

349367

7 MAR. 1969



Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR Y UNA DISPOSICION DE
CIRCUITO QUE LO INCORPORA" (Clase Intern. H011)



3

La invención se refiere a un dispositivo semiconductor que tiene un cuerpo semiconductor que comprende una parte de un tipo de conductividad y una o más regiones en formas de islas del otro tipo de conductividad adyacentes a la misma superficie del cuerpo y formando con la mencionada parte de dicho un tipo de conductividad una juntura pn destinada a la separación eléctrica entre las regiones en forma de isla y la mencionada parte de dicho un tipo de conductividad en que al menos está provista una estructura de semiconductor que sirve como un elemento de circuito en el cuerpo, totalmente dentro de una región en forma de isla, y comprende al menos una zona de dicho un tipo de conductividad.

La invención se refiere además a un método de fabricación de tal dispositivo semiconductor, a un dispositivo semiconductor fabricado llevando a la práctica dicho método y a una disposición de circuito que comprende tal dispositivo semiconductor.

La expresión "elemento de circuito en esta relación designa aquí y a continuación estructuras pasivas y activas capaces de formar por interconexión una disposición de circuito eléctrico, por ejemplo, diodos, transistores, estructuras de capas múltiples, resistores, capacitores, etc.

Dispositivos semiconductores del tipo mencionado precedentemente son usados como dispositivos de circuito integrados monolíticos. La juntura pn formada por la región en forma de isla del otro tipo de conductividad y la parte de dicho un tipo de conductividad y conectada, durante el funcionamiento, en la dirección inversa, aisla



eléctricamente a la isla con las estructuras semiconductoras ubicadas en la misma, de la parte restante del cuerpo semiconductor.

5 A fin de obtener una aislación satisfactoria de las regiones en forma de isla entre sí y con respecto a la parte restante del cuerpo semiconductor, la tensión de ruptura de dicha juntura pn, en general, se elige tan alta que aun a las tensiones más altas que se producen en la disposición, no puede ocurrir ninguna
10 ruptura en la aislación de las islas. En dispositivos conocidos dicha tensión de ruptura de aislación es en general más alta que la tensión de ruptura más alta de la juntura pn provista en las estructuras semiconductoras dispuestas en una región discreta.

15 Bajo ciertas condiciones, sin embargo, los dispositivos semiconductores conocidos, involucran el riesgo que picos de tensión (temporarios) en la disposición, pueden dañar una o más partes del conexionado. Si, como el presente caso, un elemento de circuito comprende una
20 zona del mismo tipo de conductividad que dicha parte de dicho un tipo de conductividad, al menos una juntura pn está ubicada entre dicha zona y la región insular del otro tipo de conductividad. Si, en la disposición utilizada, durante el funcionamiento tal juntura pn es conectada en la dirección inversa, la tensión de ruptura de
25 esta juntura, bajo condiciones determinadas, puede ser sobrepasada ya sea continuamente o durante la duración de un pulso. Esto involucra el riesgo de daño de esta juntura pn y, como puede ser el caso, de las otras partes de la disposición.
30



A 3 FEB

Con un diodo obtenido por ejemplo difun-
diendo una zona superficial de dicho un tipo de conducti-
vidad en una región insular del otro tipo de conductivi-
dad, puede ser sobrepasada la tensión inversa permisible,
5 lo que resulta en una disposición inadmisibles.

Si un transistor es provisto en una región
discreta, por ejemplo por difusión de una zona de base de
un tipo de conductividad y una zona de emisor del otro -
tipo de conductividad, una trasgresión de la tensión per-
10 misible entre la zona de base y la isla que sirve como
una zona de colector, puede dar lugar a la destrucción
del transistor. Esto puede deberse a la ocurrencia de una
disipación elevada debido a la ruptura de avalancha nor-
mal de la juntura colector-base (primera ruptura). Otra
15 causa de destrucción muy importante puede ser la trasgre-
sión de una tensión colector-base o tensión colector-emi-
sor determinada, por encima de la cual a una corriente de
colector y/o base suficientemente alta, se produce el fe-
nómeno de la así llamada segunda ruptura. El resultado
20 de esto puede ser una destrucción del transistor dentro
de un tiempo muy corto.

La invención tiene, entre otros, por obje-
to, proveer un dispositivo semiconductor de una estructu-
ra tal que las desventajas antes mencionadas son sustan-
25 cialmente eliminadas o al menos sustancialmente reduci-
das en muchos circuitos integrados.

La invención se base sobre el reconocimien-
to del hecho de que con circuitos integrados en que la -
tensión operativa y la tensión de ruptura entre una zona
30 de un tipo de conductividad y la región insular tienen



una diferencia suficiente una con respecto a la otra, -
puede obtenerse una protección automática contra la rup-
tura usando como aislación de las regiones insulares una
juntura pn que tiene una tensión de ruptura inferior que
5 la tensión de ruptura entre la región insular y la zona
correspondiente de dicho un tipo de conductividad.

Con un aumento en la tensión inversa en-
tre dicha zona y la región insular, la corriente puede
circular por una ruptura entre la región insular y la -
10 parte restante del cuerpo semiconductor de dicho un tipo
de conductividad a través de dicha parte, antes que ocu-
rra una ruptura entre dicha zona de dicho un tipo de con-
ductividad y la región insular del otro tipo de conduc-
tividad, si se cumplen al menos determinadas condiciones
15 de conexidano que se describirán a continuación:

Un dispositivo semiconductor de la clase
antes mencionada se caracteriza, de acuerdo con la inven-
ción porque en al menos una región insular que contiene
a dicha estructura de semiconductor la tensión de ruptu-
20 ra de la mencionada juntura pn es menor que la tensión de
ruptura entre la región insular y dicha zona de dicho un
tipo de conductividad. Entonces es necesario que la jun-
tura pn que sirve para aislar a la isla tenga un área tal
que la corriente que pasa a través de esta juntura pn lue-
25 go de la ruptura no dañe a esta juntura.

La tensión de ruptura entre la región in-
sular y dicha zona de dicho un tipo de conductividad de-
signa en la presente la tensión más baja entre estas dos
regiones con cuya trasgresión puede ocurrir una ruptura
30 en cualquier forma. La ocurrencia virtual de una ruptura



no necesita depender entonces solamente de la tensión aplicada, dado que puede depender de otros factores, por ejemplo de la aparición de intensidades de corriente determinadas en la estructura semiconductoras como en el an
5 tes mencionado ejemplo de "segunda ruptura".

El dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención proporciona de una manera simple una po
sibilidad de obtener la mencionada seguridad contra una ruptura entre una región insular y una zona de dicho un
10 tipo de conductividad provista en la misma, si prevalece al menos una determinada relación entre el potencial de dicha parte de un tipo de conductividad y el de dicha zona.

La condición que debe ser cumplida para
15 obtener la seguridad, es que cuando en dicha juntura pn destinada a la aislación de la isla comienza una ruptura la tensión de ruptura entre la región insular y dicha zona de dicho un tipo de conductividad no haya sido alcanzada aun.

Puede entenderse de una manera simple que
20 esta condición se cumple automáticamente en una disposición de circuito en que una tensión inversa es operativa tanto sobre la juntura pn entre la parte de dicho un tipo de conductividad y la región insular correspondiente
25 te como entre la región insular y dicha zona de dicho un tipo de conductividad, mientras que, además, la diferencia de tensión entre dicha parte y dicha zona es menor que la diferencia entre la tensión de ruptura entre la región insular y la zona de dicho un tipo de conductivi-
30 dad y la tensión de ruptura de dicha juntura pn.



La diferencia de tensión entre la parte de dicho un tipo de conductividad y dicha zona puede ser variable cuando la disposición está funcionando. Es particularmente interesante una disposición de circuito que comprende un dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención en que esta diferencia de tensión es mantenida sustancialmente constante, diferencia de tensión constante que también puede ser cero. Resulta ventajoso lograrlo conectando eléctricamente dicha parte de un tipo de conductividad a una región del dispositivo semiconductor que tiene una diferencia de tensión sustancialmente constante en relación a dicha zona de un tipo de conductividad.

Esta disposición es particularmente importante si la región insular aloja un transistor. La parte del cuerpo semiconductor subyacente a la región insular está eléctricamente conectada a la zona emisora que tiene una diferencia de tensión sustancialmente constante de, por ejemplo, aproximadamente 1 V en relación a la zona de base. La juntura colector-base es así protegida contra rupturas.

En otro conexionado particularmente simple, dicha condición se cumple interconectando eléctricamente dicha parte de un tipo de conductividad y dicha zona de dicho un tipo de conductividad.

La tensión de ruptura requerida de la juntura pn que sirve para la aislación de la isla puede obtenerse de varias maneras, por ejemplo, actuando sobre la recombinación superficial, ya sea por medio de un campo eléctrico o por medios mecánicos y/o químicos.



Una realización preferida muy importante del dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención se caracteriza porque una zona altamente dopada de dicho un tipo de conductividad y una zona altamente dopada del otro tipo de conductividad están provistas localmente y separadas entre sí por la mencionada juntura pn, siendo cada una de dichas zonas adyacentes a una región menos dopada del mismo tipo de conductividad, que también es adyacente a la juntura pn, determinando dichas zonas altamente dopadas la tensión de ruptura de la juntura pn. De acuerdo con la geometría y estructura del dispositivo semiconductor dichas zonas altamente dopadas pueden ser dispuestas en lugares apropiados.

La invención es particularmente interesante para dispositivos semiconductores en que las regiones insulares están ubicadas sobre una región de sustrato de dicho un tipo de conductividad y están separadas entre sí por canales separadores difundidos de dicho un tipo de conductividad que se extienden desde la superficie hacia la región de sustrato. De acuerdo con una realización preferida de la invención, en tal dispositivo semiconductor la mencionada zona altamente dopada de dicho un tipo de conductividad está formada por un canal separador. Esto involucra la ventaja de que una de las zonas altamente dopadas no necesita ser provista separadamente dado que ya está presente en la estructura correspondiente.

La zona altamente dopada del otro tipo de conductividad, en estas realizaciones, puede ser aplicada de diferentes maneras. En una realización preferida impor



5 tante esta zona está formada por una zona superficial adyacente a un canal separador y que se extiende hasta una profundidad menor que dicha zona de dicho un tipo de conductividad. Esta zona superficial puede ser provista como un anillo a lo largo de toda la circunferencia de la región insular o a lo largo de parte de dicha circunferencia.

10 De acuerdo con la invención un dispositivo semiconductor en la última realización preferida mencionada, en que en la parte superior es hecha crecer epitaxialmente una capa del otro tipo de conductividad sobre un substrato de dicho un tipo de conductividad, siendo difundidos a través de la capa superior los canales separadores, y en que al menos una estructura de transistor es difundida en dicha capa superior, puede ser fabricada ventajosamente de modo que dicha zona altamente dopada del otro tipo de conductividad se forma durante la difusión del emisor de la estructura de transistor.

15 20 Otra realización preferida del dispositivo semiconductor se caracteriza porque dicha zona altamente dopada del otro tipo de conductividad está formada por una capa sumergida ubicada sobre la región de substrato adyacente a un canal separador, sobre la cual es provista también una capa superior epitaxial del otro tipo de conductividad que tiene un dopado menor que la capa sumergida y en que está dispuesta dicha estructura semiconductor.

25 30 Debería mencionarse en esta relación que una capa altamente dopada es usada en sí misma en circuitos integrados conocidos para un fin diferente. Los cir-

3 FEB

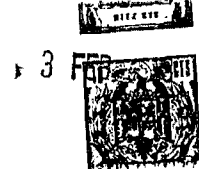


5 cuitos integrados de la clase correspondiente usualmen-
te tienen sus contactos sobre el lado alejado del subs-
trato y consecuentemente una capa sumergida dopada de ma-
nera comparativamente alta del otro tipo de conductivi-
dad es provista a fin de minimizar la resistencia de con-
tacto que en dependencia de la posición relativa de la -
parte en contacto del circuito, es determinada de manera
sustancialmente completa por la resistencia de la región
insular.

10 Tales capas sumergidas pueden ser obteni-
das por dos métodos conocidos.

15 En el primer método la capa sumergida del
otro tipo de conductividad es localmente aplicada por --
técnicas convencionales de mordicación fotolitográficas
en la forma de una capa difundida altamente dopada, sobre
la cual se hace crecer epitaxialmente una capa superior
del mismo tipo de conductividad pero menos dopada que la
capa sumergida, siendo provista dicha capa superior, por
ejemplo, con una estructura de transistor, cuya región de
20 colector es formada por dicha capa superior. Los canales
separadores son difundidos entonces desde la superficie
de la capa superior y/o desde el límite entre el substra-
to y la capa superior a través de la capa superior y es-
tán separados de dicha capa sumergida por regiones de la
25 capa superior.

30 En el segundo método conocido primero se
hace crecer epitaxialmente sobre toda la superficie del
substrato una capa sumergida dopada de manera comparati-
vamente elevada, del otro tipo de conductividad, después
de lo cual se hace crecer sobre la primera capa menciona



5 da una capa superior epitaxial menos dopada del mismo tipo de conductividad que la capa sumergida, siendo provista una estructura de transistor en dicha capa superior, que forma la región de colector de la misma. Los canales separadores son formados entonces por difusión desde la superficie desde la capa superior hasta la región de sustrato. Dado que los canales separadores deben ser difundidos a través de la primera capa sumergida, el dopado de la capa sumergida en este método no debería ser demasiado alto.

10 Con los métodos conocidos antes descritos no se obtiene, sin embargo, la protección contra la ruptura de acuerdo con la invención, en el primer método, - debido a la separación de la capa sumergida y los canales separadores y en el último método mencionado, debido al dopado menor requerido de la capa sumergida.

15 Un método de fabricación de un dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención, en que se aplica a un sustrato de dicho un tipo de conductividad una capa sumergida del otro tipo de conductividad, sobre la cual se hace crecer epitaxialmente una capa superior del otro tipo de conductividad que tiene una resistividad mayor que dicha capa sumergida, siendo difundidos los canales separadores a través de dicha capa superior y en que una estructura semiconductor es provista en la capa superior, se caracteriza porque se aplica al sustrato - una primera capa sumergida del otro tipo de conductividad y una segunda capa sumergida de dicho un tipo de conductividad, que sustancialmente son adyacentes entre sí, siendo aplicada la segunda capa sumergida de acuerdo con



el trazado del canal separador, siendo aplicada la capa superior a dichas capas sumergidas y siendo formados los canales separadores por difusión desde la segunda capa sumergida.

5 La primera y segunda capas sumergidas pueden ser aplicadas de varias maneras. Es particularmente importante una forma preferida del método de acuerdo con la invención en que la primera capa sumergida del otro tipo de conductividad es aplicada a toda la superficie del substrato, después de lo cual la segunda capa sumergida de dicho un tipo de conductividad es difundida antes de la aplicación de la capa superior de acuerdo con el trazado de los canales separadores sobre al menos parte del espesor de la primera capa sumergida en dicha capa. La aplicación de la primera capa sumergida no requiere entonces una etapa de enmascaramiento de modo que se elimina una de las etapas de fabricación. Desde el punto de vista técnico en la fabricación esto es muy ventajoso dado que no solamente se omite la aplicación de la primera capa sumergida, sino que tampoco es necesario al ajuste exacto que requiere tiempo, de la etapa de enmascaramiento para la aplicación de los canales separadores.

25 La primera capa sumergida del otro tipo de conductividad puede ser hecha crecer epitaxialmente. En otra forma preferida del método de realización de la invención resulta ventajoso, sin embargo, proveer la primera capa sumergida en el substrato por difusión de una impureza del otro tipo de conductividad, de modo que puede obtenerse una capa altamente dopada de una manera simple.

30



En otra forma preferida del método la primera y la segunda capas sumergidas son dispuestas una al lado de la otra sobre el substrato, después de lo cual las capas sumergidas son difundidas en el substrato que sustancialmente se unen entre sí y se alcanza la tensión de ruptura deseada entre las capas sumergidas. Variando la duración y la temperatura del proceso de difusión la tensión de ruptura puede ser seleccionada dentro de límites determinados.

En otra realización preferida resulta ventajoso proveer los canales separadores por difusión de una impureza de dicho un tipo de conductividad que tiene, a la temperatura de difusión correspondiente, una constante de difusión al menos cinco veces más alta que la de dicha impureza del otro tipo de conductividad. Aun si el procedimiento parte de dos capas sumergidas que tienen aproximadamente iguales concentraciones de impureza, los canales separadores pueden entonces ser difundidos a través de la capa superior sin que la primera capa sumergida del otro tipo de conductividad se vuelva demasiado gruesa.

La primera capa sumergida puede ser aplicada ventajosamente por difusión de arsénico en un substrato de silicio tipo p, mientras que los canales separadores son provistos por la difusión de boro. A la temperatura de difusión convencional por ejemplo, entre 900 y 1300°C la constante de difusión del boro en silicio es aproximadamente 8 a 10 veces la del arsénico.

La difusión de los canales separadores puede realizarse totalmente a partir de la segunda capa



sumergida. Esta difusión sin embargo, puede efectuarse también desde dos lados, es decir desde la segunda capa sumergida y desde la superficie de la capa superior. Es to facilita la difusión de los canales a través de la

5 capa superior. Otra ventaja de este método es que los defectos del óxido de máscara sobre la capa superior darán lugar a una difusión defectuosa limitada solamente a la parte superior de la capa superior y no se extenderán a través del espesor de la capa superior. Bajo ciertas con

10 diciones la difusión desde dicha superficie puede ser combinada ventajosamente con la aplicación de una zona de dicho un tipo de conductividad en la capa superior para la fabricación de una estructura semiconductor que sirve como un elemento de circuito.

15 De acuerdo con la invención, otra realiza ción preferida se caracteriza porque después de la aplicación de la capa superior epitaxial se difunde localmente una impureza de dicho un tipo de conductividad en una isla a fin de formar dicha zona de dicho un tipo de con-

20 ductividad y además se la difunde localmente de acuerdo con el trazado de los canales separadores.

En otra forma preferida muy importante del método de acuerdo con la invención, una capa superficial de menor espesor que la primera capa sumergida -

25 aplicada, es localmente eliminada por mordicación de acuerdo con el trazado de los canales separadores requeridos, luego de la aplicación de la primera capa sumergida del otro tipo de conductividad y antes de la aplicación de la segunda capa sumergida.

30 Aquellos métodos antes descritos en que



los canales separadores son difundidos a través de la primera capa sumergida proporcionan la ventaja de que en el lugar de los canales separadores que deben ser difundidos es reducida la concentración de la impureza del otro tipo de conductividad en la primer capa sumergida. Entonces los canales separadores pueden ser difundidos más fácilmente a través de dicha primera capa sumergida.

Sin embargo, también en los métodos en que los canales separadores no necesitan penetrar a través de la primera capa sumergida, el proceso de mordicación antes mencionado resulta ventajoso dado que la posición de los canales separadores permanece visible, lo que es muy importante para el ajuste de las reservas que deben usarse para los otros procesos de difusión.

La invención se refiere además a un dispositivo semiconductor fabricado llevando a la práctica uno de los métodos antes mencionados. Tal dispositivo semiconductor comprende un cuerpo semiconductor que tiene una región de substrato de dicho un tipo de conductividad y una región estratificada del otro tipo de conductividad que forma una juntura pn con la región de substrato y que está formada por islas separadas entre sí por canales separadores difundidos de dicho un tipo de conductividad, que se extienden desde la superficie hacia la región de substrato, teniendo dicha región estratificada una capa sumergida del otro tipo de conductividad y una capa superior epitaxial del otro tipo de conductividad, que tiene una resistividad mayor que y está ubicada sobre dicha capa sumergida, capa epitaxial que está limitada por los canales separadores teniendo dicha



capa superior al menos una estructura semiconductor que
sirve como un elemento de circuito, que tiene al menos
una zona de dicho un tipo de conductividad, y se carac-
teriza porque en una isla la capa sumergida del otro ti-
5 po de conductividad es sustancialmente adyacente al ca-
nal separador que la rodea, que tiene a la profundidad
de la capa sumergida, una concentración máxima de impu-
rezas de dicho un tipo de conductividad, estando la ca-
pa sumergida dopada en grado tal que la tensión de rup-
10 tura entre esta capa y el canal separador que la rodea
es menor que la tensión de ruptura entre la capa superior
y dicha zona de dicho un tipo de conductividad.

La invención será descrita a continuación
con referencia a unas pocas realizaciones y al dibujo,
15 en que:

La figura 1 es una vista esquemática en
planta de parte de un dispositivo semiconductor de acuer-
do con la invención.

La figura 2 es una vista esquemática en
20 corte tomado sobre la línea II-II del dispositivo semi-
conductor de la figura 1.

Las figuras 3 a 7 son vistas esquemáticas
en cortes de un dispositivo semiconductor como el mos-
trado en las figuras 1 y 2 en varias etapas de fabrica-
25 ción.

Las figuras 8 a 10 son vistas esquemáti-
cas en corte de otro dispositivo semiconductor de acuer-
do con la invención en varias etapas de fabricación, y

Las figuras 11 y 12 son vistas esquemáti-
30 cas en corte de dos etapas de fabricación de una tercera



realización de la invención.

Las figuras están dibujadas esquemáticamente y no a escala, particularmente con respecto a las dimensiones en la dirección del espesor de los cortes τ por razones de claridad.

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente una vista en planta y una vista en corte respectivamente de parte de un dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención. Este dispositivo semiconductor comprende un cuerpo semiconductor que tiene una parte (1, 7) de silicio de conductividad tipo p que consiste en una región de substrato 1 que tiene una resistividad de aproximadamente 3 Ohm.cm y de canales separadores difundidos 7. El dispositivo comprende además regiones insulares 2 de conductividad tipo n a continuación llamadas islas, que son adyacentes a la misma superficie del cuerpo semiconductor y forman, junto con la parte (1, 7) una juntura pn 3 destinada para la aislación eléctrica entre las islas 2 y la región de substrato 1 y entre las islas mismas. Las figuras muestran solamente una de estas islas como un conjunto y la siguiente descripción se refiere a esta isla, a menos que se establezca otra cosa.

En la isla 2 se provee una estructura de transistor que está totalmente ubicada dentro de esta isla y está formada por una zona de colector 4 de tipo n, una zona de base 5 de tipo p y una zona de emisor 6 de tipo n. La tensión de ruptura de dicha juntura pn 3 es menor que la tensión de ruptura entre la isla 2 y dicha zona de base 5 de conductividad tipo p.



Las islas están separadas entre sí por canales separadores 7 de conductividad tipo p altamente dopados localmente difundidos, que se extienden desde la superficie hacia la región de substrato 1. Las islas tienen además una zona 8 local de conductividad tipo n, altamente dopada. Las zonas altamente dopadas 7 y 8 (ver figura 2) están localmente separadas por la juntura pn 3 y cada una de ellas es adyacente a una región 1 y 4 respectivamente menos dopadas del mismo tipo de conductividad, siendo las regiones 1 y 4 adyacentes también a la juntura pn 3. La tensión de ruptura de la juntura pn 3 es determinada por las zonas altamente dopadas 7 y 8.

La zona 8 (ver figura 2) está formada en este ejemplo por una capa sumergida de conductividad tipo n ubicada sobre la región de substrato 1 y adyacente a un canal separador 7 y que tiene una resistividad promedio de aproximadamente 0,2 Ohm.cm, estando provista sobre dicha capa una capa superior 4 de conductividad tipo n, epitaxial, de un espesor de aproximadamente 10 milimicrones, que tiene una resistividad de aproximadamente 0,3 Ohm.cm.

Un dispositivo semiconductor en esta realización puede ser fabricado de la manera siguiente (ver figuras 3 a 7). La fabricación (ver figura 3), parte de un substrato formado por una oblea 1 de silicio de conductividad tipo p que tiene una resistividad de aproximadamente 30hm.cm un diámetro de 30 mm y un espesor de 250 milimicrones, y que tiene una superficie superior pulida. Los distintos procedimientos que se describirán a continuación están indicados en las figuras solamente en



cuanto a esta superficie superior se refiere. Primero es aplicado arsénico en una cápsula por deposición desde vapor a 1200°C, siendo la fuente silicio dopada con arsénico, hasta que se alcanza una resistencia laminar de 5,3 Ohm/cm cuadrado. Luego se realiza una difusión durante dos horas a 1200°C en oxígeno húmedo, después de lo cual (ver figura 3) se forma una primera capa sumergida 8 (ver también figura 2) con un espesor de 3 milimicrones y una resistencia laminar de 55/Ohm/cuadrado, cubierta por una capa de óxido 9 de 0,8 milimicrones de espesor, siendo aplicada la capa superior 4 (ver figura 2) a dicha capa sumergida.

La capa de óxido 9 (ver figura 4) es provista luego por la técnica de fotore sist usualmente utilizada en la tecnología de semiconductores con los canales 10 mordicados hasta un ancho de 15 milimicrones, encerrando una isla 2 de 165 x 165 milimicrones. Luego la superficie superior del cuerpo semiconductor es sometida a un proceso de mordicación por medio de un mordicante de la siguiente composición en volumen de ácido nítrico concentrado: ácido acético concentrado : ácido fluorhídrico (aproximadamente 50%) = 9 : 9 : 1 durante aproximadamente 5 segundos, de modo que son eliminadas por mordicación unos pocos décimos de micrones de silicio (no mostrado en la figura) de los canales mordicados, lo que es favorable para la visibilidad de los canales en los subsiguientes procedimientos de fotore sist, siendo además localmente reducida la concentración superficial de la capa 8.

El borde es aplicado por deposición desde



vapor durante aproximadamente 30 minutos a 1100°C, de modo que se difunde una segunda capa sumergida 11 (ver figura 4) en el área de los canales sobre parte del espesor de la primera capa difundida 8. Durante una difusión subsiguiente de aproximadamente 1,5 horas a 1200°C (ver figura 5) esta segunda capa sumergida 11 penetra a través de la capa 8. Esto es facilitado por el hecho de que a la temperatura de difusión aplicada, la constante de difusión de boro es aproximadamente 10 veces la del arsénico, siendo además, reducida la concentración de arsénico en los canales por la antes mencionada etapa de mordicación corta.

Luego el óxido formado es eliminado, después de lo cual por técnicas convencionales se hace crecer epitaxialmente una capa superior 4 (ver figura 6) de un espesor de aproximadamente 10 milimicrones y una resistividad de 0,3 Oh.cm sobre las capas sumergidas 8 y 11. Por oxidación en oxígeno húmedo se provee una capa de óxido 12 de aproximadamente 0,6 milimicrones de espesor sobre esta capa superior 4 (ver figura 6), capa de óxido en que los canales 13 de 15 milimicrones de ancho son mordicados por encima de la capa sumergida 11 formada, difundándose la última aun más durante los últimos tratamientos térmicos mencionados. Como se ha indicado precedentemente, el boro es aplicado por deposición desde vapor en estos canales 13 y difundido durante 15 minutos a 1200°C en una atmósfera de oxígeno húmedo. Así se forman finalmente (ver figura 7) los canales difundidos 7 (ver también figura 2) que se extienden a través del espesor de la capa 4.



En la capa de óxido formada por la última difusión sobre la capa superior 4 es mordicada una ventana de 115 x 85 milimicrones, después de lo cual se aplica boro desde la fase de vapor a 900°C durante 25 minutos, después de lo cual se realiza una difusión durante 2 horas a 1200°C. Así (ver figura 7) se forma la zona de base de un transistor con una profundidad de penetración de aproximadamente 3,5 milimicrones (la resistencia laminar después de la difusión es de aproximadamente 200 Ohm/cuadrado).

La zona de base 5 que se forma separadamente en esta realización, puede ser provista bajo ciertas condiciones, de manera ventajosa, simultáneamente con la antes mencionada difusión de boro en los canales 13 durante un único y mismo proceso de difusión.

En la capa de óxido formada son mordicadas una ventana 14 de 95 x 25 milimicrones y una ventana 27 de 115 x 15 milimicrones en que mediante difusión de fósforo a partir de $POCl_3$ como fuente, a 1100°C durante 23 minutos en nitrógeno, se forman una zona emisora 6 (ver figura 2) que tiene una profundidad de penetración de 2,6 milimicrones y una resistencia laminar de aproximadamente 1,8 Ohms/cuadrado, y una zona 28, facilitando la última el establecimiento de un contacto con la zona de colector de tipo n.

Finalmente se mordican ventanas 15, 16 y 17 (ver figura 1) en la capa de óxido para aplicar los contactos de emisor, de base y de colector 18, 19 y 20 (ver figura 2) que consisten en capas de aluminio aplicadas desde la fase de vapor al óxido en las ventanas; los



límites de estas capas están indicados en la figura 1 por líneas punteadas. Estos contactos pueden ser conductivamente conectados a otras partes del conexionado.

En la estructura resultante (ver figuras 1 y 2) la juntura pn 3 tiene una tensión de ruptura de aproximadamente 12 V. La tensión entre la zona de colector 4 y la zona de base 5 del transistor en que ocurre una ruptura de avalancha normal (primera ruptura) es de 40 a 50 V, mientras que la tensión base-colector por encima de la cual puede ocurrir la ruptura secundaria es de aproximadamente 15 V.

Este dispositivo semiconductor puede ser usado ventajosamente en una disposición de circuito en que (ver figura 2) una tensión inversa V_1 es aplicada a la juntura pn 3, mientras que entre la región insular (4, 8) y la zona de base 5 es aplicada una tensión inversa V_2 , siendo la diferencia de tensión, entre la región de substrato 1 y la zona de base 5, a fin de cumplir las antes mencionadas condiciones de la disposición menor que la diferencia entre la tensión de ruptura entre la región insular (4, 8) y la zona de base 5 y la tensión de ruptura de la juntura pn 3.

En la disposición mostrada en la figura 2 las líneas llenas indican conexiones eléctricamente conductoras. Estas conexiones pueden ser conexiones directas, pero bajo ciertas condiciones, dependiendo de la estructura semiconductor empleada, ellas pueden ser total o parcialmente formadas por ejemplo por zonas difundidas del cuerpo semiconductor eléctricamente buenas conductoras. Entre los terminales 21 y 22 puede aplicarse

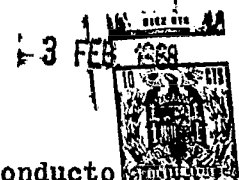


una señal de entrada y la señal de salida amplificada -
puede ser obtenida entre los terminales 23 y 24.

5 Cuando la tensión V_2 es aumentada la jun-
tura pn 3 (tensión de ruptura 12 V) sufrirá una ruptura
en esta disposición antes de que se alcance la tensión
de ruptura entre la zona de base 5 y la zona de colec-
tor 4, que es como mínimo 15 V como se ha establecido -
precedentemente, circulando la corriente desde el contac-
to 20 a través de la juntura 3 a la región de substrato
10 1. La juntura 3 en esta realización está dimensionada de
modo que esta corriente luego de la ruptura no daña a la
juntura.

En la disposición de circuito mostrada en
la figura 2 la relación antes citada entre las tensiones
15 se logra conectando eléctricamente la región de substra-
to 1 a la zona de emisor 6, que está a una tensión sus-
tancialmente constante del orden de 1 V con respecto a
la zona de base 5. Por lo tanto, esta tensión práctica-
mente constante que es menor que la diferencia entre la
20 tensión de ruptura entre la isla y la base (mínimo 15 V)
y la tensión de ruptura de la juntura pn 3 (12 V), pre-
valece también entre la región de substrato 1 y la zona
de base 5. Como alternativa (ver figura 2) la conexión
entre los puntos 21 y 25 de la disposición puede ser re-
emplazada por la conexión 26 (indicada en líneas puntea-
25 das) entre el punto 25 y el contacto de base, de modo -
que la zona de base 5 está directamente conectada a la
región de substrato 1, si fuera deseable con la interpo-
sición de una tensión sustancialmente constante.

30 Las figuras 8 a 10 ilustran un método di-



ferente de fabricación de un dispositivo semiconductor de acuerdo con la invención. Partes correspondientes están designadas por los mismos números de referencia que en las figuras 1 a 7.

5 Un substrato 1 (ver figura 8) de silicio tipo p, que tiene una resistividad de aproximadamente 3 Ohm.cm es oxidado térmicamente y se mordica una ventana de 165 x 165 milimicrones en la capa de óxido resultante, en la que se aplica arsénico desde la fase de vapor y se lo difunde como se ha descrito precedentemente. Así
10 se obtiene una primera capa sumergida 33 selectivamente difundida (ver figura 8) de un espesor de aproximadamente 3 milimicrones.

15 En la capa de óxido 39 resultante, que cubre completamente la región de substrato 1 después de estos tratamientos, son mordicados canales 40 (ver figura 8) hasta un ancho de 15 milimicrones, que son adyacentes a la isla de arsénico 38 y en que de la manera precedentemente descrita con referencia al ejemplo
20 precedente, es difundido boro desde la fase de vapor para formar una segunda capa sumergida 41, que está ubicada al lado de la capa 38.

25 Después que el óxido es eliminado (ver figura 9) se hace crecer una capa 34 de conductividad tipo n de aproximadamente 10 milimicrones, que tiene una resistividad de aproximadamente 0,3 Ohm.cm siendo difundidas durante este tratamiento las capas 38 y 41 a una mayor profundidad, después de lo cual la capa epitaxial resultante es térmicamente oxidada en oxígeno húmedo.

30 En la capa de óxido (ver figura 9) son



mordicados canales 41 de un ancho de 15 milimicrones, -
que están ubicados por encima de la capa sumergida 41.
Como en el ejemplo precedente se difunde boro en dichos
canales durante 15 minutos a 1200°C, después de lo cual
5 se obtiene la estructura de la figura 10. Las capas su-
mergidas 41 y 38 son adyacentes entre sí y la tensión de
ruptura de la juntura pn 3 (ver figura 10) entre la re-
gión insular de conductividad tipo n (38, 34) y la parte
de conductividad tipo p (1, 41) es de nuevo aproxima-
10 damente 12 V. Como en el ejemplo precedente puede proveer-
se en la región insular (28, 34) una estructura de tran-
sistor o una estructura semiconductora diferente y con-
tactos, de modo que se obtiene una estructura análoga a
la de la figura 2.

15 Como se muestra en la figura 8, la capa
sumergida 41 está dispuesta de modo que se une a la capa
38. La capa 41 si fuera deseable puede ser dispuesta tam-
bién ventajosamente a una distancia determinada de la ca-
pa 38, siendo difundidas aun más durante las otras eta-
20 pas de difusión las capas 38 y 41 hasta que ellas sustan-
cialmente se unen entre sí y se alcanza la deseada ten-
sión de ruptura.

En otro método de fabricación de un dis-
positivo semiconductor (ver figuras 11 y 12) un substra-
25 to 1 de silicio de tipo p con una resistividad de apro-
ximadamente 3 Ohm.cm es provisto con una capa superior
epitaxial 54 de conductividad tipo n de 0,1 Ohm.cm de re-
sistividad y un espesor de 10 milimicrones. Esta capa -
epitaxial, como en los ejemplos precedentes, es térmica-
30 mente oxidada y se mordican en dicha capa canales de 15



milimicrones de ancho de modo de rodear una isla de 165 x 165 milimicrones. En estos canales, a través de la capa epitaxial se difunde boro a 1200°C durante 4 horas de modo que el boro se difunde en línea recta a través de la capa epitaxial y forman canales separadores 61 de conductividad tipo p (ver figura 11). En la capa de óxido formada durante esta etapa de difusión se mordica una ventana de 115 x 85 milimicrones, después de lo cual se aplica boro desde la fase de vapor a 900°C durante 25 minutos, después de lo cual se lo difunde a 1200°C durante dos horas para formar una zona de base 55.

Subsecuentemente se mordican canales 65 en esta capa de óxido, canales que son adyacentes a los canales 61 de tipo p; al mismo tiempo se mordica una ventana 64 de 95 x 35 milimicrones. El resultado es la estructura de la figura 1.

En estas aberturas 61 y 64 se difunde fósforo (ver figura 12) a partir de $POCl_3$ como una fuente a 1100°C durante 23 minutos para formar una zona emisora 56, y se forman zonas superficiales 58 altamente dopadas de conductividad tipo n, que se extienden en el cuerpo a una profundidad menor que la zona de tipo p 55 y que son adyacentes a los canales separadores 61, junto con los cuales determinan la tensión de ruptura de la juntura pn 3, que en este caso es de aproximadamente 6 V. La zona emisora 56 y las zonas 58 pueden ser formadas también en etapas de difusión separadas. Después que se han mordicado ventanas para los contactos y se han aplicado capas de contacto de aluminio desde la fase de vapor, se obtiene la estructura de la figura 12, que puede ser incorpo-



rada en una disposición de circuito de la manera ilustrada en la figura 2.

Será evidente que la invención no está limitada a las realizaciones descritas precedentemente y que dentro del alcance de la invención son posibles muchas variantes para los expertos en el arte. Los tipos de conductividad mencionados en los ejemplos pueden ser reemplazados por los tipos de conductividad opuestos (en cuyo caso las polaridades de las fuentes de tensión V_1 y V_2 de las figuras 1 y 12 deben ser invertidas). En lugar de las estructuras de transistor dadas en los ejemplos - pueden proveerse en las regiones insulares otras estructuras semiconductoras tales como diodos, resistores, capacitores, estructuras multicapas, etc. y en una y la misma isla pueden proveerse combinaciones de tales estructuras. La tensión de ruptura de la juntura pn 3 que sirve para la separación eléctrica de las islas puede ser determinada por otros medios que los mencionados en la presente, por ejemplo por la acción de un campo eléctrico en la superficie, si fuera deseable a través de una capa de óxido. Las regiones altamente dopadas de tipos de conductividad opuestos que en los ejemplos dados determinan la tensión de ruptura de la juntura pn 3 no tienen que comprender necesariamente un canal separador; independientemente de estos canales separadores los mismos - pueden ser dispuestos en otras áreas, siempre que sean adyacentes entre sí.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, el 18 de Enero de 1967, bajo el número 67-00755, se acoge a los beneficios del artículo



lo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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:

1.- Un dispositivo semiconductor que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una parte de un tipo de conductividad y una o más regiones insulares del otro tipo de conductividad adyacentes a la misma superficie del cuerpo y que forman una juntura pn con dicha parte de dicho un tipo de conductividad, juntura que sirve para la separación eléctrica entre las regiones insulares y dicha parte de dicho un tipo de conductividad, estando provista en el cuerpo al menos una estructura semiconductor que sirve como un elemento de circuito, totalmente dentro de una región insular comprendiendo dicha estructura al menos una zona de dicho un tipo de conductividad caracterizado porque en al menos una región insular que comprende a dicha estructura semiconductor la tensión de ruptura de dicha juntura pn es menor que la tensión de ruptura entre la región insular y dicha zona de dicho un tipo de conductividad.



2.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque están provistas localmente una zona altamente dopada de dicho un tipo de conductividad y una zona altamente dopada del otro tipo de conductividad, que están separadas una de otra por dicha juntura pn y cada una de las cuales es adyacente a una región menos dopada del mismo tipo de conductividad que también es adyacente a la juntura pn, determinando dichas zonas altamente dopadas la tensión de ruptura de la juntura pn.

3.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 2, en que las regiones insulares están ubicadas sobre una región de substrato de dicho un tipo de conductividad y están separadas entre sí por canales separadores difundidos de dicho un tipo de conductividad que se extienden desde la superficie hacia la región de substrato caracterizado porque la zona altamente dopada de dicho un tipo de conductividad está formada por un canal separador.

4.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque dicha zona altamente dopada del otro tipo de conductividad está formada por una zona superficial que es adyacente a un canal separador y se extiende en el cuerpo semiconductor hasta una profundidad menor que dicha zona de dicho un tipo de conductividad.

5.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque dicha zona altamente dopada del otro tipo de conductividad está formada por una capa sumergida ubicada sobre la región



de substrato adyacentemente a un canal separador, están
do provista sobre dicha capa una capa superior epitaxial
también del otro tipo de conductividad que está dopada
en un grado menor que la capa sumergida, estando provista
5 dicha estructura semiconductor en dicha capa supe-
rior.

6.- Disposición de circuito que compren-
de un dispositivo semiconductor de acuerdo con cualquiera
de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque
10 están provistos medios aplicadores de una tensión invers
a sobre la juntura pn entre la parte de dicho un tipo
de conductividad y una región insular y además, entre esta
región insular y una de dichas zonas de dicho un tipo
de conductividad la diferencia de tensión entre dicha
15 parte y dicha zona es menor que la diferencia entre la
tensión de ruptura entre la región insular y la zona de
dicho un tipo de conductividad y la tensión de ruptura
de dicha juntura pn.

7.- Disposición de circuito de acuerdo
20 con la reivindicación 6, caracterizada porque entre la
parte de dicho un tipo de conductividad y la zona de dich
o un tipo de conductividad prevalece una diferencia de
tensión sustancialmente constante.

8.- Disposición de circuito de acuerdo
25 con la reivindicación 7, caracterizada porque dicha -
parte de dicho un tipo de conductividad está eléctrica
mente conectada a una región del dispositivo semiconduct
or que tiene una diferencia de tensión sustancialmente
constante con respecto a dicha zona de dicho un tipo de
30 conductividad.

3 FEB 1933

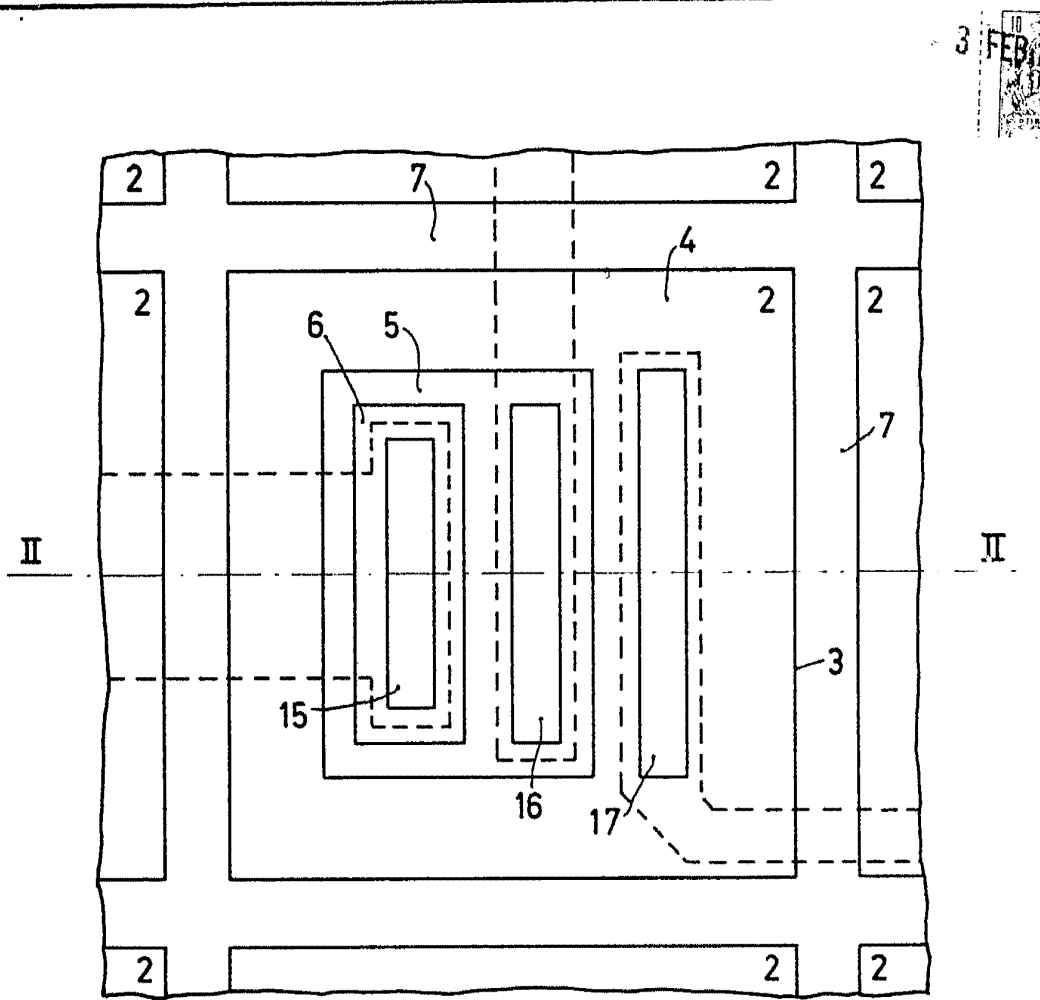


FIG. 1

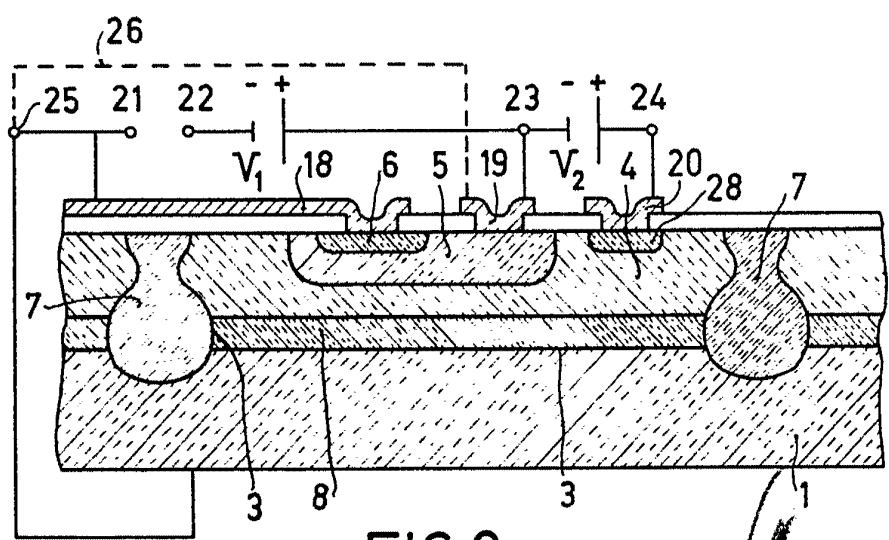


FIG. 2

Albert van Elteren
Dessin

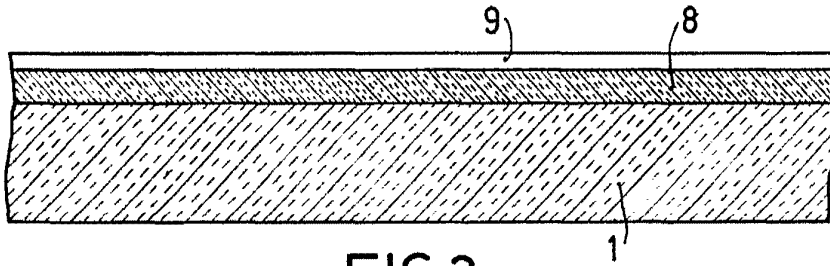


FIG.3

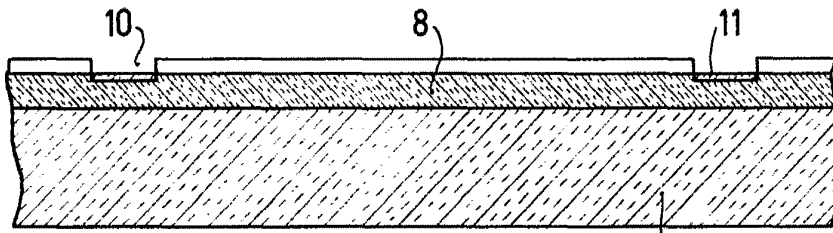


FIG.4

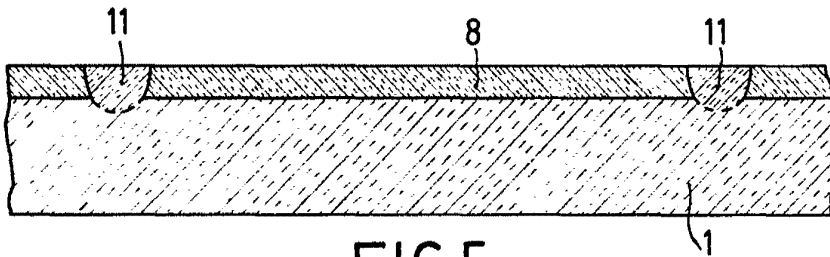


FIG.5

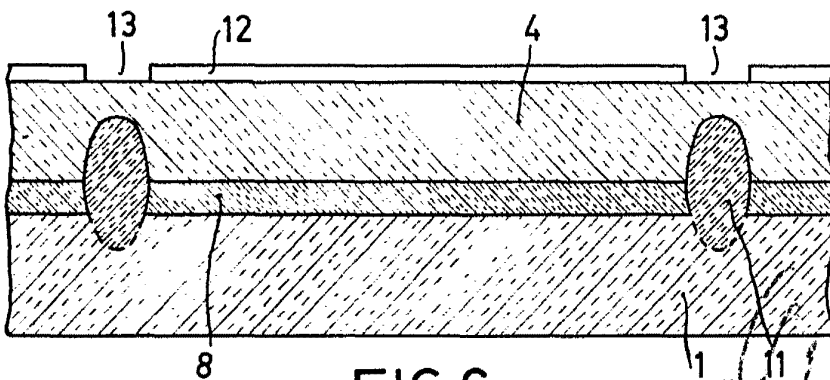


FIG.6

Handwritten signature or initials, possibly 'G. B. B. B.' or similar, located below FIG.6.

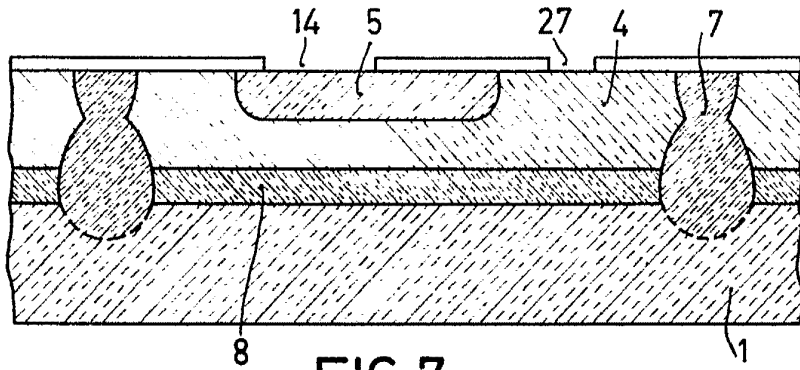


FIG. 7

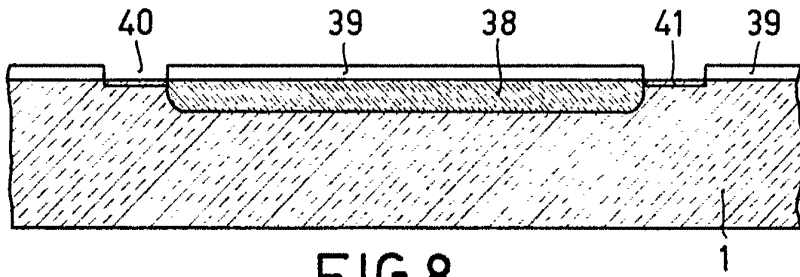


FIG. 8

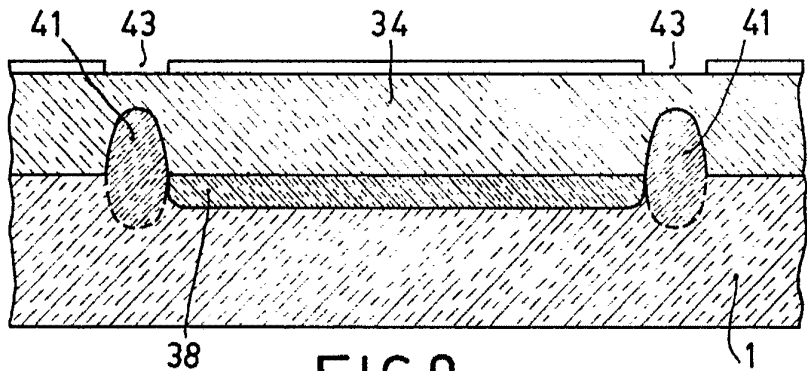


FIG. 9

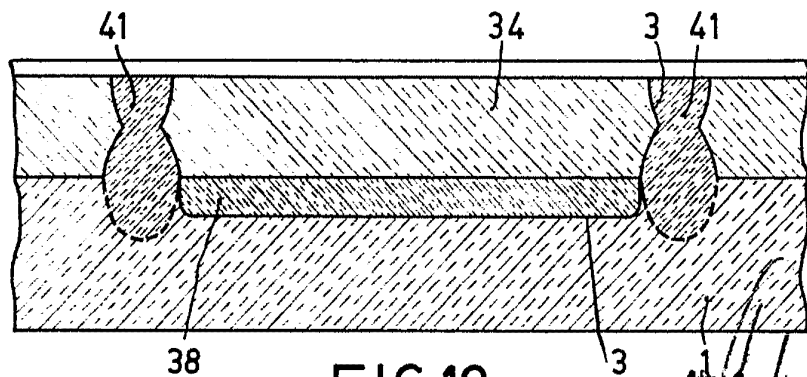


FIG. 10

Handwritten signature or initials



NOV 19 1950

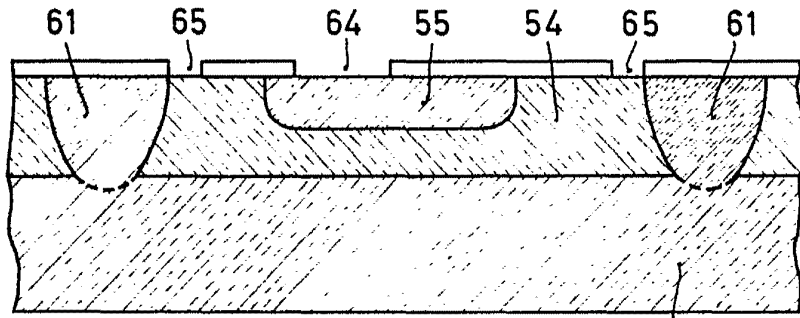


FIG.11

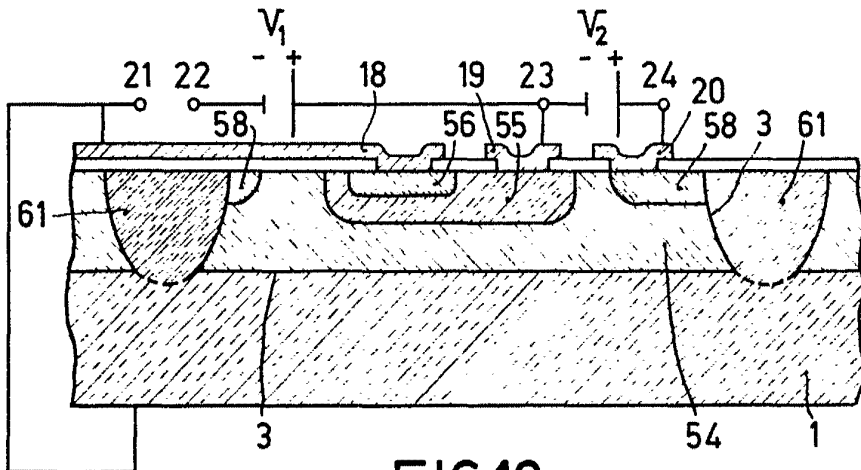


FIG.12

Handwritten signature or initials.