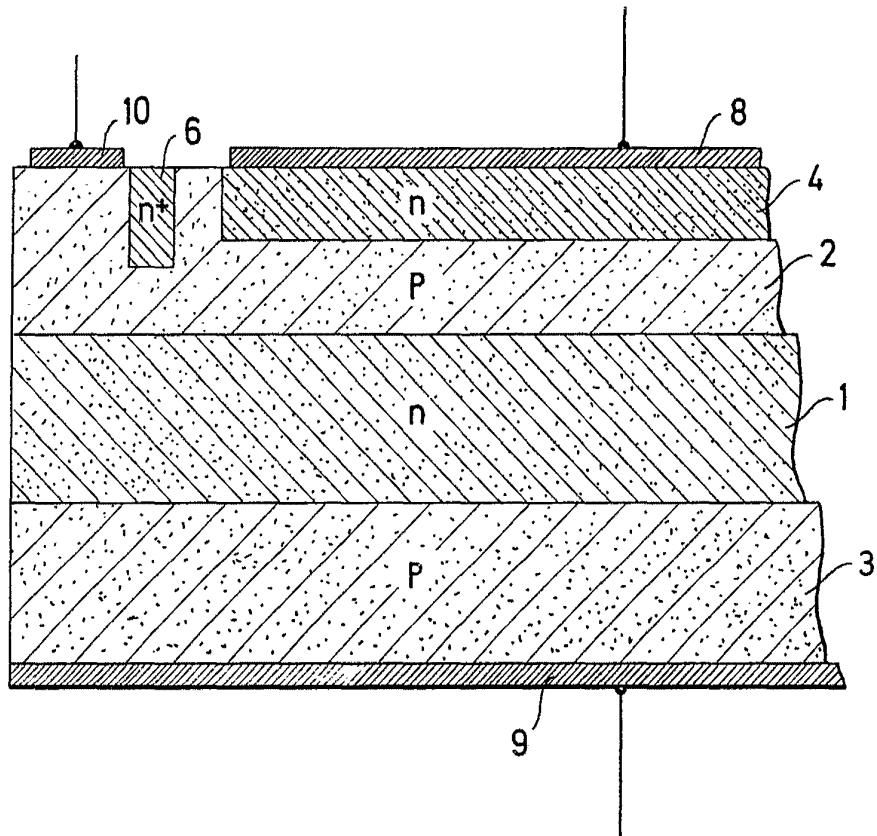
6.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS COMPONENTES SEMI-CONDUCTORES". - - - - -

10. Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de doce hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de una lámina de dibujos que la ilustra.

103  
1930  
Man. L. L.

maf.

24 FEB 1973  
10 285 CTS  
ESTADO ESPAÑOL  
BOLETIN OFICIAL  
MADRID



MADRID, 24 FEB. 1973

P. A. M. CURELL SUÑOL

Man. h. m.