

mc/

Pearson-Shockley  
Caso 16-16.

189177



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 nor-  
teamericana - domiciliada en NEW YORK (E.U.),

por:

" Aparato traslator de señales ".

====:oOo:====

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

Este invento se refiere a medios y métodos para la traslación y control de señales eléctricas, y más especialmente a elementos de circuito que utilicen semiconductores y a sistemas que comprenden tales elementos.

5

Un objeto de este invento es disminuir el ruido,

189177



especialmente por contacto, en tralatores semiconductores de señales.

Otro objeto de este invento es permitir la reducción de efectos de tiempo de tránsito en tales aparatos.

5 Otro objeto de este invento es aumentar la retroactivación en amplificadores y osciladores de tipo semiconductor.

De conformidad con uno de los caracteres generales de este invento, se traducen y regulan señales eléctricas alterando o ajustando las características de conducción de un cuerpo semiconductor. Más concretamente, de acuerdo con una característica general de este invento, esa traducción y regulación se consiguen controlando o regulando las propiedades, por ejemplo, la impedancia, de una parte adelgazada entre dos segmentos de un cuerpo semiconductor a fin de variar con ventaja la circulación de corriente entre dichos dos segmentos.

Una modalidad de este invento se refiere a la regulación del paso de corriente por un cuerpo semiconductor valiéndose de portadores de carga de signo opuesto al de los portadores que normalmente llevan corriente eléctrica a través del cuerpo.

Otra modalidad de este invento se refiere a un cuerpo de material semiconductor, medios para la conexión eléctrica con dos partes o segmentos de dicho cuerpo, respectivamente, medios para establecer una tercera conexión eléctrica con una parte adelgazada del cuerpo entre ambos segmentos, y elementos de circuito que comprenden generadores o manantiales de energía mediante los cuales puede aprovecharse la influencia de la tercera conexión para regular el paso de corriente entre las otras dos conexiones.

Otra modalidad de este invento consiste en un cuer-



5 po semiconductor que puede emplearse para amplificación de  
 tensión y de potencia, asociado con medios para introducir  
 portadores móviles de corriente en el cuerpo, a tensión re-  
 lativamente baja, y extraer del mismo portadores de corrien-  
 te a tensión relativamente alta.

10 Otra modalidad de este invento reside en un cuer-  
 po de material semiconductor con una sección intermedia ate-  
 nuada o adelgazada, medios para hacer una conexión de base en  
 un extremo de la sección adelgazada, medios para efectuar una  
 conexión de entrada de baja impedancia a la sección adelgaza-  
 da junto a la conexión de base, y medios para hacer una co-  
 nexión de salida de gran impedancia junto al otro extremo de  
 la sección adelgazada.

15 Otra modalidad de este invento consiste en dismi-  
 nuir el ruido de contacto sustituyendo un enlace rectificador  
 de contacto puntiforme por una barrera dentro de una parte in-  
 tegrante del semiconductor.

20 Otra modalidad de este invento reside en la parte  
 atenuada o adelgazada del semiconductor, que permite emplear  
 campos muy intensos sin excesivo calentamiento, aumentando así  
 las velocidades de avance de los portadores de corriente, con  
 la consiguiente reducción de los efectos de tiempo de tránsi-  
 to.

25 Otra modalidad de este invento es la mejor retroac-  
 tivación resultante del uso de una conexión de colector con  
 barrera interna, que estabiliza la amplificación de corriente,  
 permitiendo aumentar la retroactivación sin pérdida de estabi-  
 lidad.

30 Otros objetos y modalidades de este invento se apre-  
 ciarán mejor y más claramente por la siguiente descripción de  
 ejemplos de realización del mismo, relacionados con los planos



adjuntos, en los cuales indican:

Las figuras 1 a 8 inclusive, en sección, diversos ejemplos de ejecución del invento; y

5 La figura 9, un circuito en el que pueden utilizarse los anteriores ejemplos.

Para que el invento pueda ser perfectamente comprendido por la descripción de sus diferentes formas de ejecución expuestas, conviene especificar brevemente algunos principios y fenómenos que le atañen, y explicar ciertos términos empleados en la descripción.

10 Como es sabido (véase, por ejemplo, "Crystal Rectifiers", por H.C.Torrey y C.A.Whitmer, 1948, McGraw-Hill Book Company, Inc.), hay dos clases de semiconducción, denominadas "intrínseca" y "extrínseca". Aunque algunos de los materiales semiconductores considerados dentro de los fines de este invento pueden presentar ambas clases de semiconduc-

15 ción, importa sobre todo la calificada de extrínseca. La semiconducción puede clasificarse también según dos tipos, uno conocido por conducción electrónica o "por exceso", y otro por conducción mediante huecos o "por defecto". La palabra "huecos", que se refiere a portadores de cargas eléctricas positivas, a diferencia de los que, como los electrones, llevan cargas negativas, se explica más detenidamente en la patente española nº 188.891, de la misma sociedad solicitante.

20 Los materiales semiconductores que han resultado apropiados para uso en aparatos conforme a este invento comprenden germanio y silicio con cantidades mínimas de impurezas activas o influyentes que constituyen un medio de determinar el tipo de conductividad (N o P) del material semiconductor. El tipo de conductividad puede asimismo determinar-

30



se por relaciones de energía dentro del semiconductor. Una explicación más minuciosa se encontrará en la patente española N<sup>o</sup>. 185.411, de 16 de diciembre de 1948. Los términos "tipo N" y "tipoP" se aplican a materiales semiconductores que tienden a dar paso a la corriente con facilidad cuando son respectivamente negativos o positivos con relación a una conexión conductiva a ellos, y con dificultad cuando sucede lo contrario, y que poseen además efectos Hall y termoeléctricos consistentes. La expresión "impurezas activas o influyentes" se emplea aquí para denotar las impurezas que afectan a las características eléctricas del material, tales como su resistividad, fotosensibilidad, rectificación y otras análogas, a diferencia de otras impurezas que no producen efecto aparente sobre tales características. La palabra "impurezas" se considera aplicada a componentes agregados de propósito o ya contenidos en el material de base en estado natural o tal como se expende en el comercio. Germanio y silicio son materiales básicos de este género que con algunas impurezas se citarán al describir los ejemplos de ejecución del presente invento. Entre las "impurezas influyentes" se incluirán los efectos de celosía o de pérdida, tales como escapes y átomos intersticiales, cuando ocasionen huecos o electrones. La palabra "barrera" o "barrera eléctrica" que se emplea al describir y reseñar aparatos conforme a este invento, se aplica a un estado de elevada resistencia entre las caras en contacto de semiconductores de conductividad de tipo respectivamente opuesto, o entre un semiconductor y un conductor metálico, en virtud del cual pasa corriente con relativa facilidad en un sentido y con relativa dificultad en el otro.

Los aparatos que se han de describir son relati-

189177<sup>14</sup>JU



vamente pequeños, lo que ha obligado a exagerar un tanto sus proporciones para mayor claridad en los dibujos, que son principal o esencialmente esquemáticos.

5 En la figura 1, el elemento de circuito representado comprende un cuerpo o masa de material semiconductor, por ejemplo, de germanio de gran contratensión, como el empleado para rectificadores. El cuerpo tiene un filamento o parte adelgazada -10- con extremos ensanchados -11- y -12-, respectivamente, a los que se aplican conexiones óhmicas -13- y -14-, respectivamente; éstas pueden comprender una película de soldadura, galvanizada o análoga. Se establece conexión con una parte intermedia del filamento -10- por medio de un contacto de punta metálica -15-, que puede ser de wolframio o tungsteno, bronce fosforoso u otro material análogo apropiado. El cuerpo de material semiconductor en este aparato es del mismo tipo de conductividad en toda su extensión, por ejemplo, de tipo N, según se indica en la figura.

15 El aparato representado en la figura 2 es semejante al de la figura 1, pero con un muñón -15A- en vez del contacto en punta -15- de la misma. El muñón -15A- es de tipo de conductividad P opuesto al del filamento -10-, que en este caso es N; así existe una barrera entre -15A- y -10-. La parte -15A- puede estar provista de un contacto o conexión -16- semejante a -13- y -14-.

20 En el aparato expuesto en la figura 3, la parte extrema -12- de la figura 1 y un trozo del filamento -10- se han sustituido por un trozo de filamento -10A- y otro ensanchado -12A-, ambos de material de tipo de conductividad opuesto al del resto de filamento, o sea P, en este ejemplo.

25 El aparato de la figura 4 difiere del de la figura 1 como se ha expuesto en las figuras 2 y 3; en vez del con-

189177



tacto en punta -15- hay un muñón -15A- de tipo P, y las partes -10A- y -12A- son también de tipo P.

5 En la figura 5 se representa un aparato en que la parte ensanchada -12- y la conexión -14- se han sustituido por un contacto en punta -14A-, semejante al -15-, y aplicado también por el lado del filamento -10-.

En el aparato de la figura 6, el muñón -15A- es semejante al expuesto en las figuras 2 y 4, y el contacto -14A- es como el de la figura 5.

10 El aparato representado en la figura 7 es como el de la figura 2, salvo en la porción más adelgazada -10B- que se ha agregado al filamento -10-. Esta forma de filamento puede también emplearse en otras formas del invento, tales como las ilustradas.

15 En los aparatos expuestos en las figuras 1 a 7 inclusive, las partes ensanchadas -11-, -12-, -12A- y -15A- pueden considerarse agrandadas en ambas direcciones paralela y perpendicular al plano del papel, con contactos tales como -13-, -14-, etc. aplicados a sus caras extremas. Pueden hacerse también aparatos de este tipo con las porciones  
20 agrandadas, del mismo espesor que los filamentos en la dirección perpendicular al papel, en cuyo caso las conexiones óhmicas como -13- y -14- se aplican a una cara paralela al plano del papel. Estos aparatos pueden hacerse asimismo relativamente gruesos en la dirección perpendicular al plano  
25 del papel, con contactos tales como -15- y -14A- en forma de filos de cuchilla, y las demás conexiones de espesor proporcional. En este caso, el filamento -10- sería reemplazado por una lámina delgada de material semiconductor.

30 A fin de coordinar los ejemplos de las figuras 1 a 8 inclusive con el esquema de montaje de la figura 9, las



conexiones -13-, -14- y -15- de la figura 1 y sus similares en otras figuras se han marcado B, C y E para designar respectivamente las conexiones de base, colector y emisor. De igual modo se han marcado los elementos correspondientes de la figura 9.

En el circuito de la figura 9, la entrada, que puede hacerse por medio del transformador T, según se indica, a través de una resistencia adecuada, o por otro sistema conocido, se conecta entre la base B y el emisor E con un foco o manantial de tensión de polarización, tal como la batería -20- en circuito. La salida representada por la carga  $R_L$  está conectada entre el colector C y la base B, y comprende un generador de tensión de polarización -21-. Si la parte principal del aparato es de material de tipo N, como se expone en las figuras 1 a 8, el generador -20- tendrá su polo positivo conectado al emisor E, y el negativo conectado a la base B. En tales casos, la batería -21- tendrá su polo positivo conectado a la base B, y el negativo al colector C.

Como se ha explicado más extensamente en las patentes antes mencionadas, si la polaridad de la batería -20- es del orden de una fracción de volt hasta un volt, y la de la batería -21- del orden de 10 a 100 volts, una señal relativamente pequeña aplicada a la entrada aparecerá amplificada a través de la resistencia  $R_L$ . Si se cambian todos los aparatos sustituyendo el material de tipo P por otra de tipo N, y se invierten las polaridades de las respectivas baterías, pueden obtenerse resultados análogos. Son aplicables también otros materiales semiconductores, por ejemplo, silicio.

Se han utilizado como amplificadores con apreciable ganancia aparatos de este tipo dotados de elevada contratensión, y provistos de filamento de germanio del orden de



0,13 mm. de anchura y espesor y 0,64 mm. de longitud.

5 En aparatos del tipo descrito, la parte adelgazada del cuerpo semiconductor, tal como el filamento -10- de las figuras 1 a 8 inclusive, hace posible disponer de campos relativamente intensos que actúan a lo largo del filamento sin calentarlo con exceso, pues el pequeño volumen de que se trata no ocasiona mucho calor. Estos campos intensos tienen la ventaja de producir velocidades grandes de paso para los portadores móviles de corriente, reduciendo así los efectos de tiempo de tránsito cuando esto convenga.

10 En algunos ejemplos, como los de las figuras 1, 2, 7 y 9, se consigue una gran impedancia de salida colocando un filamento de material semiconductor de resistencia relativamente alta entre las conexiones de emisor y colector. En los otros ejemplos representados, la mayor parte de la gran impedancia del circuito de salida procede de la barrera de un enlace N-P o de un rectificador metálico de punta en el colector.

15 En todas las formas de ejecución representadas en que el filamento en el emisor E y más allá, en dirección al colector C, es de material de tipo N, se introducen o inyectan en este material portadores positivos o de "huecos". El emisor se representa como contacto metálico de punta o como muñón de material de tipo P, en estrecho contacto con el filamento de tipo N. La conductividad de este muñón de tipo P debe ser mayor que la del filamento, de modo que la mayor parte de la corriente del emisor consista en huecos o vacancias, como se explica en la patente 188.891 antes mencionada. Los huecos emitidos en E pasan siguiendo la línea de impedancia relativamente grande al colector C. Aunque este circuito es de gran impedancia para cambios de tensión en el colector, la polaridad del foco es tal que estos huecos

20

25

30

189177

1400



5 circulan fácilmente por el mismo. Los huecos emitidos en E se impulsan a lo largo de esta línea y contribuyen a su conductividad de dos maneras: por su propia presencia como portadores de corriente, y porque su carga espacial reclama otra carga compensadora de electrones, que también favorece la conductividad.

10 En algunas aplicaciones puede convenir que haya poca resistencia a la retroactivación entre la base y el emisor. Esto puede conseguirse colocando el elemento -15- muy cerca del punto en que se unen -10- y -11-. En otros casos en que convenga la retroactivación, su valor puede ajustarse dentro del aparato aumentando la longitud de la región atenuada -10- entre -15- y -11-.

15 Las figuras 2 y 4 muestran estructuras compuestas enteramente de semiconductores, salvo los contactos de baja resistencia óhmica. Por esta razón puede esperarse que tengan poco ruido por contacto, en comparación con estructuras que, como las de las figuras 1, 3, 5 y 6, emplean contactos de punta metálica.

20 Las estructuras expuestas en las figuras 1, 2, 3, 4, 7 y 8 no emplean contactos de punta como colectores. Por eso es natural que acusen para  $\alpha$  valores relativamente estables. El factor  $\alpha$  de multiplicación de corriente es  $(\delta I_C / \delta I_E)$  para  $V_C$  constante, según se define en la patente 25 185.411 antes mencionada, donde  $I_C$  es la corriente en el colector,  $I_E$  la corriente en el emisor, y  $V_C$  la tensión en el colector. Esto aumentará la magnitud de la retroactivación que puede aplicarse eficazmente con estos aparatos para aumentar la impedancia de entrada y facilitar así la adaptación 30 de impedancia en estructuras en cascada.

Los extremos agrandados para producir contactos



5  
10  
15  
20  
25  
30

Óhmicos en estas estructuras pueden reemplazarse por regiones de impureza decreciente de manera que haya material semiconductor de conductividad muy grande en el electrodo de contacto metálico. Según se expone en la patente 188.891 antes citada, esto proporcionará un contacto de baja resistencia con un metal, procurando igual resultado que el obtenido con las partes ensanchadas que se aprecian en las figuras 1 a 7. La figura 8 muestra una modificación de la figura 2 en armonía con este principio; en ella son de material muy conductor las partes -11B-, -12B- y -15B-, y de material mal conductor los elementos -10- y -15A-.

Si el filamento descrito en párrafos anteriores fuese de material de tipo P, se inyectarían electrones en el emisor, invirtiéndose las tensiones de polarización, y en consecuencia también la misión de los electrones y los huecos.

Los aparatos de filamento de este tipo permiten emplear campos relativamente intensos, aumentando así las velocidades de arrastre de los portadores móviles de corriente y reduciendo en consecuencia los efectos de tiempo de tránsito, lo que hace posible utilizar una línea emisor-colector más larga para conseguir impedancia grande de salida sin barrera en el colector. Puede aumentarse la impedancia grande, si conviene, introduciendo tal barrera por medio de un contacto N-P o de un contacto de punta. Además, cuando la barrera contigua al colector suministre una impedancia bastante grande, o cuando convenga por otras razones, la distancia emisor-colector puede reducirse, disminuyendo de este modo los efectos de tiempo de tránsito.

Impurezas influyentes típicas son para el germanio arsénico y aluminio; y fósforo y boro para el silicio.

189177

14J



El arsénico y el fósforo producen material de tipo N, y el aluminio y el boro producen material de tipo P, respectivamente.

5 Aunque este invento se ha representado y descrito con ayuda de ejemplos ilustrativos del mismo, ha de entenderse que con ellos no se limita su espíritu y alcance.

====: N O T A :====

10 Se reivindica como objeto de esta patente:

1.- Un aparato traslator de señales, que comprende un cuerpo de material semiconductor con una primera conexión de base en un extremo del cuerpo o cerca del mismo, una segunda conexión de baja impedancia con el cuerpo, próxima a la primera conexión de base, y una tercera conexión con el cuerpo, alejada de la primera; caracterizado porque el cuerpo es un filamento alargado de sección transversal relativamente pequeña en comparación con su longitud.

20 2.- Un aparato traslator de señales según la reivindicación 1, en el que por lo menos un extremo del filamento alargado tiene una parte ensanchada.

3.- Un aparato traslator de señales según la reivindicación 1, caracterizado por tener porciones ensanchadas en ambos extremos del filamento alargado.

25 4.- Un aparato traslator de señales según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por ser óhmica la primera conexión de base.

30 5.- Un aparato traslator de señales según la reivindicación 4, caracterizado porque la tercera conexión está en el otro extremo del cuerpo, y es una conexión óhmica.

189177



6.- Un aparato traslator de señales según la reivindicación 3, caracterizado porque la primera conexión de base es óhmica, y la tercera conexión se aplica al otro extremo del cuerpo y es una conexión de rectificación.

5 7.- Un aparato traslator de señales según la reivindicación 6, caracterizado porque la conexión rectificadora es un contacto de punta.

10 8.- Un aparato traslator de señales según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por ser el filamento de material de conductividad tipo N.

15 9.- Un aparato traslator de señales según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque una parte del filamento alargado y el extremo ensanchado adyacente, son de tipo de conductividad opuesto al del resto del cuerpo, y ambos están separados por una barrera situada en el filamento.

20 10.- Un aparato traslator de señales según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la segunda conexión es un contacto rectificador de punta metálica.

25 11.- Un aparato traslator de señales según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el filamento tiene una proyección o suplemento lateral de material semiconductor de tipo de conductividad opuesto al del filamento en el punto en que se une con este filamento, haciéndose la segunda conexión a esta proyección lateral.

30 12.- Un aparato traslator de señales según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque la tercera conexión se aplica al extremo alargado del filamento, y es un contacto rectificador de punta metálica.



5 13.- Un aparato traslator de señales según cual-  
quiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado  
por un primer generador de potencial conectado entre la  
primera conexión de base y la segunda conexión de baja im-  
pedancia, de tal manera que su polaridad haga circular po-  
tencial en la dirección de fácil paso de la corriente a  
través de la segunda conexión hacia el filamento, y un  
segundo generador de potencial, de un valor relativamente  
elevado en comparación con el potencial del primer genera-  
dor, conectado entre la primera conexión de base y la ter-  
cera conexión.

15 14.- Un aparato traslator de señales según la  
reivindicación 13, caracterizado porque el primer genera-  
dor de potencial es de tal magnitud que inyecta portado-  
res de corriente de signo opuesto al de los portadores exis-  
tentes normalmente en el filamento, y el segundo generador  
de potencial es de tal magnitud y polaridad que establece  
un campo eléctrico de elevada impedancia en el filamento,  
de valor y polaridad prefijados, entre las conexiones segun-  
da y tercera.

20 15.- Aparato traslator de señales.

Esta memoria consta de catorce páginas, escritas  
por una sola cara.

BARCELONA, 14 JUL 1949

P.A.  
JOSÉ M. BOLIBAR  
P.P.

14 JUN 1901



189177

FIG.1

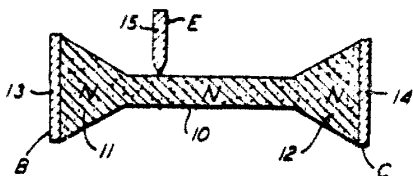


FIG.2

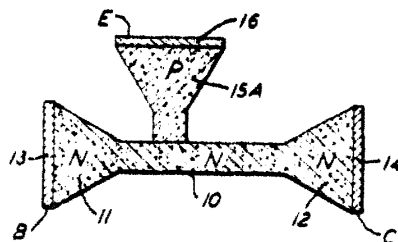


FIG.3

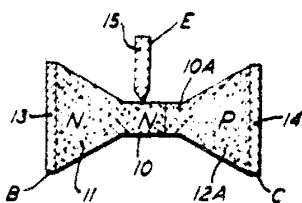


FIG.4

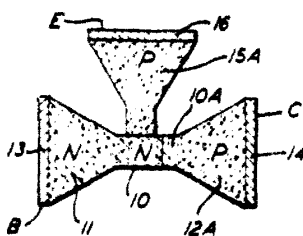


FIG.5

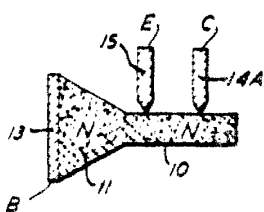


FIG.6

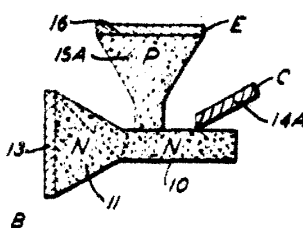


FIG.7

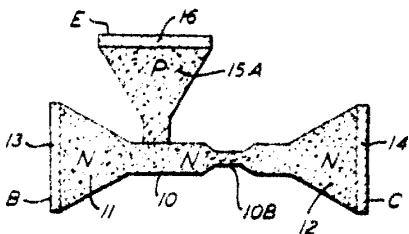


FIG.8

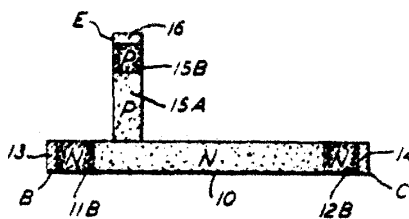
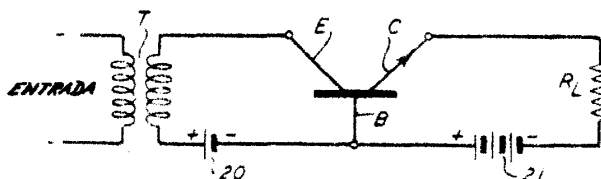


FIG.9



P. A.

JOSE M. SOLISAR  
P. E.