



337.848

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud de

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

formulada el 10 de Marzo de 1.967, con el núm. 337.848

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

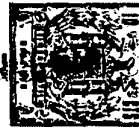
a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:

" UNA DISPOSICION DE ELEMENTOS DE CIRCUITO SEMICONDUCTOR "

La invención se refiere a un conjunto de elementos semiconductores de circuito, por ejemplo diodos, transistores, resistores, capacitores y lo similar, que tienen un cuerpo semiconductor común.

5

Son conocidos tales conjuntos que tienen un cuerpo semiconductor monocristalino conductor, homogéneamente dopado en que están dispuestos los elementos de circuito. En estos conjuntos los elementos de circuito están conductivamente conectados entre sí a través del



cuerpo semiconductor. Esto es indeseable para muchas disposiciones de circuito.

5 Es posible usar un cuerpo semiconductor monocristalino altamente ohmico, pero los cuerpos semiconductores monocristalinos altamente ohmicos son difíciles de fabricar, mientras que las corrientes de fuga entre los elementos de circuito que se producen en tal cuerpo monocristalino altamente ohmico son aún demasiado grandes para muchas disposiciones de circuito.

10 A fin de mejorar la aislación eléctrica entre los elementos de circuito, a menudo se proveen una o más junturas p-n entre los elementos de circuito en el cuerpo semiconductor monocristalino. Como resultado de esto la aislación eléctrica puede ser mejorada mucho pero también se incorporan diodos y/o transistores parásitos que durante el funcionamiento del conjunto pueden ser muy molestos y que aún vuelven imposible construir disposiciones de circuito particulares de esta manera, en la forma de un conjunto útil de elementos semiconductores de circuito.

15 Ya se ha sugerido para obtener una buena aislación eléctrica mutua y para evitar los diodos y/o transistores parásitos, disponer los elementos de circuito en un cuerpo semiconductores monocristalinos separados que son unidos entre sí por un material aislante. El conjunto entonces ya no comprende un cuerpo semiconductor que es común a los elementos de circuito, como resultado de lo cual la fabricación usualmente es considerablemente más complicada.

20 Uno de los objetos de la invención consiste en proveer un conjunto de elementos semiconductores del tipo



mencionado en el exordio que puede ser fabricado de manera simple y barata y que tiene una muy buena aislación eléctrica mutua entre los elementos de circuito y en que no existen diodos y/o transistores parásitos.

5

10

15

La invención se basa, entre otros, en el reconocimiento del hecho de que un cuerpo de silicio muy finamente policristalino que tiene cristalitos, por ejemplo, en promedio menores que 2 micrones, pueden tener una resistividad muy elevada, por ejemplo mayor que la resistividad de un cuerpo de silicio monocristalino intrínseco que puede fabricarse en la práctica. La resistividad de tal cuerpo de silicio policristalino puede ser considerablemente mayor que 10^3 Ohm cm. Puede obtenerse fácilmente una resistividad, por ejemplo, al menos igual a entre 10^4 a 10^5 Ohm cm.

20

La invención se basa además en el reconocimiento del hecho sorprendente que de una manera similar a la de los cuerpos de silicio monocristalino pueden proveerse fácilmente elementos semiconductores de circuito operativos en tal cuerpo de silicio finamente policristalino muy altamente ohmico mediante dopado local, estando sin embargo dichos elementos de circuito bien aislados eléctricamente entre sí por partes intermedias muy altamente ohmicas del cuerpo de silicio policristalino.

25

30

De acuerdo con la invención, un conjunto de elementos semiconductores de circuito, por ejemplo, diodos, transistores, resistores, capacitores y lo similar, que tienen un cuerpo semiconductor común, se caracteriza porque el cuerpo semiconductor común consiste de silicio policristalino que tiene cristalitos con un diámetro promedio menor



que 2 micrones, siendo la resistividad del cuerpo mayor -
que 10^3 Ohm cm, siendo provistas en el cuerpo regiones de
al menos dos elementos de circuito por dopado local con
impurezas, estando dichos elementos de circuito aislados
5 eléctricamente entre sí en el cuerpo semiconductor por -
partes intermedias de cuerpo semiconductor que tiene una
resistividad superior a 10^3 Ohm cm.

La resistividad del cuerpo de silicio policris-
talino preferiblemente es al menos de 10^4 a 10^5 Ohm cm,
10 siendo el diámetro promedio de los cristalitos preferible-
mente, menor que 1 micrón.

Se ha encontrado sorprendentemente que por difu-
sión de una impureza en un cuerpo de silicio policristali-
no se obtiene una región difundida cuya resistencia lami-
15 nar corresponde aproximadamente a la de una región difundi-
da en un cuerpo de silicio monocristalino obtenida bajo -
condiciones similares. Así los elementos de circuito pue-
den ser provistos de manera simple mediante tratamientos
de difusión y por lo tanto las regiones de al menos uno
20 de los elementos de circuito son regiones obtenidas prefe-
riblemente por difusión de impurezas. Estas regiones pue-
den ser provistas también, por ejemplo, por implantación
de iones pero cuando se usan regiones difundidas también
pueden usarse los métodos de fabricación de conjuntos que
25 tienen un cuerpo de silicio monocristalino para la fabrica-
ción de un conjunto de acuerdo con la invención.

El cuerpo semiconductor puede consistir ventajoso-
samente de una capa de silicio policristalino provista so-
bre un sustrato; el espesor de la capa preferiblemente es
30 menor que 20 micrones. Tales capas pueden ser obtenidas -



de manera simple, por ejemplo, por deposición desde vapor de silicio en vacío.

El sustrato puede consistir de una pluralidad de materiales, a saber de todos aquellos materiales sobre los cuales puede depositarse un cuerpo de silicio policristalino, por ejemplo, por deposición de vapor, y desde los cuales no puede difundirse una cantidad perturbadora de impurezas en la capa de silicio policristalino. Será evidente que en general es deseable que el sustrato muestre una conductividad térmica satisfactoria.

Al menos la parte del sustrato adyacente a la capa de silicio policristalina está, preferiblemente, aislada eléctricamente. Ventajosamente al menos esta parte del sustrato puede consistir de al menos uno de los materiales óxido de silicio y nitruro de silicio. Como resultado de esto se evitan los caminos de fuga a través del sustrato mientras que además una capa de silicio monocristalino puede ser provista muy fácilmente sobre los materiales antes mencionados, por ejemplo, por deposición desde vapor de silicio en vacío o por descomposición térmica de silano que es pasado sobre el sustrato en la forma de un gas.

Sustratos adecuados consisten por ejemplo en un cuerpo de silicio monocristalino o un cuerpo de un metal, por ejemplo molibdeno, o una aleación metálica, por ejemplo, una aleación de hierro-níquel-cobalto- conocida como "Fenico" recubierto con una capa aislante de óxido de silicio y/o nitruro de silicio.

Una ventaja importante de tal capa aislante de óxido de silicio y/o nitruro de silicio es además que tal capa limita, al menos en grado elevado, la difusión de im



purezas desde el sustrato en la capa de silicio policristalino, durante la fabricación de un conjunto.

5 El sustrato puede consistir además, por ejemplo, de óxido de aluminio. Puede usarse un sustrato de óxido de aluminio sinterizado o un cuerpo de óxido de aluminio monocristalino (zafiro) que tiene una orientación cristalina arbitraria. Si durante la fabricación de un conjunto el sustrato de óxido de aluminio es expuesto a altas temperaturas durante un largo período de tiempo, luego puede difundirse aluminio en la capa de silicio policristalino desde el sustrato lo que puede ser perjudicial para el conjunto. En ese caso es recomendable una capa que consigute de óxido de silicio y/o nitruro de silicio entre la - capa de silicio y el cuerpo de óxido de aluminio.

15 Dado que un cuerpo de silicio finamente policristalino grande, puede ser cortado, pulido y mordicado de la misma manera que un cuerpo de silicio monocristalino, el cuerpo de silicio policristalino de un conjunto de acuerdo con la invención puede ser como alternativa una oblea que es cortada de un cuerpo policristalino mayor y puede ser - manipulada sin sustrato.

20 Se ha encontrado que al igual que los conjuntos conocidos que tienen un cuerpo de silicio monocristalino, los conjuntos de acuerdo con la invención que tienen un cuerpo de silicio finamente policristalino pueden ser -
25 construidos como conjuntos planares en que el cuerpo policristalino es recubierto con una capa aislante protectora, por ejemplo, de óxido de silicio y/o nitruro de silicio, capa que puede servir como una máscara durante los tratamientos de difusión en la fabricación de los conjuntos.



Por lo tanto una realización preferida muy importante de un conjunto de acuerdo con la invención se caracteriza - porque el cuerpo de silicio policristalino está recubierto con una capa aislante en que se proveen aberturas a través de las cuales son conectados conductores de alimentación a regiones de al menos uno de los elementos de circuito.

Sobre la capa aislante pueden proveerse conexiones eléctricas entre al menos dos elementos de circuito, por ejemplo en la forma de bandas metálicas depositadas desde vapor.

Se ha encontrado que las disposiciones de circuito que utilizan transistores M.O.S. son particularmente adecuadas para ser construídas en la forma de un conjunto de acuerdo con la invención y una realización preferida - de un conjunto de acuerdo con la invención se caracteriza por lo tanto porque el cuerpo de silicio policristalino - que tiene una resistividad superior a 10^3 Ohm. cm muestra débilmente un tipo de conductividad, siendo al menos un elemento de circuito un transistor M.O.S. que comprende dos regiones del tipo de conductividad opuesto que están ubicadas muy próximas una junto a la otra en la superficie del cuerpo semiconductor y a la que están conectados un electrodo de fuente y de drenaje, respectivamente, y un electrodo de control que se extiende entre dichas regiones y separado del cuerpo semiconductor por una capa aislante.

Para muchas disposiciones de circuito que utilizan transistores M.O.S. es deseable que estén presentes - los así llamados transistores M.O.S. complementarios. Un par de transistores M.O.S. complementarios son dos transis



tores M.O.S. uno de los cuales tiene un electrodo de fuente y de drenaje que están conectados ambos a una región de un tipo de conductividad, teniendo el otro un electrodo de fuente y de drenaje que están ambos conectados a una -
5 región del tipo de conductividad opuesto. Una disposición de circuito que utiliza transistores M.O.S. complementarios substancialmente no puede ser integrada útilmente en un cuerpo semiconductor monocristalino como resultado de la ocurrencia de transistores y/o diodos parásitos particularmente molestos. Por lo tanto se usan usualmente dos
10 cuerpos semiconductores monocristalinos en uno de los cuales es provisto un tipo de transistor M.O.S. mientras que en el otro cuerpo semiconductor está provisto el otro tipo de transistor M.O.S.

15 Sin embargo, un conjunto de acuerdo con la invención fácilmente puede comprender transistores M.O.S. complementarios, en que un tipo de transistor M.O.S. está directamente provisto en el cuerpo semiconductor policristalino altamente ohmico, mientras que el otro tipo de transistor M.O.S. está provisto en una parte del cuerpo semiconductor policristalino cuyo tipo de conductividad ha sido
20 cambiado por dopado, por ejemplo por difusión. Debido a que un tipo de transistor M.O.S. está provisto directamente en la parte altamente ohmica del cuerpo de silicio policristalino cuyo tipo de conductividad no ha sido variado, los transistores M.O.S. complementarios son fácilmente aislados uno del otro, evitándose la ocurrencia de transistores y/o diodos parásitos.

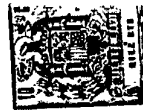
Una realización importante de un conjunto del -
30 tipo antes mencionado de acuerdo con la invención que com



prende un transistor M.O.S. se caracteriza por lo tanto -
porque el cuerpo de silicio policristalino comprende local-
mente una región del tipo de conductividad opuesta, región
en que está provisto un segundo transistor M.O.S. que com-
5 prende dos regiones de un tipo de conductividad ubicados -
una cerca de la otra en la superficie del cuerpo semicon-
ductor y a las que están conectados un electrodo de fuente
y de drenaje y un electrodo de control que se extiende en-
tre dichas regiones y separados del cuerpo semiconductor -
10 por una capa aislante.

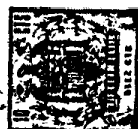
Debe mencionarse que en el caso de que el cuerpo
de silicio policristalino sea muy altamente ohmico, por -
ejemplo que tenga una resistividad superior a 10^5 Ohm. cm.
ambos transistores M.O.S. de un juego de transistores com-
15 plementarios, puedan ser dispuestos directamente en el cuer-
po semiconductor policristalino dado que este se comporta
prácticamente como un intrínseco.

Un modulador anular es una disposición de circui-
to que comprende cuatro diodos dispuestos en un anillo con
20 la dirección de paso de los diodos en la misma dirección -
de circulación del anillo y en que están provistas conexio-
nes entre los diodos para producir tensiones como se des-
cribiré detalladamente más adelante. Hasta ahora no se ha-
bía podido proveer con éxito a tal anillo con cuatro dio-
25 dos en un cuerpo semiconductor monocristalino, como un re-
sultado de los transistores parásitos que se forman. Dado
que en conjuntos de acuerdo con la invención se evitan los
transistores parásitos manteniéndose una buena aislación,
tal anillo de diodos en un conjunto de acuerdo con la inven-
30 ción es posible sin dificultades y otra realización prefe-



rida de un conjunto de acuerdo con la invención se caracteriza por lo tanto porque se disponen cuatro diodos en -
el cuerpo de silicio policristalino que están conectados
en serie por conexiones conductoras en un anillo con la
5 dirección de paso de los diodos en la misma dirección de
circulación del anillo y los diodos con sus conexiones -
pueden ser usados en un modulador anular.

Se ha encontrado además que los diodos y también
los resistores (que consisten de una región difundida pro-
10 vista con dos conexiones) y transistores M.O. ^S. pueden -
ser provistos en gran número en conjuntos de acuerdo con
la invención de una manera particularmente fácil de repro-
ducir y substancialmente sin rechazos. Como resultado de
esto la invención es de gran importancia entre otros para
15 disposiciones de circuito que tienen un gran número de -
elementos de circuito del mismo tipo, en particular para
instalaciones de barras cruzadas que comprenden dos gru-
pos de conductores paralelos, intersectando cada conductor
de un grupo a los conductores del otro grupo, estando co-
20 nectados juntos los conductores que se intersectan a menos
a un número de las intersecciones, a través de un elemento
de circuito o más elementos de circuito conectados en se-
rie. Tales instalaciones de barras cruzadas son de gran -
importancia entre otros en la tecnología de computadoras.
25 A menudo los conductores y las intersecciones están conec-
tadas entre sí a través de un diodo para lo que usualmente
se requieren muchos centenares de diodos que pueden venta-
josamente estar incorporados en un conjunto de acuerdo con
la invención de modo de ser fácilmente aislados unos de -
30 otros. Una realización preferida importante de un conjunto



de acuerdo con la invención se caracteriza por lo tanto -
porque un grupo de diodos está dispuesto en un número de
hileras substancialmente paralelas en el cuerpo de sili-
cio policristalino de modo que dichos diodos pueden ser -
5 incorporados en una instalación de barras cruzadas.

Para muchas aplicaciones en la tecnología de
computadoras es deseable que el sistema de barras cruzadas
tenga las dimensiones de una tarjeta perforada en que,
por ejemplo, están presentes varios centenares de diodos
10 que están separados por distancias que son aproximadamente
iguales a los orificios de una tarjeta perforada. Una ven-
taja importante de la invención es que un conjunto de -
acuerdo con la invención puede tener fácilmente dimensiones
suficientemente grandes para contener, por ejemplo, al me-
15 nos 200 diodos que están dispuestos a una distancia mutua
de 1 mm uno de otro. Esto es substancialmente imposible -
sobre material monocristalino dado que no pueden fabricar-
se o solamente pueden fabricarse a un costo muy elevado -
monocristales de silicio suficientemente grandes, siendo
20 además substancialmente imposible proveer los elementos
de circuito deseados sobre cuerpos monocristalinos gran-
des de una manera reproducible en toda la superficie.

A fin de que la invención pueda ser fácilmente
llevada a la práctica se describirán a continuación unas
25 pocas realizaciones de la misma más detalladamente, a tí-
tulo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acom-
pañan, en que:

La figura 1 muestra esquemáticamente una vista
en planta de parte de un conjunto de acuerdo con la inven-
30 ción que comprende dos transistores M.O.S. complementarios.



Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente -
vistas en corte del conjunto mostrado en la figura 1 toma-
das sobre las líneas (II-II) y (III-III) respectivamente.

5 Las figuras 4 y 5 muestran características de
los transistores M.O.S. mostrados en las figuras 1, 2 y
3.

La figura 6 muestra esquemáticamente una vista
en planta de parte de un conjunto de acuerdo con la inven-
ción que comprende cuatro diodos.

10 La figura 7 muestra esquemáticamente una vista
en corte tomada sobre la línea (VII-VII) del conjunto -
mostrado en la figura 6.

La figura 8 es el diagrama de circuito de los
diodos del conjunto mostrado en las figuras 6 y 7.

15 Las figuras 9 y 10 muestran esquemáticamente -
diodos que comprenden instalaciones de barras cruzadas.

El conjunto de elementos semiconductor de -
circuito 1 y 2 que tienen un cuerpo semiconductor común
3 mostrado en las figuras 1 a 3, comprende un cuerpo se-
miconductor 3 de silicio policristalino que tiene un diá-
metro promedio menor que 2 micrones, siendo la resistivi-
dad del cuerpo 3 superior a 10^3 Ohm. cm. y siendo provis-
tas regiones 4 y 5 y 6 y 7 de al menos dos elementos de
circuito 1 y 2 en el cuerpo 3 por dopado local con impure-
zas. Estos elementos de circuito 1 y 2 están eléctricamen-
te aislados entre sí en el cuerpo semiconductor por partes
intermedias 8 del cuerpo semiconductor 3 que tienen una -
resistividad superior a 10^3 Ohm. cm.

25 En el ejemplo presente el diámetro promedio de
30 los cristallitos del cuerpo de silicio policristalino 3 -



es menor que 1 micrón mientras que la resistividad del cuerpo es superior a 10^4 Ohm.cm. Las proporciones muy pequeñas de los cristalitas tienen una influencia favorable sobre la provisión de elementos de circuito de una manera reproducible, mientras que una elevada resistividad mejora naturalmente la aislación eléctrica entre los elementos de circuito.

5

El cuerpo de silicio policristalino 3 es provisto sobre el substrato (11,12) en la forma de una capa que tiene un espesor menor que 20 micrones.

10

Al menos la parte 12 del substrato (11,12) adyacente a la capa 3 de silicio policristalino está eléctricamente aislada y en el presente ejemplo consiste de óxido de silicio y/o nitruro de silicio.

15

El substrato 11 es realmente un cuerpo de silicio monocristalino. El cuerpo 11 puede consistir como alternativa, por ejemplo, de un metal, por ejemplo molibdeno o una aleación metálica, por ejemplo una aleación de hierro-níquel-cobalto conocida como "Fernico", o de óxido de aluminio sinterizado. Estos últimos materiales son particularmente importantes en el caso de que la capa 3 deba tener un área grande en que un cuerpo monocristalino se vuelve substancialmente imposible. El cuerpo 12 como alternativa puede consistir en un zafiro. En este caso y también cuando se usa óxido de aluminio sinterizado, la capa 12 puede omitirse, siempre que no se realice un calentamiento a una temperatura elevada durante un largo período de tiempo durante la provisión de los elementos de circuito en que puede difundirse aluminio en la capa 3. Además, el substrato (11,12) puede consistir de cualquier material o cualquier combinación de mate-

20

25

30



5 riales sobre los cuales puede proveerse un cuerpo de silicio policristalino y que tiene buena conductividad térmica, un coeficiente de expansión que no difiere demasiado del de la capa 3 y en que no se produce, o substancialmente no se produce, intercambio de impurezas entre la capa 3 y el subtrato (11,12).

10 El cuerpo de silicio monocristalino tiene una resistividad arbitraria y, por ejemplo, un espesor de unos pocos centenares de micrones. Las restantes proporciones se adaptan al número de elementos de circuito que deben ser provistos y por lo demás no son importantes. Los límites están esquemáticamente mostrados en la figura 1 por medio de una línea de puntos y rayas.

15 De una manera comunmente usada en la tecnología de semiconductores se provee una capa 12 de óxido de silicio sobre el cuerpo 13 por oxidación, por ejemplo de un espesor de 1 micrón. Pasándolo sobre SiH_4 , NH_3 y H_2 en que el cuerpo 11 es mantenido a aproximadamente 1000°C , puede proveerse también una capa 12 de nitruro de silicio. Además
20 puede proveerse una capa 12 que consiste en capas sucesivas de óxido de silicio y nitruro de silicio, en que entre otros, se obtiene una combinación algo más favorable de los coeficientes de expansión.

25 La capa 3 de silicio policristalino es provista luego sobre la capa 12, por ejemplo evaporando en alto vacío una varilla de silicio muy puro mediante bombardeo con electrones y depositando el silicio evaporado sobre el subtrato (11,12) que es mantenido a una temperatura de aproximadamente 150°C .

30 En el presente ejemplo la capa 3 tiene un espesor

de aproximadamente 15 micrones.



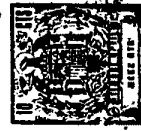
La capa 3 obtenida de la manera antes descripta tiene una conductividad débil de tipo n y una resistividad de aproximadamente 10^4 a 10^5 Ohm. cm.

5 El elemento de circuito 1 es un transistor M.O.S. que comprende dos regiones 4 y 5 del tipo de conductividad opuesto (tipo p) dispuestas muy próximas una de otra en la superficie del cuerpo de silicio policristalino 3. Los electrodos de fuente y de drenaje 13 y 14, respectivamente, están dispuestos sobre las regiones 4 y 5. El electrodo de control 17 se extiende entre las regiones 4 y 5 y está separado del cuerpo de silicio policristalino 3 por la capa aislante 18.

15 Para evitar la complejidad del dibujo la capa - aislante 18 no es mostrada en la figura 1, estando indicados el electrodo de control 17 sobre esta capa y los electrodos 13 y 14 dispuestos en las aberturas de esa capa por líneas punteadas.

20 El cuerpo 3 de silicio policristalino comprende localmente una región 20 de tipo de conductividad opuesto (tipo p) en que es provisto un segundo transistor M.O.S. 2, que comprende dos regiones 6 y 7 dispuestas muy próximas una de otra en la superficie del cuerpo semiconductor a las que están conectados los electrodos de fuente y de drenaje 15 y 16 respectivamente. El electrodo de control 17 se extiende entre dichas regiones 6 y 7 y está separado de la capa 3 por la capa aislante 18.

25 Los transistores M.O.S. complementarios 1 y 2, consecuentemente, tienen un electrodo de control 17 común lo que es deseable para un número de disposiciones de cir



quito.

Los transistores M.O.S. pueden ser obtenidos de la manera siguiente.

5 La capa 3 es primero pulida con polvo de diamante sobre un paño, teniendo los granos del polvo un diámetro - menor que 1 micrón.

10 Luego se provee una capa de óxido de silicio sobre la capa 3 por oxidación de una manera comúnmente usada en la tecnología de semiconductores planares para mancris-
tales. Esta capa de óxido de silicio tiene un espesor de -
por ejemplo aproximadamente 0,2 micrones.

15 En la película de óxido se mordica de manera normal una abertura que tiene dimensiones de aproximadamente 1500 x 900 micrones después de lo cual empotrando en polvo de silicio dopado con aproximadamente 10^{16} átomos de boro
por cm^3 y calentando a una temperatura de aproximadamente
1200°C durante aproximadamente 30 minutos, se obtiene la
región 20 de tipo p con un espesor de aproximadamente 8 a
20 9 micrones. Este espesor puede aumentar durante las opera-
ciones siguientes. La abertura en la capa de óxido es cerra-
da nuevamente por oxidación.

25 En la región 20 se proveen las regiones 6 y 7 -
mordicando dos aberturas de aproximadamente 1300 x 300 mi-
crones a una distancia mutua de aproximadamente 25 micrones
en la capa de óxido y difundiendo fósforo. Esto último se -
efectúa pasando argón sobre una cantidad de P_2O_5 que es man-
tenida a aproximadamente 230°C y la capa 3 que es mantenida
a aproximadamente 1050°C durante 15 minutos después de lo
cual se obtienen las regiones 6 y 7 de tipo n. Las abertu-
ras son cerradas nuevamente por oxidación.

30
25.3.67



Luego se proveen aberturas que tienen las mismas dimensiones y distancia mutua en la capa de óxido por mordicación, para proveer las regiones 4 y 5. Empotrando en polvo de silicio que contiene aproximadamente 10^{20} átomos de boro por cm^3 y calentando a aproximadamente 1200°C durante aproximadamente 10 minutos se obtienen las regiones 4 y 5 de tipo p.

La capa de óxido de silicio es ahora totalmente eliminada y reemplazada por la capa de óxido de silicio - limpia 18 que tiene un espesor de 0,2 micrones.

Se mordican aberturas 21, 22, 23 y 24 en la capa de óxido de silicio 18 para proveer los electrodos, después de lo cual es provista una capa de aluminio sobre la capa de óxido 18 y en las aberturas 21 a 24 depositando aluminio desde vapor en vacío. Mordicando selectivamente de una manera comúnmente usada en la tecnología de semiconductores, la capa de aluminio es eliminada con excepción de aquellas partes que constituyen los electrodos 13, 14, 15, 16 y 17.

Los electrodos pueden ser provistos de manera - normal con conductores de alimentación. Uno o más de estos conductores de alimentación pueden consistir en tiras metálicas dispuestas sobre la capa de óxido 18 que pueden formar una conexión con otro elemento de circuito que puede estar dispuesto en la capa 3.

En lugar de la capa de óxido 18 y la capa de óxido aplicada durante los tratamientos de difusión, pueden usarse, por ejemplo, capas de nitruro de silicio.

Las figuras 4 y 5 muestran características de - los transistores M.O.S. 1 y 2, respectivamente, a varias - tensiones V_g en el electrodo de control con respecto al -



electrodo de fuente y en que la tensión V_{SD} del electrodo de drenaje con respecto al electrodo de alimentación está trazada contra la corriente I_{SD} a través de estos electrodos.

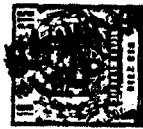
5 En el conjunto descripto no se producen transistores parásitos.

Las figuras 6 y 7 muestran un conjunto de acuerdo con la invención en que están dispuestos cuatro diodos 31, 32, 33 y 34 en el cuerpo de silicio policristalino 30 y que están conectados en serie en un anillo por conexiones conductoras 35, 36, 37 y 38 con la dirección de paso de los diodos en la misma dirección de circulación del anillo de modo que los diodos con sus conexiones pueden ser usados en un modulador anular. La figura 8 muestra el diagrama de circuito de los diodos. Cuando se usan en un modulador anular se aplican diferencias de tensión sobre los puntos conectores A y C y los puntos conectores B y D.

15 El funcionamiento de un modulador anular no es importante para la invención, únicamente la integración de los cuatro diodos en un cuerpo semiconductor común, en que se evita la ocurrencia de transistores de fuga es importante en relación con la invención.

20 El conjunto comprende un substrato (40,41) y una capa 30 de silicio policristalino que tiene una conductividad débil de tipo n y que corresponden al substrato (11,12) y la capa de silicio policristalino 3 del conjunto precedente.

25 Los diodos 31, 32, 33 y 34 comprenden una región difundida de tipo p 42 y una región difundida 43 de tipo n. La capa de silicio policristalino está recubierta con una -



capa 44, protectora, aislante, que puede consistir de óxido de silicio y/o nitruro de silicio. En esta capa aislante 44 se proveen aberturas 45 y 46 para establecer contactos entre los conductores 35, 36, 37 y 38 y las regiones 42 y 43.

5 En la figura 6 los límites del conjunto están -
esquemáticamente mostrados en líneas de puntos y rayas.

Los diodos pueden ser provistos en la capa de -
silicio policristalino 30 de la manera siguiente.

10 Después que la capa 30 es pulida y recubierta -
con una capa 44 de óxido de silicio de aproximadamente 0,2
micrones de espesor, por oxidación de una manera comunmen-
te usada en la tecnología de semiconductores, se proveen -
en la capa de óxido cuatro aberturas de aproximadamente -
140 x 120 micrones (como ya se ha establecido puede usarse
15 como alternativa, por ejemplo, una capa de nitruro de sili-
cio).

Empotrando en silicio en polvo dopado con aproxi-
madamente 10^{19} átomos de boro por cm^3 y calentando a apro-
ximadamente 1200°C durante aproximadamente 10 minutos, se
20 difunde boro a través de las aberturas en la capa de óxido
hacia la capa de silicio policristalino y se forman las re-
giones 42 de tipo p que tienen un espesor de aproximadamen-
te 5 micrones.

25 Las aberturas en la capa de óxido son cerradas -
nuevamente por oxidación, después de lo cual se proveen -
aberturas más pequeñas de aproximadamente 50 x 50 micrones
para obtener las regiones 43 de tipo n difundiendo fósforo.

30 La difusión de fósforo se realiza calentando la
capa de silicio policristalino durante aproximadamente 30
minutos a 1050°C , calentándose en las inmediaciones una -



cantidad de P_2O_5 a aproximadamente $230^{\circ}C$, y pasando sobre argón. Las regiones 43 de tipo n resultantes tienen un espesor de aproximadamente 2 micrones.

5 Las aberturas son cerradas nuevamente por oxidación.

10 Las aberturas 45 que tienen un ancho de aproximadamente 30 micrones son provistas luego en la capa de óxido 44 y se realiza una segunda difusión de boro empotrando en silicio en polvo dopado con aproximadamente 10^{20} átomos de boro por cm^3 y calentando la capa 30 de silicio policristalino a $1200^{\circ}C$ durante aproximadamente 5 minutos. Como resultado de esto se forma una capa superficial ohmicamente -
baja en las aberturas 45, que hace posible un buen contacto ohmico con las regiones 42.

15 Se proveen las aberturas 46 de aproximadamente -
30 x 30 micrones, después de lo cual una capa de aluminio es provista sobre la capa de óxido 44 y en las aberturas 45 y 46 depositando aluminio desde vapor en vacío. Mordicando selectivamente de la manera comunmente usada, la capa de
20 aluminio es parcialmente eliminada, quedando las conexiones 35, 36, 37 y 38 de modo que es completado el conjunto.

25 Debe mencionarse que proveyendo aberturas en la capa de óxido 44 que son nuevamente cerradas después de un tratamiento de difusión, se producen diferencias en el espesor de la capa 44 que no están mostradas en las figuras 6 y 7 por razones de claridad.

30 Los diodos 31, 32, 33 y 34 tienen una tensión de ruptura de aproximadamente 6 volts, una resistencia serie - en la dirección de paso de aproximadamente 15 Ohms y un tiempo de conmutación menor que 0,1. Las regiones 42 de -



tipo p están aproximadamente a una distancia de 100 micro-
nes una de otra y la resistencia serie medida entre dichas
regiones es al menos 40 MΩ. No están presentes transisto
res de fuga como resultado de fallas de las juntas p-n
5 que solamente sirven para la aislación.

Las figuras 9 y 10 muestran esquemáticamente ins
talaciones de barras cruzadas que comprenden dos grupos de
conductores paralelos a y b, intersectando cada conductor
a de un grupo al conductor b del otro grupo, estando conec
10 tados entre sí los conductores que se intersectan en al me
nos un número de intersección a través de uno o más elemen
tos de circuito dispuestos en serie 50 y 51. Para evitar -
la complejidad del dibujo se muestran solamente cuatro con
ductores por grupo de conductores pero en la práctica un -
15 número considerablemente mayor de conductores estará pre
sente por grupo, comprendiendo la instalación centenares
de elementos de circuito.

Una instalación de barras cruzadas del tipo mos
trado en la figura 9 en que los conductores que se interse
20 tan no están conectados entre sí en todas las intersecciones
a través de un elemento de circuito puede ser usado en la
tecnología de computadoras como una memoria de lectura inva
riable. En las intersecciones en que los conductores no es
tán conectados entre sí a través de un elemento de circuito
25 no está provisto ningún elemento de circuito o está provis
to un elemento de circuito que ha sido vuelto inoperativo -
no conectándolo a los conductores que se intersectan.

En la instalación de barras cruzadas mostrada en
la figura 10 un diodo 50 que está conectado en serie con un
30 elemento de circuito controlable 51, por ejemplo una célula



fotoeléctrica, está provisto en cada intersección. Iluminando un número de células fotoeléctricas (por ejemplo a través de los orificios en una tarjeta perforada) puede obtenerse una conexión conductoras en las intersecciones correspondientes entre los conductores que se intersectan. Por medio de tal instalación de barras cruzadas una computadora puede leer, por ejemplo, tarjetas perforadas.

El gran número de diodos 50 de tal instalación de barras cruzadas puede ser ventajosamente integrado en un conjunto de acuerdo con la invención dado que puede proveerse un gran número de diodos de una manera particularmente fácil de reproducir y substancialmente sin rechazos, en un conjunto de acuerdo con la invención en que el conjunto de los diodos son fácilmente aislados uno de otro. Además, un conjunto de acuerdo con la invención puede tener un área grande como resultado del uso de un cuerpo de silicio policristalino, siendo el área mucho mayor que lo que es posible en la práctica con un cuerpo de silicio monocristalino, de modo que los diodos pueden estar a una distancia uno del otro, que si fuera deseable, es igual a la que existe entre los orificios de una tarjeta perforada. Un conjunto de acuerdo con la invención puede comprender fácilmente al menos 200 diodos a una distancia mutua de al menos 1 mm.

Una realización importante de un conjunto de acuerdo con la invención, consecuentemente comprende un cuerpo de silicio policristalino en que está provisto un grupo de diodos que constituyen un número de hileras substancialmente paralelas de modo que estos diodos pueden ser incorporados en una instalación de barras cruzadas. Los



5 diodos pueden ser diodos similares al del conjunto mostrado en las figuras 6 y 7. En la práctica, el conjunto mostrado en estas figuras comprende dos hileras de dos diodos. Será evidente que de una manera similar a aquella en que son -
5 dispuestos los diodos 31 a 34 puede proveerse un número mucho mayor de diodos en un número mayor de hileras más lar-
gas.

10 Los conductores a y b de una instalación de ba-rras cruzadas mostrados en la figura 9 pueden ser dispues-
tos sobre el conjunto de acuerdo con la invención. En la -
figura 6 por ejemplo, en lugar de los conductores 35 a 38
pueden proveerse dos conductores a a lo largo de los diodos
conductores a los que están conectados, por ejemplo, las -
regiones 43 y dos conductores b que intersectan a los con-
15 ductores a, y a los cuales están conectadas, por ejemplo,
las regiones 42. En las intersecciones de los conductores
a y b dichos conductores deben estar aislados unos de otros.
Esto puede efectuarse, entre otras, de una manera conocida
interponiendo una capa aislante o incorporando en uno de -
20 los conductores que se intersectan en una intersección, una
región difundida dispuesta debajo de la capa de óxido 44,
región que es provista para ese fin en una intersección.

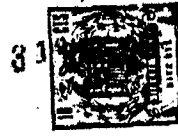
25 Si el conjunto debe ser usado para una instala-ción de barras cruzadas como la mostrada en la figura 10,
los conductores b pueden ser provistos sobre el conjunto.
En ese caso los diodos deben ser conectados a los elementos
51 que están conectados a los conductores a.

30 Debe mencionarse que al proveerse una región por difusión de una impureza en que una capa de silicio policris-
talino que está dispuesta sobre un substrato, se ha encontra



do que la difusión de la impureza en la dirección del espesor de la capa se efectúa algo más rápidamente que en una dirección perpendicular a la misma.

5 Será evidente que la invención no está limitada a las realizaciones descritas y que son posibles muchas variantes para los expertos en el arte, sin salirse del alcance de esta invención. Es importante la posibilidad de que las regiones de un elemento de circuito puedan extenderse en todo el espesor de la capa de silicio policristalino. En este caso las regiones de un elemento de circuito pueden ser provistas una junto a otra en la capa de silicio policristalino, extendiéndose las junturas p-n entre las varias zonas en sentidos substancialmente paralelo a la dirección del espesor de la capa. Esto a menudo proporciona la posibilidad, entre otras, de limitar en alto grado las capacitancias de fuga de un elemento de circuito. Además, dos regiones pueden formar entre sí una juntura p-n que tiene un área muy pequeña, mientras que el área de las regiones perpendicularmente a la dirección del espesor de la capa de silicio policristalino, puede no obstante ser suficientemente grande para permitir que se establezca fácilmente un contacto. El espesor de la capa de silicio policristalino puede ser elegido considerablemente menor que el espesor de aproximadamente 15 micrones mencionado en las realizaciones descritas. Pueden proveerse resistores en un conjunto de acuerdo con la invención de una manera similar a la de los conjuntos en un cuerpo monocristalino y pueden consistir de una zona difundida que tiene dos contactos en la que, sin embargo, sin otras medidas, los resistores están eléctricamente aislados en el cuerpo



de silicio policristalino altamente ohmico. Además, en lugar de una capa de silicio policristalino provista sobre un sustrato, puede usarse una placa policristalina que es cortada de un cuerpo de silicio policristalino grande, que puede ser manipulada sin sustrato.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Holanda, con fecha 12 de Marzo de 1.966, bajo el número 66-03255, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

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:

15

1.- Una disposición de elementos de circuito semiconductor, por ejemplo, diodos, transistores, resistores, capacitores y lo similar, que tienen un cuerpo semiconductor común CARACTERIZADA porque el cuerpo semiconductor común consiste en silicio policristalino que tiene cristalitas con un diámetro promedio menor que 2 micrones, siendo la resistividad del cuerpo superior a 10^3 Ohm.cm. estando provistas en el cuerpo regiones de al menos dos elementos de circuito por dopado local con impurezas, estando dichos elementos de circuito en el cuerpo semiconductor eléctricamente aislados uno del otro por partes intermedias del cuerpo semiconductor que tiene una resistividad

20

25



superior a 10^3 Ohm.cm.

5

2.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADA porque la resistividad del cuerpo de silicio policristalino es al menos entre 10^4 y 10^5 Ohm.cm.

10

3.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, CARACTERIZADA porque los cristaliticos del cuerpo de silicio policristalino tienen un diámetro promedio menor que 1 micrón.

15

4.- Una disposición de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADA porque las regiones de al menos uno de los elementos de circuito son regiones obtenidas por difusión de impurezas.

5.- Una disposición de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADA porque el cuerpo semiconductor es una capa de silicio policristalino dispuesta sobre un sustrato.

20

6.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 5, CARACTERIZADA porque la capa policristalina tiene un espesor menor que 20 micrones.

25

7.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, CARACTERIZADA porque al menos la parte del sustrato adyacente a la capa de silicio policristalino es eléctricamente aislante.

30

8.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 7, CARACTERIZADA porque el sustrato consiste en óxido de aluminio.

9.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, CARACTERIZADA porque al menos la parte del sustrato adyacente a la capa de silicio policristalino



consiste en al menos uno de los materiales óxido de silicio y nitruro de silicio.

5 10.- Una disposición de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADA porque el cuerpo de silicio policristalino está recubierto con una capa aislante en que están provistas aberturas a través de las cuales, conductores de alimentación están conectados a las regiones de al menos uno de los elementos de circuito.

10 11.- Una disposición de acuerdo con la reivindicación 10, CARACTERIZADA porque la capa aislante consiste en al menos uno de los materiales óxido de silicio y nitruro de silicio.

15 12.- Una disposición de acuerdo con las reivindicaciones 8 ó 9, CARACTERIZADA porque las conexiones eléctricas entre al menos dos elementos de circuito están provistas sobre la capa aislante.

20 13.- Una disposición de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADA porque el cuerpo de silicio policristalino que tiene una resistividad superior a 10^3 Ohm.cm. muestra una conductividad débil de un tipo, siendo al menos uno de los elementos de circuito un transistor M.O.S. que comprende dos regiones del tipo de conductividad opuesto dispuestas muy próximas una de otra en la superficie del cuerpo de silicio y a las que están conectados un electrodo de fuente y de drenaje, respectivamente, y un electrodo de control que se extiende entre dichas regiones y separado del cuerpo de silicio por una capa aislante.

30 14.- Una disposición de acuerdo con la reivindi



5 cación 13, CARACTERIZADA porque el cuerpo de silicio poli-
cristalino comprende localmente una región del tipo de -
conductividad opuesta, región en que está provisto un se-
gundo transistor M.O.S. que comprende dos regiones de di-
cho un tipo de de conductividad ubicadas muy próximas una
de otra en la superficie del cuerpo de silicio y a las que
están conectados un electrodo de fuente y de drenaje res-
pectivamente, y un electrodo de control que se extiende -
entre dichas regiones y separado del cuerpo de silicio -
10 por una capa aislante.

15 15.- Una disposición de acuerdo con una o más
de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADA porque
cuatro diodos están provistos en el cuerpo de silicio poli-
cristalino y están conectados en serie en un anillo por -
conexiones conductoras con la dirección de paso de los -
diodos en la misma dirección de circulación del anillo,
y los diodos con sus conexiones pueden ser usados en un
modulador anular.

20 16.- Una disposición de acuerdo con una o más -
de las reivindicaciones 1 a 12, CARACTERIZADA porque un -
grupo de diodos está dispuesto en el cuerpo de silicio -
policristalino y constituyen un número de hileras substan-
cialmente paralelas de modo que los diodos pueden ser in-
corporados en una instalación de barras cruzadas.

25 17.- Una disposición de elementos de circuito -
semiconductor.



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.

5 Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

31 MAR 1967

P. A.

Alvaro de Eizabey
Per. P. A.

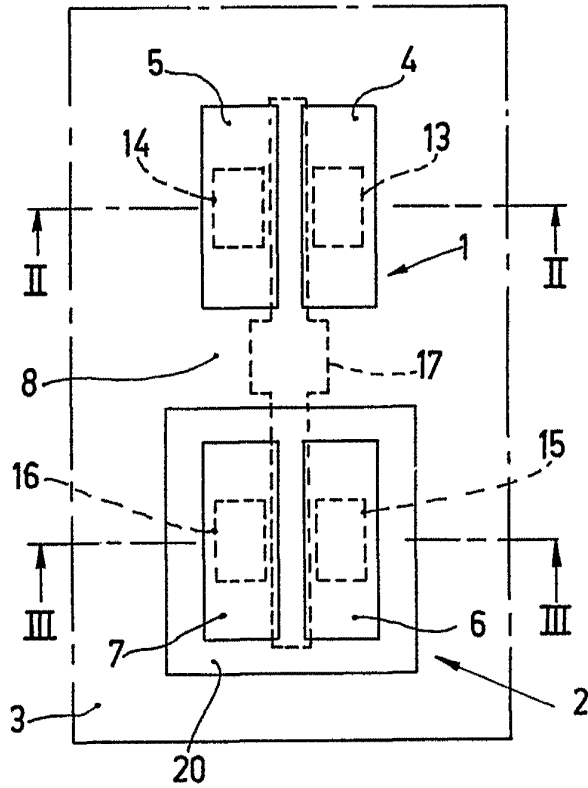


FIG. 1

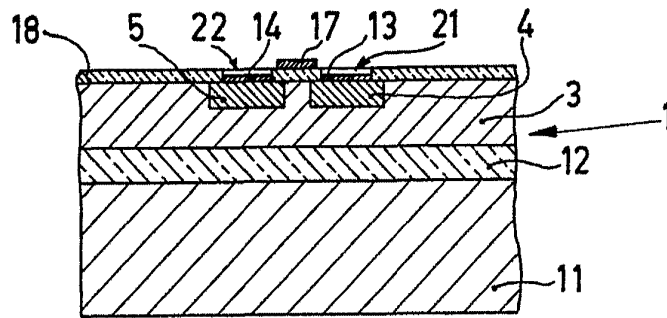


FIG. 2

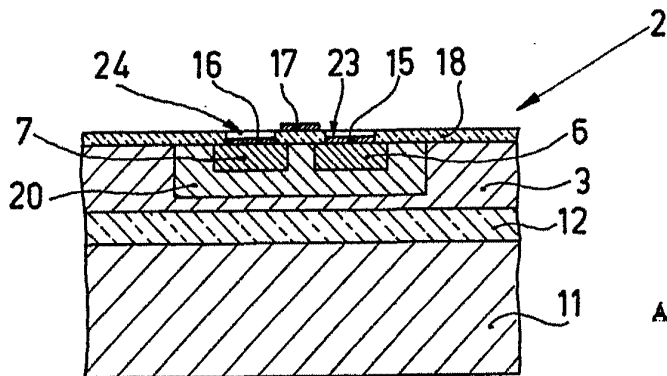


FIG. 3
Albertus de Gijzen
Rotterdam

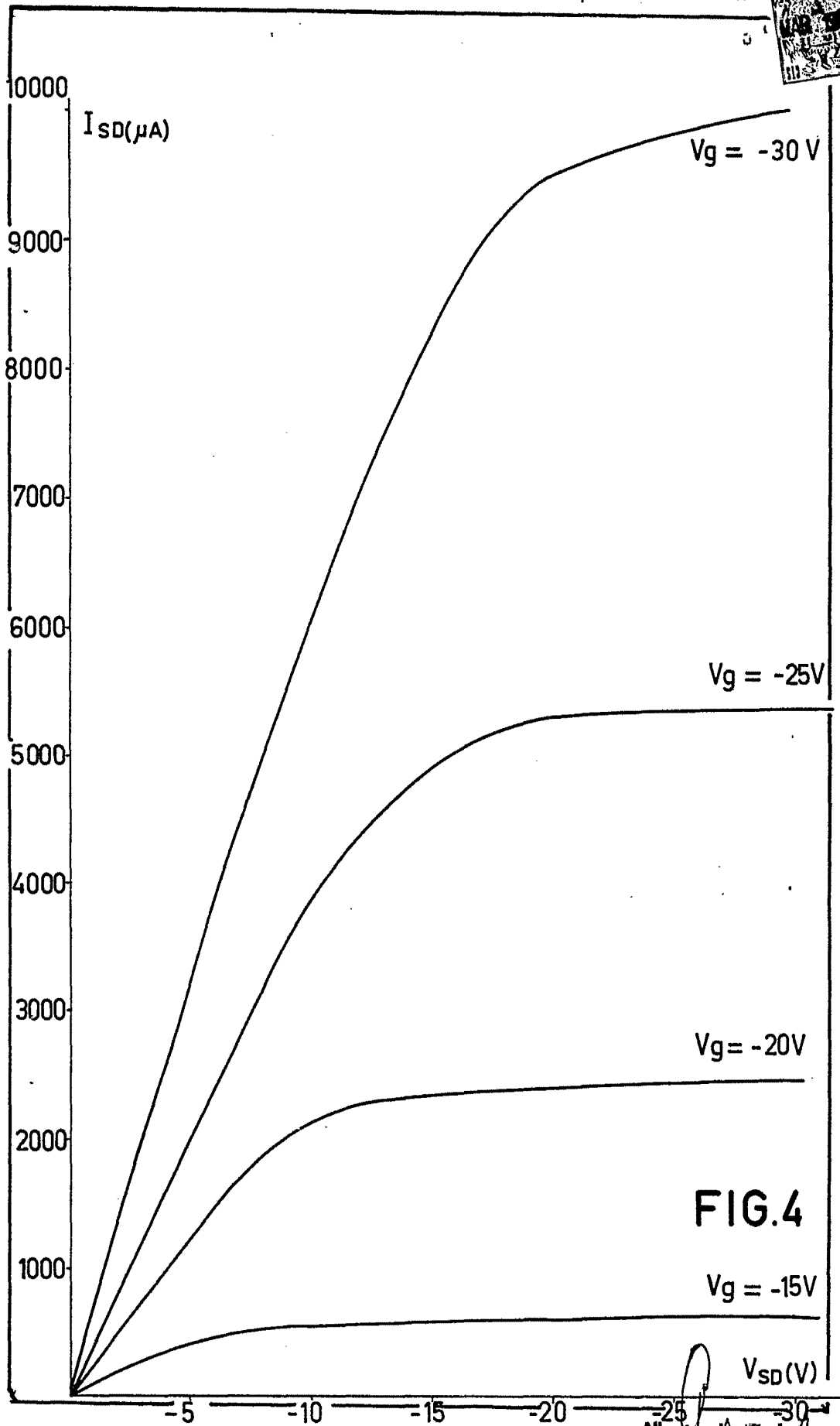


FIG.4

$V_g = -15V$

Albert A. K. *[Handwritten signature]*

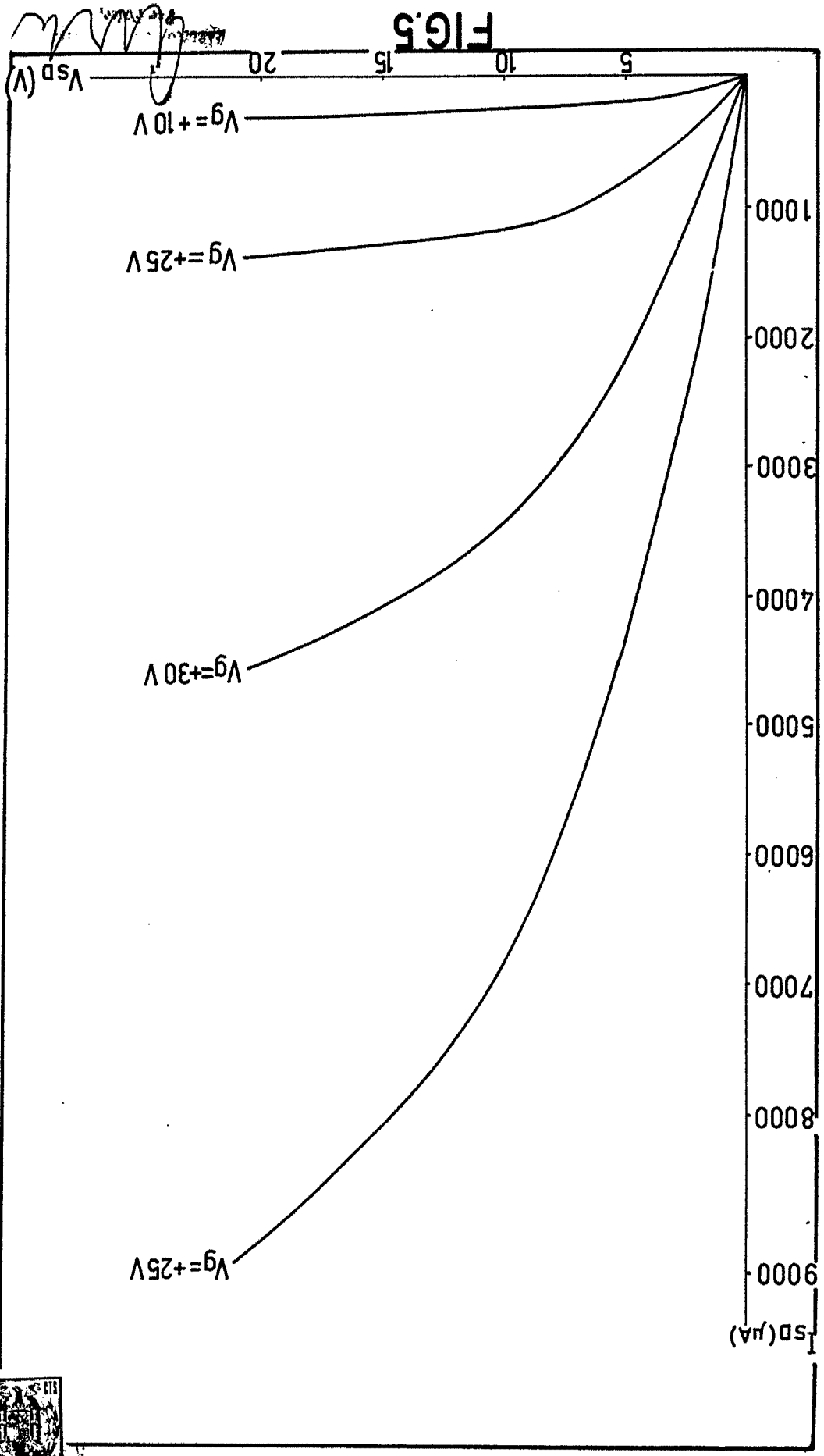


FIG. 5



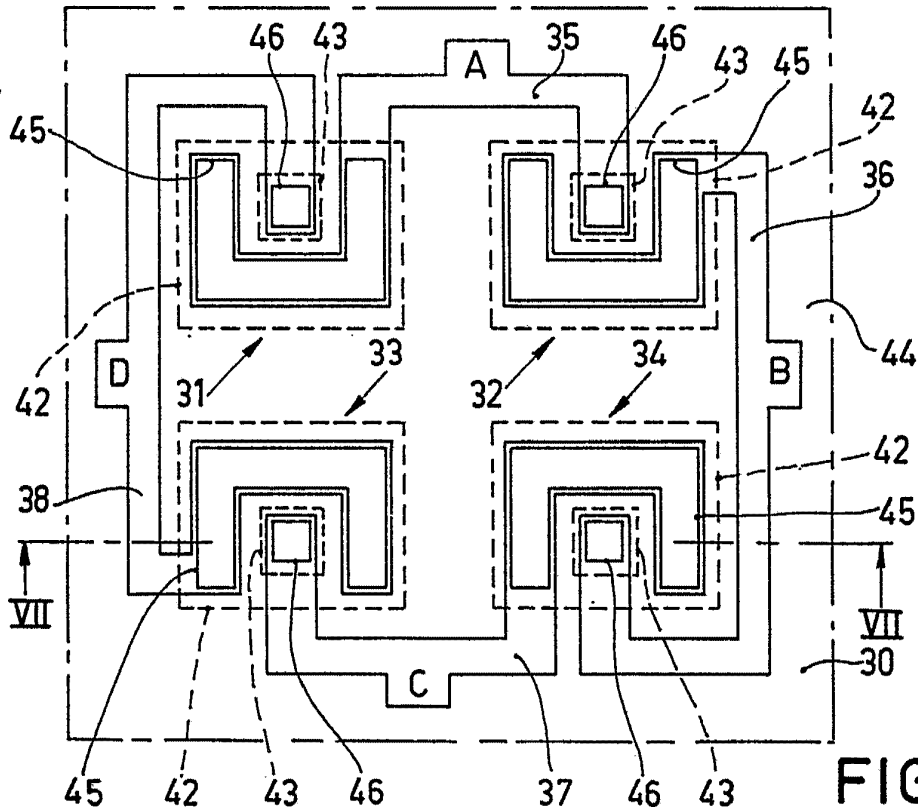


FIG. 6

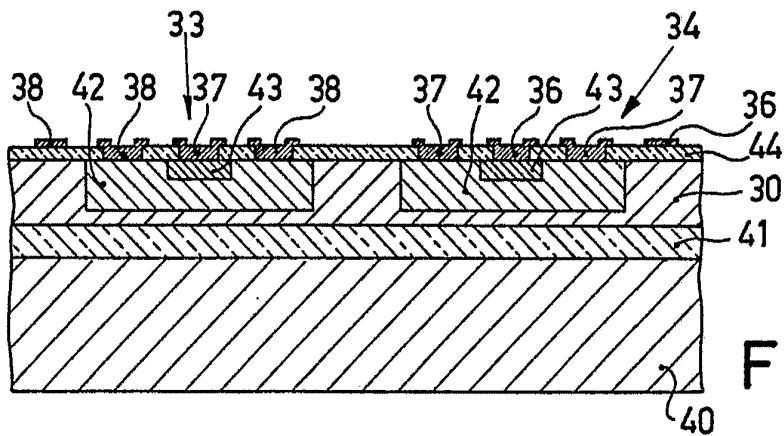


FIG. 7

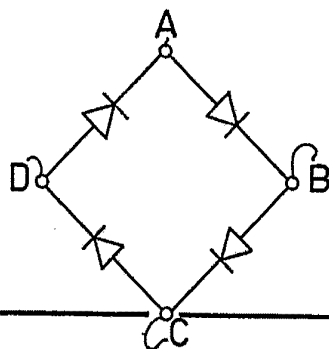


FIG. 8

Alfred

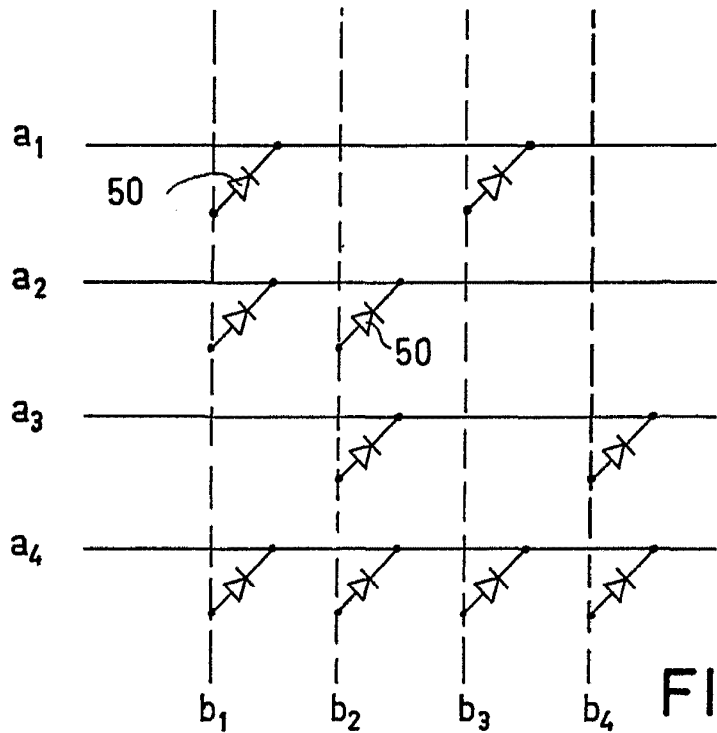


FIG. 9

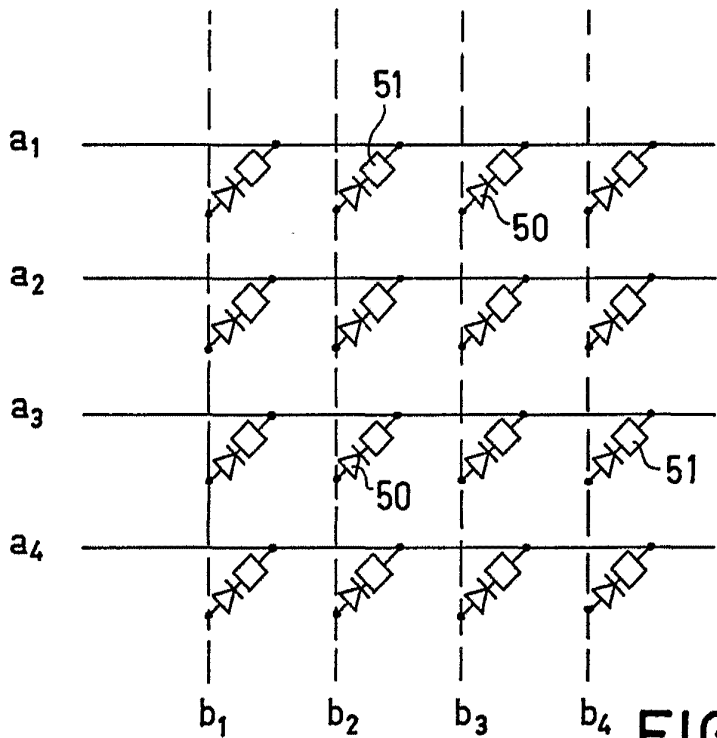


FIG. 10

Alber...

For Fabr...