

407127



P.- 52.024

IBM Docket SZ 9-71-006

F. e. 16-12-74

Int. Cl.: G11c

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
entidad norteamericana

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

por: "UN DISPOSITIVO SEMI-CONDUCTOR DE CONMUTACION O
MEMORIA"

(Clase Internacional G11c)

2.10.72

407127



En capas delgadas de diversos materiales se han observado procesos eléctricos de conmutación entre un estado estable de gran impedancia y un estado estable de menor impedancia. A estos materiales pertenecen el Nb_2O_5 , el NiO , los vidrios de calcogenuro, el $GaAs$, el TiO_2 , vidrios impurificados con metales de transición y una serie de otros aisladores. Las capas, con excepción de las de VO_2 , se encuentran primero en un estado de escasa conductividad y precisan de una perforación o descarga, es decir, de un proceso de formación, para llevarlas al estado muy conductor. En el NiO se han observado puentes metálicos entre los electrodos. En el caso de los vidrios de calcogenuro se supuso que un cambio de fase en el vidrio fue la causa del estado estable de alta conductividad. El proceso de conmutación o cambio en vidrios de fosfato impurificados con metales de transición fue achacado a efectos electrónicos basados en la presencia de iones de valencia mixtos, como Cu^I o Cu^{II} . El proceso de conmutación en películas de VO_2 , por el contrario, es puramente térmico y se basa en la conocida transición metal-aislador que tiene lugar a 68° . Por consiguiente, los procesos biestables en materiales amorfos y capas delgadas se basan en toda una serie de fenómenos físicos, véase, por ejemplo, "Solid Sta-

407127



5 te Electronics", de T. W. Hickmot y W. R. Hyatt, Pergamon Press, 1970, vol. 13, páginas 1033 a 1047. En "Proceedings of the IRE", vol. 47, 1959, págs. 1207 a 1213, se informó ya acerca de procesos de conmutación y almacenamiento (memoria) en dispositivos semi-conductores de germanio compensado y sin compensar a una temperatura de 20°K. En "Applied Physics Letters", 1970, vol. 17, No. 4, págs. 141-143, finalmente, se informó acerca de un dispositivo semi-conductor bistable que tiene una transición entre materiales diversos de ZnSe-Ga, ZnSe-GaAs, GaP-Ga o GaP-Si y que trabaja a temperaturas ambiente; véase a este respecto la solicitud de patente suiza No. 8504/71.

15 Los mencionados dispositivos tienen en común la posible ventaja de la sencillez y la posibilidad de grandes densidades de agrupación para memorias de datos en instalaciones de cálculo electrónicas.

20 Un inconveniente de los mencionados dispositivos, sin embargo, reside en la incompatibilidad con la técnica actual de los circuitos de semi-conductores, tanto en lo que se refiere a los valores eléctricos de funcionamiento como también en lo que respecta a la fabricación, en especial cuando los dispositivos deben integrarse con circuitos lógicos de semi-conductores.

25



407127

5. El presente invento se propone orillar los mencionados inconvenientes. Tiene por finalidad crear un elemento de memoria biestable que no necesita corriente de reposo para mantener su estado de memoria durante largo tiempo.

10 Un objeto del invento es un elemento de memoria biestable que permite una densidad de agrupación especialmente elevada sin que ello produzca demasiado calentamiento a consecuencia del consumo de energía eléctrica.

Otro objeto del invento es una celda de memoria que conmuta con especial rapidez y presenta una seguridad elevada.

15. Otro objeto del invento es una celda de memoria compatible con los circuitos integrados de la técnica tradicional y que puede ser insertada sin inconvenientes en tales circuitos.

20 Estos objetos se consiguen mediante un dispositivo semi-conductor de conmutación o de memoria que tiene una transición de Schottky y que es capaz de dos estados de impedancia estables con independencia de la aportación exterior de energía. La transición de Schottky, formada por un electrodo metálico aplicado sobre el material semi-conductor, posee en
25 la zona de vaciado provocada por el contacto una den-



407127

sidad especialmente alta de trampas.

El invento será explicado con más detalle en lo que sigue haciendo referencia a los dibujos, mediante ejemplos de realización. En los dibujos muestran:

5

La fig. 1, la curva característica corriente-tensión de un contacto de Schottky biestable;

la fig. 2, un ejemplo de realización en vista desde arriba de un diodo de Schottky;

10

la fig. 3, una sección transversal del diodo de la fig. 2;

la fig. 4, un ejemplo de ejecución en vista desde arriba de un transistor de efecto de campo con contacto de mando de Schottky;

15

la fig. 5, una sección transversal a través del transistor según la fig. 4;

la fig. 6, un grupo de curvas características del transistor según las figs. 4 y 5;

20

la fig. 7, un circuito para una celda de memoria;

la fig. 8, en representación gráfica, la dependencia de la tensión de conmutación de un elemento respecto de la conductividad en el estado muy conductor; y

25

la fig. 9, la representación gráfica de la

407127



resistencia del elemento en estado muy conductor en función de la resistencia específica de la capa conductora del semi-conductor.

La fig. 1 muestra la curva característica de un diodo de Schottky capaz de memoria. Los valores registrados se refieren a un elemento formado por un contacto de rodio sobre arseniuro de galio. La línea A-D corresponde a la curva característica normal del diodo, que tiene una tensión natural de contacto de aproximadamente $\pm 0,6$ V. Como resulta de la consideración de la curva, la resistencia del diodo es pequeña para elevados valores de tensión pero, por el contrario, para valores de tensión pequeños así como negativos, la resistencia del diodo es alta. Si se le aplica al diodo una tensión negativa y se aumenta hasta el punto A y más allá de él, se realiza una conmutación. La tensión disminuye luego fuertemente y por el diodo circula una corriente negativa alta, como corresponde al punto B de la fig. 1. Un diodo tradicional quedaría entonces definitivamente destruido, correspondiendo su comportamiento a la curva B-C y no pudiendo comprobarse ya una acción rectificadora. En el presente diodo, sin embargo, por aplicación de una tensión positiva, que llega hasta el punto C o lo sobrepasa, puede restablecerse el comportamiento original. El

-4 OCT. 1972

407127



elemento conmuta entonces al punto D y, después de esa conmutación, su comportamiento corresponde de nuevo a la característica A-D primitiva.

5 El valor de la corriente en el punto B de la fig. 2 depende de la línea de carga recorrida durante la operación de conmutación. Un valor típico del punto de conmutación C para los diodos de arseniuro de galio está en aproximadamente 6 mA pero, de acuerdo con el dimensionamiento del elemento, puede
10 estar más bajo. El estado muy conductor es casi óhmico y, por ejemplo, se encuentra en el margen de 50 a 500 ohmios. El valor de resistencia para un elemento determinado depende de la conductividad del material semi-conductor que está debajo del electrodo de Schottky,
15 es decir, de la impurificación de este material. La fig. 9 muestra la relación de estas magnitudes. En abscisas se ha registrado la resistencia específica de las capas epitácticas empleadas en algunos ejemplos de realización. Las ordenadas muestran la resistencia
20 de los elementos correspondientes en el estado de conmutación muy conductor.

Un valor típico de tensión en el punto de cambio de la conductividad baja a la alta se halla, para los diodos de arseniuro de galio, entre 0,5 y
25 5,V. El estado de conductividad más baja corresponde,

407127



como ya se ha hecho notar, al estado de la curva carac-
terística normal del diodo con una resistencia mayor
de 10^5 ohmios por debajo de la tensión de contacto.
La resistencia de los diodos, sin embargo, puede tam-
5 bién ser menor a consecuencia de la primera perfora-
ción realizada y de las corrientes de fuga a ella in-
herentes. El elemento de memoria biestable, por consi-
guiente, puede describirse también como un elemento
que puede ser conmutado desde un diodo de Schottky a
10 una resistencia óhmica y, viceversa, a un diodo de
Schottky.

El estado D del diodo que reina bajo tensión
positiva es estable y no es posible una conmutación
desde este estado y, por tanto, su memoria es infini-
15 ta. Esto es también cierto para el estado A negativa-
mente polarizado en el caso de tensiones menores que
la de conmutación. Después de conmutar al punto B, no
obstante, el elemento permanece constantemente en es-
tado muy conductor, incluso cuando es recorrido por
20 corrientes continuas o alternas. El estado muy conduc-
tor es abandonado sólo cuando es aplicada una corrien-
te positiva suficientemente grande para rebasar el
punto C de conmutación.

El fenómeno físico en que se basa la conmu-
25 tación de las características de diodos Schottky es,

407127



evidentemente, de naturaleza electrónica y se basa en la presencia de huecos. Cuando es aumentada la tensión negativa en la transición metal-semiconductor, de modo que se llega a la descarga de perforación o se queda muy cerca antes de ella, los portadores libres pueden adquirir en la zona de vaciado energía suficiente en el campo eléctrico para ionizar en el choque las impurificaciones de los puntos de adherencia de baja energía, denominados aquí también "trampas" por causa de la bibliografía inglesa. En el caso de una intensidad crítica del campo eléctrico, esta ionización sobrepasa el régimen de recombinaciones y se produce una perforación reversible y no destructiva. Al final del proceso están ionizadas en esencia todas las impurezas y la conductividad se ha modificado hasta cuatro órdenes de magnitud. La zona en la cual se ha modificado la conductividad está netamente limitada a aquella en la cual el campo eléctrico ha rebasado un valor crítico. Por consiguiente, puede hablarse de una modulación localizada de la conductividad y, por decirlo así, de un filamento de conductividad. Finalmente, bajo la influencia de una tensión positiva, en el estado de escasa conductividad, son inyectados electrones en la transición entre semiconductor y metal. Como la corriente circula por un filamento, la

2.10.72

407127



densidad de electrones en las proximidades de los huecos ionizados positivamente se hace tan alta que, incluso cuando la densidad de las trampas vacías en esta zona sea alta, éstas se llenan rápidamente. Cuando
5 la densidad de electrones inyectados es suficientemente grande, es eliminado el camino de la baja resistencia a través de la transición y aparece el estado de gran resistencia. Estos procesos son semejantes a los descritos en la Memoria de patente antes mencionada.

10 El arseniuro de galio compensado contiene numerosas trampas. Todo diodo de Schottky construido sobre este material, por consiguiente, presentará las propiedades descritas (véase, por ejemplo, "Soviet Physics - Semiconductor", B. V. Kormilov y col, vol.
15 5, No. 15.119, 1971). Típicamente, se desarrolla sobre un sustrato de menor conductividad una capa conductora de tipo N por epitaxia, capa que está suficientemente impurificada para recibir un electrodo de Schottky. Luego se lleva a cabo un proceso de formación aplicando durante breve tiempo una tensión negativa que conduzca a la perforación. De este modo,
20 el elemento es hecho biestable.

Para la mayoría de los diodos, el campo de perforación está en el orden de magnitud de 10^6 V/cm.
25 Después de esta primera perforación, los procesos de

407127

conmutación tienen lugar como se ha descrito en relación con la fig. 2, conmutando el elemento desde el estado de gran conductividad en el punto de transición de corriente C al estado de baja conductividad D y volviendo de nuevo en la transición de tensión A al estado de gran conductividad B. Puede verse que la técnica de fabricación para los diodos biestables de arseniuro de galio es convencional salvo el proceso de formación por el cual, por primera vez, se determina una perforación del diodo en el sentido del bloqueo. Esta propiedad se basa en la circunstancia de que el arseniuro de galio contiene un gran número de trampas lo cual, sin embargo, no es el caso de todos los materiales semiconductores.

El silicio semiconductor está ampliamente exento de trampas. Los diodos Schottky tradicionales fabricados con silicio no son biestables y la perforación por la tensión negativa, que en el caso del arseniuro de galio conduce a esta propiedad, es en ellos definitiva. La biestabilidad puede provocarse por la introducción de trampas en el silicio. De este modo, la fabricación de diodos de Schottky de silicio biestables resulta igualmente posible que la de los diodos Schottky de arseniuro de galio.

Así, puede fabricarse un diodo sobre mate-

407127



rial muy conductor o con un canal de conducción impu-
rificado de espesor suficiente. Antes de la fabrica-
ción, el silicio es impurificado mediante una difu-
sión de impurificaciones de trampas, como, por ejem-
5 plo, platino, níquel, oro o cualquier otro material
semejante que provoque en el silicio suficientes tram-
pas. También el hierro, el manganeso, el mercurio, el
cromo, la plata, el cobre, el cinc, el cobalto, son
materiales apropiados para esta finalidad. Es neces-
10 ario comenzar con este proceso de difusión puesto que
se desarrolla a unos 1.000° y, por el contrario, la
fabricación de los diodos de Schottky necesita sola-
mente 550°. Los diodos de Schottky pueden ser fabrica-
dos, por ejemplo, según uno de los métodos descritos
15 para transistores de Schottky en el "IBM Journal of
Research and Development", vol. 14, No. 2, de Marzo
de 1970. Por ejemplo, en una primera operación de en-
mascaramiento se determina la superficie de semi-con-
ductor a metalizar y se metaliza con paladio. Se apli-
20 ca entonces sobre uno de los contactos oro impurifica-
do con antimonio, se difunde y toda la superficie de
contacto se transforma en un contacto óhmico. La difu-
sión y aleación se realiza a 550°. El proceso se ajus-
ta por sí mismo y hace posible la fabricación de die-
25 dos con distancia entre contactos especialmente redu-



407127

cida. Los campos de perforación producidos son mayores de 10^6 V/cm a tensiones relativamente pequeñas. La separación entre contactos puede ser de aproximadamente una micra. La tensión de formación necesaria es de
5 unos 20 V. Las tensiones y las corrientes de conmutación son algo mayores que las de los diodos de arseniuro de galio. Está claro que resultan posibles cualesquiera configuraciones de los contactos y muchas composiciones metálicas para la fabricación de contactos
10 de Schottky y contactos de Ohm sobre silicio, de modo que se obtienen diodos biestables cuando el silicio es impurificado con un número suficiente de trampas. También resulta posible el uso de otros materiales semi-
-conductores, como, por ejemplo, el germanio.

15 Como la modulación en conductividad en el material semi-conductor se produce a modo de filamentos, pueden fabricarse dispositivos de memoria extremadamente pequeños. Con la propiedad que tiene el dispositivo de no consumir en absoluto energía en estado
20 de reposo o de disponibilidad y sólo una energía de conmutación muy pequeña del orden de magnitud de 10 picojulios, resultan posibles memorias de semi-conductores de densidad de agrupación extremadamente grande.

25 Si la disposición geométrica del dispositivo se elige de manera experta de modo que la máxima

407127



intensidad de campo eléctrico se produzca en una zona exactamente delimitada y si se emplea un perfil de impurificación de trampas netamente delimitado, como resultado posible, por ejemplo, por implantación de iones, entonces pueden fabricarse dispositivos que no necesitan proceso de formación.

Las figs. 2 y 3 muestran en planta y en sección transversal una posible forma de ejecución del presente diodo biestable. Ambos dibujos hacen uso de números de referencia idénticos. El substrato semiconductor 10, que puede formar parte de un dispositivo integrado monolítico mucho mayor, lleva la metalización electródica 11 para el ánodo formado por un contacto de Schottky descrito ya en lo que antecede. En su extremo exterior 12 desemboca el electrodo de ánodo en la superficie metalizada aumentada 13 que sirve para la conexión de un conductor. En lugar de la superficie 13, sin embargo, puede continuarse la metalización como en 11 y conducir a otra parte del circuito integrado, que no hemos representado. El ánodo 11 está en esencia rodeado por el cátodo 12 formado por un contacto óhmico. Las dos partes 12 del cátodo se reúnen en la superficie de conexión ampliada 14. La plaquita semi-conductora 10, o substrato, consiste sustancialmente en material semi-conductor no

407127



conductor, como silicio, arseniuro de galio, etc. El
substrato lleva una delgada capa de canal 15 de eleva
da conductividad. Sobre la capa de canal se encuentra
el contacto óhmico 12 del cátodo que, en la fig. 3,
5 puede verse en dos partes, así como el contacto de
Schottky 11 que forma el ánodo. Per debajo del contac
to de Schottky 11 se forma en la capa de canal 15 la
zona de vaciado 16, provocada por una expulsión de
los portadores de carga a consecuencia de la tensión
10 natural del contacto que aparece en la transición en
tre el metal 11 del ánodo y el material semi-conduc
tor de la capa de canal 15. No precisamos entrar en
otros detalles de tales diodos así como de su fabrica
ción, pues son ya conocidos.

15 La fig. 8 muestra en representación gráfica
la relación entre la tensión de conmutación de un ele
mento determinado a aplicar en el punto A de la fig.
1 y la conductividad alcanzada después por este ele
mento en estado muy conductor. Se ve que elementos
20 que necesitan una tensión de conmutación más alta pre
sentan luego una menor conductividad en estado óhmico
que elementos que necesitan una tensión de conmutación
menos alta. Esto demuestra que el proceso de conmuta
ción en el elemento es de tipo electrónico puro y no,
25 por ejemplo, de tipo térmico o mecánico.



407127

Como ya se ha dicho antes, el estado de memoria del diodo biestable puede extraerse por lectura con la frecuencia que se desee. El impulso de lectura debe ser suficientemente pequeño para no modificar el estado de memoria del diodo. Ello puede repercutir desventajosamente para ciertas aplicaciones, por ejemplo, cuando la señal de lectura de tal celda de memoria tiene que ser empleada directamente para la inscripción en otra celda de memoria de igual clase. Este inconveniente puede solucionarse ya que el contacto de Schottky, en el cual reside de hecho la base del comportamiento biestable del elemento no sólo puede formar el ánodo de un diodo, sino más bien también el electrodo de mando de un transistor de efecto de campo. Para la lectura de salida se aplica entonces el electrodo de mando de este transistor a través de una resistencia adecuada a una fuente de tensión positiva. Si el electrodo de mando se halla entonces en el estado de escasa conductividad, pasará una pequeña corriente de mando que, a través de la resistencia, genera una pequeña caída de tensión. El electrodo de mando, por consiguiente, conduce entonces una alta tensión positiva. Por el contrario, si el electrodo de mando se halla en estado de gran conductividad, circulará una elevada corriente de mando que generará una gran

407127



caída de tensión a través de la resistencia. El electrodo de mando conduce entonces una pequeña tensión positiva. El estado de tensión del electrodo de mando se exterioriza en la conducción de corriente del transistor mientras se le aplica un potencial de salida positivo. La corriente de salida carece de influencia sobre el estado de conmutación del electrodo de mando y, por consiguiente, puede ser tan alta como lo permita el diseño del transistor de acuerdo con dimensionamiento usual. En el circuito que acabamos de describir, la corriente de salida, presuponiendo que la carga en el circuito de salida sea constante, sólo puede tomar dos valores determinados por el estado de memoria del electrodo de mando de Schottky.

La fig. 7 muestra un circuito sencillo de una posible celda de memoria con ayuda del transistor arriba descrito. El transistor de efecto de campo TR tiene un electrodo de entrada S unido con tierra y, por tanto, con la fuente de tensión negativa. La salida D puede conducir una señal positiva y en el dibujo se ha representado como llevada a un terminal de salida en el cual puede averiguarse el estado de memoria de la celda, si circula o no una corriente IR. El otro terminal conduce a la fuente de tensión positiva $\pm V$. El electrodo de mando G, que en este caso está forma-



407127

do por un contacto de Schottky, conduce al terminal de
entrada SW desde el cual, por aplicación de una señal
correspondiente, puede influirse sobre el estado de
impedancia del electrodo de mando. Además, el electro
5 do de mando está unido a través de la resistencia R
con la fuente de tensión positiva +V. Una señal nega-
tiva de suficiente magnitud en el terminal SW hace
que el contacto de electrodo de mando se haga de baja
resistencia óhmica, tras lo cual circula por la resis-
10 tencia R una corriente y la tensión de electrodo de
mando es pequeña. A consecuencia de ello no circula
corriente por los terminales de salida IR. Una señal
positiva en SW hará que el contacto de electrodo de
mando tenga elevada resistencia óhmica, cesando la
15 circulación de corriente por R, aumentando la tensión
de electrodo de mando y circulando una corriente a
través de los terminales IR.

La fig. 6 muestra la curva característica
de un transistor de efecto de campo cuyo electrodo de
20 mando de Schottky está formado por un diodo biestable.
La corriente de salida está representada en función
de la tensión entre entrada y salida con la tensión
de mando como parámetro. La curva característica no
necesita explicación adicional.

25 La fig. 4 muestra una vista en planta y la

407127



fig. 5, una sección transversal, a través de tal transistor. La estructura es similar a la del diodo descrito en relación con las figs. 2 y 3 y, por consiguiente, no es necesario explicarla adicionalmente. Todo lo que se dijo en relación con el diodo es válido también para el trayecto entrada-electrodo de mando del transistor. La energía de conmutación de tal transistor biestable, por consiguiente, es tan pequeña como la del diodo descrito. Las tensiones en el electrodo de mando y en el de salida pueden desconectarse sin que se pierda el estado de memoria del contacto de mando. Las tensiones, sin embargo, pueden también permanecer aplicadas constantemente si el dimensionamiento del elemento lo permite en lo que se refiere al calentamiento resultante.

En el diodo y en el transistor que han sido descritos más arriba, los contactos óhmicos 12, respectivamente S y D, no necesitan forzosamente estar situados sobre la superficie del dispositivo, como se ha representado en las figs. 2 a 5. Los electrodos formados por estos contactos pueden en cambio estar hechos como zonas impurificadas en N^+ en unión con la capa conductora N 15. De este modo resulta la posibilidad de conectar estas zonas o una parte de las mismas desde el lado dorsal o inferior de la plaquita se



407127

mi-conductora 10, ya sea a través de aberturas o por
difusión introducida desde el dorso. De este modo pue
den construirse matrices de memoria especialmente sen
cillas, ya que los conductores X pueden aplicarse,
5 por ejemplo, sobre el lado delantero y, por el contra
rio, los conductores Y, sobre el lado trasero de la
plaquita semi-conductora. La obtención de la difusión
entonces necesaria desde el lado trasero o desde las
denominadas zonas cubiertas es conocida y no necesita
10 ser descrita en esta Memoria.

Es evidente que al especialista se le ocu-
rrirán otras muchas formas de ejecución y, en especial,
que podrán emplearse otros materiales distintos de los
descritos y que, de acuerdo con la finalidad de empleo
15 deseada, resultan posibles numerosas disposiciones
geométricas para elementos individuales independien-
tes o para elementos empleados dentro de circuitos in-
tegrados monolíticamente.

La presente solicitud, que corresponde a la
20 presentada en Suiza, el 30 de Septiembre de 1971, ba-
jo el número 14201/71, se acoge a los beneficios del
artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad In-
dustrial.



407127

R E I V I N D I C A C I O N E S

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

1.- Un dispositivo semi-conductor de conmutación o memoria que es capaz de dos estados de impedancia estables e independientes de la aportación exterior de energía, caracterizado porque tiene, por lo menos, un contacto de Schottky formado por un electrodo metálico que se aplica sobre el material semi-conductor; y porque el material semi-conductor, en la zona de acción de los electrodos, tiene una densidad en trampas de energía profunda tan alta que la acción recíproca entre portadores de carga y trampas es capaz de dos estados estables.

2.- Un dispositivo según la reivindicación

2.10.72

[Handwritten signature]



407127

1, caracterizado porque el material semi-conductor es arseniuro de galio.

3.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el material semi-conductor es silicio impurificado con una sustancia que genera trampas de energía profunda.

4.- Un dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque el silicio esté impurificado con, al menos, una sustancia del grupo del platino, ni quel, oro, hierro, manganeso, mercurio, cromo, plata, cobre, cinc y cobalto.

5.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque está hecho como diodo.

6.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque está hecho como transistor de efecto de campo.

7.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque un contacto óhmico está forma do por un electrodo metálico.

8.- Un dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque un contacto óhmico está forma do por una zona semi-conductora de material de igual tipo de conductividad, pero de mayor conductividad, que el material en la zona de acción del contacto de Schottky.

2.10.72



-4 OCT

407127

9.- Un dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado porque el electrodo que forma el contacto de Schottky está aplicado sobre un lado de una plaquita semi-conductora, mientras que un electrodo que forma un contacto óhmico está aplicado sobre el otro lado de la plaquita semi-conductora o, respectivamente, está sacado de la plaquita.

10.- Un dispositivo semi-conductor de conmutación o memoria.

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

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

Madrid, -4 OCT. 1972

P.A.

Alberto de Lencastre
Por haber

2.10.72

ASM

[Handwritten signature]

407127

-4 00

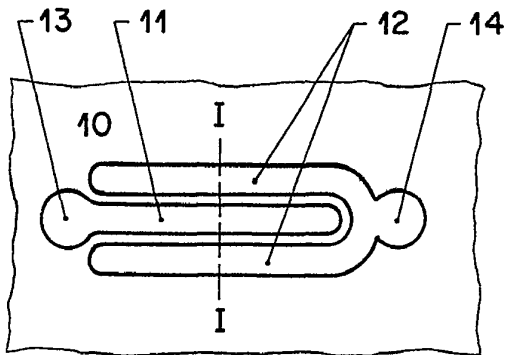


FIG. 2

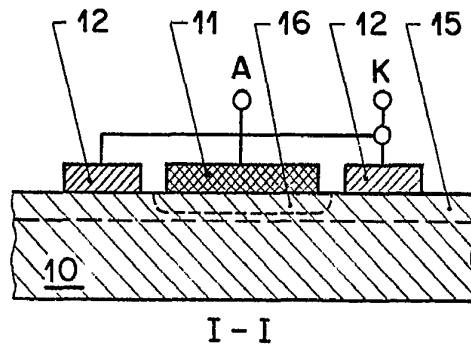


FIG. 3

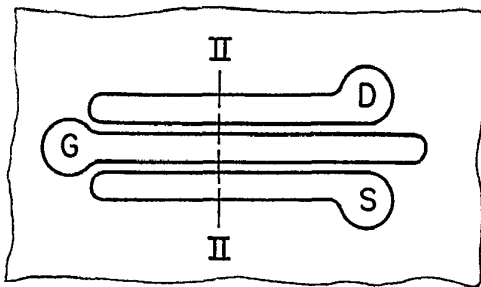


FIG. 4

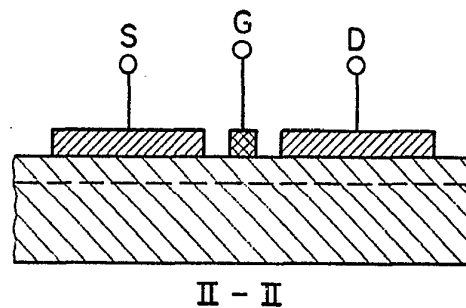


FIG. 5

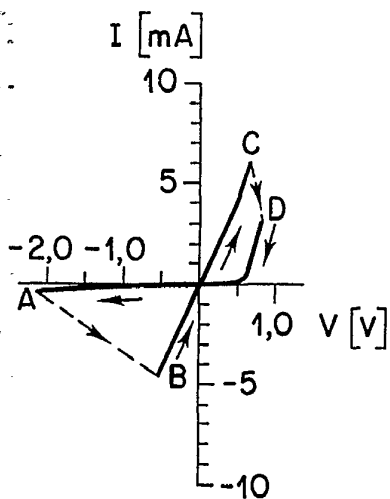


FIG. 1

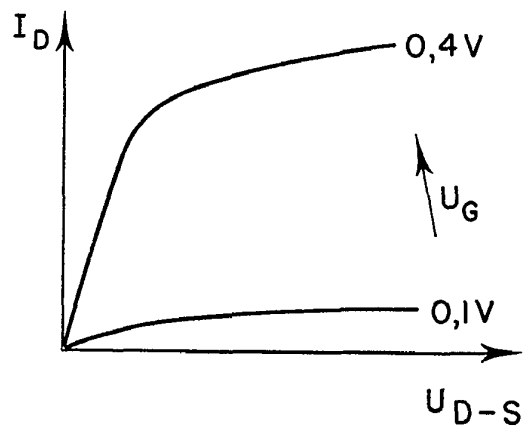


FIG. 6

407127

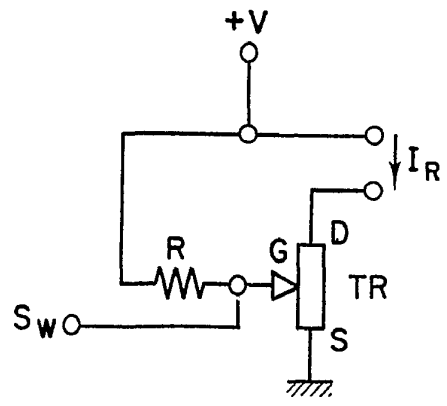


FIG. 7

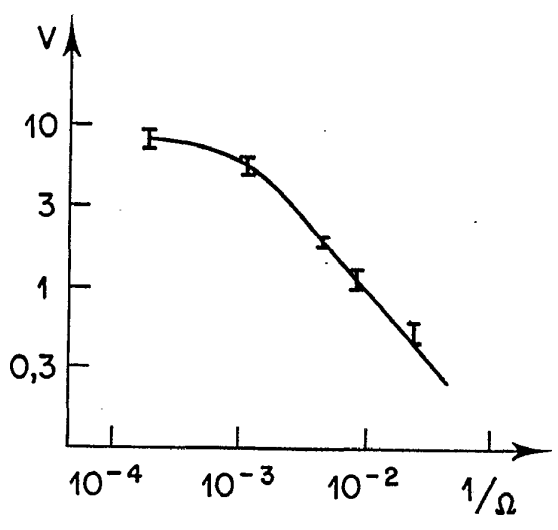


FIG. 8

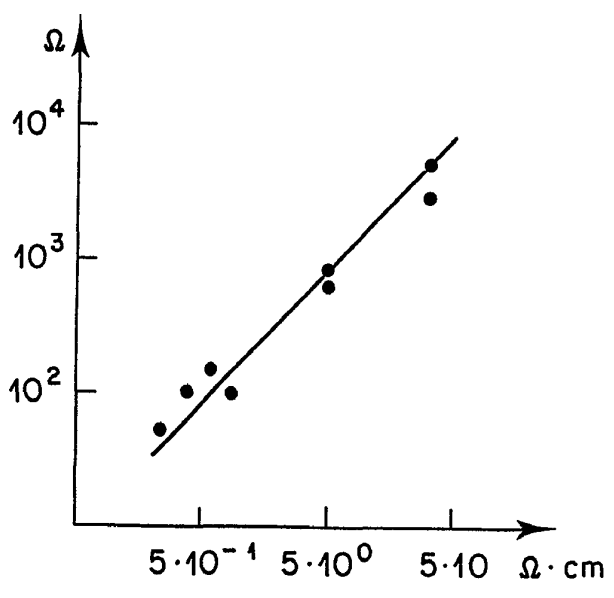


FIG. 9

Alberto de Eizeluru
Per Pocat.