

306984

9 MAR 1965

P-28.180

PHB 31248



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 11 de Diciembre de 1964, con el nº 306.984

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOBILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:
"UN DISPOSITIVO TRANSISTOR"

La invención se refiere a un transistor que comprende un cuerpo semiconductor con una zona de emisor, una zona de base y una zona de colector y a una disposición de circuito que comprende tal transistor.

5 Tales transistores son empleados entre otras cosas como elementos amplificadores en disposiciones que tienen un control automático de volumen. En tales disposiciones son amplificadas señales altas de entrada hasta un grado menor que las señales bajas de entrada, lo cual es obtenido, por ejemplo,
10 aplicando las señales de entrada a la zona de base del transisg



tor y haciendo a la tensión de polarización de la zona de base dependiente del valor de las señales de entrada a amplificar. Sin embargo, esto implica la desventaja de que usualmente con señales altas de entrada tiene lugar una distorsión bastante fuerte, la cual sólo puede ser evitada con grandificultad.

La invención tiene por su objeto entre otras cosas crear una estructura de transistor en la que dicha distorsión no aparezca o tenga lugar en el menos un grado menor.

De acuerdo con la invención, un transistor que comprende un cuerpo semi-conductor con una zona de emisor, una zona de base y una zona de colector está caracterizado porque la parte de la zona de base situada debajo de la zona de emisor comprende una parte más gruesa y una parte más delgada, teniendo dos partes un espesor sustancialmente homogéneo, mientras que la zona de base está provista de dos contactos de base y la corriente de emisor que aparece en funcionamiento en la zona de base y que circula entre la zona de emisor y la zona de colector puede ser conducida principalmente a través de la parte más gruesa o a través de la parte más delgada de la base aplicando una tensión de polarización entre los contactos de base.

El transistor de acuerdo con la invención puede ser eficaz entre dos y en dos estados extremos; uno de estos estados extremos proporciona una alta amplificación, mientras que la mayor parte de la corriente de emisor pasa a través de la parte más delgada de la zona de base. El otro estado extremo proporciona una baja frecuencia de corte, mientras que, la mayor parte de la corriente de emisor pasa a

306384



través de la parte más gruesa de la zona de base.

5 La parte más gruesa y la parte más delgada de la zona de base pueden obtenerse en esencia independientemente una de otra durante la fabricación del transistor, la cual será descrita con mayor amplitud a continuación. Esto significa que las propiedades del transistor de acuerdo con la invención en sus dos estados extremos pueden ser ajustadas a voluntad durante la fabricación, lo cual es muy importante. Por tanto es posible fabricar de una manera simple diversos tipos de transistores de acuerdo con la invención, acomodándose dichas propiedades a diferentes posibilidades de uso. En este caso es importante que la resistividad de la parte más delgada y de la parte más gruesa de la zona de base pueda ser diferente, y una importante realización de un transistor de acuerdo con la invención está caracterizada porque la parte más gruesa y la parte más delgada de la zona de base tienen diferentes resistividades.

10 Si la parte más delgada de la zona de base tiene una resistividad más alta que la parte más gruesa, una pequeña corriente de ajuste es suficiente para que el transistor conmute desde un estado extremo, en el que la corriente de emisor pasa principalmente a través de la parte más delgada de la zona de base al estado en el que la corriente de emisor pasa principalmente a través de la parte más gruesa, de modo que el transistor sea adecuado para ser utilizado en un circuito de control de ganancia automática muy sensible. Por tanto otra realización de un transistor de acuerdo con la invención, está caracterizada porque la parte más delgada tiene una resistividad más alta que la parte más gruesa.

15 Si la parte más gruesa de la zona de base tiene una

306984



resistividad más alta que la parte más delgada, el margen dentro del cual puede ser obtenido un control de ganancia automático por medio del transistor, es mayor que en el caso inverso referido anteriormente. La sensibilidad, sin embargo, es menor, lo cual significa que es requerida una corriente de ajuste más alta para conmutar el transistor desde un estado extremo al otro. Sin embargo, en muchos casos, en los que se desea un amplio margen de control de ganancia automático, esto no es importante, y una realización preferida de un transistor de acuerdo con la invención está caracterizada porque la parte más gruesa tiene una resistividad más alta que la parte más delgada.

Deberá notarse que la parte más delgada y la parte más gruesa de la zona de base pueden ser zonas difundidas que no tienen una resistividad homogénea. La resistividad de una zona ha de denotar aquí la resistividad media definida como la resistividad imaginaria que la zona habría de tener con objeto de tener la misma capacidad de conducción que tiene la zona en efecto si la zona tuviera una resistividad homogénea.

Será evidente que el rendimiento del transistor es mayor, cuanto mayor sea la diferencia en funcionamiento del transistor en los dos estados extremos. Por eso ha de preferirse que el transistor tenga una configuración en la que al menos el 90% de la corriente de emisor pase a través de la parte más delgada de la zona de base. Además, es aconsejable que el transistor tenga una configuración en la que menos del 40%, preferiblemente menos del 10%, de la corriente de emisor pase a través de la parte más delgada de la zona de base.

Una razonable diferencia entre las frecuencias de

306984



5 corte en dichos estados extremos puede ser obtenida, cuando el espesor de la parte más gruesa es al menos doble del de la parte más delgada de la zona de base. El espesor de la parte más gruesa es preferiblemente al menos cinco veces el de la parte más delgada.

Con objeto de facilitar la aplicación de los contactos requeridos sobre la zona de emisor y la zona de base, el límite de la zona de base es preferiblemente triple del de la zona de emisor.

10 En una realización ventajosa la extensión de la zona de emisor es pequeña comparada con la de la zona de base, mientras que la zona de colector tiene una parte más activada y una parte menos activada, y sólo parte del volumen de la zona de colector directamente adyacente a la zona de base
15 constituye la parte más activada y visto desde la zona de emisor en la dirección del espesor de la zona de base, dicha parte más activada está al menos parcialmente debajo de la zona de emisor.

20 Deberá notarse a este respecto que en la solicitud PHB 31.247 es descrito un dispositivo semi-conductor, por ejemplo un transistor, el cual comprende un cuerpo semi-conductor con una zona de emisor, una zona de base y una zona de colector, en el cual el límite de la zona de emisor es pequeño comparado con el de la zona de base y la zona de colector
25 tiene una parte más activada y una parte menos activada, mientras que sólo parte del volumen de la zona de colector directamente adyacente a la zona de base es la parte más activada y, visto desde la zona de emisor en la dirección del espesor de la zona de base, dicha parte más activada está
30 situada parcialmente por debajo de la zona de emisor. La venta-



ja de tal zona de colector que comprende una parte más activada y una parte menos activada están expuestas en dicha solicitud.

5 El término "directamente adyacente" ha de entenderse aquí en un sentido práctico. La parte más activada, por eso, ha de considerarse directamente adyacente a la zona de base, si la capa de empobrecimiento formada en la unión base-colector al aplicar una tensión de polarización inversa de un valor entre 5 y 10 voltios, alcanza la parte más activada. Deberá notarse que no son obtenidas uniones bruscas, cuando, por ejemplo, son empleados métodos de difusión para la formación de zonas en un cuerpo semi-conductor.

15 La parte más activada, visto desde la zona de emisor en la dirección del espesor de la zona de base, puede estar ventajosamente dispuesta por debajo de toda la zona de emisor con objeto de mejorar la conducción de corriente en la zona de colector, particularmente cuando el transistor es excitado en el estado en el cual se obtiene una alta amplificación.

20 La parte más activada de la zona de colector puede extenderse en una o más direcciones laterales más allá de la zona de base de modo que la resistencia en serie del colector pueda ser reducida por la extensión lateral de corriente así obtenida en la zona de colector. Una parte más activada, que está situada más allá de los límites laterales de la zona de base, no contribuye apreciablemente a la capacidad del colector.

25 Una parte más activada, vista desde la zona de emisor en la dirección de espesor de la zona de base puede estar situada debajo de toda la parte más delgada de la zona de base, de modo que la conducción de corriente en la zona de colector

30

306984



5 sea favorecida cuando el transistor es accionado en el estado de alta amplificación. El estado de alta amplificación es favorecido, cuando la parte más activada, vista desde la zona de emisor en la dirección de espesor de la zona de base, no se extiende sustancialmente debajo de la parte más gruesa de la zona de base. Así, además es limitada la capacitancia del colector.

10 Una importante realización de un transistor de acuerdo con la invención, que puede ser fabricado de una manera comparativamente simple con propiedades satisfactoriamente reproductoras, está caracterizada porque la zona de emisor tiene la forma de una tira que se extiende transversalmente sobre la zona de base que tiene una dimensión en la dirección longitudinal al menos las dos terceras partes de la dimensión de la zona de base en la misma dirección, mientras que la demarcación entre las partes más gruesa y más delgada de la zona de base es sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la tira. En esta estructura la parte más activada de la zona de colector se extiende preferiblemente más allá de la zona de base en una dirección que corresponde sustancialmente a la dirección longitudinal de la tira.

25 En otra importante realización, la zona de emisor tiene la forma de una configuración cerrada y plana, estando dispuesto un contacto de base dentro de dicha configuración cerrada y estando dispuesto el otro contacto de base fuera de dicha configuración. La zona de emisor y los dos contactos de base pueden ser sustancialmente circulares y concéntricos entre sí. En este caso el contacto de base exterior puede circundar la zona de emisor en esencia completamente, estando dispuesta una abertura en una posición que corresponde a una

30



prolongación lateral de la parte más activa de la zona de colector.

5 La zona de emisor está dispuesta preferiblemente en una superficie sustancialmente plana del cuerpo semiconductor, mientras que el contacto del colector está dispuesto sobre dicha superficie en forma de una capa metálica que se extiende sobre al menos parte de la parte de superficie correspondiente a la parte de la parte más activa de la zona de colector que se extiende más allá de la zona de base. De esta manera puede ser reducida la resistencia en serie del colector.

10 El transistor es preferiblemente un transistor planar. Tal transistor es fabricado por tratamientos de difusión, en los que una capa de óxido sirve de reserva y el cuerpo semiconductor del transistor preparado tiene usualmente una capa protectora de óxido.

15 La invención se refiere también a una disposición de circuito que comprende un transistor de acuerdo con la invención y medios de tensión de polarización para aplicar una tensión de polarización entre los contactos de base, estando situada la tensión de polarización entre dos valores-límite de modo que la mayor parte de la corriente de emisor pase a través de la parte más gruesa, a uno de los dos valores-límite de la tensión de polarización, y a través de la parte más delgada al otro de los dos valores límite de la tensión de polarización. Los medios de tensión de polarización pueden suministrar una tensión de polarización que es variable continuamente entre los dos valores-límite.

20 Algunas realizaciones de un transistor de acuerdo con la invención y métodos de fabricar el mismo y una reali-

30 6984



zación de una disposición de circuito que comprende un transistor de acuerdo con la invención serán descritas ahora con mayor amplitud haciendo referencia al dibujo diagramático.

5 La figura 1 es una vista en planta de una primera realización de un transistor de acuerdo con la invención.

Las figuras 2 y 3 son vistas en sección transversal tomadas sobre las líneas II-II y III-III, respectivamente en la figura 1.

10 La figura 4 es una vista en planta de una segunda realización de un transistor de acuerdo con la invención.

Las figuras 5 y 6 son vistas en sección transversal tomadas sobre las líneas V-V y VI-VI, respectivamente en la figura 4.

15 La figura 7 representa parcialmente una vista en sección transversal que se corresponde con la de la figura 2 para una tercera realización de un transistor de acuerdo con la invención; y

20 La figura 8 representa un diagrama de circuito que comprende un transistor de acuerdo con la invención, el cual está conectado en una disposición de control de ganancia automático.

25 Las figuras 1, 2 y 3 se refieren a una primera realización de un transistor de acuerdo con la invención, en la cual el transistor comprende una oblea de silicio que tiene una parte tipo n 1 más activada y una parte tipo n 2 menos activada (representadas sólo parcialmente), cuyas partes forman conjuntamente una zona de colector. El espesor de la oblea es de 200 micras y la parte 2 tiene una resistividad de 5 ohmios cm.

30

306984

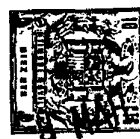


5 El transistor comprende además, una zona de emisor tipo n 3 y una zona de base tipo n 4. El espesor de la zona de base 4 en la oblea no es el mismo en todas partes. La zona de base tiene variaciones de espesor en 5 y 6 en
10 escalones de modo que, visto desde la zona de emisor 3 en la dirección de espesor de la zona de base 4, la zona de base 4 tenga una parte más delgada 7 y una parte más gruesa 8 debajo de la zona de emisor 3. La realización entre los espesores de la parte más gruesa 8 y de la parte más delgada 7 es 10:1. Parte del volumen de la zona de colector directamente adyacente a la zona de base 4 está más activada y, visto desde la zona de emisor 3 en la dirección de espesor de la zona de base 4, dicha parte 1 está situada parcialmente por debajo de la zona de emisor y por debajo de la parte más delgada 7 de la zona de base y no se extiende sustancialmente debajo de la parte más gruesa 8 de la zona de base.

15 La zona de emisor 3 tiene la forma de una tira que se extiende en esencia transversalmente a través de la zona de base y la demarcación 5 entre la parte más delgada 7 y la parte más gruesa 8 de la zona de base se extiende sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la tira. Un contacto de emisor 9 y dos contactos de base 10 y 11 están previstos. Los contactos de base 10 y 11 tienen la forma de tiras que son sustancialmente paralelas al contacto 9
20 de emisor en forma de tira y a la zona de emisor 3, que está situada entre los contactos 10 y 11.

25 La figura 1 es una vista en planta en la que está representada la posición de las zonas y las otras partes del transistor, sin tener en cuenta lo que se encuentra visible-
30

306984



1965

mente sobre la superficie del cuerpo semiconductor. Los
contactos 9, 10 y 11 están sombreados y circundados por lí-
neas llenas. La zona de emisor 3 está rodeada por una línea
llena y la zona de base 4 con las variaciones de espesor de
5 forma escalonada en 5 y 6 está indicada por las líneas de
punto y raya. La parte que está situada en la parte izquier-
da de la figura 1 dentro de la línea de cruces-puntos y la
parte que está situada en la parte derecha de la figura 1 den-
tro de las líneas de cruz y raya y de cruz, raya y punto ilus-
10 tran los límites de la parte 2 menos activada de la zona de
colector en la proximidad de la zona de base 4. La parte 4
más activada se extiende desde la zona de emisor 3 más allá
de la zona de base 4 en la dirección longitudinal de la tira
3 y a una distancia dada de la zona de base 4 en torno a ésta,
15 la cual está ilustrada en la figura 2 por las partes 12 y 13
de la zona de colector.

Deberá notarse que los límites laterales de aquella
parte de la parte 1 más activada que está situada debajo y en
el lado derecho (figura 1) de la zona de emisor 3 están in-
20 dicados no sólo por líneas rectas. Esta parte de la parte 1
presenta una parte estrechada al nivel del centro (visto en
la dirección longitudinal) de la zona de emisor 3 en forma
de tira. Esta forma de la parte 1 permite reducir la resis-
tencia en serie del colector con un pequeño aumento en la
25 capacitancia de la unión base-colector. Las capas metálicas
14 y 15 están dispuestas en la parte 1 más activada de la
zona de colector con objeto de mejorar la conducción de co-
rriente en la zona de colector.

La figura 3 es una vista en sección transversal
30 tomada sobre la línea III-III en la figura 1; esta figura

30 6984



representa parcialmente los límites de la parte más delgada 7 y de la parte 2 menos activada en líneas de trazos. Deberá notarse que los límites derecho e izquierdos de la parte más delgada 7 y de la parte más gruesa 8 de la figura 3 no coinciden, ya que esto no es necesario. Visto a lo largo de la línea III-III la parte más gruesa 8 puede ser obligada de manera simple a solapar ligeramente la parte más delgada 7 en ambos lados.

Unos conductores de alimentación (no representados) estén asegurados a los contactos 9, 10 y 11. Un conductor de alimentación para la zona de colector puede estar conectado a la capa metálica 14, 15 y/o, si se desea, al lado inferior de la oblea semiconductor. Las partes de la superficie de la oblea pueden estar provistas de una capa de óxido (no representada). Un método de fabricar el dispositivo representado en las figuras 1, 2 y 3 será descrito ahora.

La fabricación parte de una oblea de silicio tipo n activada con fósforo y que tiene una resistividad de 5 hom. cm. y un espesor de 0,25 mm. Las dimensiones transversales carecen de importancia, ya que simultáneamente pueden disponerse una pluralidad de estructuras de transistor en la oblea de silicio, siendo separadas subsiguientemente dichas estructuras entre sí por subdivisión de la oblea. Como alternativa, el transistor a fabricar puede formar parte de un circuito sólido, en el que están dispuestos en la oblea otros elementos de circuito.

Una capa de óxido es desarrollada sobre la oblea calentando la oblea en oxígeno húmedo saturado por vapor de agua de 98°C a 860°C durante cuatro horas. En la capa de óxido es hecha una abertura de manera convencional por medio de un

30 6984



barniz de fotoendurecimiento (fotorreserva) y un agente de
ataque químico. La abertura corresponde a la parte más grue-
sa 8 de la zona de base 4. La parte más gruesa 8 es obtenida
difundiendo boro en la oblea a través de la abertura calen-
tando la oblea a 1150°C durante dos horas en una estufa en la
5 cual se calienta nitruro de boro a 1000°C, haciéndose pasar
el vapor de nitruro de boro resultante sobre la oblea por me-
dio de una corriente de nitrógeno. El espesor de la zona tipo
p resultante es de 4 micras y la concentración de superficie
10 del boro es de aproximadamente $5 \cdot 10^{18}$ atoms/ccm.

La abertura en la capa de óxido es cerrada por ca-
lentamiento a 860°C en oxígeno húmedo durante cuatro horas y
una nueva abertura es dispuesta en la capa de óxido para apli-
car la parte 1 más activada de la zona de colector. La parte
15 de superficie protegida de la difusión está situada dentro de
los límites circundados por las líneas de cruces y trazos de
la figura 1.

En la superficie degradada de la oblea es difundido
fósforo y la profundidad de penetración está indicada en la
20 vista en sección transversal de la figura 2 parcialmente por
una línea de trazos. La difusión se realiza calentando la oblea
a 1150°C durante 80 minutos en una estufa en la que se calien-
ta nitruro de fósforo a 900°C y el vapor resultante es conduci-
do sobre la oblea por medio de una corriente de nitrógeno. La
25 profundidad de penetración de la zona tipo n resultante es de
3 micras y la concentración de superficie del fósforo es de
aproximadamente $2 \cdot 10^{18}$ atoms/ccm. Sólomente parte de la difu-
sión es eficaz para la formación de la parte 1, ya que parte
de la difusión de fósforo es superactivada por la difusión pre-
cedente de boro entre las partes 5 y 6.
30



La capa de óxido es hecha crecer otra vez de la manera indicada anteriormente y con objeto de obtener la parte más delgada 7 de la zona de base 4 es hecha una abertura en ella. En la oblea es difundido boro a través de dicha abertura calentando la oblea a 1100°C durante 20 minutos en una estufa en la cual el nitruro de boro es calentado a 1000°C y el vapor resultante es hecho pasar sobre la oblea por medio de una corriente de nitrógeno. La profundidad de penetración de la zona tipo p resultante es de 1 micra y la concentración de superficie de boro es de aproximadamente $1 \cdot 10^{19}$ atoms/ccm.

La capa de óxido es cerrada otra vez por el método anteriormente descrito y en la capa de óxido es hecha una nueva abertura con objeto de obtener la zona de emisor 3. Con este objeto es difundido fósforo en la oblea a través de dicha abertura calentando la oblea a 1100°C durante 10 minutos en una estufa en la cual es calentado a 1000°C nitruro de fósforo y el vapor resultante es hecho pasar sobre la oblea por medio de una corriente de nitrógeno. La profundidad de penetración de la zona n resultante es de 0,5 micras y la concentración de superficie de fósforo es de aproximadamente 5×10^{20} atoms/ccm.

La capa de óxido es cerrada otra vez, después de lo cual son hechas aberturas en ella para aplicar los contactos 9, 10 y 11 y la capa metálica 14, 15. Es aplicado aluminio a la superficie total, es decir, tanto en las aberturas como sobre la capa de óxido restante hasta un espesor de 3000 \AA por deposición de vapor en vacío. De una manera convencional, con la ayuda de una fotorreserva y un agente de ataque químico, la capa de aluminio es retirada con excepción de las partes en las aberturas. El aluminio es aleado después con la

30 6984



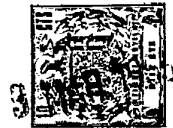
oblea calentando ésta a una temperatura de 550°C a 600°C durante 20 minutos en una atmósfera de hidrógeno altamente puro.

5 Unas conexiones eléctricas pueden ser obtenidas conectando un hilo de oro con los contactos 9, 10, 11 y la capa 14, 15. Esto puede obtenerse, por ejemplo, por unión térmica, en cuyo caso es oprimido un hilo de oro contra los contactos 9, 10 y 11 y la capa 14, 15. durante 20 segundos a una temperatura de 350°C. El lado inferior de la oblea es esmerilado hasta que el espesor final de la oblea sea de 200 micras. La superficie esmerilada de la oblea es asegurada a un conductor de NiFe chapeado en oro calentando a 450°C. El conductor puede servir también como contacto de colector, como puede ser el caso, en cooperación con la capa metálica 14, 15.

15 Después de cada uno de los tratamientos de difusión y aleación precedentes, la superficie de la oblea y la capa de óxido sobre ella es limpiada por ebullición en ácido nítrico concentrado por espacio de 15 minutos y por el lavado subsiguiente en agua desionizada y destilada. Será evidente que cuando se utiliza la construcción en la que la oblea está asegurada a una placa soportante, la superficie de la oblea está protegida por una capa de óxido, excepto en aquellos puntos donde la oblea está asegurada a la placa soportante y están dispuestos los contactos de aluminio.

25 Las figuras 1, 2 y 3 ilustran las zonas difundidas de una manera ideal. Con la fabricación del transistor deberá considerarse que durante el proceso de difusión a través de una abertura en la capa de óxido de la oblea, la zona difundida se extiende alejándose del límite de la abertura por debajo de la capa de óxido sobre una distancia que es sustancialmente igual

30



a la profundidad de penetración de la zona. Un calentamiento de difusión subsiguiente implicará otra difusión de una sustancia ya difundida en la oblea. Además, los límites laterales de las zonas difundidas no tendrán precisamente la forma rectangular representada. Las variaciones de espesor de forma escalonada representadas en la figura 1 no serán rectangulares en 5 en la figura 2; hay un cierto grado de inclinación. En razón de la claridad, deberá notarse que en esta aplicación 1-a parte más delgada 7 de la zona de base está destinada a terminar en la parte superior de tal inclinación.

En una realización práctica, la zona de base de la figura 1 era sustancialmente rectangular y tenía dimensiones de 120 x 50 micras, mientras que la zona de emisor tenía dimensiones de 30 x 40 micras y la dimensión mínima transversal al nivel del centro de la zona de emisor 3 en forma de tira de la parte 1 era de 40 micras.

A partir de dichas concentraciones de superficie de la parte más gruesa 8 y de la parte más delgada 7 de la zona de base 4 se verá que el transistor de acuerdo con la invención descrito anteriormente tiene una parte más gruesa de mayor resistividad que la parte más delgada 7. Consecuentemente, este transistor tiene un margen comparativamente mayor para el control de ganancia automático. Dicho margen puede ser ampliado, además, aumentando la diferencia en resistividades de las partes 7 y 8. Una realización más ventajosa con una diferencia mayor en resistividades es obtenida modificando el método anteriormente descrito de la siguiente manera.

Sobre la misma oblea semiconductor es desarrollada primeramente una capa de óxido de la manera descrita anteriormente, pero la oblea no es calentada a 860°C, sino a 1000°C,

306984



9 MAR 1954

después de lo cual es hecha la abertura en la capa de óxido resultante para proporcionar la parte más gruesa 8.

5 La parte más gruesa 8 es obtenida de la siguiente manera. La oblea es calentada primeramente en una estufa a 1100°C durante 20 minutos, mientras se hace pasar por encima vapor de nitruro de boro por medio de una corriente de nitrógeno. El vapor de nitruro de boro es obtenido calentando nitruro de boro en la misma estufa a 1000°C. Luego la oblea es
10 calentada durante 30 minutos en una atmósfera de oxígeno saturada por vapor de agua de 98°C a una temperatura de 1000°C. La abertura en la capa de óxido es así cerrada. Subsiguientemente es realizado un calentamiento en nitrógeno seco a una temperatura de 1150°C durante 3 horas. La parte más gruesa tipo p 8 es obtenida entonces con un espesor de aproximadamente
15 5 micras, siendo la concentración de superficie de átomos de boro aproximadamente $3 \cdot 10^{19}$ atoms/ccm.

Para proporcionar la parte más activada 1 de la zona de colector es hecha una abertura en la capa de óxido desarrollada. Esta parte 1 es obtenida de la manera descrita anteriormente. También la parte más delgada 7 es obtenida sustancialmente de la manera descrita anteriormente. Sólomente
20 existen las diferencias siguientes. La oblea es calentada durante 30 minutos en vez de 20 minutos a 1100°C. El nitruro de boro es calentado a 1150°C en vez de a 1100°C. El espesor de la parte más delgada resultante tipo p 7 es de 1,5 micras en
25 lugar de 1 micra.

El transistor resultante tiene propiedades mejoradas y un margen mayor que el transistor en la realización precedente.

30 Como alternativa, por ejemplo, la parte más delgada



7 o la parte más gruesa 8 pueden ser obtenidas por un método de epitaxia. Por ejemplo, a través de una abertura en una reserva (por ejemplo una fotorreserva) la parte de la oblea donde deberá estar dispuesta la parte más gruesa 8 puede ser retirada mediante un ataque químico. Después de la separación del silicio de reserva con la concentración deseada de impurezas es desarrollada de una manera convencional sobre la oblea hasta que sea obtenida una capa de silicio desarrollada de un espesor que es igual al espesor de la parte deseada 8. Después de que la oblea ha sido esmerilada hasta su espesor inicial, comprende la parte más gruesa 8 en la forma de una parte epitaxialmente desarrollada, en la posición donde parte de la oblea ha sido retirada mediante un ataque químico.

Será evidente que la resistividad de las partes 7 y 8, si son zonas difundidas, depende de las temperaturas a las cuales y de los períodos de tiempo durante los cuales son realizadas las operaciones de difusión. Mediante una elección adecuada de dichas magnitudes pueden obtenerse transistores en los cuales la parte más delgada 7 tiene una resistividad más alta que la parte más gruesa 8. Tales transistores tienen mayor sensibilidad que las realizaciones descritas anteriormente, pero su margen es menor. Tales transistores pueden obtenerse también por métodos epitaxiales.

Tal transistor puede ser obtenido, por ejemplo, por medio del método descrito con referencia a la primera realización, en el cual solamente la operación de difusión para obtener la parte más delgada 7 es modificada de la manera siguiente. La oblea es calentada durante 40 minutos en lugar de 20 minutos a 1.100°C , mientras que el nitruro de bo-

306984



ro es calentado a 950°C en vez de a 1.000°C. La zona tipo p 7 es obtenida entonces con un espesor de aproximadamente 1,5 micras y una concentración por superficie de átomos de boro de aproximadamente 1×10^{18} att./ccm.

5 Las figuras 4, 5 y 6 representan una segunda rea-
ligación de un transistor de acuerdo con la invención, en el
que es empleada una configuración concéntrica. Las partes co-
rrespondientes son designadas por los mismos números de refe-
rencia que en las figuras núms. 1, 2, y 3. El contacto de
10 base anular, exterior 11 y la parte anular más gruesa 8 de
la zona de base 4 tienen aberturas en el lado derecho en la
zona donde la parte más activada 1 de la zona de colector se
extiende hacia la derecha. Los límites de la parte más grue-
sa 8 de la zona de base 4 y de la parte más activada 1 en di-
15 cha abertura están indicados por las líneas de código 16 y
17. Este transistor concéntrico puede ser fabricado por un
método similar al descrito anteriormente para la fabricación
de un transistor representado en las figuras 1, 2 y 3 tenien-
do las aberturas a disponer en las diversas capas de óxido,
20 sin embargo, una forma diferente.

La figura 7 representa parcialmente una vista en
sección transversal que se corresponde con la de la figura 2
de un cuerpo de transistor en el que la zona de base tiene
una forma ligeramente diferente, de modo que sea facilitada
25 la fabricación, mientras que la resistencia de base de tran-
sistor es reducida, ya que la parte más gruesa de la zona de
base tiene un límite mayor.

La oblea de silicio tipo n 2 tiene una capa más
activada 1, la cual es obtenida por difusión de fósforo y
30 la cual se extiende por toda la superficie de la oblea.



Con objeto de formar la parte más gruesa 4D de la zona de base es difundido boro en la oblea, mientras que la parte 4S no es afectada a causa de la reserva, y la parte somera 4 S de la zona de base se obtiene por una segunda difusión de boro. La región de dicha segunda difusión de boro puede solapar la región de la primera difusión de modo que la fabricación sea simplificada. El límite de las partes superactivadas por boro de la capa 1 está indicado por líneas de trazos.

Para obtener una zona de emisor tipo n 3 es difundido fósforo en la oblea mientras que el boro previamente difundido es superactivado. Las otras particularidades del método son, por lo demás, idénticas a las del método descrito con referencia a las figuras 1, 2 y 3.

Será evidente que, como alternativa, pueden obtenerse una o más zonas por desarrollo epitaxial en vez de por difusión.

La figura 8 representa un transistor de acuerdo con la invención empleado en una disposición de circuito para un control automático de ganancia.

Los contactos de base B1 y B2 del transistor T están conectados a través de condensadores de acoplamiento separados C1 y C2 a un conductor I de la entrada de señales de alta frecuencia. Un contacto B1 está conectado a través de una resistencia de acoplamiento R1 a una entrada de polarización AGC de un circuito de control automático de ganancia, mientras que el otro contacto B2 está conectado a un punto de un potenciómetro que tiene unas resistencias R2 y R3. El contacto de emisor E está conectado al terminal de alimentación negativo a través de una resistencia R4 estabilizadora de

30 6984



5 corriente continua y un condensador transversal C3, que es-
tán conectados en paralelo. El contacto de colector C está
conectado a un circuito sintonizado que comprende la combi-
nación en paralelo de un condensador C4 y el arrollamiento
primario de un transformador de salida T. La otra unión del
condensador C4 y el arrollamiento primario está conectada al
terminal de alimentación positivo a través de una resistencia
de desacoplamiento R5 y un condensador en paralelo C5 está
10 conectado entre dicha otra unión y la resistencia R5. La ten-
sión de salida está derivada entre los terminales de salida
O.

Algunos valores prácticos, con una señal de entra-
da de aproximadamente 100 Mc/s, son los siguientes:

15 R1 y R3: kilohmios
R2: 50 kilohmios
R4 y R5: 500 ohmios
C1, C2, C3 y C5: 1.000 picofaradios.

20 El control automático de ganancia puede estar co-
nectado también en una conexión de circuito de base puesta
a tierra (conexión a tierra para altas frecuencias), mien-
tras que el transistor de acuerdo con la invención puede ser
utilizado también en otros circuitos diferentes a un circui-
to de control automático de ganancia.

25 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en
Gran Bretaña el 13 de Diciembre de 1963, bajo el número
49.355/63, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vi-
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

30

30 6984



5

N O T A

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

15 1.- Un dispositivo transistor que comprende un cuerpo semiconductor con una zona de emisor, una zona de base y una zona de colector, caracterizado porque la parte de la zona de base situada debajo de la zona de emisor comprende una parte más gruesa y una parte más delgada, teniendo estas dos partes un espesor sustancialmente homogéneo, mientras que la zona de base está provista de dos contactos de base y la corriente de emisor que aparece, en funcionamientos en la zona de base y que circula entre la zona de emisor y la zona de colector, puede hacerse pasar principalmente a través de la parte más gruesa o de la parte más delgada de la zona de base por la aplicación de una tensión de polarización entre los contactos de base.

25 2.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 1, caracterizado porque la parte más gruesa y la parte más delgada de la zona de base tienen diferentes resistividad.

30 3.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 2, caracterizado porque la parte más gruesa tiene una resisti-

30 6984



vidad más elevada que la parte más delgada.

4.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 2, caracterizado porque la parte más delgada tiene una resistividad más elevada que la parte más gruesa.

5 5.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el transistor tiene una configuración que permite que por lo menos el 90% de la corriente de emisor sea obligada a circular a través de la parte más delgada de la zona de base.

10 6.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el transistor tiene una configuración que permite que menos del 40% de la corriente de emisor sea obligada a circular a través de la parte más delgada de la zona de base.

15 7.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el transistor tiene una configuración que permite que menos del 10% de la corriente de emisor sea obligada a circular a través de la parte más delgada de la zona de base.

20 8.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque el espesor de la parte más gruesa de la zona de base es por lo menos doble del de la parte más delgada.

25 9.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el espesor de la parte más gruesa de la zona de base es por lo menos cinco veces el de la parte más delgada.

30 10.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque la extensión de la zona de base es por lo menos tres veces la de

30 6984



la zona de emisor.

5 11.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque la extensión de la zona de emisor es pequeña comparada con la de la zona de base, mientras que la zona de co-
lector tiene una parte más activada y una parte menos activada, y sólomente parte del volumen de la zona de colector directamente adyacente a la zona de base constituye la parte más activada y en el que, cuando se vé desde la zona de
10 emisor en la dirección de espesor de la zona de base, dicha parte más activada está situada al menos parcialmente por debajo de la zona de emisor.

15 12.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 11, caracterizado porque la parte más activada, cuando se vé desde la zona de emisor en la dirección de espesor de la zona de base, está situada por debajo de toda la zona de emisor.

20 13.- Un dispositivo transistor según las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque la parte más activada de la zona de colector se extiende más allá de la zona de base en una o más direcciones laterales.

25 14.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la parte más activada, cuando se vé desde la zona de emisor en la dirección de espesor de la zona de base, está situada por debajo de toda la parte más delgada de la zona de base.

30 15.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado porque la parte más activada, cuando se vé desde la zona de

30 6984



emisor en la dirección de espesor de la zona de base, no se extiende sustancialmente debajo de la parte más gruesa de la zona de base.

5 16.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la zona de emisor tiene la forma de una tira que se extiende transversalmente a través de la zona de base, y que tiene en la dirección longitudinal una dimensión que es por lo menos las dos terceras partes de la dimensión de la zona de base en la misma dirección, siendo la demarcación entre la parte más gruesa y la parte más delgada de la zona de base sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la tira.

15 17.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 16, caracterizado porque la parte más activada se extiende en la dirección longitudinal de la tira más allá de la zona de base.

20 18.- Un dispositivo transistor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la zona de emisor tiene la forma de una figura cerrada plana, estando dispuesto un contacto de base dentro de dicha figura y estando dispuesto el otro contacto de base fuera de dicha figura.

25 19.- Un dispositivo transistor según la reivindicación 18, caracterizado porque la zona de emisor y los dos contactos de base son sustancialmente circulares y concéntricos.

30 20.- Un dispositivo transistor según las reivindicaciones 13 y 18 o reivindicaciones 13 y 19, caracterizado porque el contacto de base exterior rodea en esencia comple-

30 6984



tamente la zona de emisor, existiendo una abertura en una posición que corresponde a la prolongación lateral de la parte más activada de la zona de colector.

5 21.- Un dispositivo transistor según las reivindicaciones 13, 17 ó 20, caracterizado porque la zona de emisor está dispuesta sobre una superficie sustancialmente plana del cuerpo semiconductor estando dispuesto el contacto de colector sobre dicha superficie en forma de una capa metálica que se extiende sobre por lo menos parte de la parte de superficie que se corresponde con la parte de la parte más activada de la zona de
10 colector que se extiende más allá de la zona de base.

22.- Un dispositivo transistor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el transistor es un transistor plano.

15 23.- Un dispositivo transistor.

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.

20 Esta Memoria consta de veintiseis hojas, escritas a máquina por una sólo cara.

Madrid,

P.A.

9 MAR 1955
Alfonso de Eizaburu
Por Poder
Cilla

IES. M. C.

Alfredo de ...
por ...

FIG.3

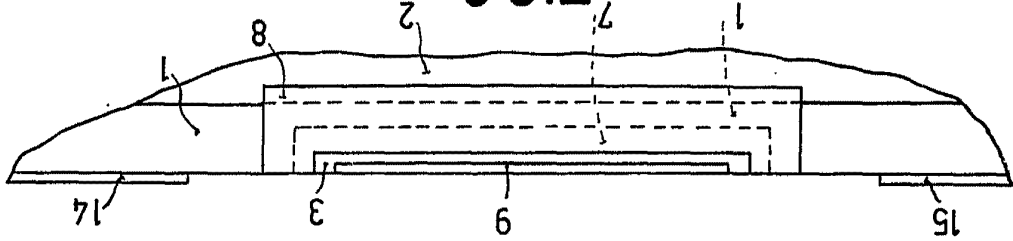


FIG.2

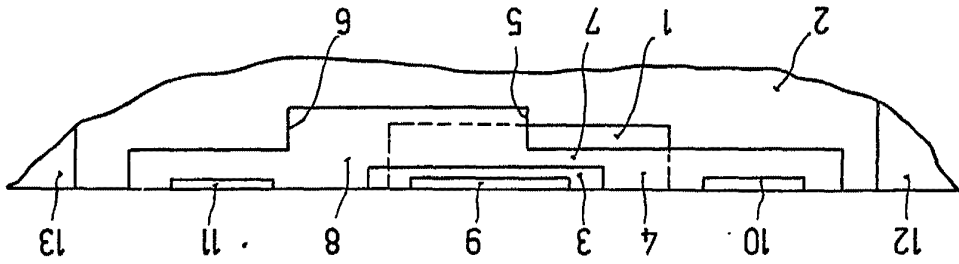
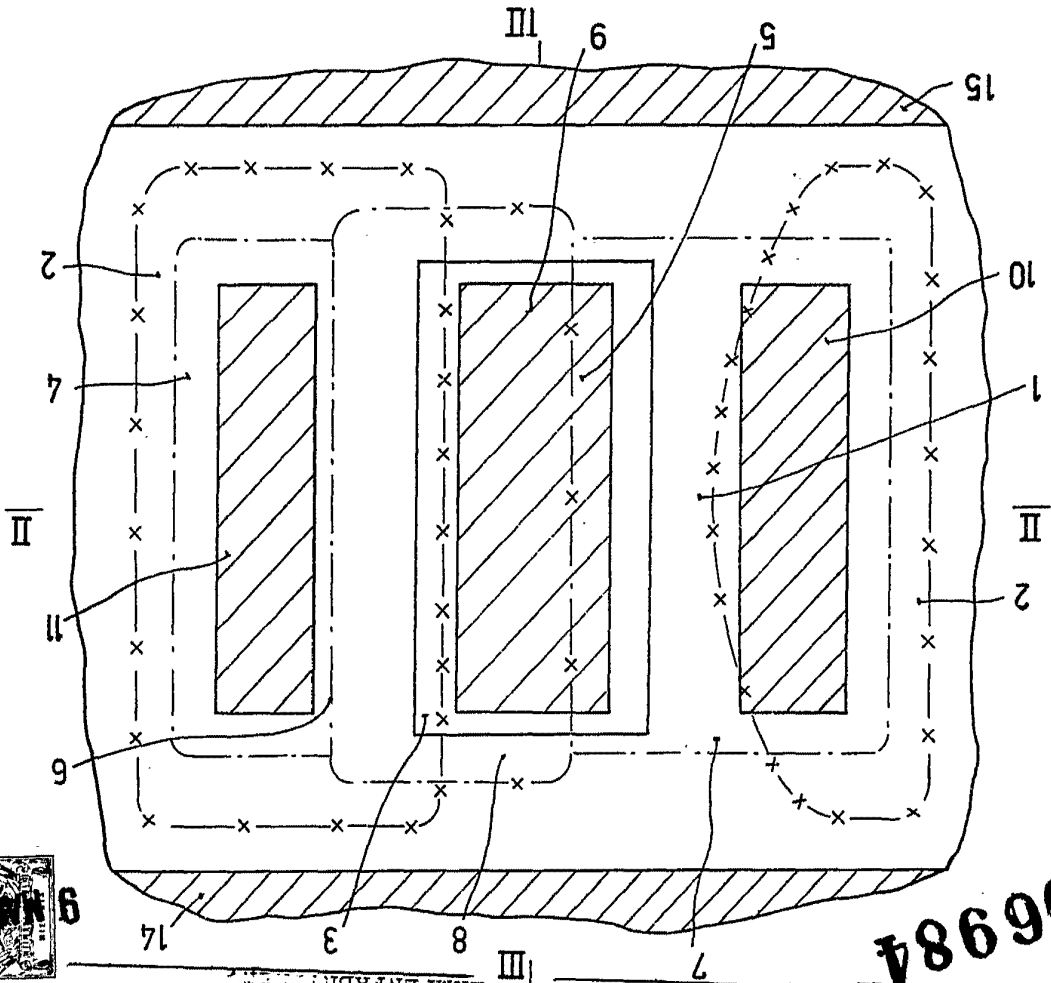


FIG.1



N. V. PHILIPS' Gloeilampenfabrieken

ESCALA VARIABLE
306984

306984

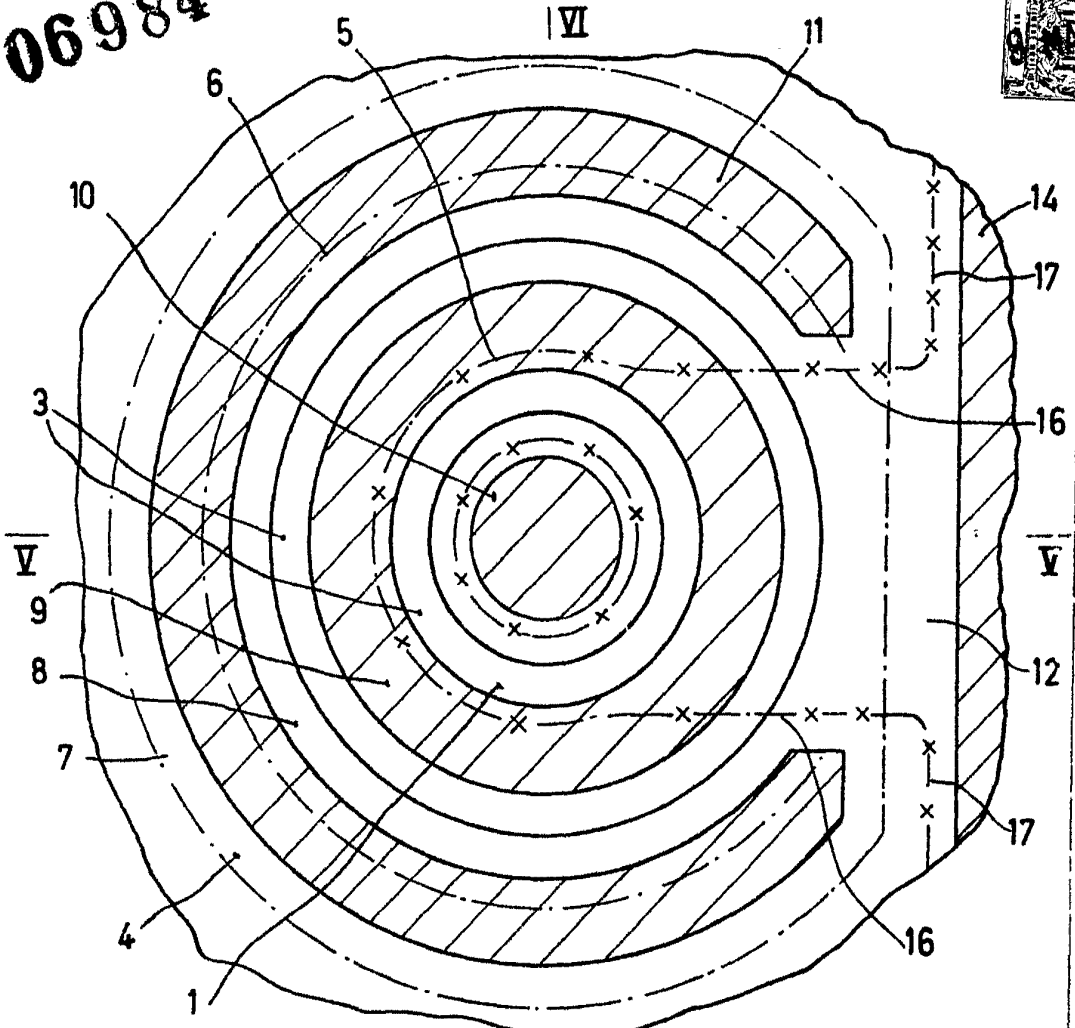


FIG. 4

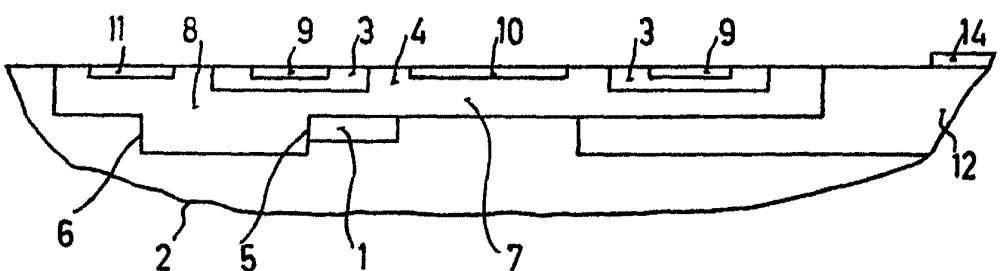


FIG. 5

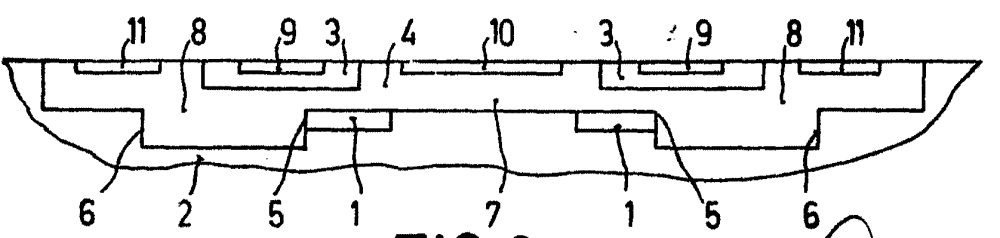


FIG. 6

Edison
Ateneo de Eszab...
en Pader...

AL A VARIABLE

306984

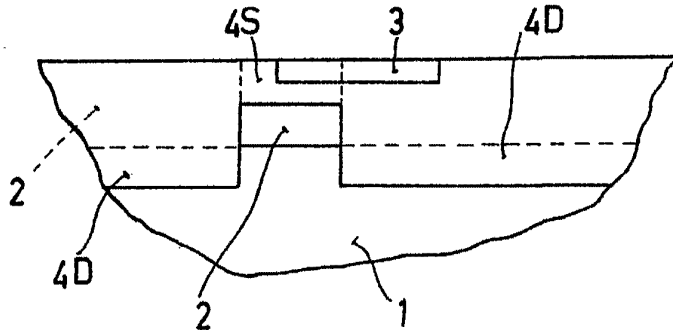


FIG. 7

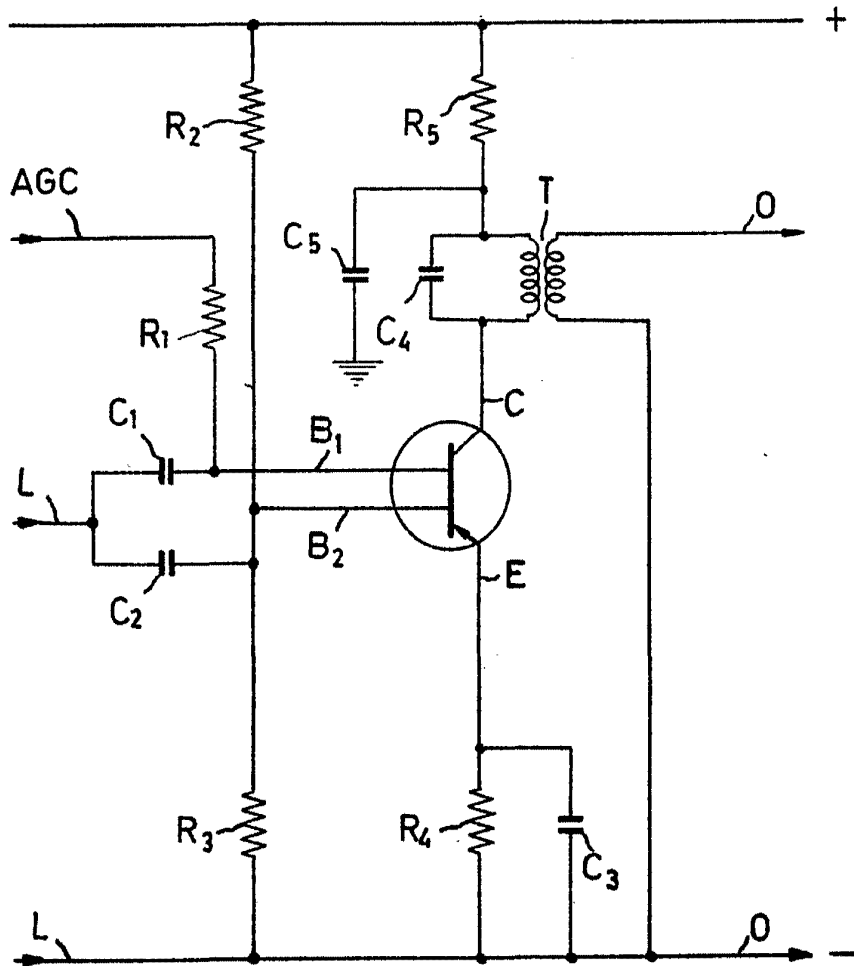


FIG. 8

Alberto de Eizaburu
Dir. Proj.