



427740

P.- 57.838

---

FI9-73-011

HOAL

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.

por: "UN APARATO PARA GENERAR Y CONTROLAR UN NIVEL DE  
SEADO DE POTENCIAL DE SUBSTRATO EN UNA PASTILLA  
DE SEMICONDUCTOR"

(Clase Internacional H011)



La presente invención se refiere a aparatos para generar y controlar un nivel deseado de potencial de substrato en una pastilla de semiconductor, y más en particular a un aparato de este género enteramente contenido "en pastilla" con otros transistores de efecto de campo cuya tensión de umbral vaya a ser controlada.

La técnica ya conocida, de la que sirve de ejemplo la patente de Pleshko y col., de EE.UU. núm. 3.609.414, concedida el 20 de Agosto de 1968, reconoció y resolvió el problema de la variación de la tensión de umbral en la manufactura de transistores de efecto de campo. Ahora bien, la patente de Pleshko y col. enseña la detección de la tensión de umbral de unos dispositivos a través de un circuito. La salida de este circuito se compara con un potencial de referencia por medio de un amplificador diferencial. La salida del amplificador diferencial se lleva luego con retroacción al substrato. Debido al hecho de que la tensión negativa de substrato viene generada por el amplificador diferencial a partir de una tensión de alimentación más negativa, el amplificador diferencial debe estar fuera de la pastilla. El requisito de que tenga que haber un amplificador diferencial fuera de la pastilla para todas y cada una de las pastillas de transistor de efecto de campo



(FET) hace impracticables los métodos de la técnica ya conocida, ilustrada por la mencionada patente de Pleshko y col.

5 En la técnica anterior al presente invento se conocen asimismo diversos métodos para generar un potencial más negativo que el más negativo potencial de alimentación de energía para polarizar un substrato de transistor de efecto de campo, según viene ilustrado por el artículo de H. Frantz y C. Y. Sonoda titulado "MOSFET  
10 Substrate Bias Voltage Generator" ("Generador de tensión de polarización de substrato de MOSFET"), IBM Technical Disclosure Bulletin, vol. 11, núm. 10, marzo de 1969, pág. 1219. Ahora bien, no se dispone de enseñanza, en la técnica ya conocida, para regular tal tensión negativa generada ajustándola a un nivel deseado de potencial de polarización de substrato.  
15

Por todo ello, es objeto principal de esta in invención normalizar las características de tensión de umbral de los transistores de efecto de campo en pastillas semiconductoras.  
20

Otro objeto de esta invención es el de realizar un método perfeccionado de polarización de substratos.

Otro objeto más del presente invento es el de  
25 realizar una circuitería de polarización de substrato

16 JUN 1974

en pastilla.

Con arreglo a la presente invención, un oscilador intermitente o de anillo proporciona un tren de impulsos recurrentes al que se da paso a través de un inversor de alimentación hasta un convertidor de nivel de tensión. El inversor de alimentación recibe también una señal de entrada procedente de un detector de tensión de substrato, siendo la salida del detector de tensión de substrato función de la tensión de substrato. De ese modo, una vía de retroacción que recorre el substrato hasta el detector de tensión de substrato regula la anchura del perfil de onda que recibe paso a través del inversor de alimentación hasta el convertidor de nivel de tensión.

Los indicados y otros objetos, rasgos característicos y ventajas de la invención se irán desprendiendo de la siguiente descripción pormenorizada de una forma preferida de realización del invento, ilustrada en los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es un esquema de principio de la forma preferida de realización del invento; y

- la figura 2 es una serie de diagramas de perfil de onda, ilustrativos del funcionamiento de la forma de realización preferida.

Con referencia ahora a la fig. 1 que, para ma



16 SET. 1974

yor facilidad de la descripción, se representa dividida en varias secciones por medio de líneas de trazo grueso interrumpido, la sección 10 es un oscilador de anillo compuesto de cinco etapas o pasos inversores.

5 Cada uno de estos circuitos inversores es individualmente conocido ya de por sí. Se requiere un número impar de pasos para formar un oscilador. En toda la descripción que sigue se habla de transistores de efecto de campo de canal N pero, como las personas versadas en

10 la materia reconocerán fácilmente, podrían usarse también dispositivos de canal P con la consiguiente inversión en el potencial de alimentación de energía y en los niveles de potencial de señal aplicados. El primer paso del oscilador consta de unos transistores 11,

15 12, 13, 14 y 15. El electrodo de mando y el de salida del transistor 11 van conectados a un nivel de potencial positivo +V, al igual que el electrodo de salida del transistor 12 y del transistor 14. El electrodo de mando del transistor 12 va conectado al electrodo de entrada del transistor 11. El condensador C1 es un con-

20 densador de realimentación conectado de manera ya conocida entre el electrodo de mando y el de entrada del transistor 12. El electrodo de entrada del transistor 12 va conectado al de salida del transistor 13 y al de

25 mando del transistor 14. El electrodo de salida del

10 SEP 1974

transistor 15 está conectado al de entrada del transistor 14, constituyendo este nudo común una salida al paso siguiente. Los electrodos de entrada de los transistores 13 y 15 están ambos puestos a masa, en tanto que los electrodos de mando de los transistores 13 y 15 van conectados en común y al nudo de salida del último paso. Los transistores de los cuatro pasos restantes han sido numerados de la misma manera. A los fines de la presente invención, la salida se toma de dos pasos cualesquiera consecutivos (el paso 1 y el paso 2, en el presente ejemplo) que forman unos nudos X e Y, respectivamente. Estos nudos X e Y de salida van conectados a los electrodos de mando de unos transistores 23, 24, 25 y 26, como se indica en el dibujo. Estos transistores últimamente citados son unos dispositivos de electrodo de entrada puesto a masa, al igual que el transistor 27. Los transistores 23, 25 y 27 que acaban de citarse constituyen, con los transistores 21, 22 y el condensador de realimentación C2, un circuito inversor semejante a cada uno de los pasos inversores contenidos en el oscilador 10. Así, los electrodos de salida de los transistores 21, 22 y 28 van también conectados al potencial de alimentación +V, al igual que el electrodo de mando del transistor 21. El electrodo de mando del transistor 22 está conectado al de entrada del transis-

10  
16 SET 1974

tor 21, en tanto que el electrodo de entrada del transistor 22 va conectado al nudo C, que constituye una conexión común para los electrodos de salida de los transistores 23, 25 y 27. El condensador de realimentación C2 va conectado, de manera ya conocida, a los electrodos de mando y entrada del transistor 22. El electrodo de mando del transistor 28 está conectado al nudo C, en tanto que su electrodo de entrada va conectado al nudo D que constituye una conexión común para los electrodos de salida de los transistores 24 y 26.

El inversor de alimentación 20 recibe también una entrada procedente del detector 30 de tensión de sustrato. El detector 30 de tensión de sustrato consta de unos transistores 31 y 32 de divisor de tensión conectados formando un circuito serie entre el punto de potencial +V y masa. Estos dos transistores tienen sus electrodos de mando conectados al potencial de alimentación +V, en tanto que el electrodo de salida del transistor 31 va también conectado a la alimentación +V. El electrodo de entrada del transistor 31 está conectado al electrodo de salida del transistor 32 formando el nudo A, en tanto que el electrodo de entrada del transistor 32 va conectado a masa. El electrodo de salida y el de mando del transistor 33 van conectados a la alimentación +V, en tanto que el electrodo de entrada del tran-

16 SET 1974

sistor 33 está conectado al electrodo de salida del transistor 34 formando el nudo B, que es la salida del detector 30 de tensión de sustrato. El electrodo de entrada del transistor 34 va conectado, en común con el electrodo de entrada del transistor 32, a masa. El transistor 34 se representa también como teniendo conexión con el sustrato. Es importante aquí hacer notar que, como todos los transistores de una pastilla semiconductoras particular tienen un sustrato común, cada uno de ellos tiene una conexión de sustrato como la representada para el transistor 34. No se ha representado la totalidad de estas conexiones, para facilitar la ilustración y destacar la importante función desempeñada por la conexión de sustrato del transistor 34. El transistor 34 constituye los medios sensores o detectores, de tal modo que el potencial en el nudo B es función del potencial de sustrato hallado en el sustrato del transistor 34. El potencial del nudo B es asimismo función de la tensión de umbral del transistor 34, de la diferencia de potencial entre +V y masa y de las impedancias relativas de los transistores 31 y 32 del divisor de tensión. Como se apreciará más claramente durante la descripción del funcionamiento del presente circuito, el potencial del nudo B afecta a la conductividad del transistor 27, lo

16 SEP 1974

cual a su vez afecta a la conductividad del transistor 28 y esto afecta a su vez al nivel de potencial existente en el nudo D, que forma la salida del inversor de alimentación 20.

5                   La salida del inversor de alimentación 20 se recibe en el convertidor 40 de nivel de tensión, en el electrodo de mando del transistor 41. El electrodo de salida del transistor 41 está conectado al electrodo de entrada del transistor 46 formando el nudo E, 10 que va también conectado a uno de los lados de un condensador C4. El electrodo de salida del transistor 46 va conectado al potencial +V de alimentación. El electrodo de entrada del transistor 41 está conectado a masa, en común con el electrodo de entrada del transistor 15 42. El electrodo de salida del transistor 42 va conectado al otro lado del condensador C4 y al cátodo del diodo D1, formando el nudo F. El diodo D1 no necesita ser un diodo formado por separado, sino que en realidad aparece en la zona interfacial entre la difusión 20 de electrodo de salida del transistor 42 y el sustrato. La señal presente en el nudo F va acoplada al terminal de sustrato por medio del diodo D1, siendo el terminal de sustrato indicado el sustrato común en el que están formados todos los transistores de una pastilla particular. El resto del circuito que se encuentra 25



16 SET 1974

dentro del convertidor 40 de nivel de tensión supera una fuga o escape lateral NPN que se describe más adelante con mayor detalle. El circuito consta de unos transistores 43, 44, 45 y un condensador de realimentación C5. El potencial +V de alimentación va conectado al electrodo de salida de los transistores 43 y 44 y al de mando del transistor 43. El electrodo de entrada del transistor 43 está conectado a los electrodos de mando de los transistores 46 y 44 y a uno de los lados del condensador de realimentación C5, formando el nudo H. El electrodo de entrada del transistor 44 va conectado al otro lado del condensador C5, al electrodo de salida del transistor 45 y al de mando del transistor 42, formando el nudo G. El electrodo de entrada del transistor 45 está conectado a masa, en tanto que el electrodo de mando del transistor 45 se halla conectado al nudo C en el inversor de alimentación 20.

El circuito hasta aquí descrito, en su totalidad, está formado dentro de la pastilla semiconductora: por ejemplo, una de las pastillas 1, 2, 3, 4 ... N, y está designado en general con el número de referencia 100. El objeto de este circuito designado por el número de referencia 10 es el de estabilizar y controlar la variación de tensión de umbral entre los demás diferentes transistores de efecto de campo y circuitos de transis-

16 SET 1974

tor de efecto de campo formados en el mismo substrato y designados con los números de referencia 101, 102, 103, 104, 105, no estando los restantes específicamente designados por su número de referencia, con el fin de simplificar la ilustración. En cada una de las pastillas 1, 2, 3 ... N va situado un circuito 10, que sirve no sólo para estabilizar las tensiones de umbral en su pastilla particular sino para normalizar las tensiones de umbral de todas las pastillas que constituyen el paquete. Es un rasgo característico importante de esta invención el de que el circuito entero 100 de estabilización y control se halla situado en la pastilla con el resto de los transistores de efecto de campo y de los circuitos de transistor de efecto de campo que reciben el mismo potencial de alimentación de energía, de manera que se compensan también las variaciones que haya en este potencial de alimentación.

#### Funcionamiento

En funcionamiento, un substrato semiconductor, tal como la pastilla 1 que contiene una pluralidad de transistores de efecto de campo formando circuitos tales como los 100, 101, 102, 103, 104, 105, etc., tiene sus potenciales de umbral normalizados y controlados por el circuito "en pastilla" 100. De igual modo, en las

16 SET 1974

pastillas 2, 3 ... N van integrados por unos circuitos de transistor de efecto de campo (entre los que se incluye el circuito 100), resultando normalizado el potencial de umbral de todo lo que antecede. A los circuitos formados en el substrato semiconductor va acoplada una fuente de energía que establece una pluralidad de niveles de potencial o una diferencia de potencial aquí designada como +V y masa. En el presente ejemplo, para la tecnología de transistores de efecto de campo de canal N ya conocida, +V es aproximadamente de 8 a 10 voltios. El circuito 100, que forma parte integrante del substrato tal como la pastilla 1, genera un nivel de potencial de polarización de substrato fuera de la gama de niveles de potencial establecida por la fuente de energía de alimentación, tal como el de -3 voltios, por ejemplo. El circuito 100 incluye además unos medios para detectar y ajustar esta tensión negativa de polarización de substrato a un potencial que compense las variaciones de la tensión de umbral en una pastilla particular, las variaciones en los potenciales de umbral entre las diversas pastillas, y también las variaciones en el nivel de potencial +V de la fuente de energía de alimentación. Al alterarse la tensión de substrato, se altera el potencial del electrodo de entrada respecto al substrato, de los transistores de efecto de cam

16 SET 1974

po de los diversos circuitos tales como el 101, alterándose las características de tensión de umbral de estos dispositivos.

5 Con el fin de generar un potencial fuera de la gama de niveles de potencial proporcionada por la fuente de alimentación, se prevé una fuente de impulsos recurrentes como la ilustrada por medio del oscilador intermitente o de anillo 10. Como antes se ha dicho, el oscilador de anillo 10 incluye un número impar (en este caso, cinco) de inversores ya conocidos que 10 tienen la salida del último paso conectada a la entrada del primer paso. Esto proporciona un circuito inestable que oscila, con arreglo al presente ejemplo, aproximadamente a un megahertzio. En términos resumidos, al 15 ser llevados a un nivel alto de potencial los electrodos de mando de los transistores de entrada del primer paso (los transistores 13 y 15), los electrodos de salida de estos dos transistores pasan a un nivel bajo. Esto pone fuera de conducción al transistor 14, dando 20 la seguridad de que los electrodos de mando de los transistores 13A y 15A pasan a un nivel bajo. Ello hace que los electrodos de salida de los transistores 13A y 15A se carguen a un nivel alto a través de los transistores 12A y 14A. Los condensadores de realimentación 25 ("bootstrap") tales como el C1A funcionan, de la mane-

16 SET 1974



ra ya en ellos conocida, poniendo el electrodo de mando del transistor 12A a un nivel lo bastante alto para superar la caída de la tensión de umbral del transistor 12A, llevando el electrodo de mando del transistor 14A  
5 completamente a +V. El transistor 14A, al conducir, lleva los electrodos de mando de los transistores 13B y 15B a un nivel alto, lo cual pone sus respectivos electrodos de salida a un nivel bajo, etc. Así, los inversores consecutivos del oscilador de anillo están alter-  
10 nativamente a niveles alto y bajo. La salida del oscilador de anillo se toma de dos pasos consecutivos: por ejemplo, de los electrodos de salida de los transistores 15 y 15A, en los nudos de salida X e Y, respectivamente.

15 Sin dejar de hacer referencia a la fig. 1, en la fig. 2 se podrán ver ahora unos diagramas de perfiles de onda que ilustran las señales presentes en los diversos nudos. El inversor de alimentación 20 recibe las señales de salida del oscilador 10 en los electrodos de mando de los transistores 23, 24, 25 y 26. El  
20 inversor de alimentación 20 es semejante en su estructura a los inversores utilizados en el oscilador 10, con la salvedad de tener una mayor capacidad o posibilidad de excitación. Mediante la aceptación de dos impulsos consecutivos del oscilador de anillo 10 hasta  
25

16 SET 1974

los electrodos de mando de los transistores 24 y 26, el nudo D puede cargarse a un nivel alto tan sólo cuando ambos transistores 24 y 26 estén sin conducir (con sus electrodos de mando a un nivel bajo) y el

5 transistor 28 esté conduciendo (esto es, tenga su electrodo de mando a un nivel alto). Este breve nivel alto periódico se desea en la salida del inversor de alimentación 20 para hacer funcionar el convertidor 40 de nivel de tensión. Continuando con el funcionamiento del

10 inversor de alimentación 20, el nudo C sólo puede estar a un nivel alto cuando los transistores 23, 25 y 27 estén todos sin conducir, de tal modo que el nudo C se pueda cargar a un nivel alto a través del transistor 22. Los niveles de conducción y no conducción de

15 los transistores 23 y 25 vienen controlados por los niveles de potencial presentes en los nudos X e Y. El estado conductivo del transistor 27 viene determinado por el nivel de potencial del nudo B, que es la salida del detector 30 de tensión de substrato. Así, si el nudo B está a un nivel bajo, el transistor 27 permanece

20 sin conducir, de tal modo que el perfil de onda en el nudo C no es afectado por el transistor 27, que le permite permanecer a su nivel alto durante el intervalo máximo limitado solamente por la aparición de la condición activa o de conducción de los transistores 23 y

25

7.9.74

- 15 -

16 SET 1974

25. Esto, a su vez, permite al nudo D cargarse a su máxi  
mo nivel alto y duración, dando la máxima polarización  
de substrato de nivel bajo a través del convertidor 40  
de nivel de tensión, como se explicará más adelante. Si,  
5 en cambio, el nudo B está a nivel lo bastante alto para  
llevar a conducción al transistor 27, el nivel alto del  
nudo C se acorta entonces o se elimina, acortando o eli  
minando el nivel alto del nudo D, con lo cual no se lle  
va el substrato a un nivel máximo de  $-V$  sino, por el  
10 contrario, se permite a las corrientes de fuga o escape  
llevar el potencial del substrato más próximo al nivel  
de masa. Como se irá apreciando evidentemente, existe  
una vía de retroacción desde el nudo D al nudo B a través  
del substrato, lo que completa un bucle de control, para  
15 controlar el potencial de substrato. Para detectar el  
potencial del substrato en el que están formados los di  
versos transistores de efecto de campo, se prevé el de  
tector 30 de tensión de substrato. Los transistores 31  
y 32 forman un divisor de tensión, con un punto de sali  
20 da en el nudo A. El potencial del nudo A es un potencial  
de referencia que se proyecta a un nivel conveniente ba  
sado en las impedancias relativas de los transistores  
31 y 32 y en la fuente de energía  $+V$  aplicada. En el  
presente ejemplo, el potencial de referencia es, como  
25 tipo, el  $+1$  voltio. Este potencial de referencia se apli  
ca al electrodo de mando del transistor sensor 34. El



16 SEP 1974

transistor 34 es un dispositivo muy grande en comparación con su transistor de carga 33. Así, cuando el umbral del transistor sensor 34 es menor que la tensión del nudo A, el transistor 34 conduce y el nudo B está  
5 al potencial de masa. El transistor 27 no conduce, y el nudo C puede oscilar con arreglo a las entradas que van a los transistores 23 y 25. En cambio, cuando la tensión de substrato es lo bastante negativa como para hacer la tensión de umbral del transistor 34 igual al  
10 potencial del nudo A, el transistor 34 deja de conducir y el potencial del nudo B sube. El transistor 27 se pone en conducción, y el nudo C queda fijado a masa. Esto, a su vez, obliga al nudo D a estar a un nivel bajo continuo, no permitiéndose nueva descarga de la tensión de substrato. Es de notar que en la realidad no se  
15 produce esta condición bivalente o de dos niveles netos. Habrá siempre cierta corriente de fuga, y el nudo F estará siempre acoplado lo bastante negativamente para que el diodo D1 conduzca empobreciendo la carga acumulada  
20 en el substrato, debido a la corriente de fuga. Cuando la corriente de fuga sea elevada, las transiciones en los nudos E y F serán más frecuentes, haciendo que el diodo D1 se ponga a conducir con más ahinco. Mientras la fuga no sobrepase los límites de proyecto, siempre se  
25 eliminará y, por lo tanto, no tendrá efecto alguno en

7.9.74

16 SET 1974

el potencial del substrato. El límite de proyecto es función de la frecuencia del oscilador, la tensión +V de alimentación y la capacidad del condensador C4. Lo que antecede describe de qué modo la condición de con-

5 ducción o no conducción del transistor sensor 34 es función de su tensión de umbral y del potencial del substrato, y cómo éste a su vez afecta a los perfiles de onda de los nudos B, C, D, E y F, respectivamente, regulando con ello el potencial del substrato, que a su vez

10 regula la conductividad del transistor 34. Nótese que, respecto al perfil de onda en el nudo F, el exceso de V se refiere a una tensión de exceso de corriente alterna, que representa una fracción de +V. Asimismo,  $\Delta V_1$  es una pequeña tensión que representa el valor en que la tensión de substrato V5 se hace negativa en su formación

15 o acumulación hacia un valor estático.

Para generar un potencial de substrato que sea menor que el potencial de alimentación más bajo suministrado a la pastilla, se prevé el convertidor 40 de nivel de tensión. Cuando el perfil de onda en el nudo D

20 esté a nivel bajo, el transistor 41 estará esencialmente sin conducir, y el potencial en el nudo E subirá debido a la corriente que pasa por el transistor 46. El nudo F sigue al nudo E, debido al condensador de acoplamiento C4. En este momento, cuando el nudo D está a ni-

25

vel bajo, el nudo C está también a nivel bajo manteniéndose sin conducir al transistor 45, lo que permite que el potencial del nudo G suba, debido a la corriente que pasa por el transistor 44. Esto tiende a hacer que el nudo F vuelva al potencial de masa por medio del transistor 42. Al subir el potencial del nudo G a su nivel alto, el nudo H sube a otro aún más alto que el potencial al que fue cargado por medio del transistor 42, debido a la acción de realimentación del condensador C5, asegurando con ello la permanencia en conducción del transistor 46. Cuando el nudo C se lleva a un nivel alto de potencial, el transistor 45 se pone en acción, llevando los nudos G y H a niveles bajos que ponen fuera de conducción a los transistores 42 y 46. Al empezar a subir el potencial en el nudo C, empieza también a subir en el nudo D, debido al paso de corriente por el transistor 28 que pone en conducción al transistor 41. Esto descarga el nudo E al nivel de masa. El nudo F, que estaba ya al nivel de potencial de masa o próximo a él, sigue al nudo E, debido a la acción capacitiva de C4, hasta un potencial negativo que tiene una amplitud hasta del 95% de la tensión +V de alimentación. Este potencial negativo del nudo F forma un disipador de potencial al cual afluye la corriente que viene del substrato a través del diodo de acoplamiento D1, poniendo el potencial del substrato por bajo del potencial de

16 SET 1974

masa y aumentando el potencial negativo del substrato con recurrencias sucesivas de la operación que acaba de describirse.

5 En una forma de realización alternativa, no se usó el circuito que incluye los transistores 43, 44, 45 ni tampoco el condensador C5, y el electrodo de mando del transistor 42 estaba conectado al nudo F. El transistor 46 fue sustituido por una configuración de impedancia de carga similar a la indicada para los transistores 43, 44 y el condensador C5. Con esta configuración, se vio que el transistor 42 proporcionaba un camino o circuito de corriente de fuga de transistor NPN lateral desde la masa al nudo F al ponerse en conducción el diodo D1. Con esta configuración, estando eléctricamente conectados los electrodos de mando y de salida, se requiere una baja impedancia (una relación W/L grande, del orden de por lo menos 6:1) para descargar adecuadamente el nudo F. Ahora bien, con una anchura W de canal amplia se reduce el rendimiento o eficacia de acoplamiento. Asimismo, una longitud L pequeña de canal crea un transistor NPN lateral entre las difusiones de los electrodos de entrada y de salida. Esta razón o relación de dimensiones era indeseable, en el sentido de que se limitaba la tensión o diferencia de potencial más negativa a la cual podía llevarse el substrato y la magnitud de la corriente tomada del substrato

10

15

20

25



16 SET 1974

to. Para algunas aplicaciones de proyecto, una variante de proyecto tal como la indicada, en particular si se proporcionan adecuadamente las relaciones de anchura a longitud de los diferentes dispositivos, podría resultar satisfactoria y seguir cayendo dentro del ámbito y del espíritu de la presente invención.

En el presente invento, el nudo G se usa para el control de activación del transistor 42. Produce la conmutación o cambio del transistor 42 entre un estado de alta impedancia y otro de baja impedancia. Cuando el nudo E se halla a un nivel de potencial alto, también lo está el nudo G, y el transistor 42 se encuentra en su estado de baja impedancia, descargando el nudo F. Cuando el nudo E está a un nivel de potencial bajo, el nudo G también está a nivel bajo y el transistor 42 se halla en su estado de alta impedancia, reduciendo al mínimo el paso de corriente desde masa al nudo F. Como se describe en el párrafo precedente, la corriente que afluye al nudo F desde masa no sólo se resta de la corriente que es capaz de pasar por el diodo D1 sino que también representa una acumulación de cargas en el condensador C4, que luego hay que descargar cuando el nudo E está al nivel de potencial alto. El electrodo de mando del transistor 45 está conectado al nudo C, y el electrodo de mando del transistor 41 está conectado al nudo D. Es de notar que los nudos C y D se descargan al mismo tiempo, Ambos son



16 SET. 1974

puestos al nivel bajo por el nudo Y, pero su potencial no sube simultáneamente, pues el nudo C pone en conduc  
ción al transistor 28, quien a su vez carga al nivel al  
to al nudo D. Este ligero retardo se utiliza para ga-  
5 rantizar que el nudo G decaiga en potencial antes que  
el nudo E, asegurando con ello que el transistor 42 se  
encuentre en su estado de alta impedancia antes de que  
el potencial del nudo E empiece a bajar. Esta relación  
de sincronismo se ilustra en los diagramas de perfil  
10 de onda de la fig. 2. El nudo de retroacción H se usa  
también para el control de conducción del transistor 46.  
Como el nudo G está ligeramente cargado, su potencial  
subirá mucho más deprisa que el del nudo E. Llevando es  
ta transición de subida en retroacción al electrodo de  
15 mando del transistor 46, a través del condensador de rea-  
limentación C5, el tiempo de activación o formación de  
impulso en el nudo E se mejora respecto al de usar una  
disposición de refuerzo o realimentación directa en  
unión del transistor de carga 46. Un nivel alto mayor  
20 en el nudo E da por resultado una carga más completa  
del condensador C4, tomándose de ese modo una mayor mag-  
nitud de corriente del substrato cuando el nudo E se des  
carga a través del transistor 41.

Lo que se ha descrito, pues, es un método para  
25 generar y controlar "en pastilla" un potencial de subs-  
trato. El potencial de substrato es función de la ten-

16 SET

5 sión intrínseca de umbral de la pastilla. Si la tensión intrínseca de umbral es baja, se requiere un potencial de substrato más negativo para hacer que deje de conducir el transistor sensor 34, lo que a su vez  
10 aumenta la tensión de umbral de todos los dispositivos en la pastilla. Lo contrario ocurre cuando la tensión intrínseca es alta. El efecto neto resultante es que, independientemente de la dispersión o diseminación de tensiones intrínsecas de umbral debida a los procesos de fabricación, todos los dispositivos de electrodo de entrada puesto a masa, en cualquier pastilla, tendrán una tensión de umbral uniforme. Esta tensión de umbral  
15 variará en función del potencial +V de alimentación únicamente. Como la dispersión de la tensión de umbral es lo que principalmente contribuye a la eventual dispersión de comportamiento y de energía de las pastillas de transistores de efecto de campo, la regulación de la tensión de umbral reducirá apreciablemente la dispersión. Además, se compensa también el potencial +V de entrada  
20 o alimentación. Al aumentar la tensión +V, el potencial del nudo A sube con él. El mayor potencial del nudo A hace al transistor sensor 34 más difícil de poner fuera de conducción, pues se necesita una tensión de umbral más alta. Por lo tanto, a la tensión del substrato se le  
25 deja alcanzar un potencial más negativo, para obtener



5 esta tensión de umbral más alta. Esto es conveniente por dos cosas. En primer lugar, da la seguridad de que los dispositivos de capa de óxido gruesa de dispersión se siguen poniendo fuera de conducción en la condición de mayor tensión +V. En segundo lugar, dicho umbral más alto para mayor tensión +V reduce la disipación o consumo de energía del caso más desfavorable, y el umbral más reducido, al potencial +V bajo, mejora el funcionamiento en el caso más desfavorable.

10 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en particular con referencia a una forma preferida de realización de la misma, se sobrentiende para las personas versadas en la materia que pueden hacerse en ella diversos cambios de forma y de detalle sin por ello apartarse del espíritu ni salirse del ámbito de la invención.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 29 de Junio de 1973, bajo el Nº 375.271, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

7.9.74

16 SET 1974

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.- Un aparato para generar y controlar un nivel deseado de potencial de sustrato en una pastilla de semiconductor, aparato que comprende: un sustrato semiconductor que contiene una pluralidad de transistores de efecto de campo; unos medios para establecer una diferencia de potencial, que consta de niveles de potencial superior e inferior, en unos transistores seleccionados de dicha pluralidad de transistores de efecto de campo; y unos medios para generar un tercer nivel de potencial, fuera de la gama o intervalo de los niveles de potencial superior e inferior establecidos por dichos medios de establecer una diferencia de potencial, y para acoplar dicho tercer nivel de potencial al citado sustrato semiconductor.

15

20

25

2ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el

7.9.74

- 25 -



16 SET 1974

que dicho tercer nivel de potencial está acoplado a dicho substrato semiconductor por medio de un diodo.

5                   3ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el que los medios de generar el tercer nivel de potencial comprenden: una fuente de impulsos que proporciona un tren de impulsos; un detector de tensión de substrato, que da una salida de acuerdo con el potencial de substrato; unos medios eléctricamente acoplados y capaces de responder tanto a dicha fuente de impulsos como al citado detector de tensión de substrato, para generar un perfil de onda; y unos medios convertidores de nivel de tensión capaces de responder a dicho perfil de onda y que descargan periódicamente unos medios capacitivos, generando de ese modo el citado tercer nivel de potencial.

10

15                   4ª.- El aparato de la reivindicación 3ª, en el que dicha fuente de impulsos es un oscilador de anillo.

20                   5ª.- El aparato de la reivindicación 3ª, en el que dicho detector de tensión de substrato incluye un transistor de efecto de campo integrado en dicho substrato y que posee esencialmente las mismas características de umbral que los demás transistores de efecto de campo integrados en dicho substrato.

25                   6ª.- El aparato de la reivindicación 3ª, en el que dicho convertidor de nivel de tensión comprende unos medios de cargar y descargar ambos lados de dichos medios



7.9.74

10 SET 1974

capacitivos.

7ª.- Un aparato para generar y controlar un nivel deseado de potencial de substrato en una pastilla de semiconductor, aparato que comprende: una pluralidad de substratos semiconductores que contienen cada uno una pluralidad de transistores de efecto de campo formando un circuito, y teniendo cada substrato unas características eléctricas distintas de las de todos los demás; una fuente de energía acoplada a un circuito en cada uno de los substratos de dicha pluralidad, y que establece una pluralidad de niveles de potencial; unos medios integrados en cada uno de los substratos de dicha pluralidad, para generar un nivel de potencial fuera de la gama o intervalo de variación de los niveles de potencial establecidos por dicha fuente de energía; y unos medios integrados en cada uno de los substratos de dicha pluralidad, para detectar y ajustar a un valor deseado el citado nivel de potencial fuera de la gama o intervalo de variación de los niveles de potencial establecidos por dicha fuente de energía; con lo cual se hacen esencialmente iguales los niveles de tensión de umbral de los transistores de efecto de campo de dicha pluralidad contenidos en la citada pluralidad de substratos de semiconductor.

8ª.- Un aparato de estabilización y control que comprende: un substrato semiconductor que contiene una



7.9.74

7 0 3 E 1 1 9 7 4

5 pluralidad de transistores de efecto de campo formando un circuito; una fuente de energía acoplada a dicho circui to y que establece una pluralidad de niveles de potencial; unos medios integrados en dicho sustrato, para generar un nivel de potencial fuera de la gama o intervalo de varia- ción de los niveles de potencial establecidos por dicha fuente de energía; y unos medios para detectar y ajustar al valor deseado dicho nivel de potencial fuera de la gama o intervalo de variación de los niveles de potencial esta- blecidos por dicha fuente de energía.

10

9ª.- Un aparato para generar y controlar un ni- vel deseado de potencial de sustrato de una pastilla de semiconductor.

15

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

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

20

Madrid,

16 SET. 1974

P.A.

Oscar de Elzaburu  
Por Poder  
*de*

25

7.9.74 EBL.

~~7.9.74~~

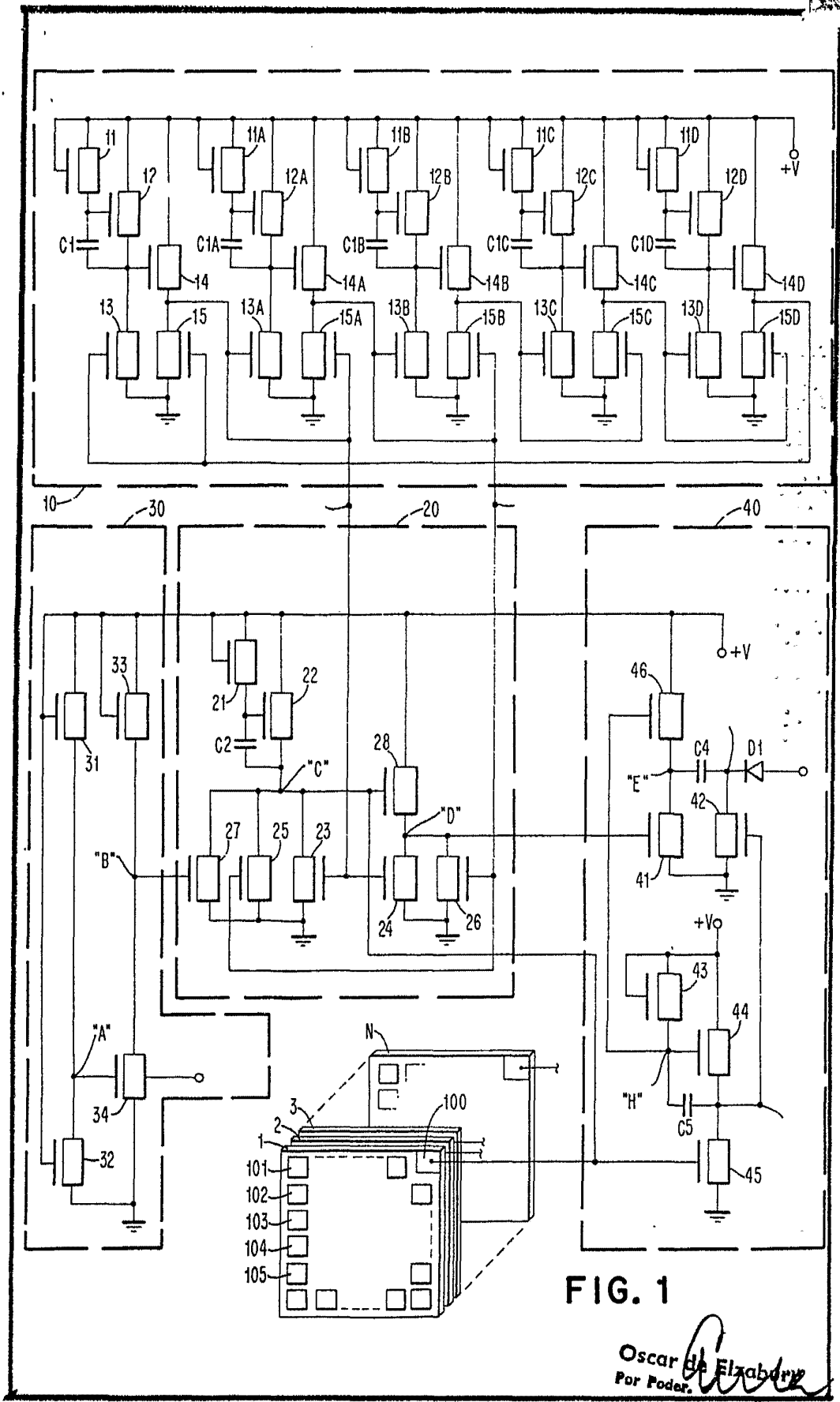


FIG. 1

Oscar de Elzaberry  
Por Poder.

96 SEP 1971

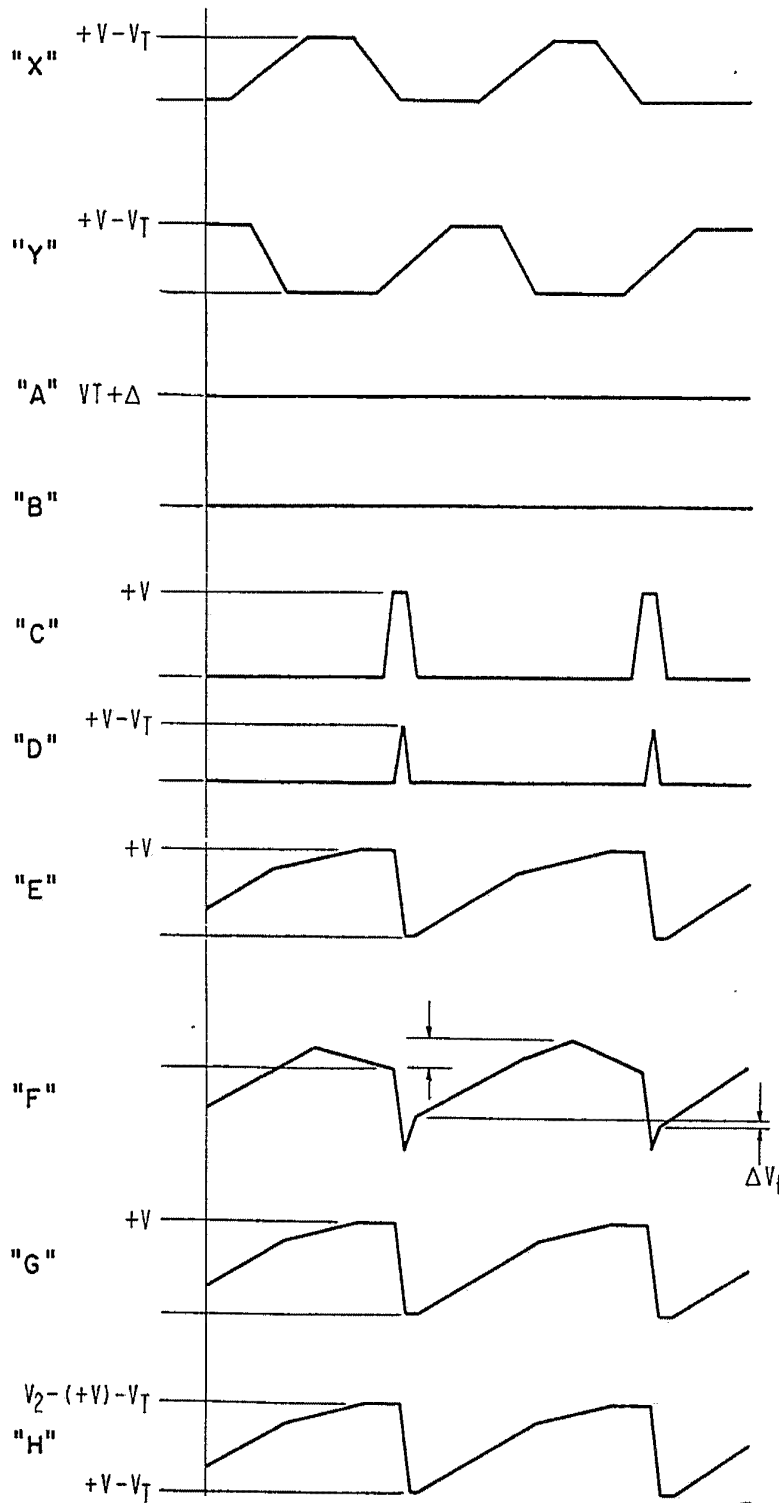


FIG. 2

Oscar de Elizaburu  
Por Poder