

P.- 35.847

PHB 31.658

343342

Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCIÓN

por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS 'GLOBILAMPENTABRIEKEN

entidad / de nacionalidad holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN DISPOSITIVO TRANSISTOR" (Clase Internacional HC11)

26.10.67

- 1 -



La presente invención se refiere a transistores, particularmente pero no exclusivamente a transistores de alta potencia de alta frecuencia, que comprenden un cuerpo o parte de un cuerpo semiconductor principalmente de un tipo de conductividad, en que está situada una región de colector de dicho un tipo de conductividad, extendiéndose una pluralidad de regiones de emisor difundidas de dicho un tipo de conductividad desde una superficie sustancialmente plana del cuerpo o parte de cuerpo y rodeadas dentro del cuerpo por una región de base difundida del tipo de conductividad opuesto, terminando las junturas emisor-base y la juntura colector-base en dicha una superficie por debajo de una capa aislante, protectora, adherente, sobre dicha una superficie, y contactos óhmicos en aberturas en la capa aislante para la pluralidad de regiones de emisor y para la región de base donde estas regiones se extienden hasta dicha una superficie. Tales transistores pueden ser llamados transistores planares de emisor múltiple.

La fabricación de un transistor planar de emisor múltiple generalmente involucra la formación de una capa aislante, protectora, adherente sobre una superficie plana de un cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad, la difusión de un elemento de impureza determinador de un tipo de conductividad que es característico del tipo de conductividad opuesto para el que la capa aislante es impermeable, en una primera región de superficie del cuerpo expuesta por una primera abertura hecha en la capa aislante, para formar una región de base del tipo de conductividad opuesto, la subsiguiente difusión de un elemento de impureza determinador de un tipo de conductividad característico de

343342



dicho un tipo de conductividad, para el que la capa aislante es impermeable, en una pluralidad de segundas partes de superficie expuestas por una pluralidad de segundos aberturas hechas en la capa aislante, que son completamente internas con respecto a la primera parte de superficie previamente expuesta por la primera abertura, para formar una pluralidad de regiones de emisor de dicho un tipo de conductividad completamente internas con respecto a la región de base, la formación de otras aberturas en la capa aislante para exponer al menos la pluralidad de regiones de emisor y la región de base donde estas regiones se extienden hasta la superficie y la deposición de material de contacto óhmico en estas otras aberturas. Generalmente durante y/o subsecuentemente a cada etapa de difusión se forma una nueva capa aislante en la abertura respectiva, uniéndose la última capa aislante formada en cada caso y siendo contigua con la capa aislante inicialmente presente.

Durante el funcionamiento de un transistor con una excitación de paso de base IB 0 se produce una caída de tensión transversal sobre la región de base asociada con el flujo de la corriente de base. Si se supone que la tensión de emisor externa es aplicada uniformemente sobre toda la juntura emisor-base, el efecto de la caída de tensión transversal consiste en reducir la diferencia de potencial aplicado a la parte de la juntura emisor-base situada más alejada del contacto de base. Esta parte de la juntura emisor-base es un transistor planar es la parte central de la parte de la juntura emisor-base ubicada paralelamente a la superficie plana. Con una corriente de base en aumento se produce una concentración de la corriente hacia la parte

26.10.67



de la juntura emisor-base más próxima al contacto de base. El efecto de concentración de corriente depende, entre otros de la resistividad de la región de base dado que con una región de base de resistividad más alta se produciría una caída de tensión transversal mayor para una corriente deter-

5

En transistores planares el efecto de concentración de corriente es una consideración importante cuando se desea construir dispositivos de alta potencia. Para obtener las características deseadas de tales dispositivos es necesario, debido al mencionado efecto de concentración tener una relación grande de periferia a área para el emisor. Una posibilidad para obtener una relación grande de periferia a área de emisor consiste en formar una región de emisor peñiforme con un conjunto electródico interdigitado para los contactos de base y de emisor. Como alternativa un conjunto electródico interdigitado puede consistir en una pluralidad de regiones de emisor situadas paralelamente, de contorno rectangular, que están interconectadas por los dedos del contacto óhmico de emisor que están interdigitados con los dedos del contacto óhmico de base. Otra posibilidad para obtener una relación grande de periferia a área de emisor consiste en formar un gran número de regiones de emisor muy pequeñas y adyacentes, por ejemplo de contorno circular, que están interconectadas por una capa metálica que se extiende en aberturas hechas en la capa aislante que exponen las regiones de emisor donde ellas se extienden hasta la superficie y superpuesta sobre la capa aislante entre lugares de emisor adyacentes.

10

15

20

25

30

La presente invención se refiere a transistores

343342



5 planares de emisor múltiple que tienen características de
tensión de ruptura de la juntura base-colector mejoradas,
en que el trazado del contacto de emisor consiste en una
capa metálica que tiene una pluralidad de dedos conectados
en común cada uno situado en una abertura en la capa ais-
lante donde una región de emisor se extiende hasta la su-
perficie, dedos que están interdigitales con una plurali-
dad de dedos conectados en común de una capa metálica que
forman un contacto óhmico para la región de base.

10 Es conocido un transistor planar en que la región
de base consiste de una parte de baja resistividad profun-
damente difundida continua con, y que rodea a una parte de
resistividad más alta superficialmente difundida dentro de
la cual está ubicada una región de emisor, estando provis-
15 to el contacto de base sobre una parte de la superficie de
la parte de baja resistividad profundamente difundida. Las
ventajas de tal construcción de la región de base consis-
ten, entre otras, en la obtención de una resistencia serie
baja de base, r_{bb} , sin disminuir la respuesta de frecuencia
20 del transistor.

Es conocido un transistor planar de emisor múltiple en que una parte de región de base de baja resistivi-
dad profundamente difundida forma una estructura de grilla
en el cuerpo dentro de cuyas partes internas están situadas
25 partes de la región de base difundidas superficialmente que
tiene una región de emisor o regiones de emisor en la mis-
ma, estando provisto el contacto de base sobre la superfi-
cie de la estructura de grilla de base de baja resistividad
profundamente difundida y consistiendo el contacto de emi-
30 sor en una capa metálica que forma un contacto común para



una pluralidad de las regiones de emisor y superpuesta sobre la capa aislante entre los lugares de emisor adyacentes. Si la grilla profundamente difundida debe tener una profundidad desde la superficie de por ejemplo 5 micrones, el ancho de una grilla sobre la superficie es necesariamente de al menos 8 micrones, siendo común un ancho de al menos 15 micrones, debido a la difusión de la impureza en una dirección lateral en el cuerpo durante la difusión de la misma para formar la grilla. Así la presencia de la grilla en el cuerpo sirve como un factor limitador sobre el número de lugares de emisor que pueden ser formados en un área de superficie determinada en un transistor de dicha construcción.

Para obtener una frecuencia de corte elevada en un transistor planar es deseable tener difusiones de emisor y de base muy superficiales con anchos de base muy pequeños, esto es que la difusión de base sea tal que la juntura base-colector se extiende a una distancia desde dicha una superficie de como máximo 1 micrón. Se ha encontrado que los transistores que tienen tales profundidades de la juntura colector-base tienen una tensión de ruptura, de la juntura colector-base baja. La tensión de ruptura de una juntura p-n, despreciando los efectos de superficie, es determinada cuando el campo máximo en la capa de agotamiento asociada con la juntura excede al campo de ruptura en el material semiconductor. El campo máximo en la capa de agotamiento se obtiene resolviendo la ecuación de Poisson que refiere la tensión a la carga en la capa de agotamiento. La ecuación de Poisson es resuelta en general para el caso de la dimensión del cuerpo semiconductor que se extiende normal-

343342



mente al plano de la superficie del cuerpo en que ha sido difundido un elemento de impureza para formar la juntura p-n. En el caso de una juntura p-n formada difundiendo un elemento de impureza en una parte de superficie expuesta de una superficie plana de un cuerpo semiconductor que tie-

5 ne una capa aislante, protectora, adherente, sobre la superficie, tal que el borde de la juntura termina en dicha una superficie debajo de dicha capa aislante, dicha solución dimensional no es una buena aproximación en el borde

10 de la juntura. Por lo tanto la ecuación debe ser resuelta en coordenadas polares. Esta solución muestra una tensión de ruptura inferior en las partes curvadas de la juntura, siendo la tensión de ruptura tanto más pequeña cuanto mayor es la curvatura. En transistores planares de silicio n-p-n,

25 se han hecho mediciones de la tensión de ruptura BV_{CBO} de la juntura base-colector con el emisor conectado en circuito abierto como una función del radio r de la curvatura de la parte de borde de la juntura que está ubicada entre la superficie y la parte adyacente de la juntura que se

20 extiende paralelamente a la superficie. Con un cuerpo de silicio de una resistividad de 1 ohm.cm con un valor típico de BV_{CBO} con r igual a 0,5 micrones es 35 voltios mientras que con r igual a 2,0 micrones BV_{cbo} es de 55 volts. valores correspondientes para los mismos valores de r para

25 silicio de 2,5 ohm.cm son 40 volts. y 70 volts. respectivamente. Los efectos de superficie que son sustancialmente independientes de r no son tomados en cuenta.

Un objeto de la invención consiste en proveer un transistor planar de emisor múltiple que tiene una profundidad de la juntura colector-base de como máximo 1 micrón

30



en la región activa del transistor, en que la tensión de ruptura BV_{cb} de la juntura colector-base es más alta que la que normalmente estaría asociada con tales profundidades de juntura y en que la resistencia en serie de base r_{bb} , es mantenida suficientemente baja sin la provisión de una grilla de base profundamente difundida de baja resistencia entre las ubicaciones del emisor.

De acuerdo con la invención un transistor comprende un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor principalmente de un tipo de conductividad en que está situada una región de colector de dicho un tipo de conductividad, una pluralidad de regiones de emisor difundidas de dicho un tipo de conductividad que se extiende desde una superficie substancialmente plana del cuerpo o parte del cuerpo y rodeadas dentro del cuerpo o parte del cuerpo por una parte de región de base interna difundida de tipo de conductividad opuesto que es adyacente y está rodeada dentro del cuerpo o parte del cuerpo por una periferia más profundamente difundida del tipo de conductividad opuesto, terminando las junturas emisor-base y la parte de la juntura base-colector entre la parte periférica y la región de colector en dicha una superficie por debajo de una capa aislante protectora adherente sobre dicha una superficie, estando ubicada la parte de la juntura base-colector entre la parte de región de base interna y la región de colector, substancialmente en paralelo con dicha una superficie a una distancia de la misma de como máximo 1 micrón, estando ubicada la parte que se extiende paralela de la juntura base-colector entre la mencionada parte de región de base periférica y la región de colector, a una distancia de dicha una superficie de al

343342



5 menos 2 micrones, consistiendo un contacto óptico para las regiones de emisor en una capa metálica que tiene una pluralidad de dedos cada uno de los cuales está situado en una abertura en la capa aislante donde una región de emisor se extiende hasta dicha una superficie y extendiéndose en los demás sobre la capa aislante en un contacto común con los otros dedos, y un contacto óptico para la parte de región de base interna que consiste en una capa metálica que tiene una pluralidad de dedos situados en una abertura o aberturas en la capa aislante donde la parte de región de base interna se extiende hasta dicha una superficie, e interdigitados con los dedos de la capa metálica del contacto de emisor.

15 En tal dispositivo, la provisión de la parte periférica difundida más profundamente del tipo de conductividad opuesto de base produce un valor BV_{CBO} suficientemente elevado y estando situado el contacto de base sobre la superficie de la parte de la región de base interna en una relación interdigital con el contacto de emisor, se provee un valor de r_{pb} suficientemente bajo. La parte periférica más profundamente difundida aumenta efectivamente al mencionado valor r donde la parte de juntura base-colector entre la parte periférica y la región de colector termina en dicha una superficie y por lo tanto provee un valor más alta de BV_{CBO} que el que se obtendría de un transistor de las mencionadas profundidades de la juntura base-colector que tiene una única parte de región de base. Además dado que el contacto de base está provisto sobre la superficie de la parte de región de base interna, la resistividad de la parte periférica profundamente difundida no es crítica.

343342



Una forma preferida de un transistor de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de regiones de emisor que se extienden paralelamente de área de superficie substancialmente rectangular, estando situados los dedos del contacto de emisor en aberturas substancialmente rectangulares en la capa aislante donde las regiones de emisor se extienden hasta dicha una superficie y estando situados los dedos del contacto de base en aberturas substancialmente rectangulares de la capa aislante donde la parte de región de base interna se extiende hasta una superficie entre las regiones de emisor.

La separación sobre dicha una superficie de bordes adyacentes de un dedo de contacto de base y una región de emisor puede ser como máximo de 3 micrones.

En un transistor de acuerdo con la invención la pluralidad de los dedos de contacto de emisor y de base puede ser subdividida en una pluralidad de unidades separadas cada una de las cuales tiene una parte de contacto de gran área situada sobre la capa aislante conectada a la pluralidad de los dedos del contacto de emisor de una unidad y una parte de contacto de gran área situada sobre la aislante conectada a la pluralidad de dedos de contacto de base interdigitados de dicha unidad.

La parte de región de base interna puede comprender una pluralidad de primeras partes de región de base de alta resistividad cada una de las cuales está ubicada por debajo de una parte central de la parte de una juntura emisor-base substancialmente paralela a dicha una superficie y una segunda parte de región de base de menor resistividad que rodea a las primeras partes de región de base de alta

343342



resistividad que está ubicada debajo de las partes exter-
nas de las partes de la juntura emisor-base que está ubi-
cada substancialmente paralela a dicha una superficie y se
extiende hasta dicha una superficie que tiene el contacto
5 óhmico previsto sobre la misma. La solicitante ha desarro-
llado un transistor que comprende un cuerpo o parte de
cuerpo semiconductor principalmente de un tipo de conduc-
tividad en que está situada una región de colector de dicho
un tipo de conductividad, una región de emisor difundida
10 de dicho un tipo de conductividad que se extiende desde una
superficie substancialmente plana del cuerpo o parte del
cuerpo y rodeada dentro del cuerpo o parte del cuerpo por
una región de base difundida del tipo de conductividad
opuesto, teniendo la juntura emisor-base una primera parte
15 situada substancialmente paralela a dicha una superficie
y una segunda parte adyacente que se extiende hasta dicha
una superficie, una primera parte de alta resistividad de
la región de base ubicada debajo de una parte central de
dicha primera parte de la juntura emisor-base, una segunda
20 parte adyacente, externas, de menor resistividad de la re-
gión de base que se extiende por debajo de una parte exter-
na adyacente de dicha primera parte de la juntura emisor-
base y se extiende hasta dicha una superficie, una capa
aislante, protectora, adherente sobre dicha una superficie
25 y contactos óhmicos en aberturas en la capa aislante para
la región de emisor y para la segunda parte de menor resis-
tividad de la región de base donde estas regiones se extien-
den hasta dicha una superficie.

En un transistor de acuerdo con la invención el
30 cuerpo o parte de cuerpo semiconductor puede ser de silicio.

343342



La capa protectora aislante adherente puede ser de óxido de silicio o nitruro de silicio.

A continuación se describirán realizaciones de la invención, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en que:

Las figuras 1 a 10 ilustran la fabricación de un transistor planar de silicio n-p-n de emisor múltiple, de acuerdo con la invención; cada una de las figuras 1 y 2, figuras 3 y 4, figuras 5 y 6, figuras 7 y 8 muestra un corte horizontal tomado justamente por debajo de la superficie de parte del cuerpo semiconductor y un corte vertical a través de parte del cuerpo semiconductor, respectivamente durante etapas sucesivas en la fabricación del transistor; las figuras 9 y 10 muestran una vista en planta y en corte vertical respectivamente de partes de un cuerpo semiconductor en una etapa subsiguiente de la fabricación; y la figura 11 muestra una vista en planta de parte de un cuerpo semiconductor de otro transistor planar de silicio n-p-n de emisor múltiple de acuerdo con la invención.

Inicialmente se describirá el transistor mostrado en las figuras 9 y 10, seguido por una descripción detallada de la fabricación de este transistor con referencia a las figuras 1 a 10, posteriormente se describirá brevemente el transistor mostrado en la figura 11.

El transistor mostrado en las figuras 9 y 10 es un transistor planar epitaxial de silicio n-p-n que tiene una estructura electrónica interdigitada. El transistor comprende un cuerpo de silicio 21 de tipo n + 700 micrones x 125 micrones de espesor de una resistividad de 0,1 ohm-cm que tiene una capa epitaxial 22 de tipo n sobre el mismo,



de 7 micrones de espesor y de una resistividad de $2,0 \text{ ohm/cm}^3$, que tiene una concentración de donor de 2×10^{15} átomos/ cm^3 . La capa epitaxial 22 tiene una superficie plana 23 sobre la cual está provista una capa aislante, protectora, adherente de óxido de silicio que tiene partes 24, 25, 27 y 28. Desde la superficie 23 hacia la capa epitaxial se extienden cuatro regiones de emisor separadas 29 de tipo n cada una de las cuales tiene una sección rectangular de un área de superficie de aproximadamente 9 micrones x 36 micrones que tienen una separación entre bordes adyacentes de aproximadamente 11 micrones. Las regiones de emisor 29 están rodeadas dentro del cuerpo por una región de base de tipo p y cada juntura emisor-base tiene una primera parte 30 que se extiende paralelamente a la superficie 23 a una distancia de la misma de 0,35 micrones y una segunda parte 31 adyacente que se extiende hasta la superficie 28 por debajo de una parte 27 de la capa aislante. La región de base comprende una parte periférica 32 de conductividad de tipo p, que es designada por P. La juntura p-n entre la parte periférica de la región de base 32 y la región de colector de tipo n en la capa epitaxial 22 tiene una parte 33 que se extiende paralelamente a la superficie 23 a una distancia de la misma de aproximadamente 2 micrones y una parte adyacente 34 que se extiende hasta la superficie 23 por debajo de la parte 24 de la capa aislante. La parte periférica 32 de la región de base es de contorno rectangular, estando mostrada la parte 34 de la juntura en líneas punteadas en la figura 9. La que tiene dimensiones externas de aproximadamente 114 micrones x 72 micrones y dimensiones internas de aproximadamente 82 micrones x 48

26.10.67

343342



micrones, siendo el ancho de la parte periférica 32 de la
región de base en el corte de la figura 10 de aproximadamen-
te 16 micrones. La concentración superficial de aceptor de
la parte 32 de aproximadamente 2×10^{19} átomos/cm³. El res-
5 to de la región de base está situada dentro de la parte 32
con una parte 35 de la juntura base-colector extendiéndose
paralelamente a la superficie 23, a una distancia de la
misma de 0,6 micrones. La región de base comprende además
cuatro primeras partes 36 de alterresistividad, cada una
10 de las cuales es designada por P₁ y está ubicada debajo
de una porción central de la parte 30 de una juntura emisor-
base, y una segunda parte 37 de menor resistividad que ro-
dea a la primera parte 36 de alterresistividad, ubicada de-
bajo de las porciones externas de las partes 30 de las jun-
15 turas emisor-base y que se extiende hasta la superficie 23.
La segunda parte 27 de menor resistividad es designada por
P. La región de base comprende también otras cinco partes
38 de alta resistividad, cada una de área rectangular y
designadas también por P₁. La concentración superficial de
20 aceptor de la parte 37 de la región de base es de aproxima-
damente 10^{20} átomos/cm³ y la concentración de aceptor en la
parte 27 de la región de base a una profundidad de la super-
ficie de 0,25 micrones, a los lados de las regiones de emi-
sor, esto es a la misma profundidad que la parte 30 de la
24 juntura emisor-base es de 2×10^{16} átomos/cm³ mientras que
la concentración de aceptor en la parte externa de la par-
te 30 de la juntura emisor-base es al menos 10^{18} átomos/
cm³. La concentración de aceptor en la primera parte 36 de
la región de base de alta resistividad a una profundidad
30 de 0,35 micrones desde la superficie esto es en la ubicación



de la porción central de la parte 30 de la juntura emisor-base, es de 6×10^{16} átomos/cm³. La concentración superficial de donador de las regiones de emisor es de 1×10^{21} átomos/cm³. Cada primera parte 36 de alta resistividad de la región de base ubicada debajo de la porción central 30 de la juntura emisor-base es de área rectangular y tiene una dimensión de aproximadamente 5 micrones x 32 micrones. La segunda parte 37 de menor resistividad de la región de base está ubicada debajo de una porción externa de la parte 30 de cada juntura emisor-base que tiene una longitud justamente inferior a 2 micrones en todos los lados de la parte central. Sobre la superficie²³ y sobre la superficie de las partes de la capa aislante (24, 25, 27 y 28) está provisto un conjunto electródico interdigitado que consiste en un trazado de contacto emisor interdigitado con un trazado de contacto de base. El trazado de contacto emisor tiene, cuatro dedos uno de los cuales consiste en una capa de aluminio 40 de 0,3 micrones de espesor situada en una abertura rectangular de 5 micrones x 32 micrones en la parte 28 de la capa aislante que expone una región de emisor donde ella se extiende hasta la superficie extendiéndose la capa 40, en lo demás, sobre las partes de la capa aislante (28, 27, 25, 24) hasta una superficie de unión 41 de gran área del contacto de emisor. El trazado del contacto de base tiene cinco dedos cada uno de los cuales consiste en una capa de aluminio 43 de 0,3 micrones situados en una abertura rectangular de 5 micrones x 36 micrones en la parte 26 de la capa aislante que expone la segunda parte 37 de baja resistividad de la región de base donde ella se extiende hasta la superficie, extendiéndose la



capa 43 en los demás sobre las partes de la capa aislante (27, 25, 24)) hasta una superficie de unión 44 de gran área del contacto de base. Los tres dedos internos del contacto de base están simétricamente dispuestos entre los dedos del contacto de emisor y la separación de los bordes de las partes que se extienden paralelamente de las capas 40 y 43 es de aproximadamente 5 micrones. Similarmente los dos dedos externos del contacto de base están situados con una separación de los bordes de las partes que se extienden paralelas de las capas 40 y 43 de aproximadamente 5 micrones. El cuerpo semiconductor tiene un contacto óhmico de gran área (no mostrado) para la región de colector sobre la superficie del substrato 21 n + alejado de la superficie 23 de la capa epitaxial, siendo montado el substrato 21 sobre una parte de cabezal de una envolutra. Conductores conectores se extienden entre los terminales sobre el cabezal y las superficies de unión 41 y 43 del contacto de emisor y de base, respectivamente, estando los conductores unidos a los mismos por termocompresión.

A continuación se describirá la fabricación del transistor mostrado en las figuras 9 y 10 con referencia a las figuras 1 a 10.

La fabricación parte de una rebanada de 2,5 cm de diámetro de un silicio tipo n + de baja resistividad (0,01 ohm-cm), que tiene una capa epitaxial de tipo n de mayor resistividad (2,0 ohm-cm) de 7 micrones de espesor sobre la misma, en que fósforo es el elemento donador en una concentración substancialmente uniforme de $2,0 \times 10^{15}$ átomos/cm³. La superficie de la capa epitaxial es preparada de modo que tiene una estructura cristalina libre de daños

343342



5 y una terminación ópticamente plana. Siendo el material de
partida una rebanada de 2,5 cm. de diámetro con una capa
epitaxial sobre la misma, se obtendrá una pluralidad de
transistores llevando a la práctica las etapas subsiguie-
10 te en la fabricación, usando máscaras ópticas adecuadas de
modo que se forma una pluralidad de elementos transistores
individuales sobre la rebanada única, que posteriormente
son separados subdividiendo la rebanada, por el método que
se describirá a continuación con referencia a la formación
15 de un elemento transistor individual sobre la rebanada, su-
poniéndose que donde se mencionan etapas de enmascaramien-
to, mordentado, difusión y etapas asociadas, las mismas
son simultáneamente realizadas para cada elemento transis-
tor individual sobre la rebanada, antes de la eventual sub-
división de la misma.

Una capa aislante 24 de 0,5 micrones de espesor
de óxido de silicio es hecha crecer sobre la superficie
preparada de la capa epitaxial calentando el cuerpo de si-
licio (21,22) a 1150°C durante 50 minutos en una atmósfera
20 de oxígeno húmedo y posteriormente a la misma temperatura
durante 15 minutos en una atmósfera de oxígeno seco.

Una capa de resist fotosensible que consiste en
un material comercialmente disponible como KMER (Resist
Kodak de película delgada) es aplicada a la superficie de
25 la capa de óxido de silicio 34. Con la ayuda de una máasca-
ra óptica la capa de fotoresist es expuesta de modo que un
área de dimensiones externas de 110 micrones x 68 micrones
y dimensiones internas de 86 micrones x 52 micrones es blin-
dada contra la radiación incidente. La parte no expuesta
30 de la capa de resist es eliminada con un reveldor de modo

343342



que se forma una abertura de dichas dimensiones en la es
capa de resist. La parte subyacente de la capa de óxido de
silicio 24 expuesta por la abertura en la capa de resist
es mordentada con un fluido que consiste en floururo de hi-
5 drógeno y fluoruro de monio y el mordentado se realiza has-
ta que se forma una abertura correspondiente en la capa de
óxido de silicio 24 para exponer la parte de superficie de
la capa epitaxial de silicio. Las partes restantes de la
capa de fotoresist son luego eliminadas hirviendo en una
10 mezcla de peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico.

El cuerpo de silicio es colocado en un horno de
difusión del tipo de tubo abierto que tiene una parte de
diámetro aumentado en el extremo de entrada dentro del hor-
no y contiene una capa de vidrio de trióxido de boro. La
15 capa de vidrio de trióxido actúa como una fuente de boro
para la difusión sobre la porción de superficie expuesta.
La difusión de boro es un proceso de dos etapas y consiste
en una etapa de deposición seguida por una así llamada eta-
pa de introducción. La deposición se efectúa calentando el
20 tubo y sus contenidos a 900°C durante dos horas con un flu-
jo de nitrógeno seco sobre el vidrio de trióxido de boro
y luego sobre el cuerpo de silicio. Esto produce la deposi-
ción de un vidrio de trióxido de boro sobre la parte de su-
perficie expuesta del silicio dentro de la abertura en la
25 capa aislante 24. La etapa de introducción siguiente se e-
fectúa calentando el tubo y sus contenidos a 1180°C durante
20 minutos con un flujo de oxígeno seco sobre el cuerpo,
Este proceso de difusión de boro en dos etapas de lugar a
la formación de una parte periférica 32 de la región de ba-
30 se (figura 1 y 2) en que la juntura p-n entre la parte 32



y la capa epitaxial tipo n 22, tiene una parte 33 que se extiende paralelamente a la superficie 23 a una profundidad de la misma de aproximadamente 2 micrones y una parte adyacente 34, mostrada por la línea de puntos y rayas en la figura 2, que se extiende hasta la superficie 23 por debajo de la capa de óxido de silicio 24. La concentración superficial de boro es de aproximadamente 2×10^{19} átomos/cm³. Durante este proceso una parte 25 de la capa aislante de aproximadamente 0,15 micrones de espesor y que consiste en un vidrio de silicato de boro, se forma sobre la parte de superficie expuesta del silicio en la abertura en la capa de óxido de silicio 24. El espesor de la parte 24 de la capa aislante es aumentado también en un grado ligero por la adición de una capa delgada de un vidrio de silicato de boro.

El cuerpo de silicio es retirado del horno de difusión y una nueva capa de resist fotosensible de KTR es aplicada a la superficie. La capa es expuesta con la ayuda de una máscara óptica de modo que un área rectangular de 100 micrones x 60 micrones que está asimétricamente dispuesta dentro de la periferia externa del área ocupada por la abertura previamente formada, es blindada contra la radiación incidente. La parte no expuesta de la capa es eliminada con un revelador de modo que se forma una abertura rectangular de 100 micrones x 60 micrones en la capa de fotoresist. Se realiza el mordentado con el mordente precedentemente mencionado para formar una abertura correspondiente en la parte de la capa aislante (24, 25) y exponer una parte de superficie de silicio de área correspondiente.

El cuerpo de colocado en un horno de difusión del

27.10.67



tipo de tubo abierto que tiene una fuente de boro de un vidrio de trióxido de boro como se ha descrito precedentemente. Se realiza una etapa de difusión con un flujo de nitrógeno seco durante 10 minutos a 900°C. Luego se realiza la oxidación de la superficie y una etapa de introducción simultáneamente pasando oxígeno húmedo sobre el cuerpo en el tubo de horno durante 150 minutos a 1.000°C y luego haciendo pasar oxígeno seco sobre el cuerpo durante 10 minutos a esta temperatura. Esta difusión de boro resulta en la formación de una parte 46 de la región de base de alta resistividad (figuras 3 y 4) designada por P₁, que está rodeada dentro del cuerpo por la parte 32 periférica de la región de base previamente formada. La parte 35 de la juntura p-n entre la parte 46 de la región de base de tipo p de alta resistividad y la capa epitaxial 22 de tipo n se extiende paralelamente a la superficie 23 a una profundidad de 0,6 micrones de la misma. Esta parte de juntura p-n se une a las partes 34 y 35 y juntas constituyen la juntura base-colector del transistor. La parte de región de base periférica más profunda se provee para obtener una tensión de ruptura BV_{CBO} alta de la juntura base-colector. Durante la difusión se forma una parte 26 de la capa aislante de aproximadamente 0,65 micrones de espesor sobre la parte de superficie expuesta que consiste en su mayor parte en óxido de silicio. También aumentan en un grado ligero las partes 25 y 24 de la capa aislante debido a la capa de óxido de silicio que se forma sobre estas partes.

El cuerpo de silicio es retirado del horno de difusión y se aplica a la superficie una nueva capa de resist fotosensible de un material comercialmente disponible como



SHILPLEY. La capa es expuesta con la ayuda de una máscara óptica de modo que es expuesta a la radiación incidente un área rectangular de 100 micrones x 60 micrones que tiene cuatro áreas rectangulares internas de 5 x 32 micrones.

5 La periferia externa del área de 100 micrones x 60 micrones corresponde con la periferia de la abertura rectangular previamente formada. La parte expuesta de la capa es eliminada con un revelador de modo que se forma una abertura rectangular de 100 micrones x 60 micrones con cuatro

10 áreas rectangulares internas de 5 micrones x 32 micrones que quedan en la capa de resist. Se realiza el mordentado con el mordente precedentemente mencionado para formar una abertura correspondiente en la parte 25 de la capa aislante para exponer una parte de superficie sobre el área correspondiente. El cuerpo de silicio es colocado en un horno

25 de difusión del tipo de tubo abierto que tiene una fuente de boro que consiste en el vidrio de trióxido de boro antes descrito. Se realiza un proceso de difusión con una etapa de deposición con un flujo de nitrógeno seco durante

26 40 minutos a 900°C, seguida por una primera etapa de introducción con un flujo de oxígeno seco durante 15 minutos a 1050°C. El cuerpo es luego retirado del horno de difusión y colocado en otro tubo de difusión que tiene una conexión a un conducto de evacuación en un extremo y dos de

29 depósitos de líquido conectados con conexiones de derivación en el otro extremo. Un depósito contiene tetra-etoxi-silano (TEOS) y el otro contiene ortofosfato trimetílico (TMP) estando ambos depósitos a temperatura ambiente. El cuerpo es mantenido en el tubo de horno a 750°C y la conexión del

30 conducto de evacuación es aplicada con la derivación para



5 el depósito de líquido TEOS abierta durante un período de 80 minutos y durante un período intermedio de 40 minutos durante el periodo total de 80 minutos, es abierta la derivación para el depósito de líquido TMP. Los vapores de los dos líquidos volátiles son termicamente descompuestos en el tubo y se forma una capa de vidrio de silicato de fósforo sobre la superficie del cuerpo por encima de la capa de vidrio de óxido de silicio formada durante la precedente deposición y primera etapa de introducción. El cuerpo es

10 posteriormente colocado de vuelta en un horno del tipo de tubo abierto y se realiza una segunda etapa de introducción con un flujo de oxígeno seco durante 15 minutos a 1050°C. Esto produce la formación de una parte 37 de tipo p de baja resistividad de la región de base (figura 5 y 6) que está ubicada dentro de la parte 46 de tipo p de alta resistividad de la región de base previamente formada. El frente de difusión de la última etapa de difusión de boro se extiende en el cuerpo a una profundidad de 0,4 micrones desde la superficie y está indicado por las líneas punteadas

15 48 en la figura 6. La concentración de boro en la superficie de la parte 37 es de aproximadamente 10^{20} átomo/cm³. Las figuras 5 y 6 muestran el cuerpo semiconductor después de este proceso de difusión de boro y silano. La parte 37 de baja resistividad de la región de base que forma una

20 malla es el cuerpo dentro de la parte periférica 32 de la región de base es designada por P₂. Durante esta etapa de difusión de boro y silano se forma una parte 27 de capa aislante que consiste en un vidrio de silicato de fósforo sobre la parte de superficie expuesta y tiene un espesor de

25 aproximadamente 0,35 micrones. El espesor de las restantes

30

343342



partes de la capa aislante (24, 25, 26) es aumentado también en aproximadamente 0,35 micrones por una capa de vidrio de la composición mencionada.

5 El cuerpo de silicio es retirado del horno de difusión y se aplica a la superficie una nueva capa de resist fotosensible Shipley. La capa es expuesta con la ayuda de una máscara óptica tal que son expuestas a la radiación incidente cuatro áreas rectangulares que se extienden paralelamente de 9 micrones x 36 micrones, que tienen
 10 una separación entre lados adyacentes de 11 micrones y cada una de las cuales está simétricamente dispuesto por encima de una parte de la superficie hasta la que se extiende la parte 46 de alta resistividad de la región de base. Las partes expuestas de la capa de fotoresist son eliminadas con un revelador de modo que se forman en la capa de
 15 fotoresist cuatro aberturas rectangulares de 9 micrones x 36 micrones. Se realiza el mordentado con el mordente previamente mencionado para formar cuatro aberturas correspondientes en las partes de capa aislante (26, 27) y exponer
 20 cuatro partes de superficie de área correspondiente.

El cuerpo de silicio es colocado en una zona de un horno de difusión de tubo del tipo de dos zonas, conteniendo la otra zona pentóxido de fósforo que es mantenido a 210°C. El cuerpo es calentado durante 15 minutos a 970°C
 25 con un flujo de nitrógeno seco sobre el pentóxido de fósforo y luego sobre el cuerpo. Durante este proceso de difusión se difunde fósforo en las cuatro partes de superficie expuestas para formar cuatro regiones de emisor 29 de tipo n (figuras 7 y 8) teniendo cada juntura emisor-base
 30 una parte 30 que se extiende paralelamente a la superficie

27.10.67

343342



23 a una distancia de la misma de 0,35 micrones y una parte adyacente 31 que se extiende hasta la superficie por debajo de la parte 26 de la capa aislante. Durante la difusión de fósforo, es facilitada la difusión del boro en la parte 37 de menor resistividad de la región de base (P_2) en posiciones por debajo de la parte de superficie expuesta, de modo que partes del frente de difusión de boro 48 son hechas avanzar y la parte de menor resistividad de la región de base es selectivamente hecha avanzar aún más en el cuerpo. Las condiciones de difusión son tales que la mejora de la difusión del boro extiende esta región en las partes ubicadas debajo de la juntura emisor-base, completamente hasta la parte 35 de la juntura colector-base previamente formada. Esto resulta en la formación de una primera parte 36 de alta resistividad de la región de base (designada P_1) ubicada debajo de una porción central de la parte 30 de una juntura emisor-base y una segunda parte 37, circundante, externa de menor resistividad de la región de base (designada P_2) ubicada por debajo de una porción externa de la parte 30 de la juntura emisor-base y que se extiende en lo demás hasta la superficie 23 por debajo de la parte 26 de la capa aislante. Quedan también otras cinco partes 38 de alta resistividad de la región de base (designadas también por P_1) de área rectangular.

La concentración superficial de fósforo difundido es de 1×10^{21} átomos/cm³. Durante la difusión de fósforo se forma una capa muy delgada de vidrio de silicato de fósforo sobre las cuatro partes de superficie expuestas. El cuerpo de silicio es retirado del horno y el vidrio de silicato de fósforo es eliminado disolviéndolo en una solu-



5 ción de ácido fluorhídrico diluido. El cuerpo es luego colocado en otro horno para efectuar un proceso de difusión de silano usando tetra-etoxi-silano (TEOS) siendo calentado el cuerpo a 750°C durante 40 minutos en la atmósfera de TEOS. Esto resulta en la deposición de una capa de vidrio 28 de óxido de silicio de 0,2 micrones de espesor en las partes de superficie re-expuestas y en la deposición de 0,2 micrones de óxido de silicio sobre las restantes partes de la capa aislante (24, 25, 27).

10 Una nueva capa de resist fotosensible ATFR es aplicada a la superficie y con la ayuda de una máscara óptica es expuesta de modo que son blindadas contra la radiación incidente cuatro áreas rectangulares de 5 micrones x 32 micrones que se extienden paralelamente cada una de las cuales está dispuesta simétricamente por encima del
 15 área de superficie ocupada por una región de emisor 29 y cinco áreas rectangulares que se extienden paralelamente de 5 micrones x 36 micrones que se alternan con las otras cuatro áreas y se extienden por encima del área de superficie ocupada por la segunda parte 37 menor resistividad de la región de base. Las partes no expuestas de la capa de resist son eliminadas con un revelador y se forman en la capa de
 20 resist cuatro aberturas de 5 micrones x 32 micrones y cinco aberturas de 5 micrones x 36 micrones. Se hacen aberturas correspondientes en las partes de capa aislante 23 y 26 respectivamente, mordentando con el mordante previamente mencionado. Posteriormente se eliminan las partes de la
 25 capa de fotoresist.

30 Se evapora aluminio sobre la superficie superior del cuerpo para formar una capa de 0,3 micrones de espesor

343342



que se extiende en las cuatro aberturas de 5 micrones x 32 micrones, en las cinco aberturas de 5 micrones x 36 micrones y sobre las partes de capa aislante (28, 27, 25, 24). La superficie de la capa de aluminio es cubierta con una

5 capa de una laca fotosensible comercialmente disponible como Kopierlac. La capa de laca es expuesta con la ayuda de una máscara óptica tal que son blindados contra la radiación incidente un trazado interdigitado con un juego de dedos de 5 micrones de ancho que se extienden por encima

10 de las áreas de las aberturas de 5 micrones x 32 micrones previamente formadas y otro juego de dedos de 5 micrones de ancho que se extienden por encima de las áreas de las aberturas de 5 micrones x 36 micrones previamente formadas. Las partes expuestas de la capa de laca son luego

15 reveladas usando una solución débil de hidróxido de potasio. Las partes de la capa de aluminio no protegidas por la capa de laca son luego disueltas en ácido ortofosfórico para producir un trazado electródico interdigitado como se muestra en las figuras 9 y 10 que tienen un contacto óhmico

20 de emisor que consiste en una capa de aluminio 40 con cuatro dedos que terminan en una superficie de unión 41 de contacto emisor sobre la parte de capa aislante 24 y un contacto óhmico de base que consiste en una capa de aluminio 43 con cuatro dedos que terminan en una superficie de

25 unión 44 del contacto de base sobre la parte 24 de la capa aislante. La laca restante es disuelta en acetona,

Posteriormente la rebanada de silicio es dividida en una pluralidad de elementos transistores separados. El sustrato de tipo n+ es montado sobre una parte de cabezar de una envoltura. Luego se unen alambres por termocom-

30



presión a las superficies de unión 41 y 44 y los otros extremos de los alambres son conectados a terminales sobre la periferia del cabezal. El transistor es luego encapsulado sellando una parte del casquillo sobre el cabezal.

5 La figura 11 es una vista en planta de la superficie de parte del cuerpo semiconductor de un transistor planar de silicio n-p-n de emisor múltiple de acuerdo con la invención, que corresponde a una modificación de la realización de las figuras 9 y 10 y partes correspondientes están indicadas por los mismos números de referencia. En este transistor el área de la parte interna de la región de base es aproximadamente tres veces la de la parte de región de base interna en el transistor previamente descrito y está ubicada dentro de una parte periférica de tipo p profundamente difundida, terminando la parte 34 de la juntura base-colector mostrada en líneas punteadas, en la superficie por debajo de la parte de capa aislante 24. Los contactos de emisor y de base interdigitados consisten en tres unidades cada una de las cuales corresponde en tamaño al del trazado de contactos del transistor y previamente descrito. En cada unidad existe una parte 41 de contacto de emisor de gran área y una parte 44 de contacto base de gran área, estando todos los dedos del contacto de base conectados en común a las tres partes 44 en esta realización.

10

15

20

25 La fabricación de este transistor es similar a la fabricación del transistor precedentemente descrito, usándose máscaras adecuadamente agrandadas para las etapas de fototratamiento.

30 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, el 25 de julio de 1.966, con el número

27.10.67

- 27 - 343342



33425/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10 Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan 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 o parte de cuerpo semiconductor principalmente de un tipo de conductividad en que está ubicada una región de colector de dicho un tipo de conductividad una pluralidad de regiones de emisor difundidas de dicho un tipo de conductividad que se extienden desde una superficie sustancialmente plana del cuerpo o parte de cuerpo y rodeadas dentro
20 del cuerpo por una región de base difundida del tipo de conductividad opuesto, terminando las junturas emisor-base y la juntura colector-base en dicha una superficie por debajo de una capa aislante protectora adherente, sobre dicha una superficie, y contactos óhmicos en aberturas en la
25 capa aislante para la pluralidad de regiones de emisor y la región de base donde estas regiones se extienden hasta dicha una superficie, caracterizado porque la pluralidad de regiones de emisor está rodeada dentro del cuerpo por una parte interna difundida de región de base del tipo de
30 conductividad opuesto que se une y está rodeada dentro del



5 cuerpo por una parte periférica más profundamente difundida del tipo de conductividad opuesto, estando ubicada la parte de la juntura base-colector entre la parte interna de región de base y la región de colector sustancialmente en paralelo con dicha una superficie, a una distancia de la misma de como máximo 1 micrón, estando ubicada la parte de la juntura base-colector que se extiende paralelamente entre dicha parte periférica de la región de base y la región de colector, a una distancia de dicha una superficie de al menos 2 micrones, consistiendo el contacto óhmico para las regiones de emisor en una capa metálica que tiene una pluralidad de dedos cada uno de ellos situado en una abertura en la capa aislante donde una región de emisor se extiende hasta dicha una superficie y en lo demás se extiende sobre la capa aislante en contacto común con los otros dedos, consistiendo el contacto óhmico para la parte de región de base en una capa metálica que tiene una pluralidad de dedos ubicados en una abertura o aberturas donde la parte interna de la región de base se extiende hasta dicha una superficie e interdigitados con los dedos de la capa metálica del contacto de emisor.

20 2.- Un dispositivo transistor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el transistor comprende una pluralidad de regiones de emisor que, se extienden paralelas, de área de superficie sustancialmente rectangular, estando situados los dedos del contacto emisor en aberturas sustancialmente rectangulares en la capa aislante donde las regiones de emisor se extienden hasta dicha una superficie y estando situados los dedos del contacto de base en aberturas sustancialmente rectangulares en



la capa aislante donde la parte interna de la región de base se extiende hasta dicha una superficie entre las regiones de emisor.

5 3.- Un dispositivo transistor de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2 caracterizado porque la separación sobre dicha una superficie de los bordes adyacentes de un dedo del contacto de base y una región de emisor es como máximo 3 micrones.

10 4.- Un dispositivo transistor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la pluralidad de los dedos de los contactos de emisor y de base está subdividida en una pluralidad de unidades separadas cada una de las cuales tiene una parte de contacto de gran área situada sobre la capa aislante conectada a la pluralidad de dedos del contacto emisor de una
15 unidad y una parte de contacto de gran área situada sobre la capa aislante conectada a la pluralidad de dedos del contacto de base interdigitados de una unidad.

20 5.- Un dispositivo transistor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la parte interna de región de base comprende una pluralidad de primeras partes de alta resistividad de región de base, cada una de las cuales está ubicada por debajo de una porción central de la parte de una juntura emisor-base
25 ubicada sustancialmente en paralelo con dicha una superficie y una segunda parte de menor resistividad de la región de base que rodea a las primeras partes de alta resistividad de la región de base que está ubicada por debajo de las porciones externas de las partes de la juntura emisor-base
30 ubicada sustancialmente en paralelo a dicha una super-

343342



ficie y se extiende en lo demás hasta dicha una superficie que tiene un contacto óhmico sobre la misma.

5 6.- Un dispositivo transistor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el cuerpo o parte de cuerpo semiconductor es de silicio.

7.- Un dispositivo transistor de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque la capa aislante protectora adherente es de óxido de silicio.

10 8.- Un dispositivo transistor.
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y una hoja escrita a máquina por una sola cara.

2 NOV. 1967

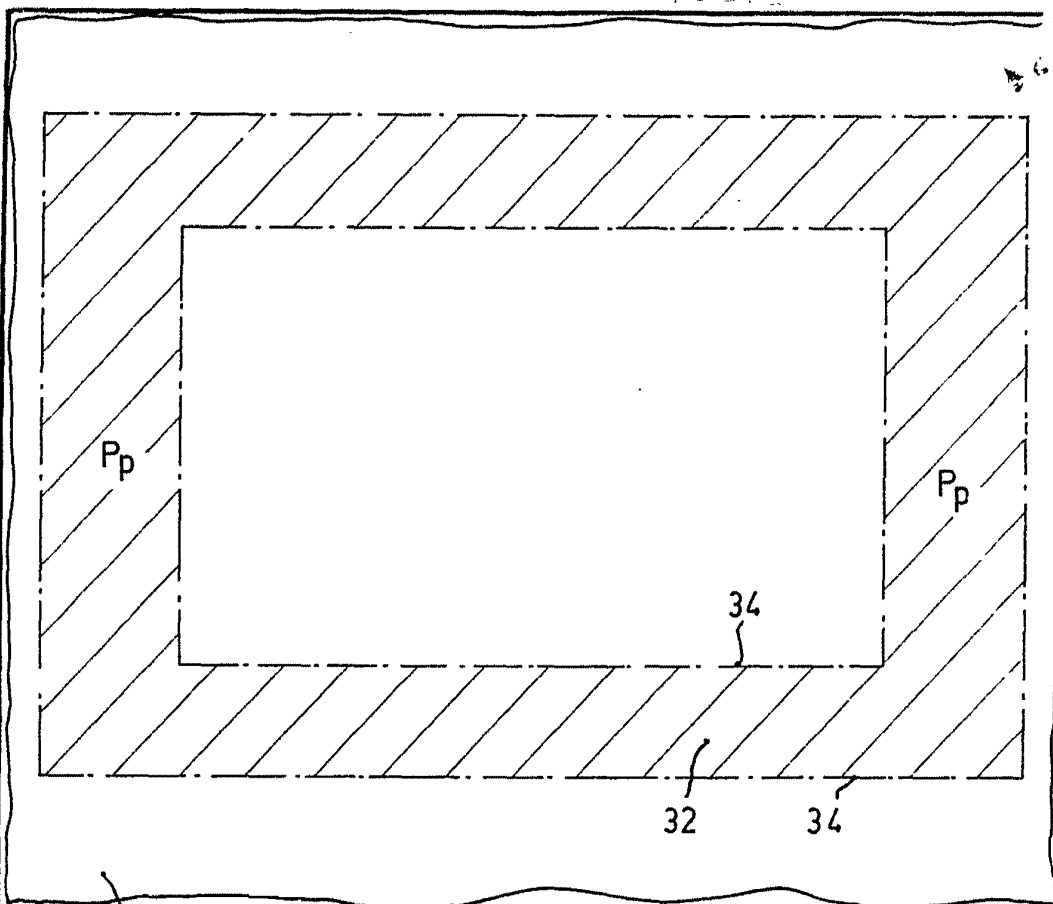
15

Madrid,

P.A.

Alberto de Elzaburu
Per. Poder

343342



22

FIG. 1

343342

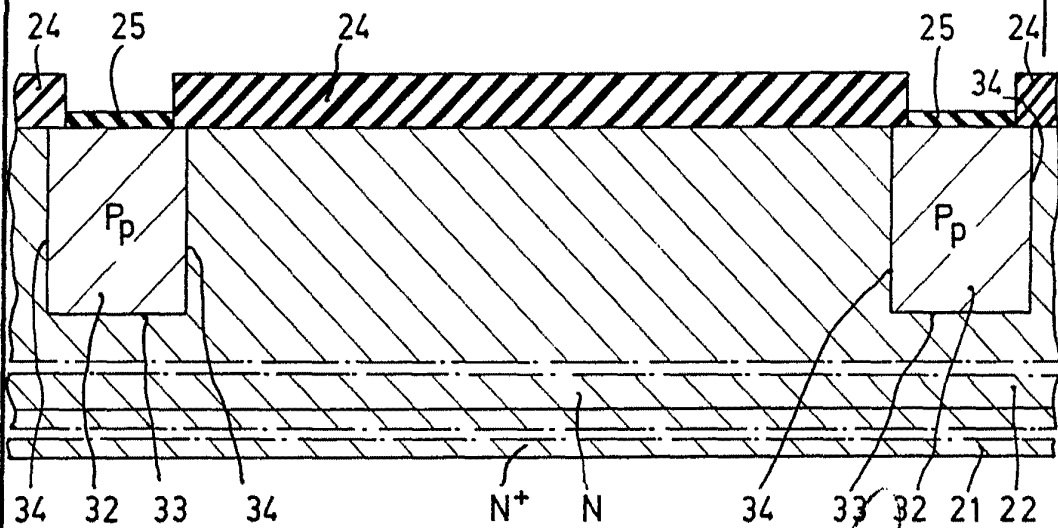


FIG. 2

Handwritten signature or initials.

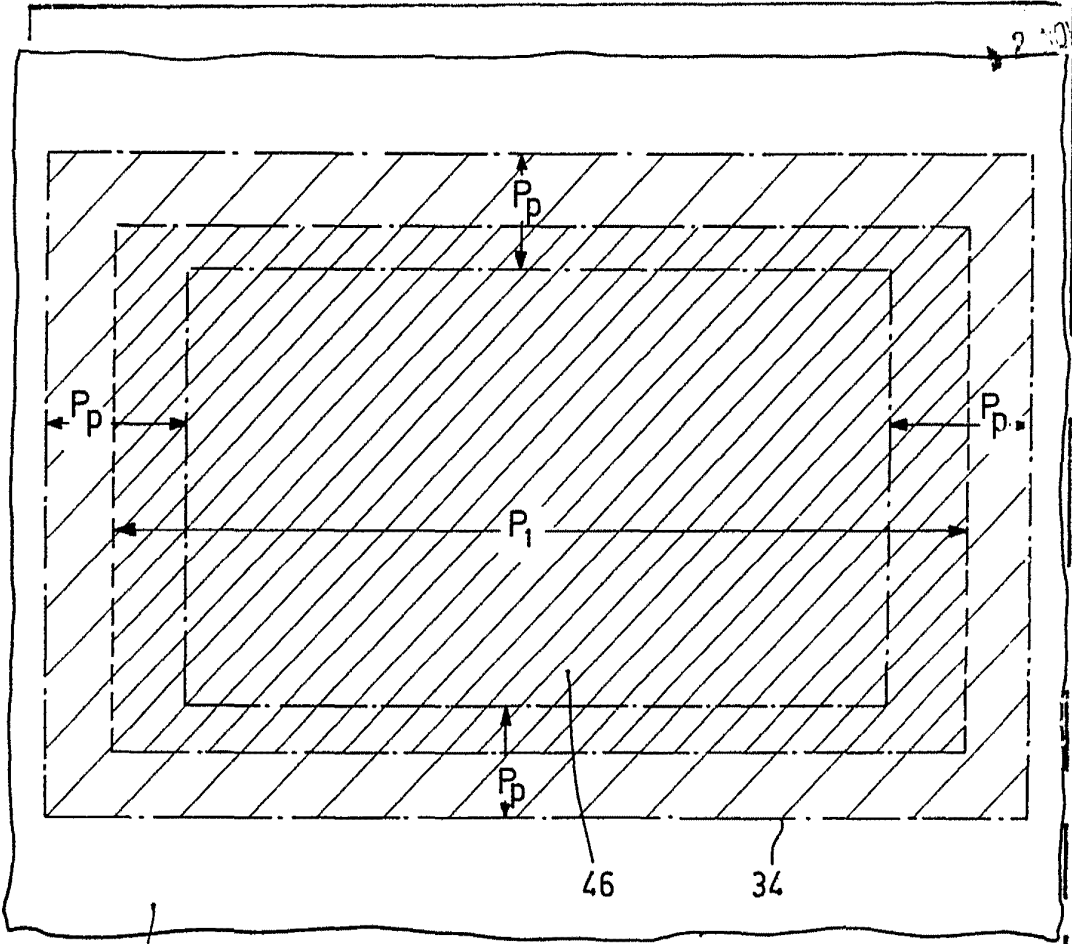


FIG. 3

343342

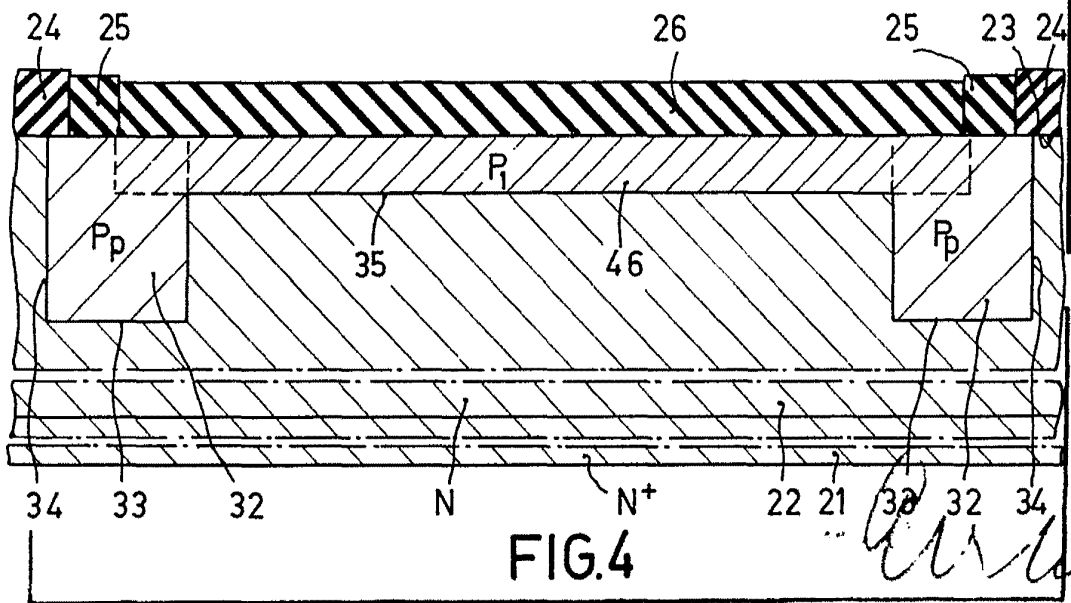


FIG. 4

Handwritten signature or initials.

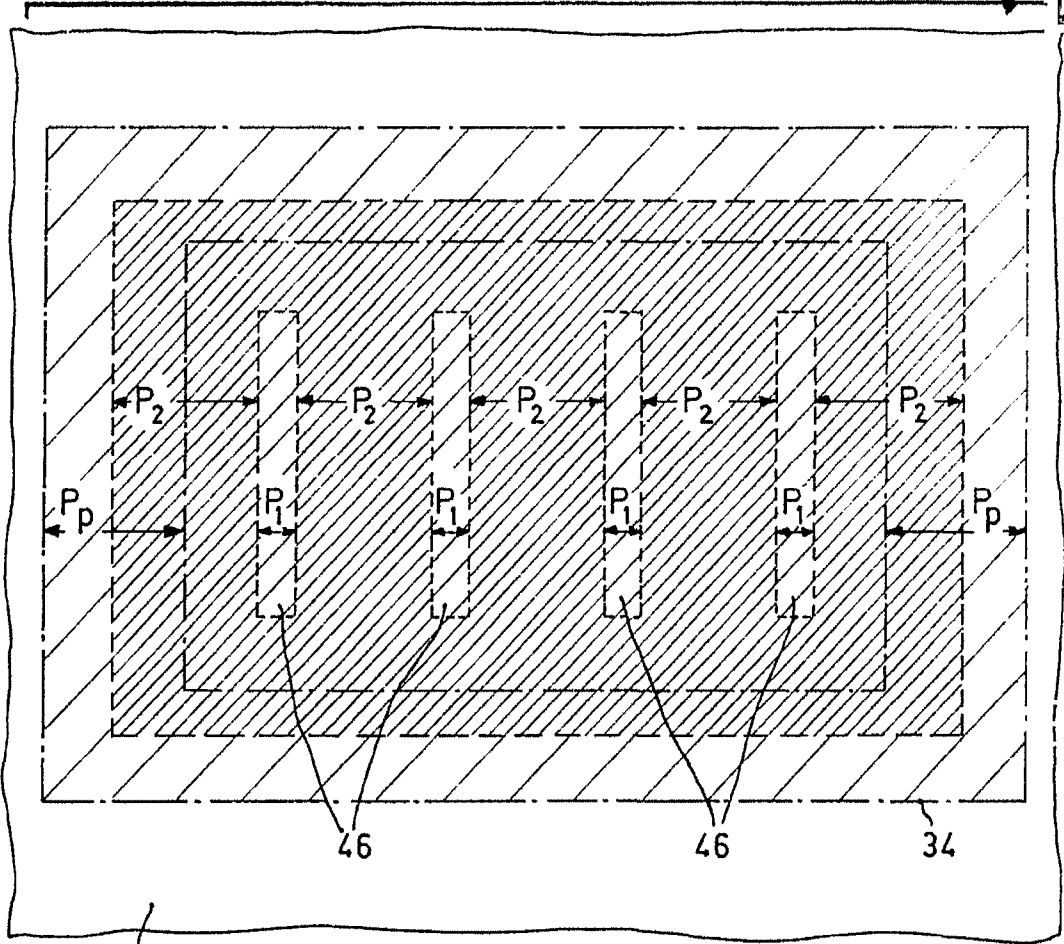


FIG. 5

343342

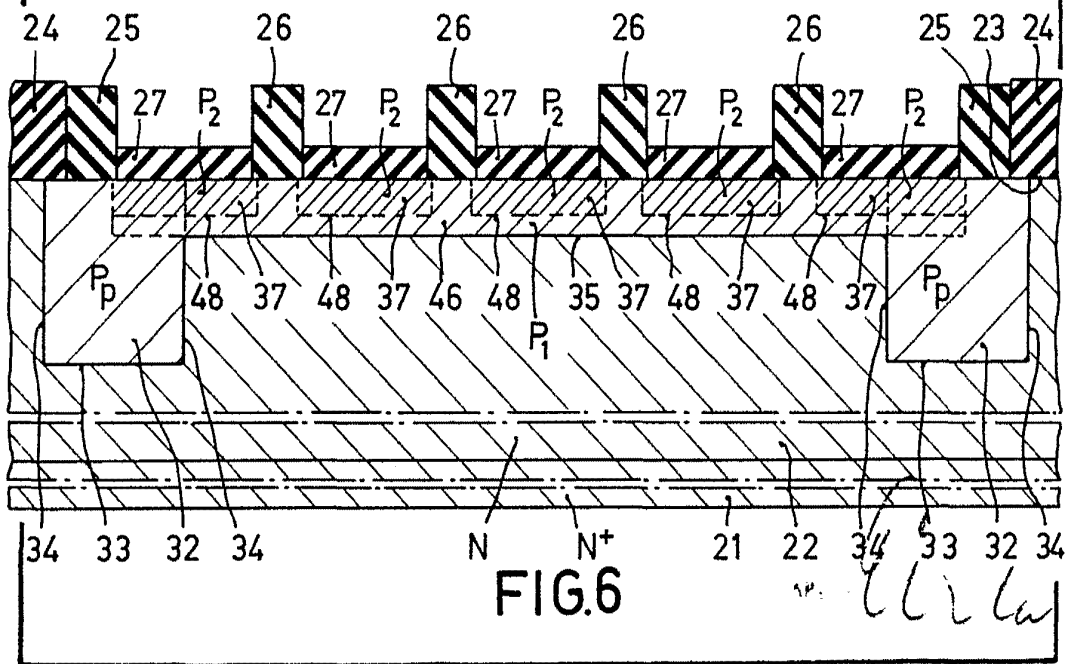
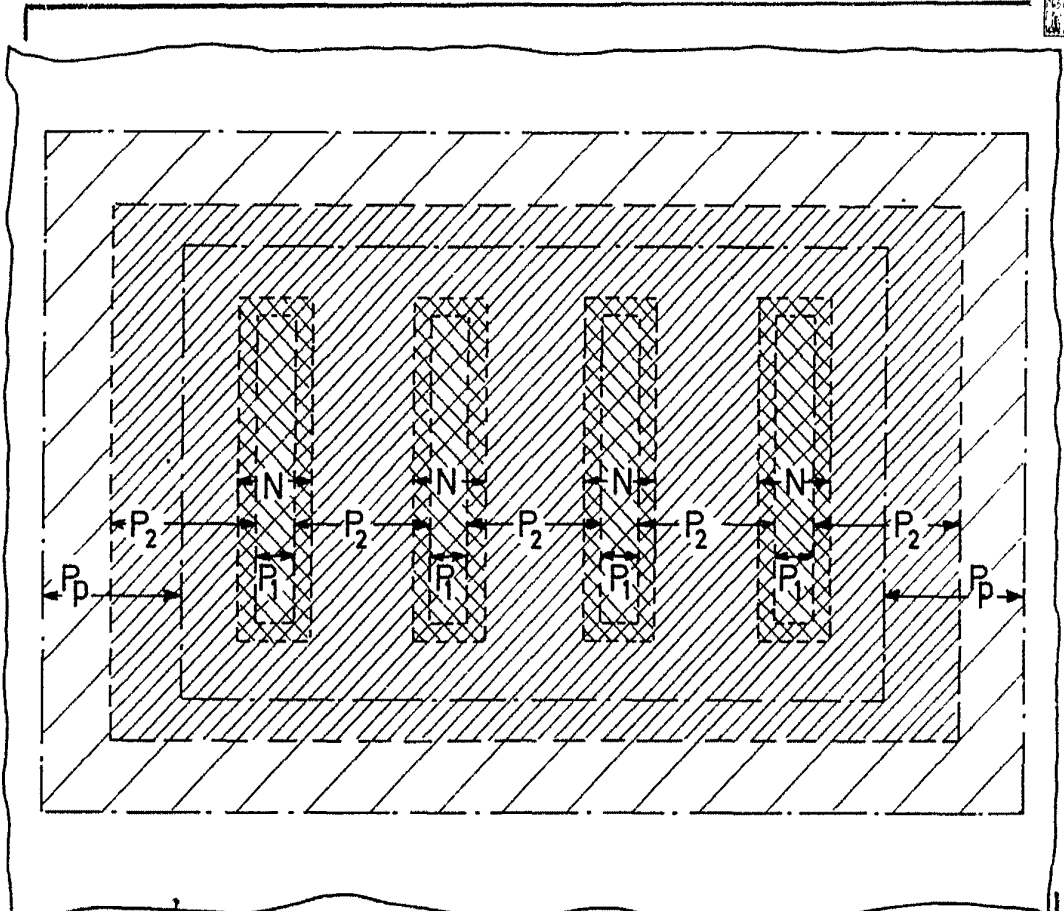


FIG. 6

C. C. C.



22

FIG. 7

343342

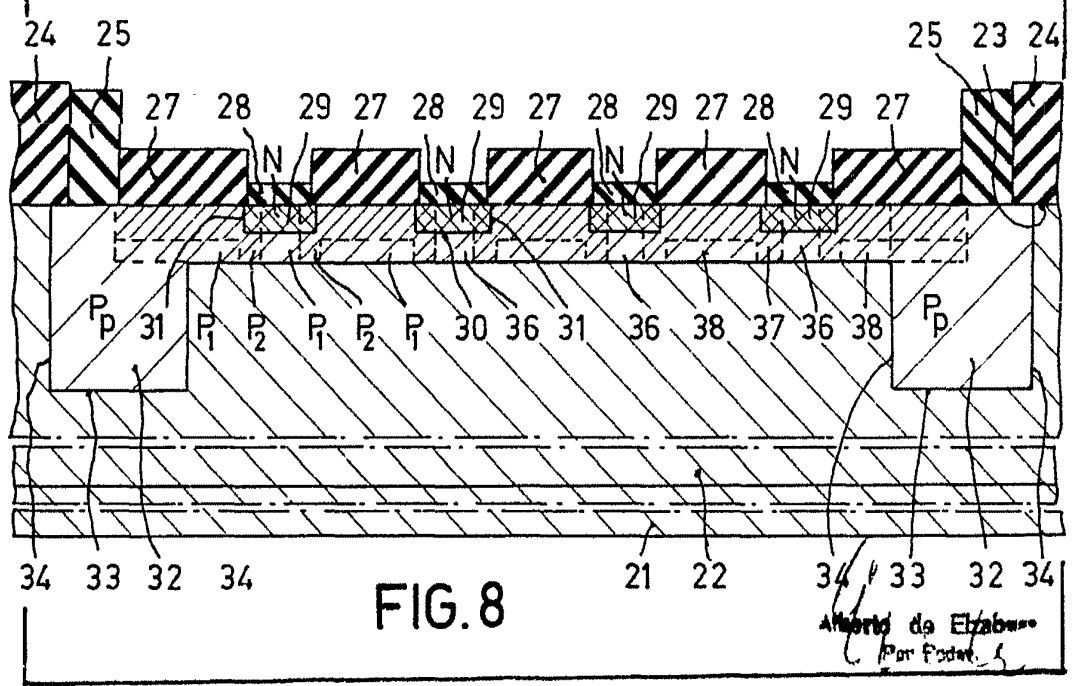


FIG. 8

Alto de Elabore
Por Fodet

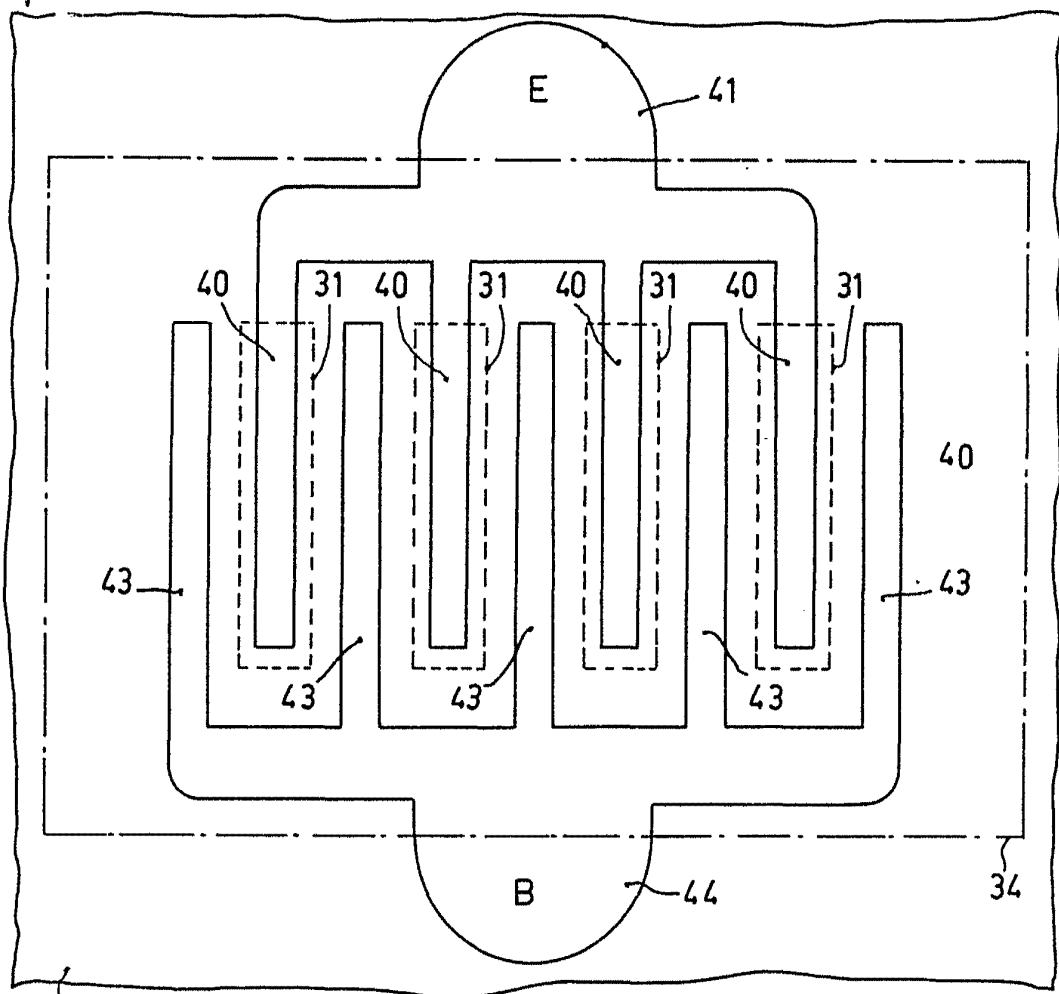


FIG. 9

343342

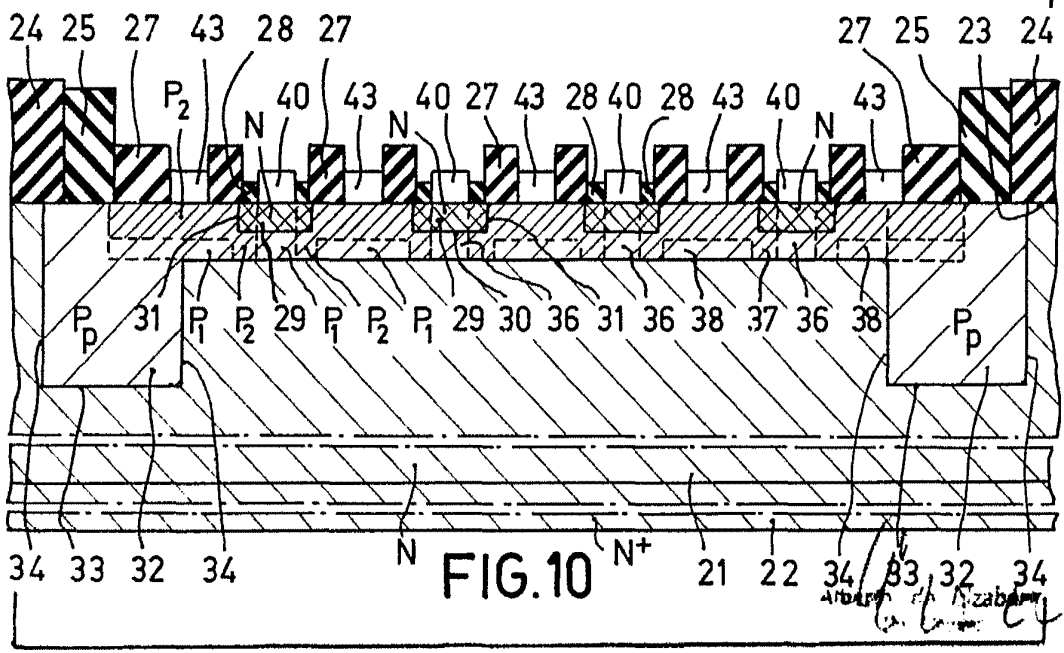


FIG. 10

Handwritten signatures and initials at the bottom right of the diagram.



343 342

343342

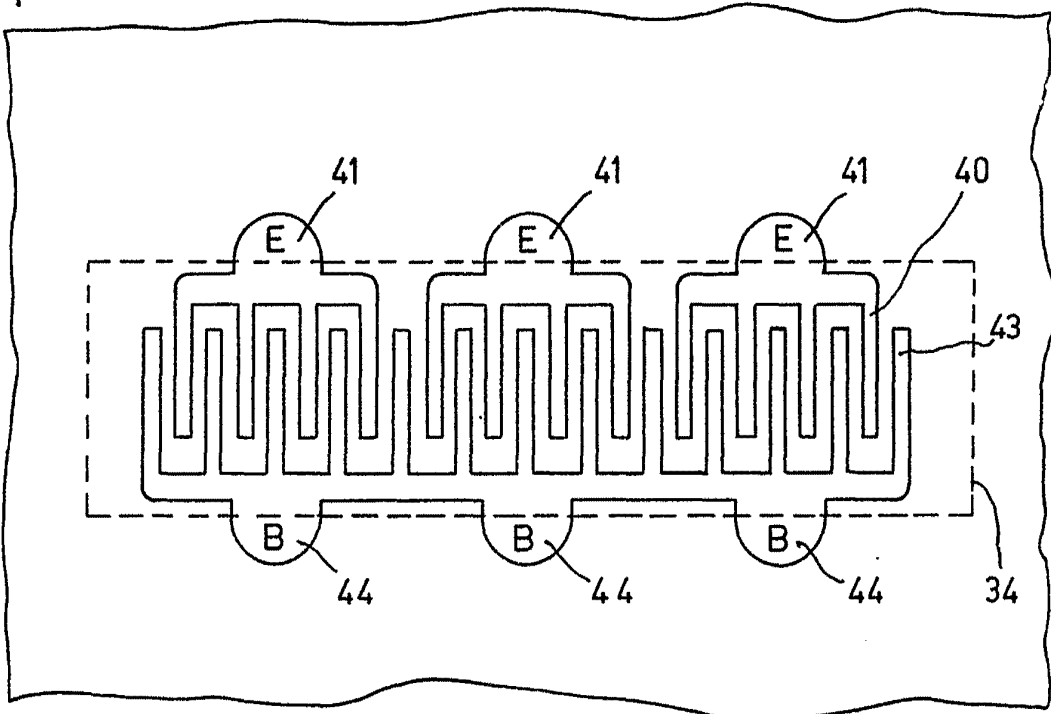


FIG. 11

Albert Elzabur
Albert Elzabur