

409788

13



P.- 52.726

FIG-71-129

F.c. 17-2-75

Int. Cl.: HO1L

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Armonk, N.Y. 10504, Estados Unidos de América.
rica.

por: "UNA DISPOSICION DE ESTRUCTURA MONOLITICA"
(Clase Internacional HO1L, HO5k)

10.1.73

- 1 -

409788

13



Fundamento de la invención

1. Campo de la invención

Esta invención se refiere a dispositivos de circuitos integrados y, más particularmente, a diodos de barrera Schottky.

5

2. Solicitudes relacionadas

La solicitud española Nº 409.787 depositada el mismo día que la presente solicitud, se refiere al dispositivo de barrera Schottky y al procedimiento en sí.

10

3. Descripción de la técnica anterior.

La teoría de los diodos de barrera Schottky es un fenómeno bien conocido que se remonta a muchos años. Sin embargo, hasta los tiempos recientes el uso de diodos de barrera Schottky en forma monolítica ha estado limitado debido a consideraciones de formación, rendimiento y compatibilidad con los procedimientos existentes de diodos monolíticos que contribuyen en gran medida al costo global de fabricación de los diodos de barrera Schottky.

15

Como es bien sabido por la técnica anterior, las características eléctricas primarias de un diodo de barrera Schottky están determinadas por la diferencia de función de trabajo entre el metal y el sustrato semiconductor sobre el cual está formado. Una vez que está determinada esta curva característica básica, la familia de curvas características es modificable entonces de acuerdo

20

25

409788



5 con la geometría o configuración particular del diodo de
barrera Schottky. De este modo, cuando se pretende habilitar
diodos de barrera Schottky en forma monolítica para
diversas aplicaciones de circuitos, es frecuentemente ne-
cesario utilizar metales de tipos diferentes para formar
diferentes diodos de barrera Schottky, dependiendo de su
10 aplicación particular en el circuito. Lo cual está asi-
mismo limitado por la función de trabajo particular del
único metal empleado y del sustrato semiconductor. Este
requerimiento constituye un gran inconveniente o trabajo
en las líneas de fabricación de circuitos integrados de
gran volumen.

15 Asimismo, la incorporación de diodos de barre-
ra Schottky a los circuitos monolíticos ha sido impedida
debido al hecho de que muchos de los metales necesarios
para formar un diodo de barrera Schottky particular que
tenga las características eléctricas deseadas son de un
metal particular incompatible con los sistema metalúrgi-
cos de interconexión de circuitos integrados del usuario.
20 Por lo tanto, los procedimientos eran complicados y cos-
tosos.

Resumen de la invención

25 Por lo tanto, es un objeto de la presente inven-
ción proporcionar un diodo de barrera Schottky que sea
de fabricación extremadamente sencilla, en forma monolí-

409788



tica y, sin embargo, extremadamente confiable en las con
diciones polarizadas en sentido directo y en sentido in-
verso y el cual pueda ser fabricado también con altos
rendimientos correspondientes.

5 Otro objeto de la presente invención es propor-
cionar un diodo de barrera Schottky que sea compatible
con las tecnologías metalúrgicas de interconexión cono-
cidas.

10 Un objeto más de la presente invención es pro-
porcionar un diodo de barrera Schottky compuesto de un
sistema metalúrgico fijo que presente una familia de cur
vas características apropiadas para aplicación en circui-
tos integrados de funciones múltiples, tanto de memoria
como de funciones lógicas.

15 De acuerdo con los objetos anteriormente mencio-
nados, la presente invención proporciona un diodo de ba-
rrera Schottky apropiado para habilitación en forma mono
lítica en circuitos integrados de funciones múltiples, de
memoria y lógicas, que comprende un sustrato semiconduc-
tor y un sistema de más de un metal que establece contac-
20 to con el sustrato semiconductor para formar uniones de
diodo de barrera Schottky.

25 El anterior y otros objetos, características y
ventajas de la invención, resultarán evidentes de la si-
guiente descripción más particular de las realizaciones

preferidas de la invención, según se ilustra en los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 ilustra una comparación y la configuración de las curvas características básicas para el diodo de barrera de Schottky de la presente invención, es decir, un sistema de más de un metal contra un sistema metálico único;

10 La figura 2 es una representación esquemática de un circuito integrado de múltiple funciones que incluye una memoria sólo de lectura y los correspondientes circuitos de descodificación y detección que puede habilitarse completamente con un diodo de barrera Schottky que tiene un sistema metalúrgico fijo compatible con los requisitos eléctricos de los diferentes circuitos integrados.
15 La figura 3 muestra una estructura de diodo de barrera Schottky fabricada de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

20 La figuras 4, 5 y 6 ilustran la disposición monolítica específica de un diodo de barrera Schottky y varios circuitos funcionales de la figura 1;

25 La figura 7 ilustra las curvas características correspondientes para el diodo de barrera Schottky de la presente invención para aplicación a diferentes circuitos.

409788



Breve descripción de las realizaciones preferidas

Las curvas características de la figura 1 ilustran una comparación entre un diodo de barrera Schottky formado de un metal único, aluminio, y diodos de barrera Schottky formados con una unión de barrera Schottky de más de un metal, representados como Grupos I y II. Las variaciones dentro de cada uno de los Grupos I y II ocurren como resultado de las variaciones del proceso empleadas intencionadamente en la formación de los diodos Schottky. Sin embargo, las curvas características V-I del sentido directo ilustran claramente que la adición de cobre al sistema de aluminio puro, tomando el caso óptimo o la tercera curva del Grupo I, en comparación con la última curva del Grupo II, produce una caída de tensión de sentido directo aumentada de aproximadamente 40 milivoltios. La realización preferida de la presente invención utiliza una aleación de cobre y aluminio, debido a que este sistema metalúrgico es idealmente compatible con un sistema de interconexión metalúrgica de aluminio y cobre habilitado como una parte de la presente invención, y de este modo se simplifica en gran medida el proceso de fabricación global de los circuitos monolíticos integrados que comprenden otros dispositivos, tales como transistores, resistencias, condensadores, etc. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que son igualmente apropiados otros

409738



sistemas de más de un metal o aleación, dependiendo de las necesidades del usuario, teniendo en cuenta las características eléctricas deseadas de los circuitos integrados, así como el sistema metalúrgico del procedimiento global
5 de los circuitos integrados.

La habilitación del diodo de barrera Schottky de la presente invención en un esquema de circuito integrado de múltiples funciones da lugar a ventajas significativas sobre las técnicas anteriores ya conocidas, que emplean, ya sea
10 colectiva o individualmente, diodos de tipo difundido, transistores, o diodos de barrera Schottky que tienen uniones de semiconductores de metalúrgicas variadas.

En la figura 2 se ilustra un conjunto ordenado de memoria completa que incluye circuitos de dirección y de detección de una memoria de sólo lectura de 1024 bitios.
15 Solamente está representado en 10 uno de los cinco generadores necesarios, de verdad-complemento (T/C), de dirección, para la dirección Y. En otras palabras, para una memoria de sólo lectura de 1024 bitios, son necesarios otros
20 cuatro generadores de dirección de verdad-complemento con el fin de acomodar cuatro señales separadas de descodificación, B,C,D y E (ninguna de ellas representada). La salida procedente del generador de dirección de verdad-complemento comprende una señal de salida de verdad representada
25 por A y una señal de salida complementaria representada por

409788

13 

5 \bar{A} . Análogamente, un generador de dirección de verdad-complemento, de dirección X, está representado por 12 y proporciona una señal de salida de verdad F y una señal de salida complementaria \bar{F} en respuesta a una señal de entrada F de dirección. Solamente está mostrado uno de los tres generadores de dirección de complemento-verdad para lo que se requeriría realmente en una memoria de 1024 bitios.

10 En la dirección Y está ilustrado por 14 uno de los 32 circuitos activadores de descodificación y, en la dirección X, está designado por 16 uno de los ocho circuitos descodificaciones y activadores X. Finalmente, una parte del conjunto ordenado de diodos de sólo lectura, de 1024 bitios y elementos amplificadores de detección de salida 18 y 20, respectivamente, completan el circuito.

15 El funcionamiento particular de los generadores de dirección de verdad-complemento X e Y, de los circuitos activadores descodificadores X e Y, del conjunto ordenado de memoria y del amplificador de detección de salida no constituyen en sí la esencia de la invención, pero se han ilustrados con el fin de mostrar la posibilidad de habilitar una pluralidad de circuitos integrados diferentes y únicos, incluyendo circuitos lógicos y de memoria, con un diodo de barrera Schottky que tiene un sistema metalúrgico fijo y que varía solamente de tamaño

20

25

409788



y configuración, dependiendo de su aplicación en los diversos circuitos integrados.

El generador 10 de dirección de verdad-complemento Y y el generador 12 de dirección de verdad-complemento X constituyen circuitos idénticos, pero solamente
5 están mostrados los detalles del circuito 10 por razones de simplicidad. Ambos circuitos funcionan para proporcionar una verdad y una salida de complemento, A , \bar{A} , en respuesta a una señal de entrada A . Además de utilizar diodos de barrera Schottky en el circuito, este circuito 10
10 comprende básicamente medios lógicos de emisor-seguidor interruptores de corriente, y su funcionamiento general es bien conocido en la técnica.

Un par de diodos Schottky D1 y D2 funcionan para
15 aislar los emisores de los transistores TX1 y TX2 entre sí, y de este modo permite la realización de las funciones lógicas tanto en el emisor como en el colector de cada uno de estos transistores TX1 y TX2. Las ventajas de utilizar diodos de barrera Schottky D1 y D2, en lugar
20 de diodos difundidos, resultan del hecho de que cuando se establecen en forma monolítica, los diodos D1 y D2 pueden ser integrados en el colector del transistor TX3 y permitir de este modo mayores densidades.

Con el fin de bloquear un transistor TX4 en el
25 generador 10 de dirección verdad-complemento, están co-



409788

nectados un par de diodos de barrera Schottky D3 y D4 en
tre sus uniones de base y colector. El par de diodos de
barrera Schottky, según se disponen de acuerdo con la
presente invención, proporcionan la caída de tensión crí
tica mayor necesaria que la que se puede obtener con un
5 simple diodo difundido. Es decir, el par de diodos D3 y
D4 proporcionan una caída de tensión crítica de aproxima
damente 1,0 voltios, en tanto que un único diodo difundi
do puede sólo proporcionar una caída de tensión de apro
ximadamente 0,8 voltios, que sería insuficiente para blo
10 quear el transistor TX4 y mantener así un transistor de
entrada TX5 fuera de saturación. El uso de un par de dio
dos de barrera Schottky contruidos de acuerdo con la pre
sente invención ofrece, naturalmente, una ventaja signifi
cativa sobre el uso de un transistor para fines de bloqueo,
15 ya que los diodos de barrera Schottky ofrecen ventajas sig
nificativas de rendimiento sobre los transistores.

El circuito 14 descodificador y activador Y com
prende una pluralidad de diodos de barrera Schottky D5
20 a D9. Estos diodos proporcionan, en combinación, una fun
ción "Y". Asimismo se consiguen ventajas de rendimiento,
velocidad, área reducida mejoradas disponiendo esta fun
ción lógica con diodos de barrera Schottky en contra
posición a los diodos difundidos usuales.

25 Una parte de la memoria 18 de sólo lectura, de



diodos de barrera Schottky, de 1024 bitios, comprende
ocho diodos de barrera Schottky representados por DA.
Las características de estos diodos de barrera Schottky
particulares caen en el intervalo comprendido entre las
5 curvas señaladas por 21 y 22 de las curvas designadas por
21, 22 y 23 de la figura 7, dependiendo de su posición
en el conjunto, ya que la resistencia varía como una fun
ción de la posición del conjunto de diodos y de este
modo influye sus características V-I. Asimismo, las ven-
10 tajos sobre los diodos difundidos son el área reducida
y la velocidad y rendimiento incrementados. Los mismos
beneficios se consiguen por el uso de diodos de barrera
Schottky en lugar de mediante transistores difundidos
usuales.

15 Haciendo referencia ahora al circuito 16 de
descodificador y activador X, un par de diodos D9' y D10
proporcionan una función de bloqueo para cada uno de sus
transistores asociados TX7 y TX8. Asimismo, las ventajas
de la utilización de diodos de barrera Schottky en esta
20 función lógica reside en su compatibilidad monolítica con
el proceso global de fabricación de un sistema metalúrgi
co fijo idéntico en toda la pluralidad de circuitos in-
tegrados, en tanto que es capaz sin embargo de cumplir
los requisitos eléctricos necesarios. Igualmente, un par
25 de diodos de barrera Schottky D11 y D12 conectados en se

409788



rie proporcionan una translación de voltaje crítica entre el emisor del transistor TX9 y el nudo 24. En esta aplicación del circuito, es necesaria una caída de translación de 1,0 voltios y, con la tecnología actual, el único equivalente sería el uso de un transistor y una resistencia, que presentaría igualmente la desventaja anteriormente citada.

Haciendo referencia ahora al amplificador receptor de salida 20, un diodo de barrera Schottky D13 funciona para proporcionar una caída de voltaje crítica entre el colector y la base del transistor TX10. El rendimiento incrementado resulta del uso de un diodo de barrera Schottky en esta solicitud, en contraposición a un diodo difundido.

Asímismo situados en el circuito 20, hay un par de diodos de barrera Schottky D14 y D15, que funcionan para aislar los diodos del conjunto entre sí y que funcionan también para trasladar la tensión desde su cátodo a la base del amplificador receptor de entrada TX10. Igualmente, resultan ventajas de área reducida, velocidad y rendimiento incrementados, del uso de diodos de barrera Schottky en esta posición, en contraste con otros sustitutos de dispositivos conocidos.

Como se describirá con mayor detalle con respecto a la figura 3, se puede apreciar que un diodo de barre

409788



ra Schottky de más de un metal, fabricado por un procedimiento idéntico, usando materiales idénticos, es idealmente apropiado para equipar a circuitos integrados de funciones diferentes, de memoria y lógicas.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 3 para una descripción del dispositivo de barrera Schottky y del procedimiento para fabricar el mismo, se selecciona inicialmente un sustrato semiconductor 26 de tipo P-A continuación, se difunde una región N+ 28 en el sustrato de
10 partida 26. Después se deposita una capa 30 epitaxial N- sobre el sustrato 26, en cuyo momento la región 28 N+ se difunde hacia fuera en ella para formar la región 28, según se representa esquemáticamente. Luego, una difusión aislante forma la región 32 aislante P+ para aislar el
15 diodo de barrera Schottky. Después se difunde impureza N+ dentro de la capa epitaxial 30 para formar una región N+, 34, que constituye finalmente el cátodo del diodo de barrera Schottky. Después de formar la región N+, 34, se deposita una delgada capa 36 de dióxido de silicio sobre
20 la capa de óxido 37. La capa de óxido 37 se forma térmicamente durante las operaciones del procedimiento previamente descrito. A continuación, utilizando técnicas usuales fotolitográficas y de ataque químico, se forman un par de aberturas de contacto 38 y 39 a través de las
25 capas de óxido 37 y 36.

409788



5 Se requieren entonces tres operaciones de procedimiento para formar las regiones designadas por 40, 41 y 42. La región 40 constituye el ánodo del diodo de barrera Schottky y comprende una aleación de aluminio, cobre y silicio. Las regiones 41 y 42 proporcionan contactos para el cátodo y el ánodo del diodo de barrera Schottky, respectivamente.

10 Con el fin de formar estas regiones, se efectúa una evaporación de aluminio y cobre de colchón sobre toda la superficie. En una realización específica, se depositan conjuntamente un 95% en peso de metal aluminio y un 5% en peso de metal cobre como un sistema metalúrgico, a una temperatura de 200°C y hasta una altura de 1,2 micras sobre toda la superficie superior. A continuación, se sinteriza todo el dispositivo a 400°C durante 75 minutos en un ambiente gaseoso de nitrógeno o gas relativamente inerte. Después se utiliza un reactivo químico apropiado para arrancar por ataque químico el material de aluminio y cobre con el fin de definir las regiones 40 y 41. Estas regiones actúan de este modo como parte del diodo y también como metalurgia usual de interconexión, definida por la operación de ataque químico, para interconectar los diodos Schottky con otros dispositivos activos y pasivos del sustrato.

25 Se selecciona la temperatura de 200°C para la

409788



5 evaporación del sistema metalúrgico de aluminio y cobre en esta realización particular con el fin de proporcionar las características deseadas de tamaño de grano metalúrgico y adherencia, y las cualidades de migración requeridas.

10 Otra realización apropiada utiliza el 92% en peso de aluminio, el 5% en peso de cobre y el 3% en peso de silicio para la etapa de evaporación. En este caso, el silicio se añade al sistema metalúrgico con el fin de ayudar a evitar que el aluminio pase al material semiconductor y, de este modo, en algunos casos, impida la degradación de rendimiento del dispositivo. Una capa 43 depositada electronicamente se dispone finalmente sobre el dispositivo como una operación de pasivación final.

15 La figura 4 ilustra la disposición monolítica del diodo de barrera Schottky D4 en el colector del transistor TX5 (figura 2). Dentro de la capa epitaxial 43' N se coloca una región 44 de su colector N+. La región de base y el contacto de base para el transistor TX5 comprende la región 45 y el contacto 46.

20 Una región de emisor 48 y un contacto de emisor 50 completan la estructura del transistor TX5. Integrable con el mismo, el diodo de barrera Schottky D4 comprende un terminal 50 de ánodo en contacto con la aleación de
25 aluminio, cobre y silicio que forma la unión (no muestra-

409788

13 10.1.73

da) del diodo de barrera Schottky, y un contacto 52 de cátodo para una región N+ (no mostrada).

5 En la figura 5 se ilustra la disposición monolítica de un diodo de barrera Schottky correspondiente al mostrado, por ejemplo, en la figura 2, como el diodo D12. La estructura comprende una región 60 epitaxial N en la que está formada una capa 62 enterrada N+. Un contacto de ánodo 64 para la unión (no mostrada) de barrera Schottky de aleación de aluminio, cobre y silicio, y un
10 contacto de cátodo 66 para una región 68 difundida N+, constituyen el dispositivo completo de barrera Schottky.

En la figura 6 el diodo de barrera Schottky comprende una región 70 aislante P+ una capa epitaxial 72 de tipo N, un contacto 74 de ánodo y un contacto 76 de cátodo, y corresponde a la disposición de un diodo tal como
15 el D3 representado en la figura 2.

De este modo, la habilitación de un circuito integrado monolítico que utiliza diodos de barrera Schottky formados con un sistema metalúrgico de más de un metal da lugar a dispositivos de alto rendimiento y producción que
20 son compatibles con las metalúrgias de interconexión existentes y proporcionan de este modo grandes ahorros económicos.

Además, los diodos de barrera Schottky fabricados de acuerdo con la presente invención presentan exce-
25

409788



lente rendimiento, tanto bajo condiciones de polarización en sentido directo como en sentido inverso para numerosas aplicaciones en circuitos, sin tener que recurrir a otros sistemas metalúrgicos para formar el diodo de barrera Schottky necesario para aplicaciones de circuito particulares.

Específicamente, la figura 7 ilustra adicionalmente esta capacidad de realización. La curva designada por 21 define las características de V-I para los diodos Schottky tales como los designados (figura 2) por D1, D2, D4 y D9 a D15, y la curva 23 define las características de V-I para los diodos que corresponden a aquellos como el D3 (figura 2).

Aunque la invención ha sido mostrada y descrita en particular con referencia a las realizaciones preferidas de la misma, los expertos en la técnica entenderán que se pueden hacer en la misma otros cambios de forma y de detalle sin apartarse del espíritu y del alcance de la invención.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 20 de Diciembre de 1971, bajo el Nº 209.976, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

409788

13



REIVINDICACIONES

5

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Una disposición de estructura monolítica que comprende: un sustrato semiconductor; más de unos medios de circuito integrado independientes y funcionales diferentemente, situados en dicho sustrato semiconductor; comprendiendo un primer medio de dichos más de
15 unos medios de circuito integrado independientes y funcionales diferentemente una pluralidad de diodos de barrera Schottky situados en dicho sustrato semiconductor; comprendiendo cada uno de dicha pluralidad de diodos de barrera Schottky un sistema de más de un metal en contacto
20 de dicho sustrato semiconductor para formar uniones de diodo de barrera Schottky; un diseño metálico de interconexión dispuesto en dicho sustrato, estando destinada al menos una parte de dicho diseño metálico de interconexión a interconectar dicha pluralidad de diodos de barrera Schottky; y comprendiendo dicho diseño metálico de in
25

10.1.73

Rg

409788

13 ENE 1973

terconexión un sistema metálico que comprende dicho sistema de más de un metal.

5 2ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que: dicho sistema de más de un metal hace contacto con dichos sustratos semiconductores para formar uniones de diodo de barrera Schottky y dicho diseño metálico de interconexión constituye una trayectoria eléctrica continua.

10 3ª.- Una disposición según la reivindicación 2ª, en la que dicha pluralidad de diodos de barrera Schottky constituyen una memoria sólo de lectura.

15 4ª.- Una disposición según la reivindicación 2ª, en la que cada uno de los restantes medios de circuito integrado independientes y funcionales diferentemente comprende, por lo menos, un único diodo de barrera Schottky; y cada uno de dichos al menos un diodo de barrera Schottky único comprende un sistema de más de un metal que hace contacto con dicho sustrato semiconductor para formar una unión de diodo de barrera Schottky.

20 5ª.- Una disposición según la reivindicación 4ª, en la que por lo menos una parte de dicho diseño de interconexión metálico está destinada a conectar dichos otros medios de circuito integrado independientes y funcionales diferentemente con dicha memoria sólo de lectura.

25 6ª.- Una disposición según la reivindicación

10.1.73



409788

5^a, en la que dichos otros medios de circuito integrado independientes y funcionales diferentemente comprenden primeros medios de circuito lógico para tener acceso a dicha memoria de lectura única, y segundos medios lógicos para percibir el estado binario de dicha memoria de lectura única.

7^a.- Una disposición según la reivindicación 2^a, en la que dicho sistema de más de un metal comprende aluminio y cobre.

10 8^a.- Una disposición según la reivindicación 7^a, que incluye además una capa de pasivación dispuesta mutuamente entre dicho diseño metálico de interconexión y la superficie superior de dicho sustrato semiconductor.

15 9^a.- Una disposición según la reivindicación 4^a, en la que dicho al menos un diodo de barrera de Schottky está conectado a un dispositivo activo para bloquear el dispositivo activo.

20 10^a.- Una disposición según la reivindicación 4^a, en la que dicho al menos un diodo de barrera de Schottky único está conectado a un dispositivo activo para proporcionar una traslación de voltaje.

25 11^a.- Una disposición según la reivindicación 4^a, en la que dicho al menos un diodo de barrera Schottky único está conectado a un dispositivo activo para desco-

10.1.73

409788



dificar señales binarias.

12ª.- UNA DISPOSICION DE ESTRUCTURA MONOLITICA.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

5

Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

13 ENE. 1973

Madrid,

P.A.

Alberto de Elizaburu
Per Fedat

10.1.73

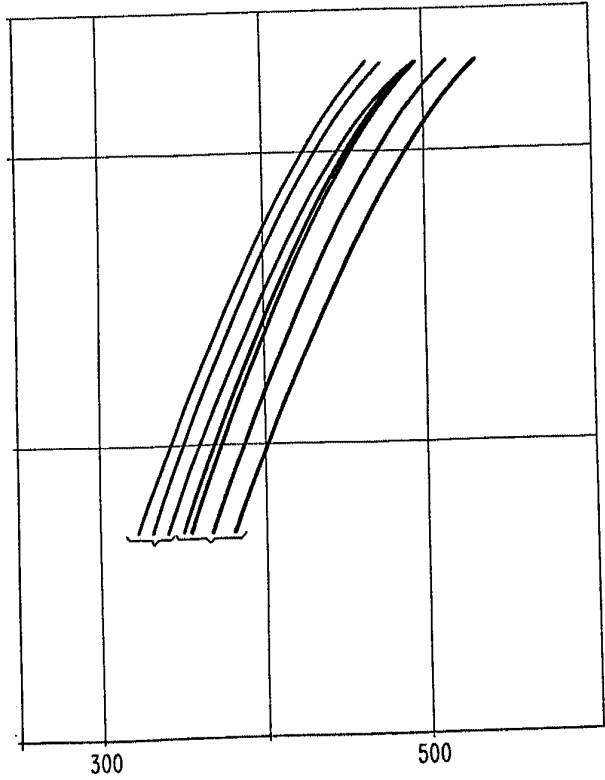
C.M.H.

- 21 -

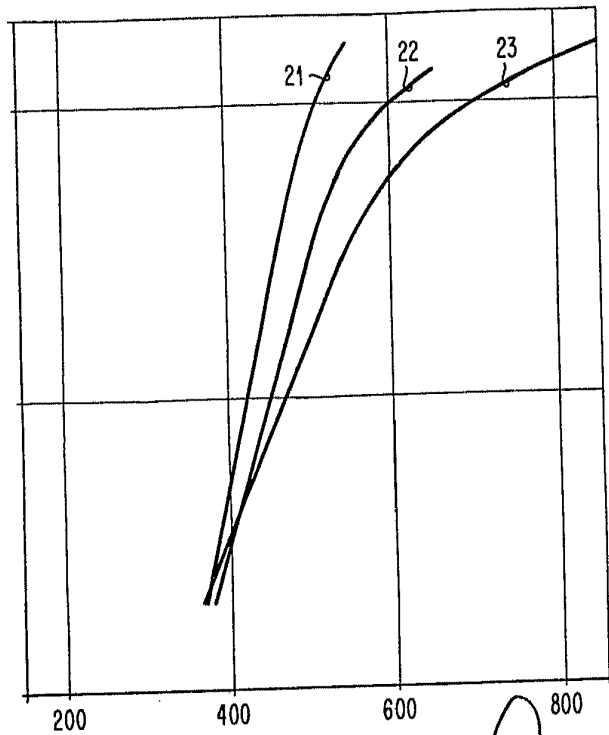
409788

13 

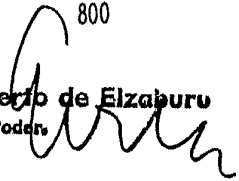
I
FIG. 1



I
FIG. 7



Alberto de Elizaburu
Per Foden



811126

409788

13

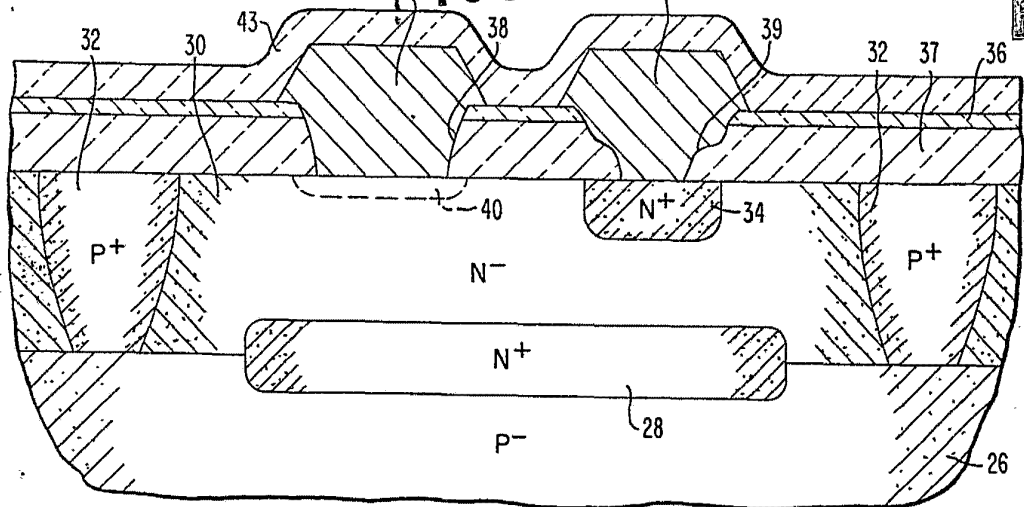


FIG. 3

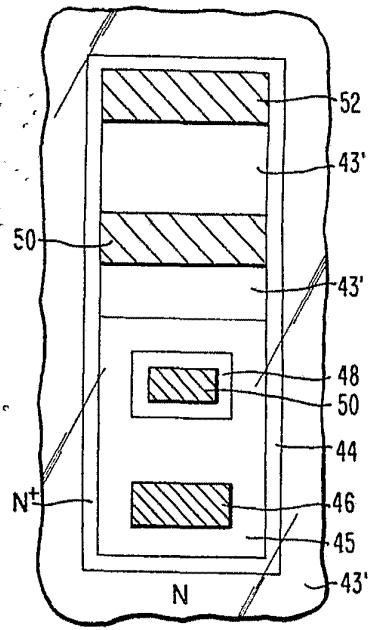


FIG. 4

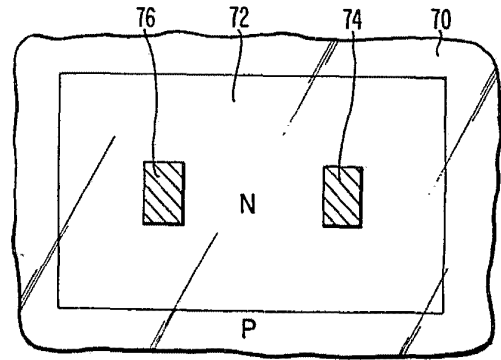


FIG. 6

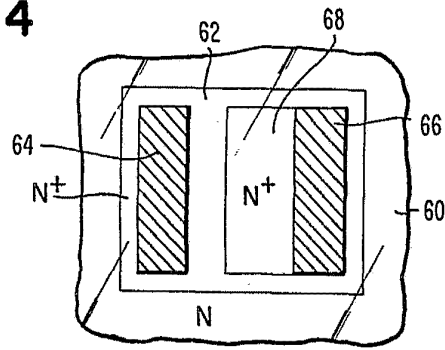


FIG. 5

Alberto de Elzaburu
Per Podem

Alphabetic Cipher
Per Federal

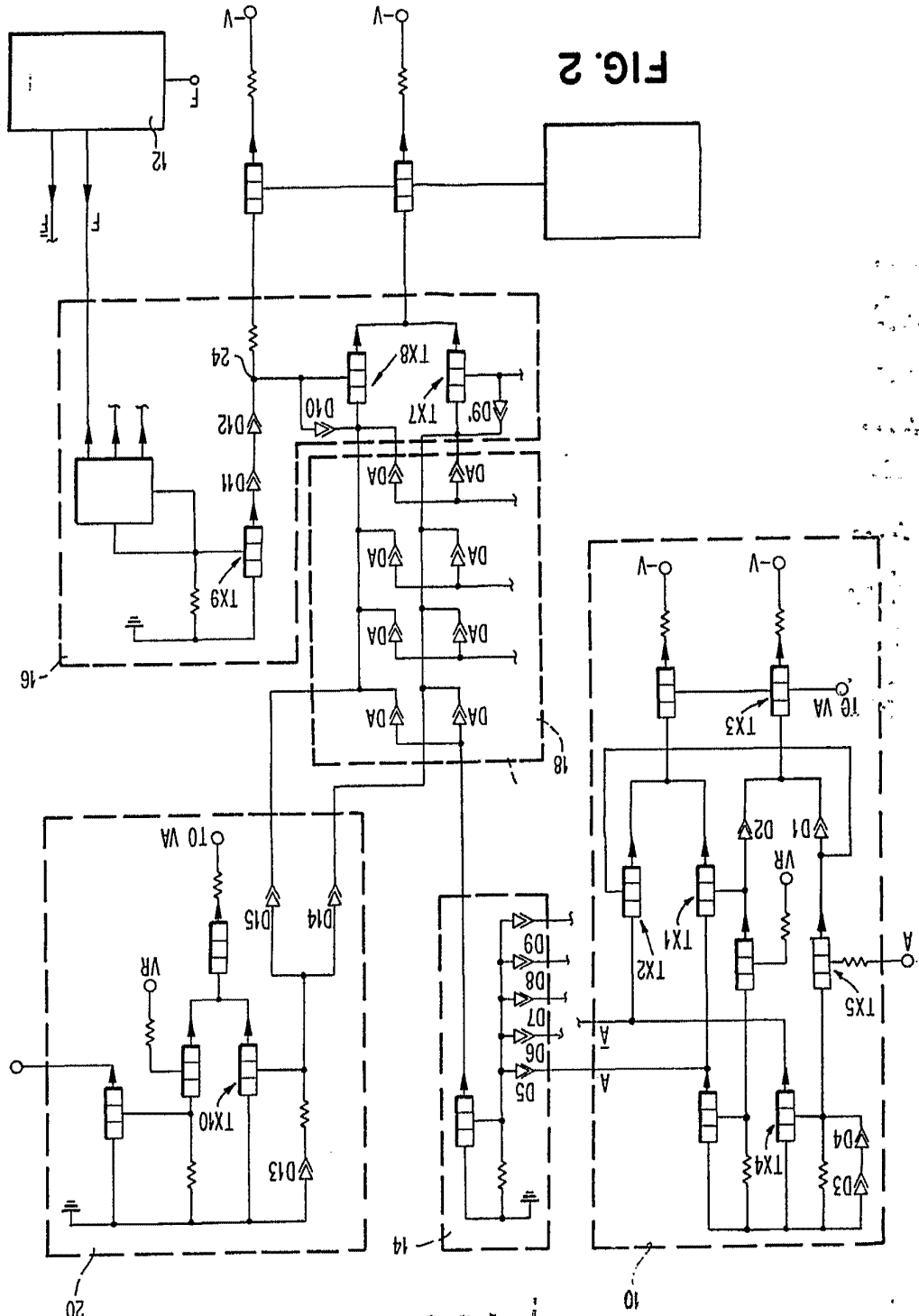


FIG. 2

409788



57726