

401458



CASE BOYLE, W.S. 18-5-23 (AJN)

Int. Cl.: H 0 1 L

P A T E N T E

D E

I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS DE CARGA ACOPLADOS DE CANAL SUBTERRANEO", a favor de la firma estadounidense WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, residente en 195 Broadway NEW YORK, New York 10007 (EE.UU).

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Extracto de la invención

- La descripción describe dispositivos de carga acoplados en los cuales la capa de almacenamiento está cargada internamente de forma que el perfil de nivel de energía
5. a través del grosor de la capa tiene un máximo en el centro de la capa. Portadores inyectados pueden entonces almacenarse y transferirse en la región volumétrica del semiconductor. Si el nivel de energía del máximo excede la energía superficial de la banda de valencia por una cantidad
10. que excede la expresión de Boltzmann para la excitación térmica, entonces las portadoras almacenadas permanecen aisladas (estadísticamente) de los estados superficiales. La capa de almacenamiento puede cargarse apropiadamente al influenciar la capa para eliminar las portadoras móviles. La
15. carga residual fija flexiona la banda de energía si las se-

401458



- 2 -

paraciones son fijas para portadoras apropiadas. La estructura más conveniente parece ser una unión p-n de gran área para la barrera inferior (subterránea) con la barrera superficial MIS usual. Una estructura MISIN es similarmente previsible. Se proponen estructuras multicanales tal como N-P-N-P-N en donde los canales P aislados sirven simultáneamente como capas de almacenamiento. El uso simultáneo de ambos canales con interconexión controlada sugiere varias aplicaciones potenciales para circuitos lógicos y la disponibilidad de nudos de haces convenientes.

La invención se refiere a dispositivos de carga acoplados y en particular a un mecánico modificado de transferencia de carga que da carga de transferencia eficiente y de alta velocidad.

El concepto dispositivo de carga acoplado es ahora bien conocido en el arte como se ejemplifica por el artículo "Ten Class of Semiconductor Devices Developed", Bell Laboratories Record, Páginas 188-189, Junio/Julio 1.970.

Como se indicó en este artículo, los dispositivos de carga acoplados pueden hallar utilidad general en el procesado de información y utilidad especial, por ejemplo como registros desplazadores, dispositivos reproductores, líneas de retardo, y la realización de funciones lógicas.

Un obstáculo para la eficiencia de transferencia de carga elevada en dispositivos de carga acoplados es la presencia inescrutable de estados superficiales en la superficie de contacto semiconductor-aislante. La carga que representa información se almacena y transfiere a esta superficie de contacto y los estados superficiales ocasionan

401458



el bloqueo de la carga de forma que después de un número finito de operaciones de transferencia (que puede ser indeseablemente bajo) la información debe regenerarse o termina el circuito. Se han dedicado intensos esfuerzos para

5. vencer este problema.

Es asimismo conocido desde hace tiempo por las propuestas más avanzadas de estos dispositivos, que la velocidad de transferencia de carga en un dispositivo con configuración estandar es de difusión limitada. Métodos para mejorar la relación de transferencia al utilizar campos de arrastre ya han sido propuestos, aunque son obtenibles perfiles de campo adecuados y son significantes en términos de alcanzar transferencia acelerada, y no siempre es deseable la forma específica de producir las pautas de campo vía capas aislantes gruesas. En este caso de nuevo el almacenado y la transferencia de la carga está en la superficie de contacto semiconductor-aislante.

10.

15.

20.

25.

Al fabricar líneas de carga acopladas, se ha hallado en general necesario espaciar lugares de almacenado adyacentes muy estrechamente. Esto evita bloquear la transferencia de carga debido a la barreras de potencial que a menudo ocurre en la estructura convencional cuando el espacio inter-electrónico es muy grande. Se ha encontrado que líneas de carga acopladas eficientes y de alta densidad requieren a menudo pautas electrónicas que empujan el estado de la técnica de microcircuito en términos de las tolerancias de resolución permitidas por el proceso comercial de corriente. Aunque los avances en las técnicas de circuito impreso se espera que soslayen eventualmente esto, el desarrollo de la

401458



tecnología del dispositivo de carga acoplado parece ahora que depende en parte de la avanzada capacidad de producción.

- De acuerdo con la presente invención, se ha descubierto un nuevo mecanismo de transferencia de carga que soslaya por lo menos en parte estas varias dificultades,
5. Cuenta con el almacenado y transferencia de la información con las barreras de carga dentro del volumen del medio de almacenado más bien que en su superficie. Así, las portadoras tropiezan solamente en lugares de bloqueo en el volumen, y ya que estos son característicamente mucho menos predominantes que los estados superficiales, puede incrementarse la eficiencia de transferencia de carga.
- 10.

- Otra consecuencia de las barreras de almacenado dentro del volumen es la conveniencia de crear gradaciones de campo para acelerar la transferencia de carga, de forma que la velocidad del dispositivo está limitada por la velocidad de arrastre de las portadoras más bien que de la velocidad de difusión. Con el volumen de almacenado dentro del medio de almacenado, el perfil de campo puede proyectarse con flexibilidad relativa al ajustar el área eléctrica y el espacio interelectrónico. Alcanzar esto con la forma de almacenado superficial puede requerir un aislante irregularmente grueso.
- 15.
- 20.

- Quizás la ventaja más significativa del mecanismo de almacén volumétrico es que los electrodos están espaciados en distancias dentro del estado de la técnica del microcircuito.
- 25.

De acuerdo con la invención, se prevé un dispositivo de carga acoplado en el cual las barreras de carga que

401458



representan información, se mueven controlablemente dentro de lugares de almacenado discretos en un medio de almacenado, en donde el medio de almacenado comprende por lo menos una capa semiconductoras enlazada sobre cada plano mayor mediante una barrera, y medios de contacto son aptos para aplicar una polarización eléctrica a través de por lo menos una de las barrenas.

- El almacenado y la transferencia de carga dentro del volumen del citado medio de almacenado se alcanza de acuerdo con la invención al proporcionar una nueva capa de almacenado debajo de la superficie de contacto semiconductor-aislante. Esta capa es una región semiconductoras homogénea que tiene una carga eléctrica fija de forma que se verifica un mínimo de energía potencial a lo largo de un plano de almacenado situado en el volumen de la capa. Para permitir esta conducción la capa está enlazada mediante capas de barrera. En una realización de ejemplo una unión p-n subterránea se extiende paralela pero espaciada de la superficie de contacto aislante-semiconductor. El medio de almacenado, que ahora es una capa confinada eléctricamente, se descarga luego de portadoras libres. Esto permite carga residual en la capa de almacenado con una distribución de carga tal que las nuevas portadoras, inyectadas en la capa de almacenado para representar información, son confinadas eléctricamente a la región interior de la capa de almacenado. El almacenado, la transferencia y el proceso de carga pueden ahora alcanzarse de acuerdo con el mecanismo normal de carga acoplada excepto que la carga se mantiene ahora en el volumen del medio de almacenado y está aislada eléc-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

401458



trica y espacialmente de la superficie.

Las configuraciones del dispositivo y mecanismo de almacenado nuevas para la realización, se describen ahora en detalle. En los dibujos.

5. La figura 1A es un diagrama de nivel de energía de un dispositivo de carga acoplado preferido en una condición no polarizada.

10. La figura 1B es un diagrama de nivel de energía del mismo dispositivo después de polarizar para eliminar las portadoras libres.

La figura 2 es un diagrama de nivel de energía de una estructura de dispositivo alternativa en donde la capa de almacenado termina en cada lado con una barrera de metal-aislante.

15. La figura 3 es un diagrama de nivel de energía de otra estructura alternativa con un canal subterráneo para el almacenado de carga.

20. La figura 4 es un diagrama de nivel de energía que ilustra una estructura compuesta para crear canales subterráneos en ambos lados de un dispositivo.

La figura 5 es una vista en sección de una forma preferida de un dispositivo de canal único que tiene la configuración eléctrica representada por las figuras 1A y 1B.

25. La figura 6 es una vista en sección que describe esquemáticamente el mecanismo de mejora de campo obtenible de acuerdo con la invención.

La figura 7 es una vista en sección de un dispositivo similar al de la figura 5 pero con la provisión para compensar el bloqueo de carga en las grandes fuentes de po-

401458



tencial que se forman inherentemente entre las placas de campo.

5. La figura 8 es una vista esquemática en sección de una realización alternativa en la que la capa de almacenado está aislada de los electrodos de impulsión con barreras Schottky.

10. La figura 9 es una vista en sección esquemática de otra realización alternativa en la que la capa de almacenado está aislada de los electrodos de impulsión con uniones p-n.

15. Haciendo referencia al diagrama de nivel de energía de la figura 1A, la capa 10 es el electrodo metálico convencional utilizado para controlar el almacenado y la transferencia de las portadoras de carga. La capa 11 es la capa aislante standard. Una capa semiconductor, completa normalmente la estructura MIS. En el dispositivo usual de carga acoplado el almacenado y la transferencia de la carga se verifica en la superficie de contacto semiconductor-aislante. Como se ha indicado anteriormente, esta región heterogénea no es un lugar apropiado para esta operación. De acuerdo con la invención, el mínimo de energía que normalmente atrae la carga a la superficie de contacto se desplaza a una capa homogénea que interviene entre el semiconductor y el aislante. En la figura 1, la capa n usual está representada por 12. La capa de almacenado de intervención aparece en 14 y la barrera, en este caso una unión p-n, se encuentra en 13. Es evidente que siempre que se indican ciclos de conductividad puede utilizarse como favorable la configuración complementaria.

20.

25.

401458



La figura 1A muestra el dispositivo en equilibrio térmico con la carga positiva libre en la capa p asociada con la carga negativa fija como se muestra.

5. En la figura 1B la carga libre ha sido eliminada de la capa p al influenciar simplemente esta caja con un voltaje negativo con respecto a la capa n 12. Con diseño apropiado y como se indica más abajo, el resultado es que la carga negativa residual soporta las bandas de energía como se muestra y deja un canal subterráneo para
10. carga positiva en el centro de la capa almacenado. Así, cuando una carga positiva libre, tal como una laguna, se introduce intencionalmente en el medio de almacenado, se desviará físicamente al estado aceptado de potencial mínimo, en una distancia  $W$  que corresponde a la profundidad del
15. canal, y así se confinará eléctricamente al interior de la capa 14.

- La figura 2 es un diagrama de nivel de energía similar proyectado para ilustrar que pueden utilizarse
20. otras formas de capas de barrera en lugar de la unión p-n de las figuras 1A y 1B. En esta estructura, el medio semiconductor de almacenado 20 está enlazado sobre ambas caras planas con una barrera de metal-aislante, 21-22 y 23-24, respectivamente. Cuando la capa de almacenado 20 se agota de las portadoras, la estructura de banda en el medio de
25. almacenado 20 es equivalente cualitativamente al de la capa 14 en la figura 1A.

La figura 3 es un diagrama de nivel de energía que muestra otra alternativa en el que el medio de almacenado está aislado sobre ambos lados con una unión p-n. Nue-

401458



vamente, la estructura básica es metal-aislante-semicon-  
ductor con la capa de metal convencional 30, y la capa de  
aislante 31. Sin embargo, el semiconductor es una estruc-  
tura n-p-n que comprende la capa n 32, la capa p 33 (la  
5. capa de almacenado) y la capa n 34. La estructura de banda  
de la capa 33, tras agotado de las portadoras libres se pa-  
rece a aquella en las estructuras previas.

Es evidente que la estructura n-p-n de la figura  
3 puede extenderse para proporcionar operación de canal  
10. doble sobre ambos lados de un dispositivo sencillo al pro-  
porcionar canales paralelos subterráneos a través de una  
capa aislante doble. Por ejemplo, utilizando una estructu-  
ra n-p-n-p-n, se aíslan dos canales p paralelos. La inter-  
conexión entre los canales puede realizarse a través de una  
15. estructuración obvia.

Otra estructura que proporciona un dispositivo  
similar multicanal está representado por el diagrama de  
nivel de energía de la figura 4. Este dispositivo aísla  
dos canales paralelos utilizando simplemente una estructura  
20. n-p-n. Las dos capas de almacenado tipo p 40 y 41 están  
aisladas en la región interior mediante la capa n 42. Los  
otros dos límites son barreras MIS formadas por capas metá-  
licas 43, 44 y capas aislantes 45, 46. La estructura de  
banda curvada de las capas de almacenado, que en este punto  
25. se reconocerán como una base para la invención, es evidente.  
Asimismo se apreciará que, inherente a las estructuras de  
canal plano doble recién descrito existe la posibilidad de  
construir nudos de haces e interconexiones eléctricas. En  
la figura 5 se muestra una configuración de dispositivo co-

401458



- mo ejemplo. La capa de almacenado 50, que aquí se muestra como semiconductor tipo p, y en una realización preferida es de silicón con una resistividad normal (de 0,1 a 100 ohmios cm), está enlazado sobre la superficie con la
5. capa aislante usual 51 y además está aislado en su contorno interior por la unión p-n 52 formada en el modo convencional y que incluye la capa n 53. El dispositivo mostrado tiene electrodos de control 54, 55 y 56 conectados a tres hilos 57, 58 y 59 (ilustrados esquemáticamente) que comprenden tres impulsiones de hilo convencionales. Medios
10. de polarización 60 se muestran esquemáticamente y se comprende que polarizan, vía el electrodo 61, la capa de almacenado 50 con respecto a la capa n 53, de forma que la minoría de portadoras en la capa de almacenado se eliminan
15. esencialmente. El electrodo 61 puede comprender un contacto Shottky o puede proporcionarse una región p 62 para permitir contacto óhmico. Entonces el dispositivo está en condición para la operación normal de carga acoplada excepto que las portadoras de información se almacenaran
20. ahora y se transferirán en el volumen de la capa de almacenado como se indica esquemáticamente en la figura.

La aceleración del campo del proceso de transferencia de carga se ilustra en la figura 6. El medio de almacenado 50 es estructuralmente el mismo que en la figura 5.

25. Con un voltaje V impreso sobre el electrodo 54 y un voltaje mayor, por ejemplo 2V, impreso sobre el electrodo 55, el perfil del campo se aproximará al esquemáticamente sugerido por la línea de trazos 63. Aunque el perfil de campo se muestra en la capa 53 por conveniencias, actualmente es-

401458



tá presente en la capa 50. Ya que las portadoras están situadas ahora dentro del volumen de la capa de almacenado, pueden ser influenciadas por el gradiente de campo.

5. En el proceso normal de transferencia de carga, las portadoras están situadas cerca de la superficie de contacto entre las capas 50 y 51 de forma que un gradiente de campo efectivo puede requerir una capa aislante irregularmente gruesa o electrodos y espaciado inordenadamente pequeños.

10. Asimismo es evidente de las figuras 5 y 6, que el espaciado electródico parece mayor que se encuentra con un dispositivo ordinario de carga acoplado. Realmente este puede ser el caso debido al mecanismo de almacenado único de la invención. En esta característica que conduce a las ventajas de proceso potencial aludidas previamente.

15. Sin embargo, lo mismo que en los dispositivos anteriores, el espaciado interelectródico grande conduce al "bloqueo" de carga, este tiempo debido a las lagunas amplias de potencial que se forman entre los electrodos. Aunque no es evidente inmediatamente de la descripción precedente, los experimentos han mostrado que la carga inyectada en una capa de almacenado de la clase descrita en conexión con la figura 5 no se distribuye uniformemente debido a la presencia de placas metálicas de campo. Las regiones entre las placas de campo tienen energías de potencial inferiores y atraen la carga. Por consiguiente es útil incorporar carga fija en la estructura para soslayar esto.

20. En la configuración descrita en conexión con las figuras 5 y 6, las regiones entre las placas de campo atraen carga positiva. Esto puede compensarse al introducir carga po-

401458



- sitiva fija en o cerca de estas regiones. Una forma conveniente para realizar esto es implantar iones positivos en la capa aislante y/o el semiconductor entre los electrodos utilizando este último como una pantalla. Los mecanismos para realizar esto son bien conocidos. La cantidad de carga debe ser suficiente para establecer aproximadamente un campo eléctrico uniforme a lo largo de la superficie semiconductor cuando un equivalente de polarización a la polarización de almacenado se aplica a las placas de campo.
- 5.
10. Esto puede calcularse en una forma sencilla utilizando la relación

$$P = \epsilon E$$

- donde P es la polarización necesaria en culombios/cm<sup>2</sup>, epsilon es la constante dieléctrica del aislante y E es el campo eléctrico.
- 15.

En este caso E debe aproximarse al campo eléctrico bajo la placa de campo, o  $V/d$  donde V es el voltaje de almacenado sobre la placa de campo y d es el grosor del aislante bajo la placa de campo.

20. Otra forma de compensar estas grandes lagunas de potencial interelectrónico se muestran en la figura 6. Esta sección es una porción del dispositivo de la figura 5 y es similar en detalle excepto por la provisión de una placa de campo continua 70 que se extiende a lo largo de la totalidad de la superficie activa. La placa de campo 70 está aislada de los electrodos de impulsión mediante la capa aislante 71. Ya que la placa metálica 70 está más cerca del semiconductor en las regiones entre los electrodos, un voltaje positivo situado sobre el electrodo 70 vía la fuente
- 25.

401458



te de voltaje 72 será equivalente a situar carga positiva fija en la superficie de contacto semiconductor-aislante como se ha descrito recientemente. Se pueden obtener de las expresiones anteriormente discutidas voltajes y grosores de capa aislante apropiados.

5.

Un método preferido para soslayar las profundas lagunas interelectródicas es utilizar una metalización de cuatro capas.

10.

Finalmente, debe indicarse que las estructuras p-n-p o, en general formas en las cuales la capa de almacenado está aislada con una unión p-n sobre ambas caras, no sufren este problema.

15.

Haciendo de nuevo referencia a la figura 6, los experimentos han mostrado que para transferencia efectiva ayudada por el campo, la dimensión promedio de electrodo  $X_p$ , está relacionada de preferencia a la dimensión  $W$  por lo siguiente:

$$\frac{1}{100} < \frac{W}{x_1} < 10 .$$

20.

Es evidente que la dimensión  $W$  incluye el grosor de la capa aislante. Esta capa debe ser bastante gruesa para evitar la caída dieléctrica pero aún suficientemente delgada para permitir voltajes de impulsión prácticos sobre los elementos de control. Para dióxido de silicón sobre silicón, una zona deseable es de 0,02 a 1 micra.

25.

Más específicamente, si la capa  $SiO_2$ , es de 0,1 micra de grosor y la concentración de portadora en una capa de almacenado de 5 micras de espesor es del orden de  $10^{15}/cm^{-3}$ , entonces los voltajes de impulsión apropiados caen en la

401458



gama útil de 0-50 voltios, por ejemplo, 0, 5 y 10 voltios sobre el sistema de impulsión de tres hilos.

Concentraciones de impureza apropiadas pueden ser señaladas en términos del grosor de la capa de almacenado como sigue:

5.

Para evitar la caída, la densidad de barnizado,  $N_a$  en  $\text{cm}^{-3}$ , en la capa de almacenado se da por la expresión aproximada.

$$N_A \leq \left( \frac{6.6 \times 10^{19} (E_g/1.1)^{3/2} K_s}{W^2} \right)^{4/7}$$

10.

donde  $E_g$  es intervalo de banda en eV,  $K_s$  la constante dieléctrica y  $W$  la profundidad del canal. Para siliconas

$$N_A \leq \left( \frac{8 \times 10^{20}}{W^2} \right)^{4/7}$$

15.

Si la profundidad de canal de  $10^{-3}$  cm se supone por vía de ejemplo, entonces la concentración máxima de portadora  $N_A$  es  $2,5 \times 10^{15} / \text{cm}^{-3}$ . El límite inferior se establece ordinariamente por la concentración intrínseca de portadora.

20.

Desde el punto de vista de mantener la carga que representa la información aislada de los estados superficiales sería normalmente suficiente si el medio de almacenado es tal que la diferencia de energía entre las portadoras almacenadas en el volumen y los estados superficiales es demasiado grande para ser vencida por la excitación

25.

térmica. La diferencia de energía específica es simplemente la expresión de Boltzmann  $kT$ . En un sentido estruc-

401458



tural esto significa que las portadoras almacenadas en silicóna vía el mecanismo inventivo residirán ordinariamente físicamente en la profundidad de por lo menos 30Å de la superficie de contacto silicóna-aislante. En estructuras típicas, esta distancia es en general del orden de 0,01 a 10 micras.

Con referencia a los símbolos que aparecen en la figura 6, se dan por vía de ejemplo los valores específicos siguientes:

- 10.  $X_s = 1 \times 10^{-3}$  cm
- $X_p = 1 \times 10^{-3}$  cm
- $Y_i = 1 \times 10^{-5}$  cm
- $Y_s = 5.0 \times 10^{-4}$  cm
- $N_A = 2 \times 10^{15}$  cm<sup>-3</sup>
- 15.  $N_D = 10^{14}$  cm<sup>-3</sup>
- $V = 5$  voltios
- $V_p = 20$  voltios
- $W = 4$  cm<sup>-3</sup>.

20. Dos estructuras adicionales en las cuales se aísla el canal subterráneo de los electrodos de impulsión mediante barreras individuales en cada electrodo se muestran en las figuras 8 y 9. Estas estructuras aplican con ventaja el reconocimiento de que cuando se utiliza una barrera de Schottky o una unión p-n para aislar el canal de los electrodos, la capa aislante que usualmente interviene, por ejemplo capa 31 en la figura 3, no es esencial desde un punto de vista funcional. Así, en la figura 8, pueden situarse directamente electrodos metálicos 81-83 sobre la capa de almacenado semiconductor 84. La capa de almacena-

25.

401458



do se aísla sobre la cara exterior mediante un substrato 85 que forma una unión p-n 86. Los electrodos forman contactos no ohmicos de modo que el electrodo 86, utilizado para mandar la capa de almacenado vía la fuente 88, requiere una región más altamente barnizada 89, similar a la región 62 en la figura 6. La impulsión de tres fases dada por ejemplo, se muestra como antes. Los electrodos metálicos 81 a 83 pueden comprender cualquiera de los varios metales que forman barreras de Shottky con el substrato. En el caso de silicona, los metales apropiados son Cu, Mo, Ni, W, cualquiera de los seis metales del grupo de platino, o sus mezclas. La formación de estas barreras se describe en "The Bell System Technical Journal", volumen XLIV, número 7, Septiembre de 1965. El grosor de los electrodos no es crítico. Como una consecuencia de las técnicas normales de fabricación, los electrodos metálicos se forman en ventanas de una capa aislante 90.

La otra realización, en la que se alcanza aislado vía uniones p-n, se muestra en la figura 9. La configuración es esencialmente idéntica a la de la figura 8, con números prima que corresponden a los elementos respectivos en la figura 8 excepto para las regiones p difusas 81 que están debajo de cada electrodo de impulsión. Las regiones p pueden formarse por difusión a través de las ventanas del óxido antes de la formación del metal, por difusión de los contactos de metal barnizados, o por implantación o antes de la formación de los electrodos o implantación a través de los electrodos si la transferencia iónica relativa de los electrodos con respecto a la capa aislante es

401458



favorable.

La realización de la figura 9, que tiene aislado de unión p-n más bien que barreras MOS o Shottky, tiene la ventaja de que las corrientes de generación térmicas son

5. bajas.

Otra modificación se observará en las figuras 8 y 9 y ésta es que las capas n y p son complementarias a las de las figuras 1-7. Los parámetros de barnizado posibles para esta configuración son los siguientes:

10.  $N_A = 10^{14}/\text{cm}^3,$

$$N_D = 10^{16}/\text{cm}^3,$$

profundidad de capa n. =  $10^{-4}$  cm.

Se prefiere que la densidad de barnizado del substrato sea menor que la de la capa n.

15. REIVINDICACIONES  
=====

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patentes U.S.A. seriales nº 131.721 del 6 de Abril de 1971, y nº 131.722 del 6 de Abril de 1971.

20.

1. Perfeccionamientos en dispositivos de carga acoplados, de canal subterráneo, caracterizados por que comprenden una capa semiconductor de almacenado enlazada sobre cada plano mayor mediante una barrera rectificadora y medios para influenciar la citada capa de almacenado en forma que proporcione una multitud de estados libres de energía dentro de la citada capa que tienen promedios de

25.

401458



energía diferentes de la de los estados de los contornos por una cantidad mayor de  $kT$ , donde  $k$  es la constante de Boltzmann y  $T$  es la temperatura.

5. 2. Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque comprenden: una primera capa semiconductor de un tipo de conductividad, una segunda capa de almacenado semiconductor de tipo de conductividad opuesta que descansa sobre la primera capa, una capa aislante que cubre substancialmente la citada segunda capa, una pluralidad de electrodos de impulsión situados sobre la citada capa aislante, medios para influenciar la citada primera capa con respecto a la segunda y medios para influenciar secuencialmente los electrodos de impulsión.
10. 3. Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, en los que el semiconductor es silicón.
15. 4. Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, que incluyen además una capa aislante que descansa sobre los electrodos de impulsión, una capa conductora sobre la capa aislante, y medios para influenciar la capa conductora.
20. 5. Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, en que por lo menos uno de los citados planos mayores está limitado por una capa aislante.
25. 6. Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, que incluyen además una pluralidad de electrodos de impulsión situados sobre la citada capa aislante con medios para influenciar secuencialmente los citados electrodos.
7. Perfeccionamientos, según la reivindicación 6, en los que los citados estados libres de energía se sitúan a una distancia  $W$  dentro de la capa de almacenado se-

L

401458



miconductora como medida desde la superficie de la capa aislante que satisface la relación siguiente:

$$\frac{1}{100} < \frac{W}{x_1} < 10.$$

5. donde x es la anchura media de los electrodos de impulsión.

8. Perfeccionamientos, según la reivindicación 7, en los que la capa de almacenado semiconductor tiene una densidad de barnizado que satisface la relación siguiente:

$$10. N_A \leq \left( \frac{6.6 \times 10^{19} (E_g / 1.1)^{3/2} K_s}{W^2} \right)^{4/7}$$

donde  $E_g$  es el intervalo de banda del semiconductor en eV, y  $K_s$  es la constante dieléctrica de la capa aislante.

9. Perfeccionamientos, según las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque comprenden: una primera capa de almacenado semiconductor de un primer tipo de conductividad limitada sobre ambas superficies mayores por una capa aislante semiconductor de un segundo tipo de conductividad, una capa aislante que cubre una de las citadas capas aislantes, una pluralidad de electrodos de impulsión de carga acoplados, situados sobre la citada capa aislante, medios para influenciar la citada capa de almacenado con respecto a las citadas capas aislantes, medios para introducir controlablemente portadoras exentas de carga en la citada capa de almacenado de acuerdo con la información de entrada y medios para detectar la presencia o ausencia en la capa de almacenado de las citadas portadoras libres de carga.

10. Perfeccionamientos según la reivindicación 9, que incluyen además una segunda capa de almacenado semicon-

40145



5. ductora limitada sobre ambas superficies mayores por una capa aislante semiconductor, medios para influenciar la citada segunda capa de almacenado con respecto a sus capas aislantes de límite y medios para introducir controlablemente las citadas portadoras de carga libre en la citada segunda capa de almacenado.

11. Perfeccionamientos según la reivindicación 10, que incluyen además medios para interconectar las citadas primera y segunda capas de almacenado.

10. 12. Perfeccionamientos según las reivindicaciones precedentes caracterizados porque comprenden: una primera capa semiconductor de un tipo de conductividad,

una capa de almacenado semiconductor del tipo de conductividad opuesta que desocansa sobre la primera capa,

15. una pluralidad de electrodos de impulsión espaciadas, situados sobre la citada capa de almacenado, formando cada uno de los citados electrodos de impulsión con la capa de almacenado una barrera Schottky,

20. medios para influenciar la capa de almacenado con respecto a la citada primera capa semiconductor,

medios para influenciar secuencialmente los electrodos de impulsión.

25. 13. Perfeccionamientos, según la reivindicación 12, que incluyen además una capa aislante que cubre las porciones espaciadas de la capa de almacenado entre los electrodos de impulsión.

14. Perfeccionamientos, según la reivindicación 12, en los que el semiconductor es silicón.

15. Perfeccionamientos, según la reivindicación

401458



14, en los que la primera capa semiconductor es tipo p y la capa de almacenado es tipo n.

5. 16. Perfeccionamientos, según la reivindicación 12, en los que los electrodos de impulsión comprenden un metal seleccionado del grupo que consta de cobre, molibdeno, tungsteno, níquel, los metales del grupo seis del platino y sus mezclas y la barrera Schottky comprende una superficie de separación de siliciuro metálico-silicona.

10. 17. Perfeccionamientos, según las reivindicaciones precedentes en dispositivo de carga complejo, caracterizados porque comprenden:

15. una primera capa semiconductor de un primer tipo de conductividad, una segunda capa de almacenado semiconductor del tipo de conductividad opuesta que descansa sobre la primera capa,

una pluralidad de regiones discretas de impureza del citado primer tipo de conductividad formadas en la citada capa de almacenado,

20. una pluralidad de electrodos de impulsión formados sobre las citadas regiones de impureza,

medios para influenciar la citada primera capa con respecto a la capa de almacenado y

medios para influenciar secuencialmente los electrodos de impulsión.

25. 18. Perfeccionamientos, según la reivindicación 17, en los que el semiconductor es silicona.

19. Perfeccionamientos, según la reivindicación 18, en los que el primer tipo de conductividad es tipo p y el semiconductor de almacenado es tipo n.



401458

20. Perfeccionamientos, según la reivindicación 19, en los que la densidad de adulteración de la capa de almacenado es mayor que la de la citada primera capa.

5. 21. Perfeccionamientos en dispositivos de carga acoplados, de canal subterráneo.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva, que consta de 22 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 5 de Abril 1972

p.a. p. p. JAIME ISERN

  
Firmado: JOSE F. NIETO



401458



FIG. 1A

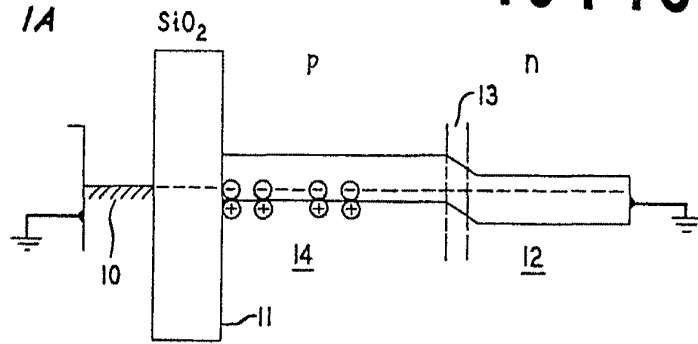


FIG. 1B

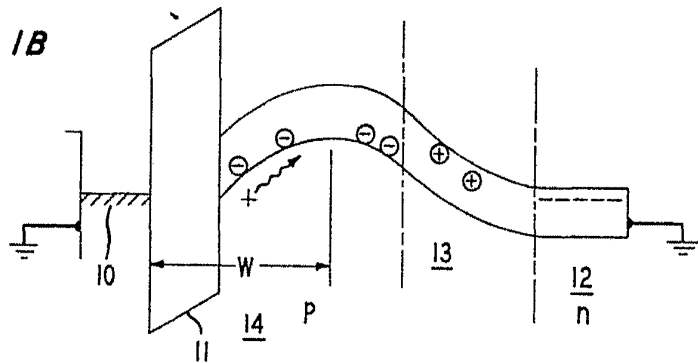
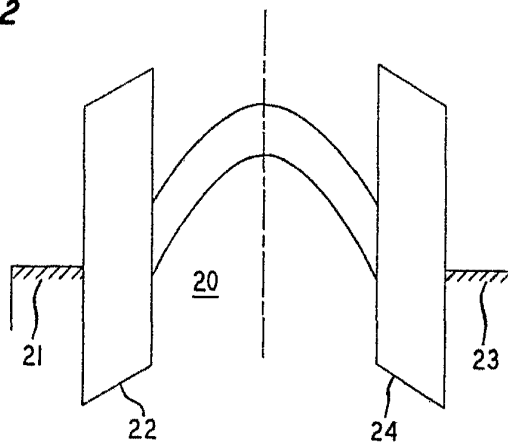


FIG. 2



MAJRI, a 15 ABR. 1972

p. a. *[Signature]*

Firmado: JOSE F. NIETO

401458



FIG. 3

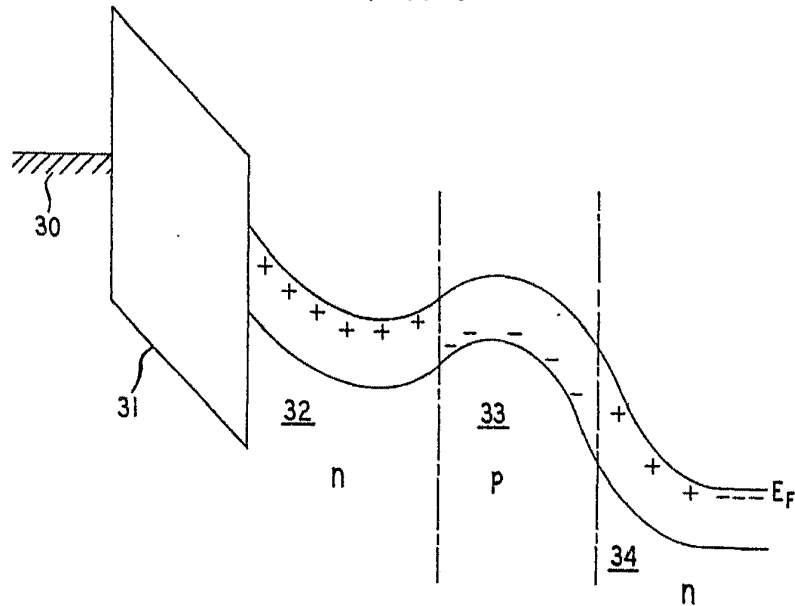
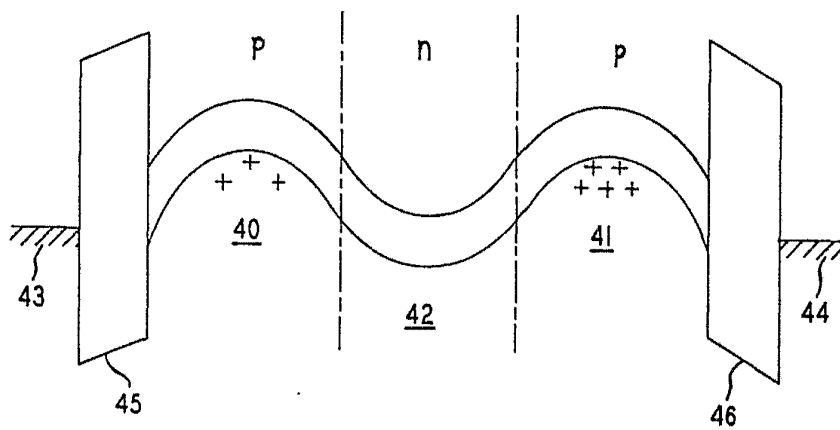


FIG. 4



MADRID, d 5 ABR. 1972

p. 2.  
Firmado: JOSE F. NIETO

Firmado: JOSE F. NIETO

401458

FIG. 5

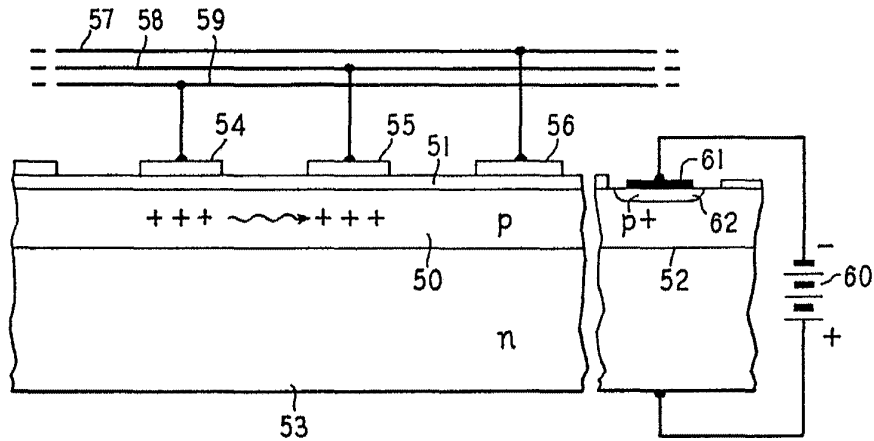


FIG. 6

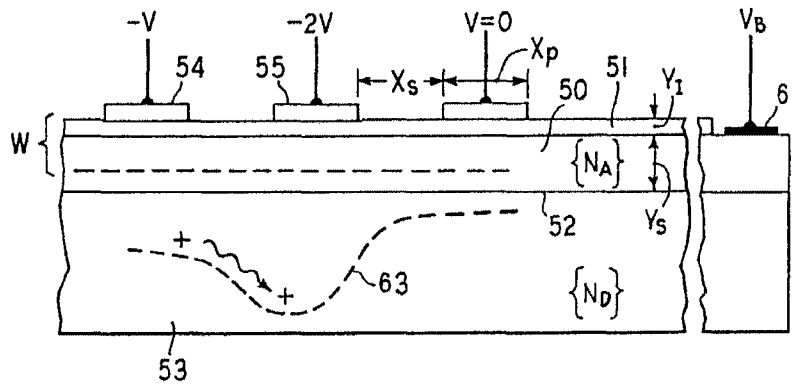
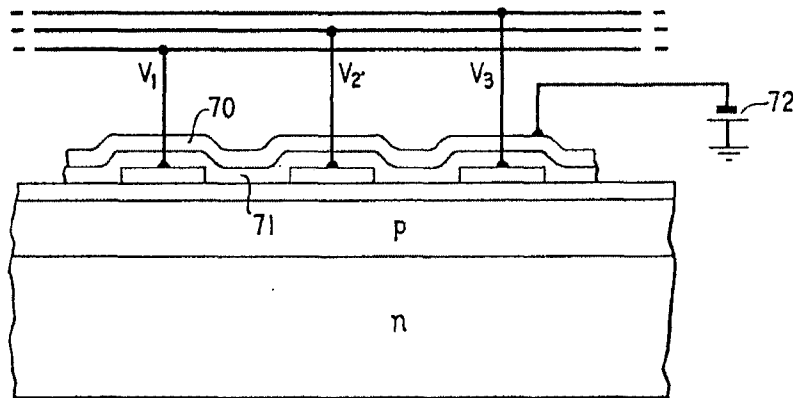


FIG. 7



MAJURO, a 15 ABR. 1972

p. 2.

JOSE F. NIETO

*[Handwritten signature]*

Elmado: JOSE F. NIETO

401458



FIG. 8

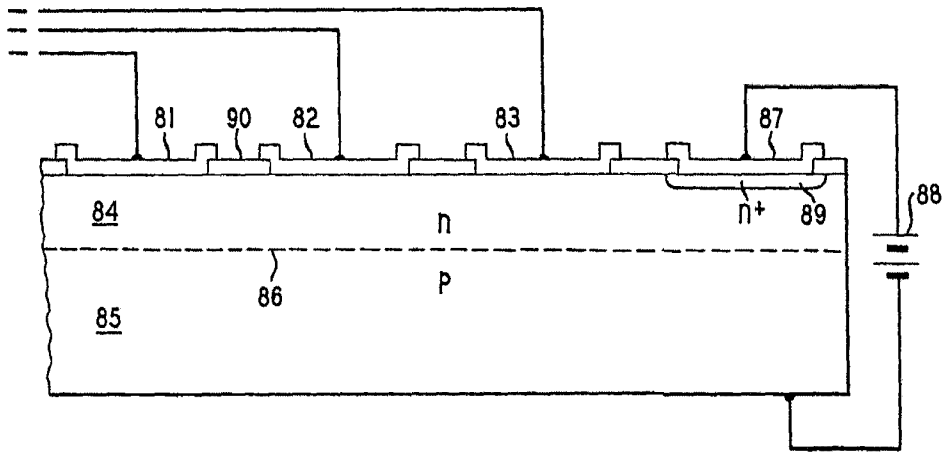
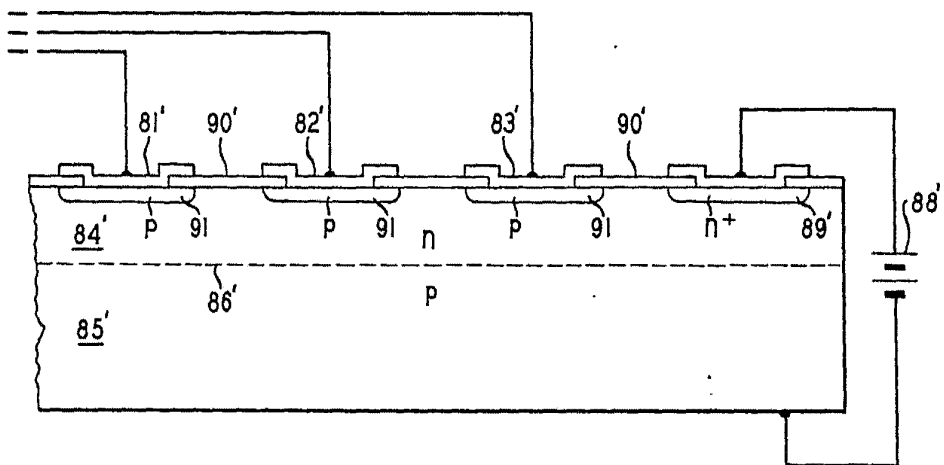


FIG. 9



MADRID, 21.5 ABR. 1972

P. 2.

JOSE F. NIETO

Firmado: JOSE F. NIETO