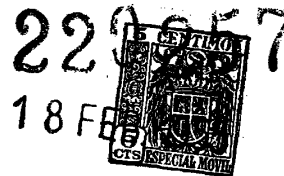


AL/

Caso G. L. Pearson, 22

220257



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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad
norteamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.) 195 Broadway

por:

" Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores de co-
rriente electrica."

-----:oOo:-----

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

220257



El presente invento se refiere a los aparatos rectificadores electricos semiconductores, y más concretamente a los rectificadores de silicio.

5 Un objeto del invento es aumentar la denominación de potencia de un rectificador semiconductor.

Otros objetos conexos son aumentar el efecto útil y reducir el tamaño de los elementos rectificadores semiconductores así como poder funcionar a temperaturas ambientes más elevadas.

10 Para ello, el invento ofrece una nueva forma de rectificador semiconductor.

En semiconductores electrónicos, la conducción se efectua por medio de dos tipos de partículas de carga, electrones e iones positivos. Estos portadores pueden obtenerse en el semiconductor de varios modos, entre ellos por la presencia, 15 en la estructura cristalina, de ciertos elementos con exceso o defecto de electrones de valencia, de manera que proporcionen una fuente de iones positivos y electrones libres que pueden moverse al aplicar tensión externa a la estructura cristalina. Genéricamente, los conductores en que la conducción se 20 realiza en gran parte mediante electrones se denominan de tipo n, y aquellos en que se efectua mediante iones positivos se llaman de tipo p. Cuando conviene identificar las características de conductividad de los materiales con más precisión se designan por n^+ y p^+ las regiones en que predomina mas bien el tipo característico de portadores de carga. Los elementos que 25 constituyen impurezas y proporcionan electrones libres a los semiconductores, se conocen por donadores, y los elementos que suministran iones positivos libres reciben el nombre de aceptores. Aceptores y donadores se designan como impurezas apreciables o influyentes, para distinguirlos de 30 otros materiales que pueden existir en el semiconductor, La re

18 FEB

220257



gión de transición entre zonas de conductividades opuestas en un cuerpo conductor se designa con el nombre de empalme p-n.

5 El problema más importante al diseñar un elemento
rectificador es el de las pérdidas internas que se producen al recalentarse el rectificador. Si éste ofrece resistencia al paso de la corriente de avance, se disipa en él una potencia considerable cuando circulan corrientes grandes. Esto se traduce en pérdida de eficacia y calentamiento perjudicial del elemento, pues limita la corriente que
10 puede pasar sin riesgo.

También contribuyen a la pérdida interna las corrientes inversas que pasan. Si son grandes, como ocurre con germanio, pueden ser un factor limitante más importante que la
15 corriente de avance. Además, como es inevitable alguna pérdida interna, otro factor importante en la capacidad de un rectificador para dominar potencia es la cantidad de calor que puede disipar sin riesgo, o sea su aptitud para resistir elevaciones de temperatura por encima de la ordinaria.
20 El germanio, por ejemplo, que en muchos sentidos se presta bien para uso como material de rectificadores semiconductores no puede soportar elevaciones apreciables de temperatura sobre la del ambiente.

Hasta ahora se han empleado diversos materiales
25 para hacer rectificadores semiconductores, pero ninguno ha resultado plenamente satisfactorio en cuanto a pérdidas internas y a la capacidad de funcionar bien a temperaturas altas. Por eso, con los rectificadores actuales, se han de tomar minuciosas precauciones de refrigeración
30 cuando circulan corrientes grandes.

El presente invento proporciona un rectificador

18 FEB 1966
220257
6 CENTIMOS
6

que se caracteriza por escasas pérdidas internas y por su capacidad para soportar elevaciones notables de temperatura.

5 Una característica del presente invento es un elemento rectificador que comprende un solo cuerpo de silicio purificado cristalino, con una zona terminal de tipo n, la cual se distingue por una concentración de impurezas fosforosas; una zona terminal de tipo p caracterizada por una concentración de impurezas de boro, y una
10 zona intermedia de resistividad mayor que la de la zona terminal de tipo de conductividad correspondiente. En la forma preferida de realización, que ha de describirse con detalle, se intercala una zona de tipo n entre una zona de tipo p salpicada de boro, (es decir con boro difundido en ella) y una zona de tipo n+ salpicada de fósforo.
15

El uso de empalmes p-n en cuerpos semiconductores como barreras de rectificación es ya conocido, pero hasta ahora no se han conseguido en ellos resultados comparables a los que proporcionan las formas de realización del invento.
20

Los perfeccionamientos de este invento son importantes por varias razones. En primer lugar, la elección de silicio purificado como material del cuerpo semiconductor proporciona ventajas iniciales que se multiplican por su asociación con las impurezas apreciables seleccionadas. Es posible conseguir que el silicio ofrezca muy poca resistencia a corrientes de avance, y mucha resistencia a corrientes inversas. El silicio posee gran estabilidad electrónica hasta 200°C, y puede calentarse hasta esta temperatura casi sin inconvenientes graves. Esto
25
30 contrasta notablemente con el caso de otros materiales

18 FEB



220257

semiconductores, como el germanio.

Además, el empleo particular de boro como aceptor para inocular o difundirse en la zona superficial de tipo p hace posible una capa terminal delgada de tipo p salpicada o difundida de escasa resistencia. Tal capa salpicada de boro parece prestarse fácilmente a la conexión óhmica de poca resistencia. Esto tiene mucha importancia si han de reducirse al mínimo las pérdidas internas.

De manera análoga, la elección particular de fósforo como donador para inocular la zona de tipo n+ hace factible una zona terminal delgada de escasa resistencia. Calculando bien las resistividades de las zonas de tipo p y de tipo n, puede localizarse una zona superficial de tipo n+ contigua a la zona de tipo n por la difusión de fósforo en estado de vapor, sin efecto apreciable sobre la capa de boro de tipo p. Además, la provisión de una capa de tipo n+ impurificada con fósforo permite una conexión óhmica de escasa resistencia al lado n del empalme rectificador. Esto es importante para las siguientes consideraciones. Cuando interesa una conexión óhmica de escasa resistencia a la superficie de un semiconductor, resulta importante establecer contacto con una zona de baja resistencia. Por tanto, para establecer una conexión óhmica poco resistente a la zona terminal de tipo p, es importante disponer de una zona de tipo p con escasa resistencia. Sin embargo, para obtener características ventajosas de inversión en un empalme p-n, es importante que exista elevada resistividad por lo menos en una de las dos zonas que componen el empalme. Por tanto, para conseguir buenas caracteris-

18 FEB



220257

5 ticas de inversión, es necesario asociar a la zona de tipo p poco resistente una zona de tipo n muy resistente. Es difícil establecer una conexión óhmica de escasa resistencia con la zona de tipo n poco resistente, pero disponiendo una zona terminal delgada de tipo n+ por inoculación con fósforo, para conectarla a aquélla, se hace efectivamente posible una conexión óhmica de escasa resistencia a la zona de tipo n.

10 Una particularidad específica importante del invento, es un trazado o forma de ejecución especial que proporciona pérdidas internas sumamente bajas y ofrece ventajas por la relativa sencillez de su preparación. Este trazado comprende un solo cuerpo de silicio cristalino con una zona intermedia relativamente gruesa de tipo n, de resistividad aproximada de 0,3 ohm/cm., una zona 15 terminal delgada de tipo p con una concentración de impurezas de boro que le dan una resistividad aproximada de 0,001 ohm/cm., y otra zona terminal más delgada de tipo n+, con una concentración de impurezas de fósforo que le 20 dan una resistividad aproximada de 0,01 ohm/cm., además de conexiones óhmicas de rodio a las dos zonas terminales.

25 El invento se comprenderá mejor por la siguiente descripción, mas detallada, con referencia al plano adjunto, en el cual indican:

La figura 1, una sección transversal de un elemento rectificador de acuerdo con el invento; y

30 La figura 2, dos elementos rectificadores conectados para rectificar todo el período de una señal alterna.

En el elemento rectificador -10- expuesto en la

220257



figura 1, de un diseño que constituye una condición característica del invento, un cuerpo único de silicio cristalino comprende una zona intermedia -11- de tipo n, con resistividad de 0,3 ohm/cm y alrededor de 0,762 mm de grueso, una zona terminal 12 de tipo p, de 0,0381 mm. de espesor aproximado, y con una concentración de boro que le da una resistividad de 0,001 ohm/cm., y una zona terminal -13- de tipo n+, con 0,0127 mm. de espesor aproximado y una concentración de impurezas de fósforo que le dan una resistividad de 0,01 ohm/cm. Tal cuerpo se puede formar convenientemente, por ejemplo, aplicando métodos de difusión de vapor. Una chapita cilíndrica de silicio de tipo n se calienta en atmósfera de tricloruro bórico a elevada temperatura durante un lapso adecuado para constituir una delgada capa de tipo p sobre la chapita. La capa de tipo p se quita luego de una superficie termal plana de la chapita, para descubrir la zona de tipo n. Por otra parte, calentando en atmósfera de fósforo, se forma otra capa de tipo n+ sobre la superficie de tipo n así descubierta. En virtud de esta selección particular de características de resistividad, la superficie de la zona de tipo p poco resistente resulta indiferente a la atmósfera de fósforo, lo cual suprime la necesidad de seguir tratando la zona de tipo p. Para conseguir esta simplificación de forma, es importante disponer una capa de tipo p con menos resistividad que la de tipo n+. Esto constituye un motivo de que el diseño descrito resulte superior a otro, también conforme al invento, en el que se utiliza un cuerpo de silicio con una zona intermedia de tipo p, una zona terminal delgada de tipo n con una concentración de impurezas de fósforo,

220257



y una zona terminal aun más delgada de tipo $p+$ con una concentración de impurezas de boro. En este caso es necesario desgastar luego la superficie cilíndrica que rodea la chapita, para formar una simple pila de zonas de tipo $n+$, de tipo n y de tipo p .

Se obtienen conexiones óhmicas de escasa resistencia a las dos zonas terminales galvanizando con un metal adecuado que no contamine, como radio, para formar revestimientos -14-, -15-. Entonces pueden conectarse conductores de cobre a estos últimos.

Un trazado como el descrito ha resultado satisfactorio para corrientes medias de amplio periodo, de -15- amperios, para una superficie de rectificación de 1cm^2 . sin disposiciones especiales para refrigerar. Tal rendimiento se consideraría notable a tenor de las normas antiguas en materia de rectificadores.

La figura 2 expone en esquema el modo de utilizar dos elementos rectificadores para rectificar todo el periodo de una señal alterna. La tensión alterna que se ha de rectificar se aplica desde un generador adecuado -21- al arrollamiento primario -22- del transformador de potencia -23-. La derivación central -24- del arrollamiento secundario -25- del transformador está conectada a un lado de la carga, que en este caso se expone esquemáticamente en forma de resistencia -26-, el otro lado de la cual está conectado a los revestimientos metálicos asociados a las zonas terminales de tipo $n+$ de los elementos rectificadores -31- y -32-. Los dos terminales del arrollamiento secundario -25- están conectados respectivamente a los revestimientos metálicos asociados a las zonas terminales de tipo p de los elementos -31- y -32-. Es evidente que pueden adop



tarse otras configuraciones para conseguir la rectificación de todo el período.

5 Indudablemente, un elemento rectificador de la clase descrita se puede construir de varias formas y tamaños, para adaptarlo a capacidades específicas de potencia. Su aptitud para dominar corrientes viene determinada en primer lugar por su extensión superficial; su capacidad para resistir tensiones inversas elevadas resulta determinada por las resistividades de las dos zonas que componen el empalme p-n, y se necesitan resistividades mayores para soportar tensiones inversas superiores. El elemento rectificador específicamente descrito se ha calculado para resistir tensiones inversas de unos 95 voltios, y el empleo de una zona intermedia de 3,0 ohm/cm. de resistividad permitiría soportar tensiones inversas de unos 15 225 voltios.

-----: N O T A :-----

20 Se reivindica como objeto de esta patente:

1.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores de corriente eléctrica, que comprenden un cuerpo único de silicio cristalino, caracterizado porque el cuerpo tiene una zona intermedia de un tipo de conductividad, una 25 primera zona terminal de tipo de conductividad opuesto al de la zona intermedia, y una segunda zona terminal del mismo tipo de conductividad que la zona intermedia, pero de resistividad mucho menor.

30 2.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores según la reivindicación anterior, caracterizados porque la zona intermedia es gruesa con relación a cualquiera

18 FEB 1966
220257
5 CENTIMOS

de las zonas terminales.

5 3.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados por disponerse conexiones óhmicas a cada una de las zonas terminales.

10 4.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la zona intermedia comprende material de conductividad tipo n , la primera zona terminal comprende una zona de tipo p con una concentración de impurezas de boro, y la segunda zona terminal comprende una zona de tipo $n+$ con una concentración de impurezas de fósforo.

15 5.- Perfeccionamientos en los aparatos o rectificadores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizados porque la resistividad de la primera zona terminal es menor que la de la segunda zona terminal.

20 6.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la resistividad de la primera zona terminal es de 0,001 ohm/cm.; la de la segunda zona terminal, de 0,01 ohm/cm., y la de la zona intermedia, de 0,3 ohm/cm.

25 7.- Perfeccionamientos en los aparatos rectificadores según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la primera zona terminal se compone de material de tipo p salpicado o inoculado de boro, contiguo a una superficie de la zona intermedia, y la segunda zona terminal consiste en material de tipo $n+$ salpicado o inoculado de fósforo, contiguo a la superficie opuesta de la zona intermedia.

30 8.- Perfeccionamientos en los aparatos rectifica-

18 FEB.



dores de corriente electrica.

220257

Esta memoria consta de once páginas escritas por una sola cara.

BARCELONA, 18 FEB 1955

P.A.



FIG. 1

220257

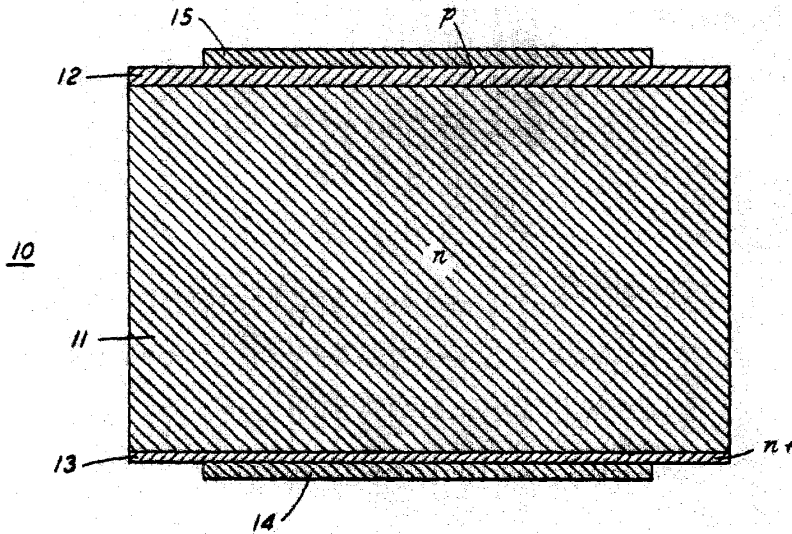
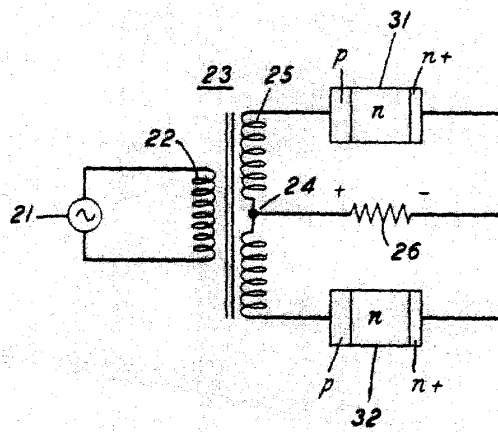


FIG. 2



P.A.
JOSE M. ECHEGARAY
E.P.