



407968

P.- 52.460
PHN 5964 Spain VD/EV

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.²: H01L ; G11C

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda.

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN DISPOSITIVO
SEMICONDUCTOR"

(Clase Internacional H01L)

407968



El invento se refiere a un dispositivo semicon-
ductor, en particular a un registro de desplazamiento, que
comprende un cuerpo semiconductor que tiene una capa semi-
conductora de un tipo de conductividad, medios para intro-
ducir localmente en la capa semiconductora información en
5 la forma de carga eléctrica, y medios para leer dicha in-
formación en forma de carga en cualquier lugar sobre la ca-
pa, sobre cuya capa semiconductora están presentes miem-
bros sobre al menos una de las caras de la capa para apli-
10 car tensiones de sincronismo mediante las cuales es trans-
portada la mencionada carga a través de la capa semiconduc-
tora en una dirección paralela a la capa.

Se entenderá que tensiones de sincronismo signi-
fican aquí tensiones alternas cuya localización se despla-
za en la capa semiconductora paralelamente a la dirección
15 del transporte de carga. Dichas tensiones de sincronismo
son usualmente impulsos de tensión cuya pendiente (dV/dt),
sin embargo, puede variar dentro de amplios límites. Los
mencionados miembros consisten usualmente en electrodos
20 que están separados de la capa semiconductora por una capa
de barrera y están conectados a fuentes de tensión de sin-
cronismo. Sin embargo, los miembros pueden también compren-
der una capa piezoeléctrica en la cual puede propagarse
una onda acústica que es convertida en la mencionada ten-
25 sión de sincronismo por el material piezoeléctrico.

407968



Tales dispositivos que son utilizados, por ejemplo, en líneas de retardo para señales de audio o videofre
cuencia son conocidos, por ejemplo, por la revista Electro
nics del 11 de mayo de 1.970, páginas 112 y siguientes, y
5 están basados en general en el principio de que es suminis
trada una señal en la forma de carga eléctrica al dispositi-
tivo, por ejemplo un registro de desplazamiento, y es trans
portada a una salida por intermedio de una serie de pasos
sucesivos, siendo cada vez almacenada la carga en uno de
10 los pasos durante un cierto período de tiempo.

Para un buen funcionamiento del registro de despla-
zamiento es antes que nada deseable que la eficiencia del
transporte sea tan alta como sea posible, es decir que la
cantidad de carga constitutiva de información que se pier-
15 de en cada transición de un paso al paso subsiguiente, por
ejemplo, como resultado de recombinación de portadores de
carga o como resultado de carga remanente en el mencionado
primer paso, sea reducida a un mínimo.

Una cantidad importante adicional la constituye
20 el tiempo de transporte, es decir el tiempo que es necesari-
o para desplazar la carga eléctrica desde un paso a un
paso subsiguiente. El tiempo de transporte, que como se
pondrá de manifiesto posteriormente, es entre otras cosas
decisivo del número de señales que pueden ser suministra-
25 das al registro de desplazamiento por unidad de tiempo y

407968



por tanto de la frecuencia que puede ser manejada como máximo por el registro de desplazamiento, ha de ser preferiblemente lo más pequeño posible.

5 El funcionamiento del dispositivo conocido antes descrito está basado adicionalmente en el principio de que pueden ser creadas en la capa semiconductoras zonas de empobrecimiento en las cuales puede ser almacenada y desplazada carga formadora de información en la forma de portadores de carga minoritarios y que están en posición contigua
10 a la superficie.

Para ese fin, por ejemplo en el caso en el cual la capa semiconductoras se compone de silicio de tipo n , la capa semiconductoras está puesta a una tensión de polarización positiva con relación a los electrodos a fin de obtener las zonas de empobrecimiento y la información es suministrada al registro de desplazamiento en la forma de huecos los cuales, como resultado de la tensión entre los electrodos y la capa semiconductoras, se encontrarán principalmente en la interzona entre la capa semiconductoras y la
15 capa aislante.
20

En este dispositivo conocido, el movimiento de carga (en la forma de huecos) desde un paso (zona de empobrecimiento) a un paso subsiguiente (zona de empobrecimiento) del registro de desplazamiento tiene lugar por medio
25 de una fuente de tensión conectada entre los electrodos

407968



asociados con dichas regiones mediante la cual es creado un pozo de potencial en la interzona entre la capa aislante y el cuerpo semiconductor en el área del segundo paso.

5 Durante el transporte, los huecos que están almacenados en el primer paso y que se encuentran cerca del segundo paso fluyen en el pozo de potencial como resultado de lo cual se crea acumulativamente un gradiente de concentración en el primer paso. Bajo la influencia de dicho gradiente de concentración y un campo de deriva asociado, tiene lugar un movimiento de carga en el primer paso en la dirección del segundo paso.

10 Está demostrado en la I.E.E.E. International Solid State Circuits Conference, de 1.971, páginas 158 y 159, que dicho movimiento de carga que determina principalmente la velocidad de transporte puede ser descrito por una ecuación de difusión con un coeficiente efectivo de difusión que es sustancialmente proporcional a la movilidad de los portadores de carga y está compuesto de una constante de difusión independiente de la carga y de una parte dependiente de la carga que determina el movimiento de carga como resultado del mencionado campo de deriva.

15 En estos dispositivos conocidos el tiempo de transporte está influenciado perjudicialmente entre otras cosas porque durante el transporte los portadores de carga se mueven principalmente a lo largo de la superficie de la

407968'

19



capa semiconductor, como resultado de lo cual su movilidad es más bien baja, posiblemente como resultado de estados de superficie. En el caso del silicio, por ejemplo, la movili
dad tanto de electrones como de huecos en la superficie es
5 aproximadamente dos veces más baja que en el interior del cuerpo semiconductor, como resultado de lo cual el coeficiente de difusión a lo largo de la superficie es también dos veces más pequeño que en el interior de la capa semicon
ductora.

10 Además la componente del campo de deriva que depende fuertemente de la cantidad total de carga contribuye al transporte total en un grado considerable solamente en el caso de una concentración de carga relativamente alta, pero disminuye según que sea transferida más carga, como re
15 sultado de lo cual el transporte está finalmente determina do sustancialmente solo por difusión.

Esto significa, entre otras cosas, que, en parti
cular con las no muy altas concentraciones que se presen
tan en la práctica, el tiempo de transporte está determina
20 do principalmente por los últimos residuos de carga que han de ser transferidos aun, los cuales, para ser transferidos, pueden requerir mucho tiempo en forma desproporcionada en comparación con la cantidad de carga ya transferida.

25 En algunos casos puede obtenerse una considerable disminución del tiempo de transporte al tiempo que se sa-

407968



crifica una parte de la eficiencia de transporte, no siendo transferidos los últimos residuos de carga.

5 Sin embargo, este resto de carga tiene el inconveniente de que puede ocurrir intermodulación entre las sucesivas cargas formadoras de información a ser transportadas a través del registro de desplazamiento, como resultado de lo cual se restringe, entre otras cosas, el rango de frecuencias de las señales a ser suministradas al registro de desplazamiento. Además, en una gran mayoría de casos, por ejemplo, en líneas de retardo que tienen un gran número de pasos, se requiere una eficiencia de transporte muy alta a fin de evitar una pérdida de información demasiado grande.

10 Uno de los objetos del invento es crear un dispositivo para el transporte de carga formadora de información, en particular un registro de desplazamiento, en el cual el transporte de carga tiene lugar de acuerdo con un principio diferente al de los dispositivos descritos, cuyo dispositivo puede funcionar en condiciones normales de temperatura y presión.

20 Otro objeto del invento es crear un dispositivo semiconductor que tiene tiempos de transporte muy pequeños en el cual puede obtenerse a pesar de todo una alta eficiencia de transporte.

25 El invento está basado, entre otras cosas, en el reconocimiento del hecho de que pueden obtenerse ventajas

407968



particulares, por ejemplo una considerable reducción del tiempo de transporte, si el movimiento de carga no tiene lugar principalmente a lo largo de la superficie sino a través del interior de la capa semiconductor.

5 Por consiguiente, de acuerdo con el invento, un dispositivo semiconductor del tipo descrito en la introducción está caracterizado porque, excepto para la introducción y eliminación de dicha carga, la capa semiconductor está eléctricamente aislada en su totalidad del ambiente
10 que la rodea al menos durante el funcionamiento, porque los mencionados miembros se extienden al menos en toda la capa semiconductor en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, y porque el espesor y la concentración de impureza de la capa semiconductor son al menos
15 tan pequeños que puede aplicarse un campo eléctrico en la capa semiconductor transversalmente a la capa, en donde no se produce multiplicación por avalancha, como resultado de lo cual se forma una zona de empobrecimiento en todo el espesor de la capa semiconductor.

20 Se entenderá que los mencionados miembros incluyen aquí todos los medios para aplicar un campo eléctrico en la capa semiconductor. Sin embargo, una realización preferida de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque los miembros están forma
25 dos por electrodos que están separados de la capa semicon-

407968



5 ductora por una capa de barrera. Los electrodos pueden estar formados, por ejemplo, por zonas semiconductoras del tipo de conductividad opuesto al de la capa semiconductor que constituyen con la capa semiconductor una capa de barrera en la forma de una unión p-n. Adicionalmente, pueden también utilizarse capas de barrera en la forma de uniones rectificadoras metal semiconductor polarizadas en sentido inverso (las llamadas uniones Schottky), en las cuales un electrodo consiste en una capa metálica que es adecuada para la formación de una unión Schottky y que está dispuesta directamente sobre la superficie de la capa semiconductor. Se entenderá que los términos "electrodos" y "capa de barrera" incluirán por consiguiente cualquier forma de electrodo en la cual el electrodo y la capa semiconductor estén eléctricamente aislados entre sí.

10 Sin embargo, los electrodos consisten preferiblemente en capas conductoras, por ejemplo, capas metálicas, pero también, por ejemplo, capas semiconductoras altamente impurificadas tales como silicio policristalino altamente impurificado, que están separadas del material semiconductor por una capa de barrera de material aislante, por ejemplo, óxido de silicio.

20 La capa semiconductor puede estar aislada de los alrededores de muchas maneras conocidas, por ejemplo, por- que la capa esté rodeada por todas partes por una capa de

407968



un material aislante, o esté cubierta al menos por uno de sus lados con un material aislante y está limitada por los lados restantes por una región semiconductor del tipo de conductividad opuesto al de la capa semiconductor, por in
5 termedio de una unión p-n de barrera, por una zona de empobrecimiento presente en el estado de funcionamiento en forma permanente, o por combinaciones de tales medidas.

Puesto que en el dispositivo de acuerdo con el invento la capa semiconductor está aislada del ambiente y,
10 por ejemplo, no comprende un conductor de conexión con la excepción de las posibles conexiones de entrada y salida, como en el dispositivo conocido descrito, los campos eléctricos externos que influyen sobre los portadores de carga formadores de información, están determinados por las tensiones de sincronismo entre los electrodos mutuamente.
15

Además, también puesto que la capa semiconductor está aislada del ambiente, en contraste con el dispositivo conocido descrito, los campos eléctricos originados por las tensiones de sincronismo en la capa semiconductor en el dispositivo de acuerdo con el invento pueden estar
20 dirigidos de modo tal que la carga eléctrica formadora de información no sea atraída sino repelida por los electrodos en cuyo caso la carga permanece a pesar de todo en la capa semiconductor. Esto puede aumentar la velocidad a la cual
25 son transportados los portadores de carga desde un paso al

407968'



paso subsiguiente.

Puesto que adicionalmente los miembros para la aplicación de las tensiones de sincronismo y los electrodos, respectivamente, se extienden a lo largo de toda la ca
5 pa semiconductora en una dirección transversal al transporte de carga, las cargas formadoras de información presentes en el registro de desplazamiento pueden ser separadas entre sí por campos eléctricos en las zonas de empobrecimiento que se extienden en todo el espesor de la capa y en
10 una dirección transversal al transporte de carga en todo el ancho de la capa semiconductora.

Por consiguiente, pueden ser transportadas cargas formadoras de información cada vez desde un paso a un segundo paso subsiguiente de un registro de desplazamiento
15 de acuerdo con el invento al menos principalmente a través del interior de la capa semiconductora, en contraste con el registro de desplazamiento conocido ya descrito en el cual el transporte de carga tiene lugar a lo largo de la interzona de la capa semiconductora y la capa aislante.

20 Como resultado de esto, el tiempo de transporte en un registro de desplazamiento de acuerdo con el invento puede ser considerablemente más pequeño que en el dispositivo conocido descrito. Puesto que todavía durante el transporte de carga desde el mencionado primer paso al segundo
25 paso la distancia entre la carga formadora de información y



407968'

5 el electrodo asociado con el primer paso aumenta además y puede incluso hacerse muchas veces mayor que el espesor de la capa aislante, el acoplamiento capacitivo durante el transporte disminuye fuertemente, como resultado de lo cual se obtiene una reducción adicional del tiempo de transporte. Un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento puede hacerse funcionar además ventajosamente con tensiones de sincronismo que, si es deseable, presenten solamente dos niveles de tensión.

10 En un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento los portadores de carga formadora de información pueden consistir en portadores de carga minoritarios que pueden ser suministrados, por ejemplo, al registro de desplazamiento después que hayan sido eliminados en primer lugar sustancialmente todos los portadores de carga mayoritarios de la capa semiconductor, por ejemplo, mediante una zona de empobrecimiento de desplazamiento. Una realización preferida del dispositivo semiconductor, en particular un registro de desplazamiento, de acuerdo con el invento, está
15 caracterizada, sin embargo, porque aplicando una tensión de sincronismo por medio de los mencionados miembros destinados a este fin en la capa semiconductor, pueden formarse zonas de empobrecimiento que encierran varias regiones de la capa semiconductor y las aíslan entre sí, siendo almacenada en dichas regiones la carga formadora de informa-
20
25

407968



ción en la forma de portadores de carga mayoritarios.

Es de observar que los portadores de carga mayoritarios se entenderán como aquellos portadores de carga cuya concentración en la situación de equilibrio eléctrica
5 mente neutro es superior a la concentración de los portadores de carga de la polaridad opuesta (llamados portadores de carga minoritarios) al menos en un factor de 10^2 y preferiblemente en un factor superior a 10^4 .

Puesto que adicionalmente la movilidad de los
10 electrones es generalmente mayor que la de los huecos, puede conseguirse una importante reducción adicional del tiempo de transporte con relación a los mencionados dispositivos conocidos al menos cuando es utilizada una capa de tipo n.

15 Los portadores de carga mayoritarios que están almacenados en una región que constituye un primer paso del registro de desplazamiento, pueden desplazarse a un segundo paso subsiguiente del registro de desplazamiento embrocando la región por medio de tensiones de sincronismo
20 aplicadas por intermedio de los electrodos. Las dimensiones y la distancia mutua de los electrodos están escogidas preferiblemente de modo tal que el transporte de carga tiene lugar sustancialmente en su integridad bajo la influencia del campo eléctrico en la capa semiconductor originado por
25 las tensiones de sincronismo. Una realización preferida de

4079681



un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento es-
tá caracterizada por consiguiente porque el ancho de los
electrodos y las distancias de separación entre dos elec-
trodos sucesivos son del mismo orden o menores que el espe-
5 sor de la capa semiconductor.

En esta realización, la componente de deriva re-
sultante del campo eléctrico aplicado domina la componente
de la corriente de difusión durante todo el transporte de
carga, como resultado de lo cual se obtiene una reducción
10 adicional del tiempo de transporte. Puesto que también ha-
cía el final del proceso de transferencia cada uno de los
portadores de carga está bajo la influencia del campo eléc-
trico aplicado, la eficiencia de transporte puede ser muy
alta en esta realización.

Es de observar que los electrodos no necesitan
estar conectados individualmente a una fuente de tensión,
sino que los electrodos que pertenecen, por ejemplo, a
aquellas regiones del cuerpo semiconductor que pueden con-
tener cada vez información simultáneamente, están conecta-
20 das entre sí por un conductor que puede estar aplicado a
un potencial común.

Durante el transporte de carga de un primer paso
a un segundo paso subsiguiente, la carga almacenada en el
primer paso no puede retroceder a un paso precedente del re-
25 gistro de desplazamiento contiguo al primer paso. Por con-



407968

siguiente, una realización adicional preferida de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque los electrodos están subdivididos al menos en tres grupos en los cuales los electrodos pertenecen alternativamente a un primer, un segundo y un tercer grupos y en donde los electrodos que pertenecen a un grupo están conectados entre sí por un conductor.

Puesto que los electrodos están subdivididos al menos en tres grupos, puede evitarse el retroceso de carga desde un paso a un paso precedente por medio de un campo eléctrico que está aplicado por intermedio de los electrodos y que fuerza a los portadores de carga en la dirección del paso subsiguiente.

El invento no solamente presenta importantes ventajas en lo que respecta al funcionamiento del registro de desplazamiento en relación a los dispositivos conocidos, sino que también presenta varias posibilidades respecto a la estructura, cada una de las cuales puede aplicarse ventajosamente.

Un primer tipo de dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizado porque todos los electrodos están dispuestos sobre una de las caras de la capa semiconductor.

En este caso, pueden obtenerse regiones que contienen portadores de carga mayoritarios formadores de infor

4079681



mación y están rodeadas por zonas de empobrecimiento cuyas regiones se extienden en todo el espesor de la capa semicon ductora, teniendo lugar el transporte de carga principalmente en una dirección paralela a la superficie y a través del interior de la capa semiconductora.

En esta realización puede ser utilizado un cuerpo semiconductor que está formado solamente por la capa semi conductora la cual, sin contar los miembros de entrada o sa lida, si los hay, está totalmente rodeada por material aislante. Con el fin de obtener una mayor rigidez mecánica, la capa semiconductora puede estar dispuesta ventajosamente so bre un soporte de un material aislante.

Sin embargo, una realización preferida adicional de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque la capa semiconductora está cons tituida por una parte en forma de isla de una región en forma de capa de un primer tipo de conductividad que es con tigua a una superficie del cuerpo semiconductor y que forma una unión p-n con una segunda región del segundo tipo de conductividad. En esta realización el registro de desplaza miento puede estar integrado ventajosamente con otros elementos de circuito, por ejemplo, transistores, diodos, resistencias, etc, que constituyen, por ejemplo, un paso de entrada o un paso de salida del registro de desplazamiento y que están dispuestos en el cuerpo semiconductor del modo

407968



usual.

La capa semiconductor a puede estar formada, por ejemplo, por una isla en una capa epitáctica de un primer tipo de conductividad que está dispuesta sobre un substrato de un segundo tipo de conductividad, estando rodeada la isla por una zona de aislamiento en forma de copa cuyo fondo está formado por la zona de empobrecimiento de la unión p-n entre el substrato y la capa epitáctica y cuyas paredes verticales pueden estar formadas por las zonas de empobrecimiento entre la capa epitáctica y zonas de aislamiento del segundo tipo de conductividad.

Sin embargo, una realización preferida que tiene, entre otras, la ventaja de que no tiene lugar inversión en las zonas de aislamiento como resultado de las tensiones de sincronismo en los electrodos, está caracterizada porque las paredes verticales de las partes en forma de isla son contiguas a una zona de aislamiento que está formada al menos parcialmente por una capa de material aislante, por ejemplo óxido de silicio, que está incrustado en la capa semiconductor al menos en parte de su espesor.

La capa de óxido de silicio puede extenderse desde la superficie de la capa semiconductor a través de todo el espesor de la capa semiconductor hasta la región del segundo tipo de conductividad. Sin embargo, también es posible ventajosamente que la capa de óxido incrustado se ex

407968



tienda desde la superficie de la capa semiconductoramente en parte del espesor de la capa semiconductor, estando formadas adicionalmente las zonas de aislamiento por zonas del segundo tipo de conductividad que son contiguas al
5 óxido y que se extienden hasta la región del segundo tipo de conductividad.

En las presentes realizaciones, las zonas de empobrecimiento que encierran durante el funcionamiento regiones de la capa semiconductor que contienen información,
10 son contiguas a una región del segundo tipo de conductividad. Como resultado de esto, puede tener lugar acumulación de portadores de carga minoritarios que se originan de la región del segundo tipo de conductividad durante el funcionamiento en la intercara entre la capa semiconductor y la
15 capa aislante en las zonas de empobrecimiento.

Dicha acumulación de carga que puede dar lugar a la inversión del tipo de conductividad en las zonas de empobrecimiento, puede evitarse ventajosamente en una realización preferida del dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento que está caracterizada porque la región
20 del segundo tipo de conductividad del cuerpo semiconductor está provista de un conductor de conexión que conecta la región del segundo tipo de conductividad a una fuente de tensión, como resultado de lo cual se evita la inversión
25 durante el funcionamiento.

407968



Un segundo tipo de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizado porque la capa semiconductor comprende electrodos situados sobre dos lados opuestos que están separados del material semiconductor por una capa de barrera, preferiblemente una capa aislante, y que son sustancialmente paralelos entre sí.

El movimiento de la carga formadora de información desde un paso del registro de desplazamiento a un paso subsiguiente puede tener también en esta realización una componente en una dirección transversal a la capa semiconductor además de una componente paralela a la capa semiconductor, desplazándose la carga alternativamente desde una de las superficies principales de la capa semiconductor a la otra.

En este tipo de dispositivo las regiones que comprenden la carga que contiene información no necesitan extenderse en todo el espesor de la capa semiconductor cuando la densidad de carga no es muy alta, sino solamente sobre una parte de la capa semiconductor, como se pondrá de manifiesto por la descripción de las Figuras posteriormente.

Una de las ventajas de tal dispositivo es que la estructura puede ser muy compacta, como resultado de lo cual pueden obtenerse líneas de retardo con un gran número de pasos por unidad de longitud.

De acuerdo con una realización simple, el ancho

407968



de los electrodos y las distancias de separación entre los mismos que están dispuestos sobre una cara de la capa semiconductora, son iguales al ancho de los electrodos que están dispuestos sobre la cara situada en oposición y a la
5 distancia de separación entre los mismos. Entre otras, por razones de simetría, los electrodos que están dispuestos sobre una de las caras de la capa semiconductora están desplazados preferiblemente en la mitad de una distancia de separación con relación a los electrodos que están dispues
10 tos sobre la cara de la capa semiconductora situada en oposición.

Una realización preferida adicional que tiene, entre otras, la importante ventaja de una reducción adicional del tiempo de transporte, está caracterizada porque,
15 visto en proyección en una dirección transversal a las superficies principales, un electrodo que está dispuesto sobre una de las caras de la capa semiconductora recubre parcialmente dos electrodos yuxtapuestos que están dispuestos sobre la cara situada en oposición.

20 Puesto que en esta realización los electrodos dispuestos sobre cualquiera de las caras de la capa semiconductora se solapan entre sí, la distancia entre los pasos sucesivos es aproximadamente igual al espesor de la capa semiconductora, como resultado de lo cual, en comparación
25 con un dispositivo del tipo primeramente descrito, el campo

407968



eléctrico en la capa semiconductor, con la misma tensión entre dos electrodos sucesivos, está presente en todo el margen de transporte y además la distancia sobre la cual se desplazan los portadores de carga es muy pequeña.

5 En este tipo de dispositivos semiconductores los electrodos están preferiblemente subdivididos en cuatro grupos, en los cuales los electrodos que pertenecen al mismo grupo están conectados entre sí y cada una de las caras de la capa semiconductor comprende solamente dos grupos
10 en donde los electrodos pertenecen alternativamente a uno de los grupos.

Una ventaja adicional es que los electrodos pueden estar conectados entre sí por conductores que no se cruzan entre sí sobre la misma cara de la capa semiconductor.

15 Un tipo posterior de dispositivo semiconductor en el cual están dispuestos electrodos sobre dos caras de la capa semiconductor situadas en oposición está caracterizado porque, vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, los electrodos que están
20 dispuestos sobre una de las mencionadas caras de la capa semiconductor se encuentran en situación opuesta a los electrodos que están dispuestos sobre la cara de la capa semiconductor situada en oposición.

25 En este tipo de dispositivo semiconductor, están presentes preferiblemente medios por los cuales pueden ser



407968

aplicadas tensiones de la misma polaridad y preferiblemente del mismo valor a electrodos que, vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, se encuentran opuestos entre sí. En esta realización los
5 electrodos pueden estar subdivididos, por ejemplo, en varios grupos de electrodos en los cuales los electrodos asociados con un grupo están conectados entre sí por líneas de sincronismo y en donde los electrodos que están situados directamente opuestos entre sí pertenecen al mismo grupo.
10 po.

En este tipo de dispositivo semiconductor, el transporte de carga durante el transporte de la carga formadora de información tiene lugar principalmente en una dirección paralela a la capa semiconductor.

15 Un tipo adicional de dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizado porque la capa semiconductor comprende dos grupos que se cruzan de electrodos que están separados entre sí y del material semiconductor por una capa de barrera, por ejemplo una capa
20 aislante, siendo los electrodos que pertenecen al mismo grupo sustancialmente paralelos entre sí y cruzando los electrodos del otro grupo.

Tal tipo de registro de desplazamiento puede ser considerado como una combinación de dos sistemas parciales
25 cuyo funcionamiento es análogo al del ya descrito primer



407968

tipo. En el área de los cruces de los electrodos, pueden ser creados mínimos de energía potencial para los portadores de carga formadores de información en la capa semiconductora en donde pueden ser almacenados dichos portadores de carga. Por medio de campos eléctricos aplicados por intermedio de los electrodos, los portadores de carga pueden ser desplazados en dos direcciones que se cruzan entre sí y preferiblemente se extienden mutuamente sustancialmente en direcciones perpendiculares.

Tal dispositivo semiconductor puede ser utilizado ventajosamente, por ejemplo, como registro de desplazamiento de dos dimensiones, en el cual el transporte de carga muestra bien una componente en cada una de las dos mencionadas direcciones o, bien solamente en una de las mencionadas direcciones.

Como ya se ha descrito, en un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento puede ser transportada a través de la capa semiconductora información en la forma de portadores de carga mayoritarios. La carga formadora de información deberá ser leída y eliminada, desde luego, y preferiblemente al final de la capa semiconductora, o ser retornada en algunos casos a la entrada del registro de desplazamiento. Esto puede hacerse de diversos modos.

Una realización preferida de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada por

407968'



que, visto en la dirección del transporte de carga, un electrodo adicional que está aislado de la capa semiconductor por una capa de barrera y que constituye el electrodo de control de un transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado está dispuesto detrás del último electrodo, constituyendo la región de la capa semiconductor que se encuentra entre el electrodo de control y el mencionado último electrodo la zona de electrodo de entrada del transistor, estando conectada la región de la capa semiconductor situada detrás del electrodo de control (la zona de electrodo de salida) a un conductor que constituye un conductor de electrodo de salida para los portadores de carga formadora de información.

En el caso en que el electrodo de control está aislado de la capa semiconductor por una capa aislante, por ejemplo de óxido de silicio, se obtiene un transistor de un tipo que carece de uniones p-n que puede ser fabricado de un modo muy simple y que es conocido en la literatura técnica como "transistor de efecto de campo de empobrecimiento profundo". Tal tipo de transistor de efecto de campo puede ser utilizado en un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento cuando los portadores de carga mayoritarios constituyen la carga formadora de información. Los portadores de carga pueden ser transferidos desde el último paso del registro de desplazamiento dentro de la zo

407968

19 DIC. 1972



na de electrodo de entrada adyacente del transistor de efecto de campo y ser extraídos de la misma.

5 Para leer la información, la zona de electrodo de entrada del transistor puede estar conectada, por ejemplo, mediante un conductor, a un elemento de circuito que está formado, por ejemplo, por un diodo p-n que está dispuesto en una parte en forma de isla del cuerpo semiconductor que está aislada de la capa semiconductor.

10 Sin embargo, una realización adicional preferida del dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque la zona de electrodo de entrada del transistor está conectada conductivamente al electrodo de control de un segundo transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado, cuyo transistor está aislado adicionalmente de la capa semiconductor y comprende una zona
15 de electrodo de entrada y una zona de electrodo de salida y en donde la conductividad de la región de canal situada entre ellas es una medida de la cantidad de portadores de carga formadores de información transportada a través de la
20 capa semiconductor.

Este segundo transistor de efecto de campo es también preferiblemente del tipo ya descrito "transistor de efecto de campo de empobrecimiento profundo", en el cual la zona de electrodo de entrada, la zona de electrodo de
25 salida y la región situada entre la zona de electrodo de en

407968



trada y la zona de electrodo de salida son del mismo tipo de conductividad que la capa semiconductor.

Una realización preferida adicional de un dispositivo semiconductor, en particular un registro de desplazamiento, de acuerdo con el invento, está caracterizada porque los miembros para la aplicación de tensiones de sin cronismo están conectados al menos a una fuente de tensión, como resultado de lo cual se originan transitoriamente zonas de empobrecimiento local que se extienden en todo el espesor de la capa semiconductor y que sirven para limitar una o más regiones de la capa semiconductor en las cuales es almacenada información. Se entenderá que información significa aquí la cantidad de carga que está almacenada en dichas regiones de la capa semiconductor en la forma de portadores de carga móviles (o la carencia de los mismos) respecto a lo cual es de observar que en casos especiales una carga "cero" puede ser también considerada como información.

La carga formadora de información está constituida ventajosamente por una cantidad de portadores de carga mayoritarios que pertenecen al mencionado primer tipo de conductividad de la capa semiconductor. Por ejemplo, en el caso en que la capa semiconductor está formada, por ejemplo, por una capa de tipo n, por ejemplo, silicio impurificado con átomos de fósforo, la carga formadora de in-formación está constituida por electrones. Puesto que en

407968



este caso la movilidad de los electrones es mayor que la de los huecos, puede obtenerse una reducción considerable del tiempo de transporte, al menos cuando se utiliza una capa de tipo n, en comparación con los dispositivos conocidos, en los cuales, cuando se utiliza una capa de tipo n son utilizados precisamente huecos como portadores de información.

Una realización preferida adicional del dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque mediante la aplicación de tensiones de sincronismo, son originados campos eléctricos en la capa semiconductor, como resultado de lo cual tiene lugar acumulación de portadores de carga mayoritarios al menos en varias de las mencionadas regiones. Se entenderá que acumulación de portadores de carga mayoritarios significa aquí una concentración al menos local de portadores de carga mayoritarios en la capa semiconductor, cuya concentración es mayor que la concentración de portadores de carga que pertenecen a la concentración de impureza dada de la capa semiconductor en el estado eléctricamente neutro.

Al menos en varias de las mencionadas regiones que contienen información, la carga formadora de información puede encontrarse, ventajosamente al menos parcialmente y preferiblemente sustancialmente en su integridad, en la superficie de la capa semiconductor bajo los mencionados miembros. Durante el transporte, la carga formadora de

407968



información puede ser eliminada totalmente o al menos parcialmente de la superficie en el interior de la capa semiconductoras donde es posible un transporte más rápido que en la superficie de la capa semiconductoras.

5 Con el fin de obtener tiempos de transporte adicionalmente pequeños, es producido un campo eléctrico preferiblemente durante el transporte de la carga portadora de información por medio de los mencionados miembros en una región que contiene información, como resultado de lo cual
10 los portadores de carga son conducidos desde dicha región a una región subsiguiente. De este modo, por ejemplo, en el caso en que los mencionados miembros están formados por electrodos metálicos que están separados de la capa semiconductoras por una capa aislante, puede aplicarse una tensión
15 a un electrodo que pertenece a una región que contiene información, como resultado de lo cual, con dicha tensión aplicada al electrodo, dicha región es totalmente empobrecida de portadores de carga mayoritarios y por consiguientes los mencionados portadores de carga son repelidos de dicha
20 región.

 Una realización adicional preferida del dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada porque los miembros comprenden electrodos que están separados de la capa semiconductoras por una capa de barrera
25 en donde son aplicadas tensiones en un primer instante a

407968



cuatro electrodos sucesivos que se denominan aquí primer,
segundo, tercero y cuarto electrodos, como resultado de lo
cual se forman zonas de empobrecimiento en la capa semicon-
ductora en situación opuesta al primer y tercer electrodos,
5 cuyas zonas encierran una región semiconductor que se en-
cuentra en situación opuesta al segundo electrodo y en don-
de son almacenados portadores de carga formadores de infor-
mación, y porque subsiguientemente en un segundo instante
es invertida la polaridad de la diferencia de tensiones en
10 tre el segundo electrodo y el tercer electrodo como resul-
tado de lo cual los mencionados portadores de carga son eli-
minados de dicha región semiconductor en la dirección que
se encuentra en posición opuesta al tercer electrodo y son
almacenados allí entre zonas de empobrecimiento que se en-
15 encuentran en situación opuesta al segundo y al cuarto elec-
trodos.

En esta realización el dispositivo semiconductor
puede hacerse funcionar, por ejemplo, por medio de tres
fuentes de tensión de sincronismo y puede ser considerado
20 por consiguiente como un sistema de tres fases.

Un tipo adicional de dispositivo semiconductor de
acuerdo con el invento está caracterizado porque los miem-
bros comprenden una fila de electrodos que están separados
de la capa semiconductor por una capa de barrera, en don-
25 de en un primer instante son aplicadas tensiones a cinco

407968



electrodos sucesivos que se denominan posteriormente prime
ro, segundo, tercero, cuarto, y quinto electrodos, como re
sultado de lo cual se encuentran zonas de empobrecimiento
en la capa semiconductor en situación opuesta al tercero
5 y al cuarto electrodos, cuyas zonas se extienden transver-
salmente en toda la capa semiconductor estando presente
carga portadora de información en la forma de portadores de
carga móviles al menos en la región que se encuentra en si
tuación opuesta al segundo electrodo, en donde, después de
10 un segundo instante, se invierte la polaridad de la diferen-
cia de tensión entre el primer y el tercer electrodos y tam-
bién la que existe entre el segundo y cuarto electrodos, co
mo resultado de lo cual son eliminados los mencionados por
tadores de carga de la región que se encuentra en situación
15 opuesta al segundo electrodo y fluyen, al menos en parte,
por intermedio de la región que se encuentra en situación
opuesta al tercer electrodo, hacia la región que se encuen-
tra en situación opuesta al cuarto electrodo y la carga por
tadora de información es encerrada entre una zona de empob-
20 brecimiento que se forma en situación opuesta al segundo
electrodo y una zona de empobrecimiento que se encuentra en
situación opuesta al quinto electrodo, ambas de cuyas zonas
de empobrecimiento se extienden transversalmente a través
de la capa semiconductor, ocupando la zona de empobreci-
25 miento formada en posición opuesta al segundo electrodo la

407968



región que se encuentra en posición opuesta a dicho electrodo solamente en un instante en el cual la región que se encuentra en posición opuesta al primer electrodo está sustancialmente libre en su totalidad de portadores de carga.

5 Puesto que la región que se encuentra en posición opuesta al primer electrodo es empobrecida en su totalidad más pronto que la región que se encuentra en situación opuesta al segundo electrodo y de la cual es eliminada la carga portadora de información, se introduce una asimetría en el sistema que determina la dirección del transporte de carga. El resultado de ello es, como se pondrá de manifiesto de la descripción aneja de las Figuras, que un dispositivo semiconductor de acuerdo con este tipo de realización puede funcionar solamente por medio de dos fuentes de tensión de sín
10 cronismo (por consiguiente como un llamado sistema de dos fases). La mencionada asimetría puede obtenerse, por ejemplo, disponiendo una capa aislante de un espesor variable sobre la superficie de la capa semiconductor. Una realiza
15 ción preferida está caracterizada porque el primer electrodo está conectado al segundo electrodo por intermedio de una fuente de tensión continua y el tercer electrodo está conectado al cuarto electrodo por medio de una fuente de tensión
20 continua, asegurando la diferencia de tensión continua resultante entre el primer y segundo electrodos y en
25 tre el tercer y el cuarto electrodos respectivamente, que

407968



una zona de empobrecimiento que se formará en la capa semi
conductora en posición opuesta al segundo y cuarto electro
dos, respectivamente, puede ocupar totalmente la región que
se encuentra en situación opuesta a dicho electrodo solamen
5 te cuando primero está presente una zona de empobrecimiento
en posición opuesta al primer y tercer electrodos, respec-
tivamente, y se extiende transversalmente a través de la ca
pa semiconductora. En el caso en que la capa semiconductora
se compone, por ejemplo, de material semiconductor de tipo
10 n, el primer y el tercer electrodos están conectados al ter
minal negativo y el segundo y el cuarto electrodos están
conectados al terminal positivo de la mencionada fuente de
tensión continua. Por ejemplo, puede formarse una zona de
empobrecimiento en posición opuesta al segundo electrodo
15 aplicando una tensión negativa a dicho electrodo. Puesto
que, sin embargo, el primer electrodo tiene un potencial
negativo mayor como resultado de la fuente de tensión con-
tinua, se formará una zona de empobrecimiento que se extien
de transversalmente a través de la capa en posición opuesta
20 al primer electrodo antes que en posición opuesta al segun
do electrodo.

Una realización adicional preferida de un dispo-
sitivo semiconductor de acuerdo con el invento está carac-
terizada porque aplicando las tensiones a los electrodos
25 que se encuentran sobre dos caras situadas en oposición,



407968

los portadores de carga formadora de información cruzan al
ternativamente desde una cara de la capa semiconductor a
la otra cara de la capa semiconductor, en donde el trans-
porte de carga presenta, al menos varias veces durante el
5 cruce de la capa semiconductor, también una componente pa
ralela a la capa semiconductor además de una componente
transversal a la capa semiconductor.

Se describirá ahora el invento con mayor detalle
con referencia a unas cuantas realizaciones y a los dibu-
10 jos, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en planta de un disposi
tivo semiconductor de acuerdo con el invento, del cual,

La Figura 2 es una vista diagramática en corte
tomado sobre la línea II-II de la Figura 1, y

15 La Figura 3 es una vista diagramática en corte
tomado sobre la línea III-III de la Figura 1,

La Figura 4 representa las tensiones de sincro-
nismo que son aplicadas a los electrodos del dispositivo
semiconductor representado en la Figura 1, en función del
20 tiempo,

Las Figuras 5 y 6 son vistas diagramáticas en
corte transversal de la misma parte del dispositivo semi-
conductor que se representa en la Figura 2 en diversos
instantes durante el funcionamiento,

25 La Figura 7 representa otra parte del dispositi-

407968



vo semiconductor representado en la Figura 1 durante el funcionamiento,

5 La Figura 8 representa aún otra parte del dispositivo semiconductor representado en la Figura 2 durante el funcionamiento,

La Figura 9 es una vista diagramática en corte transversal que corresponde a la vista en corte representada en la Figura 2 de una parte de otro dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento,

10 La Figura 10 es una vista diagramática en corte transversal de una parte de un segundo tipo del dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento,

15 La Figura 11 representa las tensiones de sincronismo que son aplicadas a los electrodos del dispositivo semiconductor que se representa en la Figura 10, en función del tiempo,

La Figura 12 es una vista en planta de una parte de un tercer tipo de dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento, y,

20 La Figura 13 es una vista diagramática en corte transversal del dispositivo semiconductor tomada según la línea XIII-XIII de la Figura 12,

25 La Figura 14 es una vista diagramática en corte transversal de una parte de un tipo adicional de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento.

12.12.72

407968



Las Figuras son diagramáticas y no están dibujadas a escala. Se hace referencia generalmente a partes correspondientes mediante las mismas cifras de referencia en las diversas Figuras.

5 La Figura 1 es una vista diagramática en planta y las Figuras 2 y 3 son vistas diagramáticas en corte transversal tomadas según las líneas II-II e III-III, respectivamente, de la Figura 1, de una parte de un dispositivo semiconductor, en este caso un registro de desplazamiento,
10 de acuerdo con el invento.

El dispositivo semiconductor comprende un cuerpo semiconductor que tiene una capa 2 semiconductor de silicio de tipo n. El dispositivo semiconductor comprende adicionalmente medios para introducir localmente información
15 en la forma de carga eléctrica dentro de la capa 2 semiconductor y medios para leer dicha carga en cualquier lugar sobre la capa 2, como se describirá con detalle posteriormente.

Sobre la capa 2 semiconductor, sobre al menos
20 una cara 3 de la capa 2, se encuentran miembros para aplicar tensiones de sincronismo, estando formados dichos miembros por los electrodos 4, 5 y 6 que están separados de la capa 2 semiconductor por una capa 7 de barrera.

En la presente realización, la capa 7 de barrera
25 está formada por una capa aislante de óxido de silicio. Los

407968



electrodos 4, 5 y 6 están formados por pistas metálicas de aluminio y sirven para suministrar tensiones de sincronismo, como resultado de lo cual la mencionada carga es transportada a través de la capa 2 semiconductor a en una dirección paralela a la capa 2.

De acuerdo con el invento, la capa 2 semiconductor está aislada de su ambiente, al menos durante el funcionamiento, excepto para la introducción y eliminación de dicha carga, como resultado de lo cual los campos eléctricos presentes en la capa 2 semiconductor y que influyen sobre la mencionada carga eléctrica están determinados principalmente por las tensiones de sincronismo aplicadas a los electrodos 4, 5 y 6.

En una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, los electrodos 4, 5 y 6 se extienden al menos a través de toda la capa 2 semiconductor, como puede verse por las Figuras 1 y 3.

En la presente realización el espesor y la concentración de impureza de la capa 2 semiconductor son aproximadamente 5 /um y $10^{15} \text{ átomos/cm}^3$, respectivamente. Dicho espesor y concentración de impureza son tan pequeños que puede aplicarse en la capa 2 semiconductor en sentido transversal a la capa 2 un campo eléctrico de una intensidad tal que se forma una zona de empobrecimiento en todo el espesor de la capa 2 pero que no se presente aún multiplicación por

407968



avalancha.

En la presente realización, están dispuestos electrodos solamente sobre una cara, a saber la cara 3 de la capa 2 semiconductor.

5 La capa 2 semiconductor está formada por una parte en forma de isla de una región 8 en forma de capa de silicio de tipo n que es contigua a una superficie 12 del cuerpo 1 semiconductor y forma una unión 10 p-n con una segunda región 9 de silicio de tipo p.

10 La región 8 en forma de capa consiste en una capa epitáctica que está depositada del modo usual sobre la segunda región 9 que forma un substrato.

15 Las paredes verticales de las partes 2 en forma de isla están delimitadas por una zona 11 de aislamiento que está formada al menos parcialmente por una capa de óxido de silicio que está incrustada en la capa 8 epitáctica al menos sobre una parte de su espesor.

20 La zona 11 de aislamiento está formada en su totalidad en la presente realización por una capa de óxido de silicio que se extiende desde la superficie 12 del cuerpo 1 semiconductor en todo el espesor de la capa 8 epitáctica y llega hasta el substrato. Además la capa 11 de óxido está incrustada sustancialmente en todo su espesor en el cuerpo semiconductor de modo que se obtiene una superficie sustancialmente plana.

25

407968



5 .Por consiguiente, la capa 2 semiconductor está aislada eficazmente de su ambiente por la capa de óxido de silicio incrustado y la unión 10 p-n de barrera y la capa 7 aislante. Además el registro de desplazamiento descrito puede ser integrado sin dificultad en el mismo cuerpo semiconductor junto con otros elementos de circuito, por ejemplo, transistores, resistencias, etc.

10 Los electrodos 4, 5 y 6 están subdivididos en tres grupos en la presente realización, en donde los electrodos que pertenecen a un primer grupo están designados por 4, los electrodos que pertenecen a un segundo grupo están designados por 5 y los electrodos que pertenecen al tercer grupo están designados por 6. Los grupos están escogidos de modo tal que los electrodos pertenecen alternativamente a dichos primer, segundo y tercer grupos.

15 Además los electrodos que pertenecen al mismo grupo están conectados entre sí y a superficies 16, 17 y 18 de contacto por conductores 13, 14 y 15 que proporcionan tensiones de sincronismo. Es de observar que los electrodos 6
20 están conectados al conductor 15 por intermedio de zonas 19 semiconductoras de tipo n de baja resistividad que tienen una concentración de impureza más alta que la capa 8 epitáctica y están dispuestas en islas 40 que están aisladas de
25 la capa 2 semiconductor por la capa 11 de óxido incrustado. Las zonas 19 semiconductoras cruzan el conductor 13 y

407968



están separadas de él por la capa 7 aislante que comprende aberturas para establecer contacto por una parte con los electrodos 6 y por otra parte con el conductor 15 común.

5 El registro de desplazamiento comprende adicionalmente medios para leer y eliminar una cantidad de carga formadora de información transportada a través de la capa 2 semiconductor.

10 Para ese fin, está dispuesto detrás del último electrodo 4, visto en la dirección del transporte de la carga, un electrodo 20 adicional que está separado de la capa 2 semiconductor por la capa 7 aislante y que constituye el electrodo de control de un transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado.

15 La región 25 de tipo n de alta concentración de impureza de la capa 2 semiconductor, que se encuentra entre el electrodo de control 20 y el mencionado último electrodo 4 (véase la Figura 2), constituye la zona de electrodo de entrada del transistor de efecto de campo y la región 22 de tipo n de alta concentración de impureza que está de
20 trás del electrodo de control constituye la zona de electrodo de salida.

La zona 22 de electrodo de salida está conectada a un conductor 21. El conductor 21 está conectado a una placa 23 de contacto para conexión a un conductor externo por
25 medio del cual puede ser extraída la carga formadora de in.

407968



formación. Es de observar que el transistor de efecto de campo no presenta ninguna unión p-n lo que simplifica considerablemente su fabricación. Es de observar adicionalmente que se encuentra entre el electrodo 20 de control y el mencionado último electrodo un electrodo 23 adicional que está también separado de la capa 2 semiconductor por la capa 7 aislante. Dicho electrodo 23 está aplicado a un potencial fijo durante el funcionamiento a fin de obtener una tensión de referencia.

10 La zona 25 de electrodo de entrada del transistor está conectada, por intermedio de una abertura situada en la capa 7 aislante, al conductor 26 y al electrodo 27 de control de un segundo transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado.

15 Dicho transistor de efecto de campo, que está designado por 28 en la Figura 1, está dispuesto en una isla del cuerpo 1 semiconductor y aislado de la capa 2 semiconductor con la excepción del electrodo 27 de control.

20 El transistor 28 comprende una zona 29 de electrodo de entrada y una zona 30 de electrodo de salida que están provistas de conductores 31 y 32 de conexión, respectivamente, con la región de canal intermedia cuya conductividad es una medida de la cantidad de portadores de carga formadores de información transportada a través de la capa
25 2 semiconductor, como se describirá con detalle posterior

407968



mente.

La zona 29 de electrodo de entrada y la zona 39 de electrodo de salida del transistor 28 y la región situada entre la zona de electrodo de entrada y la zona de electrodo de salida son del mismo tipo de conductividad que la capa 2 semiconductor, así pues totalmente de silicio de tipo n, como en el transistor antes mencionado.

El registro de desplazamiento comprende adicionalmente medios para introducir la carga formadora de información. Para ese fin, la capa 2 semiconductor (véanse las Figuras 1 y 2) está provista en su otro extremo de un conductor 33 de conexión que está conectado, por intermedio de una abertura situada en la capa 7 aislante, a una zona 34 de contacto de tipo n de baja resistividad. El conductor 33 de conexión puede estar conectado a una fuente externa de señal, por ejemplo, una fuente de tensión, cuyas señales han de ser retardadas por el registro de desplazamiento.

Un electrodo 35 que puede estar conectado, si es deseable, al conductor 15 común, está dispuesto entre el conductor 33 y el primer electrodo 4, (véanse las Figuras 1 y 2). En la presente realización, sin embargo, el electrodo 35 está conectado a una placa 36 de contacto por medio de la cual el electrodo 35 puede ser conectado a una fuente externa de tensión independiente.

Se explicará ahora adicionalmente con referencia



a las Figuras diagramáticas 4 a 6 el funcionamiento del dispositivo semiconductor como se ha descrito con referencia a las Figuras 1 y 3. Se describirá en primer lugar el modo en que los portadores de carga son desplazados desde un paso del registro de desplazamiento a un paso subsiguiente. Para ese fin, las Figuras 5 y 6 representan una parte del dispositivo semiconductor representado en la Figura 2, cuya parte comprende unos cuantos de los electrodos 4, 5 y 6. En las Figuras 5 y 6 están representados diagramáticamente los conductores 13, 14 y 15 que conectan entre sí los electrodos que pertenecen al mismo grupo. Por medio de estos conductores, son aplicadas las tensiones V_4 , V_5 y V_6 de sincronismo a los electrodos 4, 5 y 6, respectivamente, estando representada en la Figura 4 en función del tiempo la variación de dichas tensiones. Como puede verse de esta Figura, cada una de las tensiones V_4 , V_5 y V_6 muestran tres niveles con relación a un potencial de referencia, por ejemplo con relación a masa, a saber una tensión V_A positiva de aproximadamente 5 voltios, una tensión V_B negativa de aproximadamente -5 voltios y una tensión V_C intermedia entre V_A y V_B de aproximadamente 0 voltios. Las diferencias $(V_A - V_B)$ y $(V_A - V_C)$ de tensión son tales que se forman dos zonas de empobrecimiento en la capa semiconductor que se extienden en todo el espesor de la capa 2 (véase la Figura 5).

407968 190



5 Puesto que además los electrodos 4, 5 y 6 se extienden en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga en todo el ancho de la capa 2 semiconductora, las zonas 41 de empobrecimiento encierran varias regiones 42 de la capa 2 semiconductora que están aisladas entre sí y son contiguas a la capa 7 aislante.

10 La carga formadora de información, que en la presente realización consiste en portadores de carga mayoritarios, o sea electrones, está almacenada en las regiones 42.

15 Con el fin de aislar la capa semiconductora portadora de información y con el fin de evitar que durante el funcionamiento sean atraídos huecos del substrato de tipo p, por los electrodos y se acumulen en la zona 41 de empobrecimiento, lo que puede dar lugar a recombinación de huecos y electrones formadores de información, el substrato 9 de tipo p está conectado, por intermedio de un conductor 43 de conexión, a una fuente 44 de tensión, como resultado de lo cual el potencial del substrato 9 es suficientemente negativo con relación a los electrodos 4, 5 y 6 para evitar dicha acumulación de carga.

20 Para mayor claridad, es de observar que la unión p-n bloqueada situada entre el substrato y la capa 2 está representada diagramáticamente por una línea única en las Figuras 5 y 6. En realidad, sin embargo, está presente una
25 capa de empobrecimiento en la unión entre el substrato 9 y

407968



la capa 2 y se extiende parcialmente en el substrato 9 y en la capa 2. Las zonas 41 de empobrecimiento no se extenderán por consiguiente en su totalidad hasta la línea 10, sino solamente hasta la mencionada capa de empobrecimiento situada entre el substrato 9 y la capa 2.

5 El punto de partida es, por ejemplo, un instante comprendido entre t_0 y t_1 (véase la Figura 4) en el cual los electrodos 4 están a una tensión V_A positiva y los electrodos 5 y 6 a tensiones V_B y V_C respectivamente, como resultado de lo cual se obtiene la situación representada en la Figura 5. Se supone que está presente una cantidad de electrones formadora de información en las regiones 42 que están aisladas entre sí por las zonas 41 de empobrecimiento.

10 En el instante $t = t_2$, los electrodos 4 son puestos a tensión V_C de masa, los electrodos 5 a la tensión V_A positiva y los electrodos 6 a la tensión V_B negativa.

15 Como resultado de la diferencia de tensión entre los electrodos 4 y 5, que ha cambiado ahora de signo, los electrones que se encuentran en la región 42 son eliminados ahora de dicha región y fluyen en la dirección de un electrodo, 5 adyacente. Como resultado de esto, la región 42 es empobrecida mientras una parte de la zona 41 adyacente de empobrecimiento que se encuentra por debajo del electrodo 5 y en posición adyacente a la región 42 es llenada con electrones que se originan de la región 42.

407968



Aunque en la presente realización el dispositivo semiconductor funciona por medio de tensiones de sincronismo que presentan tres niveles V_A , V_B y V_C de tensión, es también posible, desde luego, hacer funcionar dicho dispositivo por medio de tensiones de sincronismo que tengan solamente dos niveles, por ejemplo, eligiendo el nivel V_C de modo que sea igual al nivel V_B , lo que es suficiente para producir un desplazamiento de carga. Sin embargo, en la presente realización los electrodos 6 están puestos a una tensión V_B negativa adicional con relación a los electrodos 4 como medida de precaución para evitar que puedan fluir electrones en la dirección opuesta durante el transporte de carga.

El resultado del cambio de las tensiones de sincronismo en los electrodos, es que la pauta de huecos en la capa 2 semiconductor es desplazada en una distancia igual a la distancia de separación entre los electrodos, como se representa en la Figura 6.

De un modo análogo, la carga es desplazada nuevamente en el instante que está designado por t_3 en la Figura 4, estableciéndose el electrodo 6 en la tensión V_A positiva, el electrodo 4 en la tensión V_B negativa y el electrodo 5 en el potencial de masa, desplazándose los electrones almacenados en las regiones 42 en la dirección desde los electrodos 5 hacia los electrodos 6.



407968

De este modo puede ser transportada adicionalmente la carga a la salida del registro de desplazamiento a través de la capa 2 semiconductora en una dirección paralela a la capa 2.

5 El transporte de carga tiene lugar principalmente a través del interior del material semiconductor, de modo que el tiempo de transporte está determinado principalmente por la movilidad de los portadores de carga en el interior del material semiconductor. Para el silicio, esta
10 es mayor que la movilidad a lo largo de la superficie de la capa 2 semiconductora en un factor de 1 a 3, de modo que el tiempo de transporte en el dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento aquí descrito puede ser considerablemente más pequeño que el tiempo de transporte en registros
15 de desplazamiento conocidos en los cuales el transporte de carga tiene lugar en su totalidad a lo largo de la superficie.

Puesto que además la distancia media entre los electrodos y los portadores de carga es mayor que en los
20 mencionados dispositivos conocidos en los cuales dicha distancia es igual al espesor de la capa 7 aislante, se obtiene una reducción adicional del tiempo de transporte porque el acoplamiento capacitivo entre los portadores de carga y los electrodos es más pequeño.

25 Se considerará ahora además la cuestión del modo

12.12.72



407968

5 en que los electrones que forman parte de la carga formado
ra de información pueden ser introducidos en el registro
de desplazamiento. Para ese fin, la Figura 7 representa
diagramáticamente una parte del dispositivo semiconductor
representado en la Figura 2, a saber la parte que compren-
de la entrada.

10 Como se representa en la Figura 7, el electrodo
33 está conectado a masa por intermedio de una fuente 45
de señal y una fuente 46 de tensión, mientras que el elec-
trodo 35 está conectado a masa por intermedio de la fuente
15 47 de tensión de muestreo. La tensión E_1 suministrada por
la fuente 46 de tensión es de 3 voltios. La fuente 47 de
tensión suministra impulsos E_2 de tensión comprendidos en-
tre +5 voltios y -5 voltios con relación a masa, como se
representa en la Figura 4. El punto de partida es nuevamen-
te el instante designado por t_0 en la Figura 4 en el cual
los electrodos 4 están a una tensión V_A positiva y los elec-
trodos 5 a una tensión V_B negativa. Por debajo de los elec-
trodos 5 hay ahora una zona 41 de empobrecimiento que se
20 extiende en todo el espesor de la capa 2 semiconductor.

Las tensiones V_A , E_1 y E_2 están escogidas de mo-
do tal que cuando el electrodo 35 está a su potencial máxi-
mo, la parte 50 de la capa 2 semiconductor que se encuen-
tra por debajo del electrodo 4 (véase la Figura 7) está
25 conectada a la fuente 45 de tensión por intermedio de un ca

407968



5 nal 49 que se extiende sobre al menos una parte del espesor de la capa 2. El potencial de la región 50, cuyo potencial determina la densidad de electrones en dicha región, es igual por consiguiente a $E_1 + V_S$, donde V_S es la tensión suministrada por la fuente de señal.

10 En el instante t_1 el electrodo 35 está establecido en su potencial mínimo, como resultado de lo cual se forma una zona 48 de empobrecimiento por debajo del electrodo 35 y se extiende en todo el espesor de la capa 2, como resultado de lo cual la fuente 45 de señal y la región 50 de la capa 2 están aisladas entre sí. Los electrones almacenados en la región 50 y que constituyen una medida de la señal V_S son transportados a través de la capa 2 semiconductora del modo ya descrito.

15 Se describirá ahora con referencia a la Figura 8 el modo en que es leída y extraída la carga transportada a través de la capa 2 semiconductora. La Figura 8 representa diagramáticamente una parte del dispositivo semiconductor, cuya parte contiene la salida del registro de desplazamiento en el extremo de la derecha de la capa 2 representada en la Figura 2. Por otra parte, la Figura 8 representa diagramáticamente el transistor 28 de efecto de campo de electrodo de control aislado cuyo electrodo 27 de control está conectado conductivamente a la zona 25 de electrodo de entrada del transistor (25, 20, 22) de efecto de campo de

20

25

407968



"empobrecimiento profundo" presente en la capa 2 semiconductora.

La Figura 8 representa la situación en la cual los electrodos 4 están al potencial V_G de masa y los electrodos 6 están al potencial V_B negativo. Al mismo tiempo, el electrodo 20, que constituye el electrodo de control del transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado, está a un potencial negativo tal que se forma la zona 52 de empobrecimiento en la capa 2. La zona 52 de empobrecimiento se extiende en todo el espesor de la capa 2 semiconductora y separa así la zona 25 de electrodo de entrada de la zona 22 de electrodo de salida del transistor.

En la parte de la capa 2 semiconductora situada entre las zonas 41 y 52 de empobrecimiento, cuya parte comprende la zona 25 de electrodo de entrada, está almacenada una cantidad de electrones formadora de información que, en cooperación con el electrodo 24 establecido en un potencial fijo, determina el potencial de la zona 25 de electrodo de entrada. Esta tensión determina la conductividad del canal del transistor 28 cuyas zonas 29 de electrodo de entrada y 30 de electrodo de salida están conectadas a una fuente de tensión que no está representada en la Figura 8. La corriente a través del transistor 28 es controlada por la cantidad de electrones presentes en la capa 2 semiconductora y por consiguiente constituye una medida de las señales transpor



79681

tadas a través de la capa 2 semiconductor.

Después de la lectura, la tensión en el electrodo 20 puede ser disminuida de modo que entre la zona 25 de electrodo de entrada y la zona 22 de electrodo de salida se forma un canal conductivo a través del cual puede ser extraída la carga almacenada en la zona 25 de electrodo de entrada por intermedio de la zona 22 de electrodo de salida y el conductor 21.

En el ejemplo descrito, los electrodos 4, 5 y 6 están subdivididos en tres grupos cada uno de los cuales está conectado a una fuente de tensión de sincronismo. Sin embargo, es también posible hacer funcionar un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento por medio solamente de dos fuentes de tensión de sincronismo, como se pondrá de manifiesto por la siguiente realización. La Figura 9 es una vista diagramática en corte correspondiente a la Figura 2 de una parte de un dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento en el cual están conectados solamente dos grupos de electrodos a una fuente de tensión de sincronismo.

El dispositivo semiconductor comprende una capa 90 semiconductor de silicio tipo n que tiene el mismo espesor y la misma concentración de impureza que la capa 2 semiconductor en el ejemplo precedente. La capa 90 semiconductor comprende electrodos 92, 93, 94 y 95 que están

12.12.72

407968



aislados de la capa semiconductor por una capa 91 de óxido de silicio.

Los electrodos están subdivididos en cuatro grupos en los cuales los electrodos que pertenecen al mismo grupo y que están designados por las mismas cifras de referencia están conectados entre sí por conductores que están representados diagramáticamente en la Figura 9 por las líneas 96, 97, 98 y 99 de conexión.

Está incorporada una fuente 100 de tensión entre los electrodos 92 y 93 y está incorporada una fuente 101 de tensión entre los electrodos 94 y 95, estando conectados los electrodos 92 y 94 al terminal negativo y los electrodos 93 y 95 al terminal positivo de dichas fuentes de tensión.

Como resultado de dichas fuentes de tensión, se forman en la capa 90 semiconductor por debajo de los electrodos 93 y 94 zonas 102 y 104 de empobrecimiento, respectivamente, las cuales, dependiendo de las tensiones en los electrodos 93 y 95, se extienden o no se extienden en todo el espesor de la capa 90 semiconductor. Las zonas 102 y 104 de empobrecimiento están representadas en líneas discontinuas en la Figura 9. Estableciendo, por ejemplo, los electrodos 95 en un potencial positivo, las zonas 103 de empobrecimiento se hacen más pequeñas, como resultado de lo cual ya no se extienden en todo el espesor de la capa

407968



90 semiconductor sino solamente sobre una parte de la capa 90, que está designada en la Figura 9 por las líneas 104 discontinuas. Estableciendo los electrodos 93 en un potencial negativo, los electrones que están almacenados en las regiones 105 por debajo de los electrodos 93 son introducidos a lo largo del pie de la zona 104 de empobrecimiento en las regiones 106 por debajo de los electrodos 95. Las regiones 106 están aisladas entre sí por las zonas 102 de empobrecimiento que se extienden en todo el espesor de la capa 90 semiconductor. Durante dicho transporte de carga, en el cual las regiones 105 están empobrecidas, los portadores de carga se mueven principalmente a través del interior de la capa 90 semiconductor.

Se describirá ahora con referencia a la Figura 10 una realización de un segundo tipo de dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento que tiene, entre otras, la ventaja de que la estructura puede ser muy compacta. En esta realización, una parte de la cual está representada en la vista en corte de la Figura 10, la capa 60 semiconductor comprende electrodos 63, 64, 65 y 66 dispuestos sobre dos caras 61 y 62 situadas en oposición.

Vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, los electrodos 63, 64, 65 y 66 se extienden también transversalmente a través de la capa 60 semiconductor completa y están separados de la capa



407968

60 semiconductor por una capa 67 de barrera.

5 En la presente realización los electrodos y la capa de barrera están también formados por pistas metálicas de aluminio y una capa aislante de óxido de silicio, respectivamente.

Los electrodos 63, 64, 65 y 66 se extienden sustancialmente paralelos entre sí.

10 El ancho y las distancias de separación entre los electrodos 63 y 65 en la presente realización son iguales al ancho y a las distancias de separación entre los electrodos 64 y 66, respectivamente.

15 Entre otras, por razones de simetría, los electrodos 64 y 66 que están dispuestos sobre la cara 62 de la capa 60 semiconductor están desplazados en media distancia de separación con relación a los electrodos 63, 65 que están dispuestos sobre la cara 61 de la capa 60 semiconductor.

20 Por otra parte, en esta realización, los electrodos están dispuestos de modo que, vistos en proyección en una dirección transversal a las superficies 61, 62 principales, un electrodo que está dispuesto sobre una de las caras 61 de la capa 60 semiconductor, por ejemplo un electrodo 63, recubre parcialmente a dos electrodos 64, 66 yuxtapuestos que están dispuestos sobre la cara 62 situada en
25 oposición.

407968



5 Como resultado de esto, la distancia entre dos pasos sucesivos del dispositivo semiconductor es aproximadamente igual al espesor de la capa 60 semiconductor, lo que significa que los campos eléctricos que controlan el transporte de carga pueden ser muy grandes, mientras que además es muy pequeña la distancia sobre la cual han de desplazarse los portadores de carga.

10 Los electrodos 63, 64 y 65 y 66 están subdivididos en cuatro grupos, estando designados por 63 los electrodos que pertenecen a un primer grupo, estando designados por 64 los electrodos que pertenecen a un segundo grupo, estando designados por 65 los electrodos que pertenecen a un tercer grupo y estando designados por 66 los electrodos que pertenecen a un cuarto grupo.

15 Los electrodos que pertenecen al mismo grupo están conectados entre sí por conductores 68, 69, 70 y 71 que están representados solamente en forma diagramática en la Figura 10.

20 Sobre cada una de las caras 61, 62 están dispuestos solamente dos grupos de electrodos, estando dispuestos los electrodos 63 y 65 sobre la cara 61 y estando dispuestos los electrodos 64 y 66 sobre la cara 62.

25 Como resultado de esto, los electrodos pueden estar conectados entre sí por conductores que no necesitan cruzarse entre sí sobre cualquiera de las caras de la capa

407968



semiconductora, en contraste con la realización precedente.

La capa 60 semiconductora está formada en la presente realización por una capa de silicio de tipo n de un espesor de aproximadamente 7μ y una concentración de impureza de aproximadamente $4 \cdot 10^{14}$ átomos/centímetro cúbico.

Se describirá ahora con referencia a las Figuras 10 y 11 el principio de funcionamiento de este tipo de dispositivo semiconductor. La Figura 11 representa las tensiones V_{63} , V_{64} , V_{65} y V_{66} de sincronismo que están establecidas sobre los electrodos 63, 64, 65, 66, respectivamente, en función del tiempo. Como en la realización precedente, la carga formadora de información está constituida por electrones los cuales, del modo ya descrito en la realización precedente, pueden ser suministrados y extraídos, respectivamente, a la entrada y salida, no representadas en la Figura 10.

El punto de partida es, por ejemplo, el instante designado por t_0 en la Figura 11 en el cual los electrodos 63 están a una tensión positiva con relación a los electrodos 64, 65 y 66 restantes. Como resultado de esta diferencia de tensión entre los electrodos 63, por una parte, y los electrodos restantes, por otra parte, los electrones formadores de información son atraídos por los electrodos 63 y almacenados en las regiones 72 adyacentes a los electrodos 63, cuyas regiones están indicadas en la Figura 10

407968



por líneas discontinuas.

El material semiconductor que rodea a las regiones 72 está empobrecido de modo que las regiones 72 están aisladas entre sí.

5 En el instante t_1 (véase la Figura 11) los electrodos 64 son puestos a un potencial positivo con relación a los electrodos 63, 65 y 66, como resultado de lo cual los electrones almacenados en las regiones 72 son atraídos por los electrodos 64 y almacenados en las regiones 73 adyacentes a los electrodos 64, cuyas regiones están también representadas por líneas discontinuas en la Figura 10.

10 En las siguientes fases de las tensiones de sincronismo representadas en la Figura 11, los electrones son transportados de un modo análogo desde los electrodos 64 en la dirección de los electrodos 65 y después desde los electrodos 65 en la dirección de los electrodos 66.

15 El movimiento de la carga formadora de información desde un paso del registro de desplazamiento a un paso subsiguiente tiene así también, además de una componente paralela a la capa 60 semiconductor una componente transversal a la capa 60 semiconductor, desplazándose la carga alternativamente desde una de las dos superficies 61 y 62 principales a la otra.

20 El transporte de carga tiene lugar en su integridad a través del interior de la capa 60 semiconductor de

407968



modo que el tiempo de transporte en dicho tipo de dispositivo semiconductor puede ser muy pequeño.

5 Puesto que además la distancia entre los electro
dos que pertenecen a pasos sucesivos del registro de des-
plazamiento, por ejemplo entre los electrodos 63 y 64, es
sustancialmente igual al espesor de la capa 60 semiconduc-
tora como resultado del solape parcial de los electrodos,
la distancia de transporte está determinada sustancialmen-
te solo por el espesor de la capa 60 semiconductora.

10 La Figura 12 es una vista en planta y la Figura
13 es una vista en corte transversal tomada sobre la línea
XIII-XIII de la Figura 12, de una parte de un tipo adicio-
nal de dispositivo semiconductor de acuerdo con el invento
en el cual una capa 80 semiconductora de silicio de tipo n
15 está provista de dos grupos de electrodos que se cruzan,
estando designados por 81 los electrodos que pertenecen a
un grupo y estando designados por 82 los electrodos que
pertenecen al otro grupo.

20 Los electrodos 81 y 82 están formados por pistas
conductivas de aluminio que están separadas de la capa 80
semiconductora por una capa 82 de barrera de óxido de sil-
cio.

25 Los electrodos que pertenecen al mismo grupo se
extienden sustancialmente paralelos entre sí y cruzan a los
electrodos del otro grupo según un ángulo de aproximadamen

407968



te 90°.

En la presente realización los electrodos 81 y 82 están dispuestos sobre dos superficies 84 y 85 principales de la capa 80 semiconductoras dispuestas en oposición.

5 Este tipo de dispositivo semiconductor puede ser considerado, por ejemplo, como una combinación de dos sistemas parciales cuyo funcionamiento es análogo al de un dispositivo del tipo descrito en la primera realización y en la cual la capa 80 semiconductor es común para ambos sistemas parciales, constituyendo el sistema que comprende los electrodos 81 uno de los sistemas parciales y constituyendo el sistema que comprende los electrodos 82 el otro sistema parcial.

15 Los electrodos que pertenecen al mismo grupo pueden establecerse en tensiones de sincronismo como se representa en la Figura 4, en donde de este modo después de cada dos electrodos con una tensión negativa sigue un electrodo con una tensión positiva con relación a dichos dos electrodos. El campo eléctrico aplicado en la capa 80 semiconductor por intermedio de los electrodos, variará de modo tal que los electrones formadores de información son conducidos a aquellos lugares en la capa 80 semiconductor donde la distancia entre los electrodos con tensión positiva es la más pequeña, es decir en los puntos de cruce.

25 Mediante la acción de las tensiones de sincronis

407968



mo en los electrodos 81 y 82 bien independientemente o bien
simultáneamente, la carga formadora de información puede
ser desplazada a través de la capa 80 semiconductora, por
ejemplo, en una dirección paralela a los electrodos 81 o
5 en una dirección paralela a los electrodos 82, o en otra
dirección con componentes paralelas a los electrodos 81 y
82.

Se describirá ahora con referencia a la Figura
14 una realización adicional de un dispositivo semiconduc-
tor, en particular un registro de desplazamiento, de acuer-
do con el invento. En esta realización, de la cual está
representada una parte en la Figura 14 como vista en cor-
te transversal correspondiente a la de la realización re-
presentada en la Figura 10, la capa 110 semiconductora es-
15 tá provista de electrodos 113, 114 y 115 sobre dos caras
111, y 112 situadas en oposición cuyos electrodos se ex-
tienden paralelos entre sí y, vistos en una dirección
transversal a la dirección del transporte de carga, se ex-
tienden transversalmente a la capa 110 semiconductora. Los
20 electrodos 113, 114 y 115 están separados de la capa 110
semiconductora por una capa 116 de barrera de óxido de si-
licio, cuya capa 110 puede ser sustancialmente idéntica a
la capa 60 semiconductora del registro de desplazamiento
representado en la Figura 10. Los electrodos, como en las
25 realizaciones precedentes, pueden estar formados por capas

407968



conductoras, por ejemplo, de aluminio.

En contraste con la realización descrita con referencia a la Figura 10, los electrodos 113, 114 y 115 están dispuestos de modo tal que, vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, un electrodo que está dispuesto sobre una de las caras, por ejemplo la cara 111, se encuentra en posición opuesta a un electrodo que está dispuesto sobre la cara 112.

En el presente ejemplo, los electrodos que están dispuestos sobre cualquiera de las caras de la capa 110 se miconductora y se extienden mutuamente en oposición directa entre sí y están designados en la Figura 14 cada vez por las mismas cifras de referencia, están conectados entre sí por intermedio de líneas 117, 118 y 119 de sincronismo. Por medio de dichas líneas de sincronismo, pueden aplicarse tensiones de la misma polaridad y el mismo valor en cualquier instante a electrodos situados en posiciones opuestas.

En la presente realización los electrodos 113, 114 y 115 están subdivididos en tres grupos de electrodos, en donde un primer grupo está formado por los electrodos 113 que están conectados entre sí por las líneas 117 de sincronismo y en donde un segundo grupo está formado por los electrodos 114 que están conectados entre sí por la línea 118 de sincronismo y en donde los electrodos 115 que están conectados entre sí por la línea 119 de sincronismo

407968



pertenece al tercer grupo de electrodos.

Por intermedio de las líneas 117, 118 y 119 de sincronismo, por ejemplo, pueden aplicarse a los electrodos 113-115 las tensiones V_4 , V_5 y V_6 como se representa en la Figura 4, en donde, por ejemplo, en el instante t_0 indicado en la Figura 4 los electrodos 114 son llevados al nivel V_A de tensión, los electrodos 113 al nivel V_C y los electrodos 115 al nivel V_B . Pueden ser almacenados portadores de carga mayoritarios portadores de información en la región 120 semiconductora entre los electrodos 114, mientras que la región 120 está limitada por una región 121 de empobrecimiento que se extiende en la capa 110 semiconductora entre los electrodos 113 y entre los electrodos 115 en todo el espesor de la capa 110 semiconductora.

En el instante designado por t_1 en la Figura 4, los electrones almacenados entre los electrodos 114 son conducidos y almacenados entre los electrodos 115 que son ahora llevados al nivel V_A de tensión positiva, mientras que los electrodos 114 son llevados al nivel V_C de tensión más baja en donde la información ha alcanzado un paso subsiguiente del registro de desplazamiento.

Será obvio que el invento no está restringido a las realizaciones descritas, sino que son posibles muchas variaciones para los expertos en la técnica sin apartarse



407968

del campo de este invento.

Por ejemplo, en vez de una capa semiconductor de tipo n, puede ser utilizada una capa semiconductor de tipo p en donde son transportados portadores de carga mayoritarios en la forma de huecos a través de la capa semiconductor como carga formadora de información. Además, la capa semiconductor puede componerse de otros materiales semiconductores, por ejemplo germanio o compuestos AIII-BV, en lugar de silicio.

Adicionalmente, es posible que la capa aislante que separa los electrodos del material semiconductor se componga de materiales diferentes al óxido de silicio, por ejemplo, nitruro de silicio u óxido de aluminio o de combinaciones de capas de diferentes materiales aislantes dispuestos unos sobre otros.

Además, por ejemplo, en la realización primeramente descrita, los campos eléctricos presentes durante el funcionamiento en la capa 2 semiconductor y por tanto también el acoplamiento capacitivo entre los electrones formadores de información y los electrodos, pueden ser controlados por medio del potencial del substrato 9.

En el caso en que la capa semiconductor esté provista de electrodos sobre dos caras situadas en posiciones opuestas, puede ser utilizada además ventajosamente una capa semiconductor en la forma de una capa epitáctica de un

407968



5 primer tipo de conductividad que está dispuesta sobre un
substrato del mismo tipo de conductividad, estando forma-
dos los electrodos sobre al menos una de las mencionadas
caras por zonas enterradas del tipo de conductividad opues-
ta que están dispuestas en la interzona entre el substrato
y la capa epitáctica.

10 Estableciendo, por ejemplo, una tensión inversa
suficientemente alta en el substrato con relación a los
mencionados electrodos, puede evitarse por medio de la ca-
pa de empobrecimiento formada entre el substrato y los elec-
trodos que tenga lugar conducción entre el substrato y la
capa epitáctica. Si es deseable, las mencionadas zonas en-
terradas pueden estar conectadas a la superficie y puede
establecerse contacto con las mismas en ella de un modo
15 usual fuera de la parte activa de la capa semiconductor,
por ejemplo, por medio de una zona obtenida por difusión.

20 Además, pueden ser también introducidos los por-
tadores de carga en la capa semiconductor por generación
de portadores de carga como resultado de radiación, en don-
de los huecos que forman portadores de carga minoritarios
pueden ser extraídos a través del substrato (véase por ejem-
plo la Figura 2) y los electrones generados permanecen en
la capa 2 semiconductor. Tanto para introducir como para
leer carga portadora de información, pueden ser utilizados
25 muchos otros métodos que son obvios para los expertos en la

407968



técnica y son también utilizados en registros de desplazamiento conocidos además de los sistemas descritos en las realizaciones.

5 Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Holanda, el 27 de Octubre de 1.971, bajo el número 71 14 770, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

- REIVINDICACIONES -

15

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:

20

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un dispositivo semiconductor, en particular un registro de desplazamiento que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una capa semiconductor de un primer tipo de conductividad, medios para introducir localmente en la capa semiconductor información en la forma de carga eléctrica, y medios para leer dicha carga en cualquier lugar so

25

24-4-75

407968



bre la capa, sobre cuya capa semiconductoras están presentes miembros sobre al menos una de las caras de la capa para aplicar tensiones de sincronismo mediante las cuales es transportada dicha carga a través de la capa semiconductoras y en una dirección paralela a la capa, caracterizadas porque, excepto para la introducción y eliminación de dicha carga, la capa semiconductoras está aislada de su ambiente al menos durante el funcionamiento, porque dichos miembros en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga se extienden al menos a través de toda la capa semiconductoras, y porque el espesor y la concentración de impureza de la capa semiconductoras son al menos tan pequeños que puede aplicarse un campo eléctrico en la capa semiconductoras transversalmente a la capa, en donde no se produce multiplicación por avalancha y como resultado de lo cual se forma una zona de empobrecimiento en todo el espesor de la capa semiconductoras.

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizados porque mediante la aplicación de una tensión de sincronismo se forman zonas de empobrecimiento en la capa semiconductoras que encierran varias regiones de la capa semiconductoras y las aíslan entre sí, siendo almacenada carga formadora de información en dichas regiones en la forma de portadores de carga ma

A handwritten mark or signature, possibly the initials 'R', located below the page number '24-4-75'.

407968



30 ABR. 1975

yoritarios.

3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª o la reivindicación 2ª, caracterizados porque los mencionados miembros están formados por electrodos que consisten en capas conductoras que están separadas de la capa semiconductoras por una capa de barrera.

4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª, caracterizados porque el ancho de los electrodos y las distancias de separación entre dos electrodos sucesivos son del mismo orden o menores que el espesor de la capa semiconductoras.

5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3ª o la reivindicación 4ª, caracterizados porque los electrodos están subdivididos al menos en tres grupos, perteneciendo alternativamente los electrodos a un primer, un segundo y un tercer grupos y estando conectados entre sí por un conductor los electrodos que pertenecen a un grupo.

6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 3ª a 5ª, caracterizados porque los electrodos están dispuestos sobre una sola cara de la capa semiconductoras.

7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, caracterizados porque la capa semiconductoras está formada por una parte en forma de isla de una

407968



región en forma de capa de un primer tipo de conducti-
vidad que es adyacente a una superficie del cuerpo se-
miconductor y que forma una unión p-n con una segunda
región del segundo tipo de conductividad del cuerpo se-
5 miconductor.

8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-
vindicación 7ª, caracterizados porque las paredes verti-
cales de las partes en forma de isla son contiguas a una
zona de aislamiento que está formada al menos parcialmen-
10 te por una capa de un material aislante, preferiblemente
óxido de silicio, que está incrustado en la capa semicon-
ductora al menos sobre una parte de su espesor.

9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei-
vindicación 7ª o la reivindicación 8ª, caracterizados
15 porque la región del segundo tipo de conductividad del
cuerpo semiconductor está provista de un conductor de co-
nexión, que conecta la región del segundo tipo de conduc-
tividad a una fuente de tensión, como resultado de lo
cual se evita durante el funcionamiento la acumulación
20 de portadores de carga minoritarios en las zonas de empo-
brecimiento.

10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o
más de las reivindicaciones 3ª a 5ª, caracterizados por
que la capa semiconductor comprende sobre dos caras si-
25 tuadas en posiciones opuestas, electrodos que están sepa-

407968



rados del material semiconductor por una capa de barra, preferiblemente una capa aislante, y que, vistos en una dirección transversal a las caras de la capa semiconductor, son sustancialmente paralelos entre sí.

5 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 10ª, caracterizados porque los electrodos que están dispuestos sobre una de las caras de la capa semiconductor están desplazados en la mitad de la distancia de separación con relación a los electrodos que están dispuestos sobre la cara de la capa semiconductor situada en posición opuesta.

10 12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 11ª, caracterizados porque visto en proyección en una dirección transversal a las superficies principales, un electrodo que está dispuesto sobre una de las caras de la capa semiconductor recubre parcialmente a dos electrodos yuxtapuestos que están dispuesto sobre la cara situada en posición opuesta.

15 13ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9ª a 12ª, caracterizados porque los electrodos están subdivididos en cuatro grupos, estando conectados entre sí los electrodos que pertenecen al mismo grupo, comprendiendo cada cara de la capa semiconductor solamente dos grupos y perteneciendo alternativamente los electrodos a uno de los grupos.

24-4-75

M

407968

30



5 14ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 3ª a 5ª, caracterizados por que la capa semiconductor a comprende dos grupos de electrodos que se cruzan que están separados entre sí y del material semiconductor por una capa de barrera, por ejemplo, una capa aislante, siendo sustancialmente paralelos entre sí los electrodos que pertenecen al mismo grupo y cruzándose con los electrodos del otro grupo.

10 15ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 3ª a 14ª, caracterizados por que, visto en la dirección del transporte de carga, está dispuesto detrás del último electrodo un electrodo adicional que está aislado de la capa semiconductor por una capa de barrera y que constituye el electrodo de control de un transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado, constituyendo la región de la capa semiconductor presente entre el electrodo de control y el mencionado último electrodo la zona de electrodo de entrada del transistor, constituyendo la región de la capa semiconductor situada detrás del electrodo de control la zona de electrodo de salida que está conectada a un conductor que constituye un conductor de salida por los portadores de carga formadores de información.

20 16ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 15ª, caracterizados porque la zona de elec-

f



1975

trodo de entrada del transistor está conectada conductivamente al electrodo de control de un transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado, cuyo transistor está aislado adicionalmente de la capa semiconductor y comprende una zona de electrodo de entrada y una zona de electrodo de salida con la región de canal intermedia cuya conductividad constituye una medida de la cantidad de portadores de carga formadores de información transportada a través de la capa semiconductor.

17^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 16^a, caracterizados porque la zona de electrodo de entrada y la zona de electrodo de salida del transistor de efecto de campo de electrodo de control aislado y la región situada entre la zona de electrodo de entrada y la zona de electrodo de salida son del mismo tipo de conductividad que la capa semiconductor.

18^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 10^a, caracterizados porque, vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, los electrodos que están dispuestos sobre una de las mencionadas caras se encuentran en posición opuesta a los electrodos que están dispuestos sobre la otra cara de la capa semiconductor.

19^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 18^a, caracterizados porque están presentes me

407968



30 APR 1975

5 dios por los cuales pueden aplicarse tensiones de la misma polaridad y preferiblemente del mismo valor a electrodos que, vistos en una dirección transversal a la dirección del transporte de carga, están situados opuestos entre sí.

10 20^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque los miembros para la aplicación de tensiones de sincronismo están conectados al menos a una fuente de tensión, como resultado de lo cual se originan transitoriamente zonas de empobrecimiento local que se extienden en todo el espesor de la capa semiconductor y que sirven para limitar una o más regiones de la capa semiconductor en las cuales es almacenada información.

15 21^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 20^a, caracterizados porque la carga portadora de información está formada por una cantidad de portadores de carga mayoritarios que pertenecen al mencionado primer tipo de conductividad de la capa semiconductor.

20 22^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 21^a, caracterizados porque, mediante la aplicación de tensiones de sincronismo, se originan campos eléctricos en la capa semiconductor, como resultado de lo cual se produce acumulación de portadores de carga mayoritarios al menos en varias de las mencionadas regiones que

25

407968

30 APR 1974



contienen información.

5 23ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 20ª, 21ª y 22ª, caracterizados porque al menos en varias de las mencionadas regiones que contienen información está presente carga formadora de información al menos parcialmente y preferiblemente sustancialmente en su integridad en la superficie de la capa semiconductor por debajo de los mencionados miembros.

10 24ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque durante el transporte de la carga formadora de información por medio de los mencionados miembros, es producido un campo eléctrico en una región que contiene información, como resultado de lo cual son repelidos los
15 portadores de carga desde dicha región a una región subsiguiente.

20 25ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 20ª-24ª, caracterizados por que los miembros comprenden electrodos que están separados de la capa semiconductor por una capa de barrera en los cuales en un primer instante son aplicadas tensiones a cuatro electrodos sucesivos que se denominan posteriormente primer, segundo, tercer y cuarto electrodos, como
25 resultado de lo cual se forman zonas de empobrecimiento

407963



5 en la capa semiconductor en posición opuesta al primer
y al tercer electrodos, cuyas zonas encierran una región
semiconductor que se encuentra en situación opuesta al
segundo electrodo y en la cual son almacenados portado-
res de carga formadores de información, y porque subs-
iguientemente, en un segundo instante, es ivertida la po-
laridad de la diferencia de tensión entre el segundo elec-
trodo y el tercer electrodo, como resultado de lo cual
los mencionados portadores de carga son eliminados de di-
10 cha región semiconductor en la dirección de la región
que se encuentra en posición opuesta al tercer electrodo
y son almacenados allí entre zonas de empobrecimiento que
se encuentran en posición opuesta al segundo y el cuarto
electrodos.

15 26ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con una o
más de las reivindicaciones precedentes 20ª-24ª, caracte-
rizados porque los miembros comprenden una fila de elec-
trodos que están separados de la capa semiconductor por
una capa de barrera, en los cuales en un primer instante
20 son aplicadas tensiones a cinco electrodos sucesivos que
se denominan posteriormente, primero, segundo, tercero,
cuarto y quinto electrodos, como resultado de lo cual es-
tán presentes zonas de empobrecimiento en la capa semicon-
ductora en situación opuesta al tercer y al cuarto elec-
25 trodos, cuyas zonas se extienden transversalmente a lo lar

407968

30 ABR 1975

go de toda la capa semiconductor, estando presente carga portadora de información en la forma de portadores de carga al menos en la región que se encuentra en situación opuesta al segundo electrodo, en donde después de un segundo instante se invierte la polaridad de la diferencia de tensión entre el primer y el tercer electrodo y la diferencia de tensión entre el segundo y el cuarto electrodo, como resultado de lo cual son eliminados los mencionados portadores de carga de la región que se encuentra en posición opuesta al segundo electrodo y fluyen, al menos en parte, a través de la región que se encuentra en posición opuesta al tercer electrodo hacia la región que se encuentra en situación opuesta al cuarto electrodo y es encerrada la carga portadora de información entre una zona de empobrecimiento formada en posición opuesta al segundo electrodo y una zona de empobrecimiento que se encuentra en posición opuesta al quinto electrodo, ambas de cuyas zonas se extienden transversalmente a través de la capa semiconductor, ocupando la capa de empobrecimiento formada en posición opuesta al segundo electrodo la región que se encuentra en posición opuesta a dicho electrodo solamente en un instante en el cual la región que se encuentra en posición opuesta al primer electrodo está sustancialmente libre en su totalidad de portadores de carga.

25

24-4-75

407968

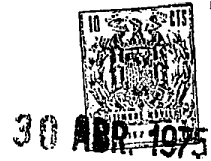


27^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei
vindicación 26^a, caracterizados porque el primer electrodo
está conectado al segundo electrodo por intermedio de
una fuente de tensión continua y el tercer electrodo es-
5 tá conectado al cuarto electrodo por intermedio de una
fuente de tensión continua, asegurando la diferencia de
tensión continua resultante entre el primer y el segundo
electrodos y entre el tercer y el cuarto electrodos, res-
pectivamente, que una zona de empobrecimiento que se va
10 a formar en la región que se encuentra en posición opues-
ta al segundo y al cuarto electrodos, respectivamente,
puede ocupar totalmente la región que se encuentra en po-
sición opuesta a dicho electrodo solamente cuando se en-
cuentra una zona de empobrecimiento en posición opuesta
15 al primer y al tercer electrodos, respectivamente, que
se extiende transversalmente a través de la capa semicon-
ductora.

28^a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la rei
vindicación 10^a y una o más de las reivindicaciones 20^a-
20 -27^a, caracterizados porque mediante la aplicación de ten-
siones a los electrodos que se encuentran sobre las dos
caras de la capa semiconductor, situadas en oposición,
los portadores de carga formadores de información cruzan
alternativamente desde una de las caras de la capa semi-
25 conductora a la otra cara de la capa semiconductor, en

24-4-75

407968



5 donde el transporte de carga presenta, al menos varias veces durante el cruce de la capa semiconductor, también una componente paralela a la capa semiconductor además de una componente transversal a la capa semiconductor.

29ª.- Perfeccionamientos introducidos en un dispositivo semiconductor.

10 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.

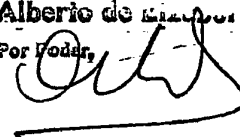
Esta Memoria consta de setenta y seis hojas escritas a máquina por una sola cara.

15

Madrid,

30 ABR. 1975

P.A.

Alberto de Lencastre
Por Poder,


24-4-75
jui

407969

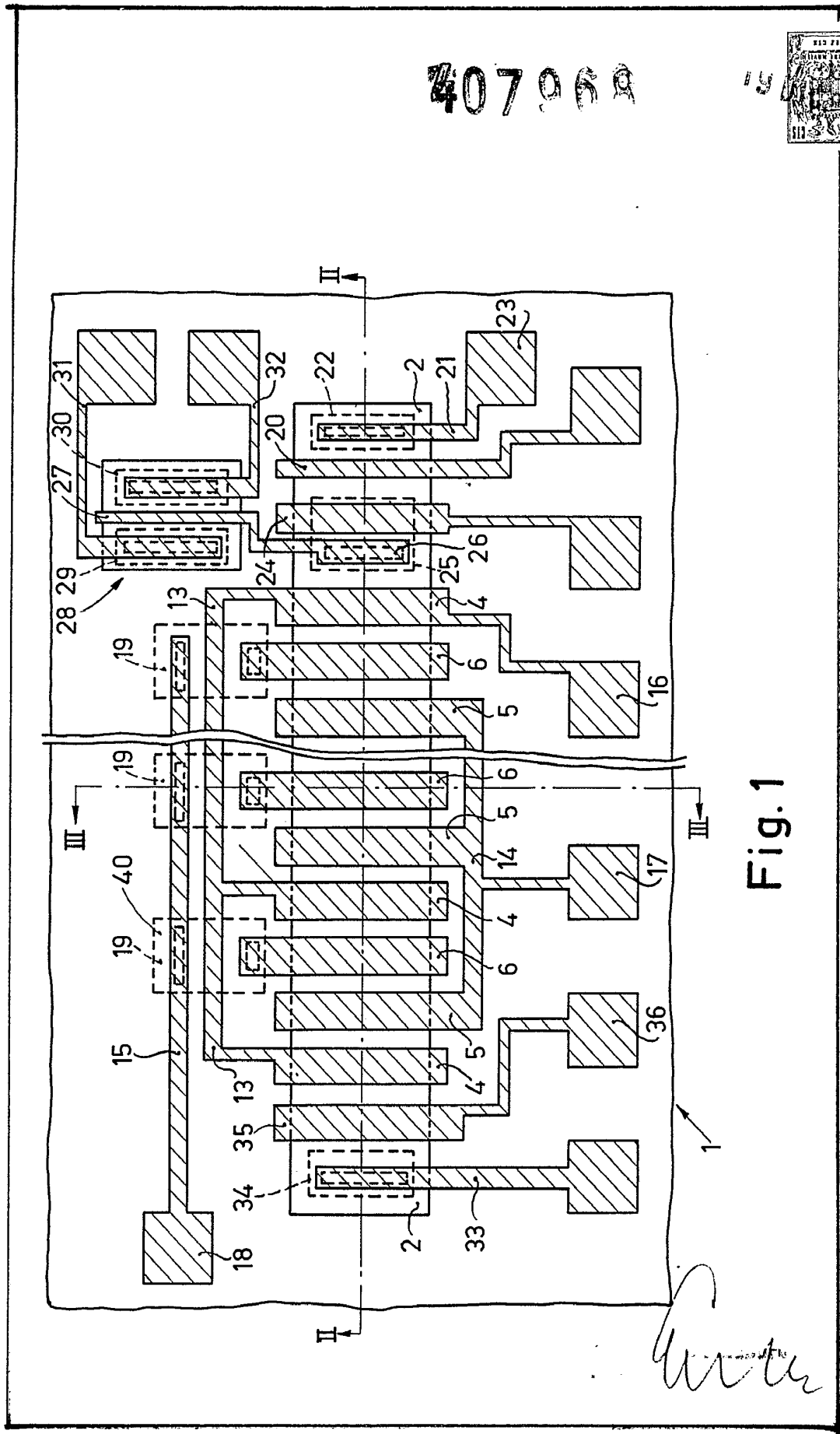
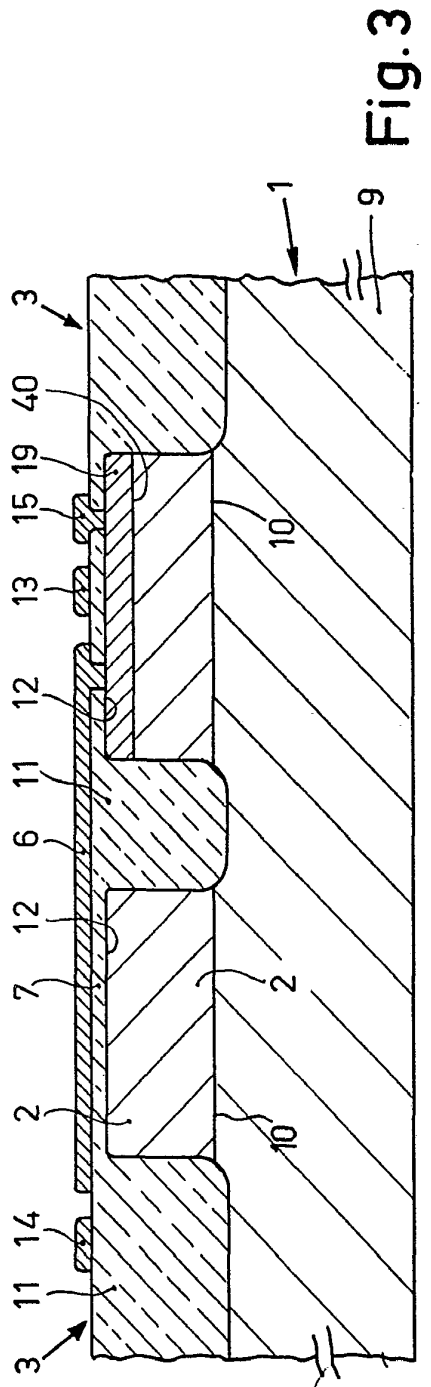
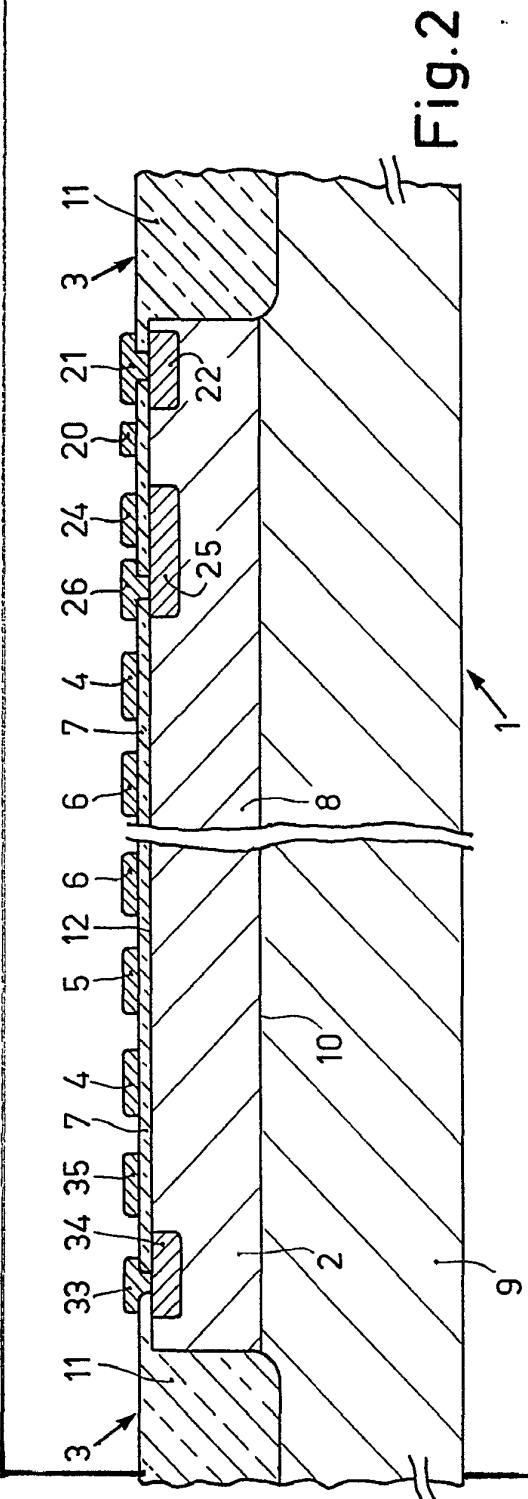


Fig. 1

407968

52400



W. R. ...

407968

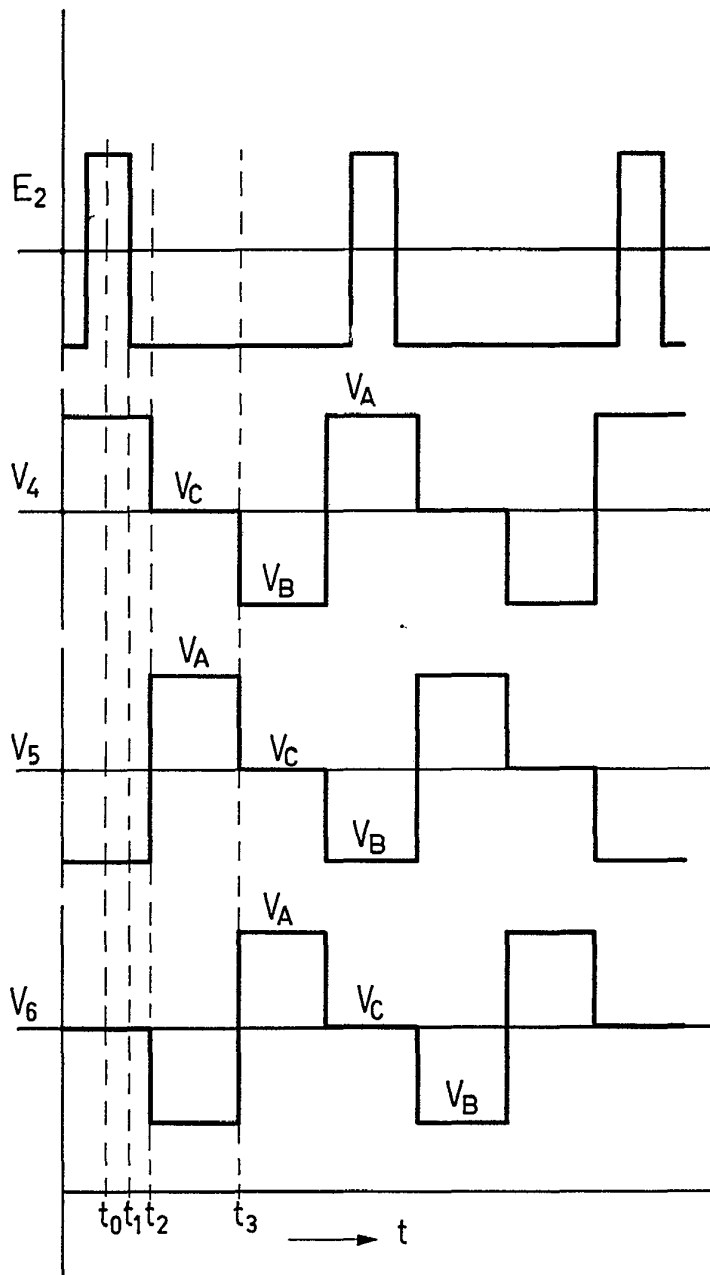


Fig. 4

Handwritten signature or initials.

407968

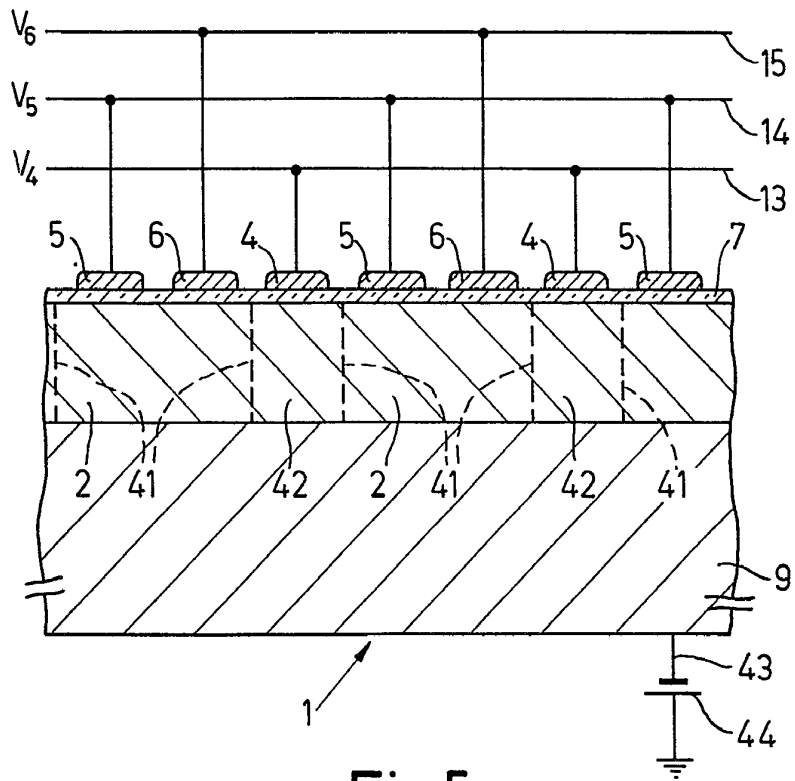


Fig.5

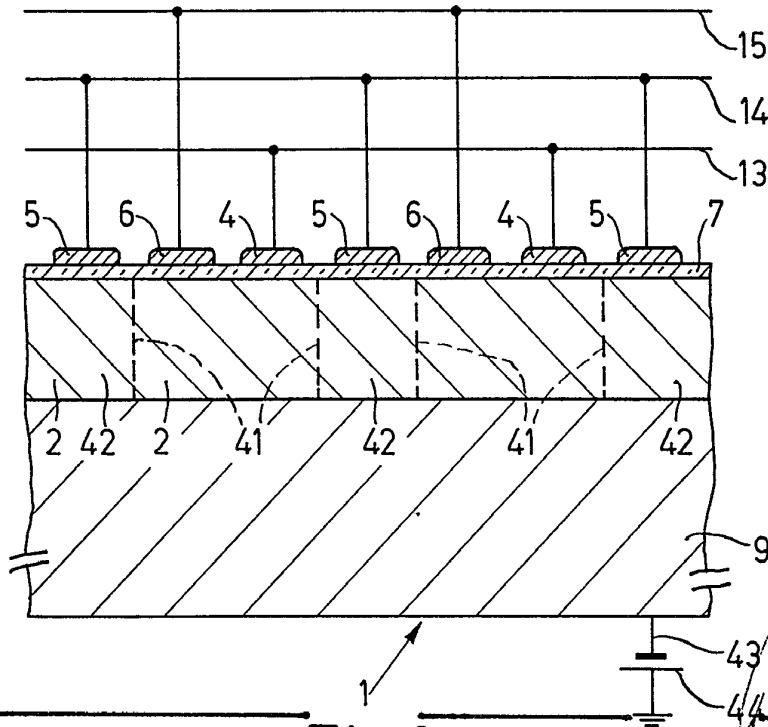
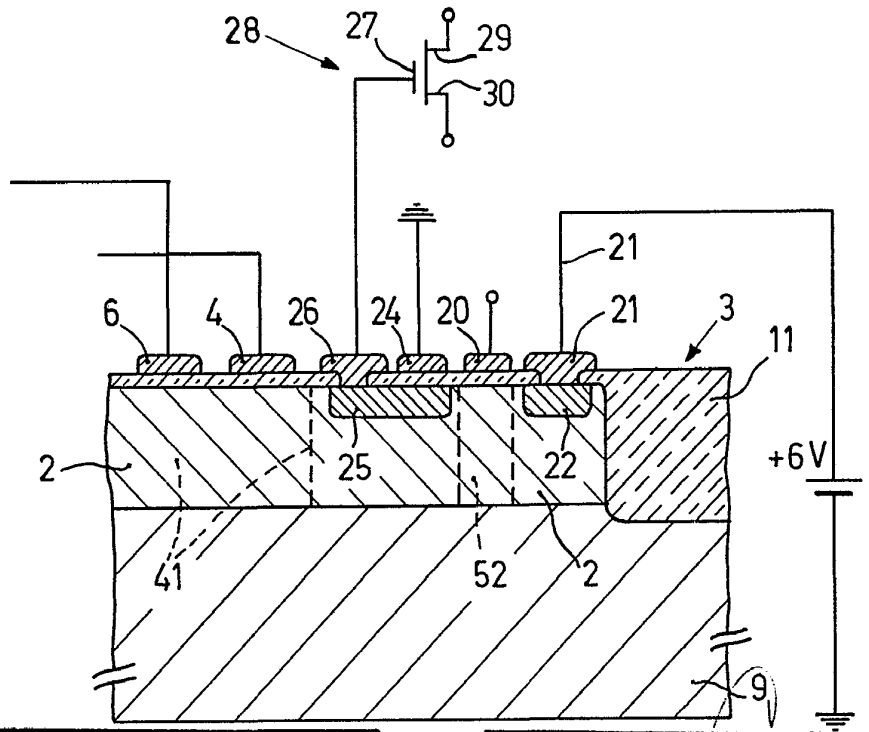
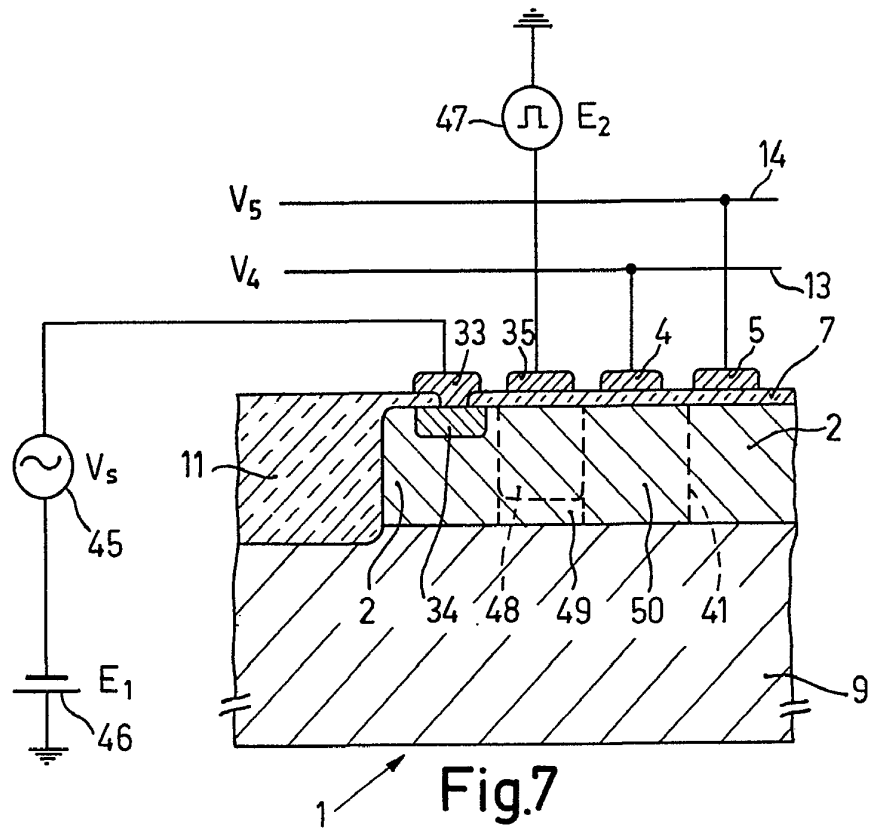


Fig.6

ANBETROGGENES RECHT
FÜR DEN PATENT

407968

1968



Handwritten signature or initials.

407969

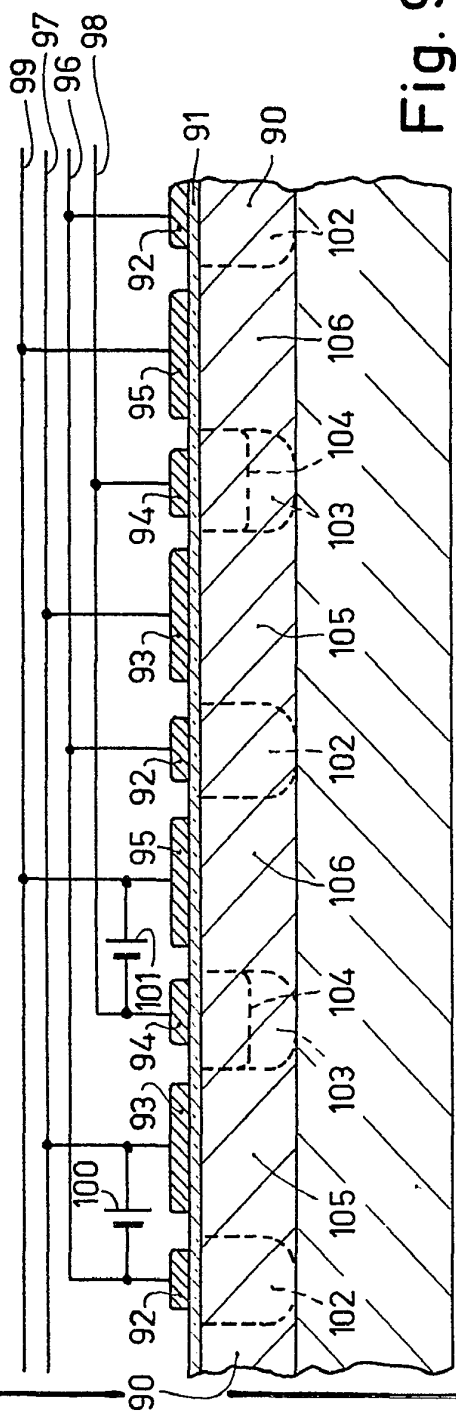


Fig. 9

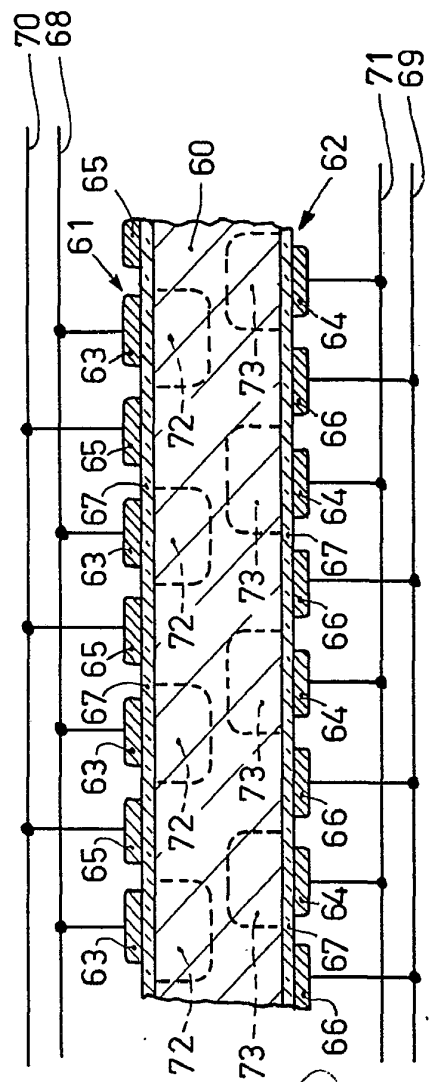


Fig. 10

Patented July 1, 1958
By [Signature]

407968

19

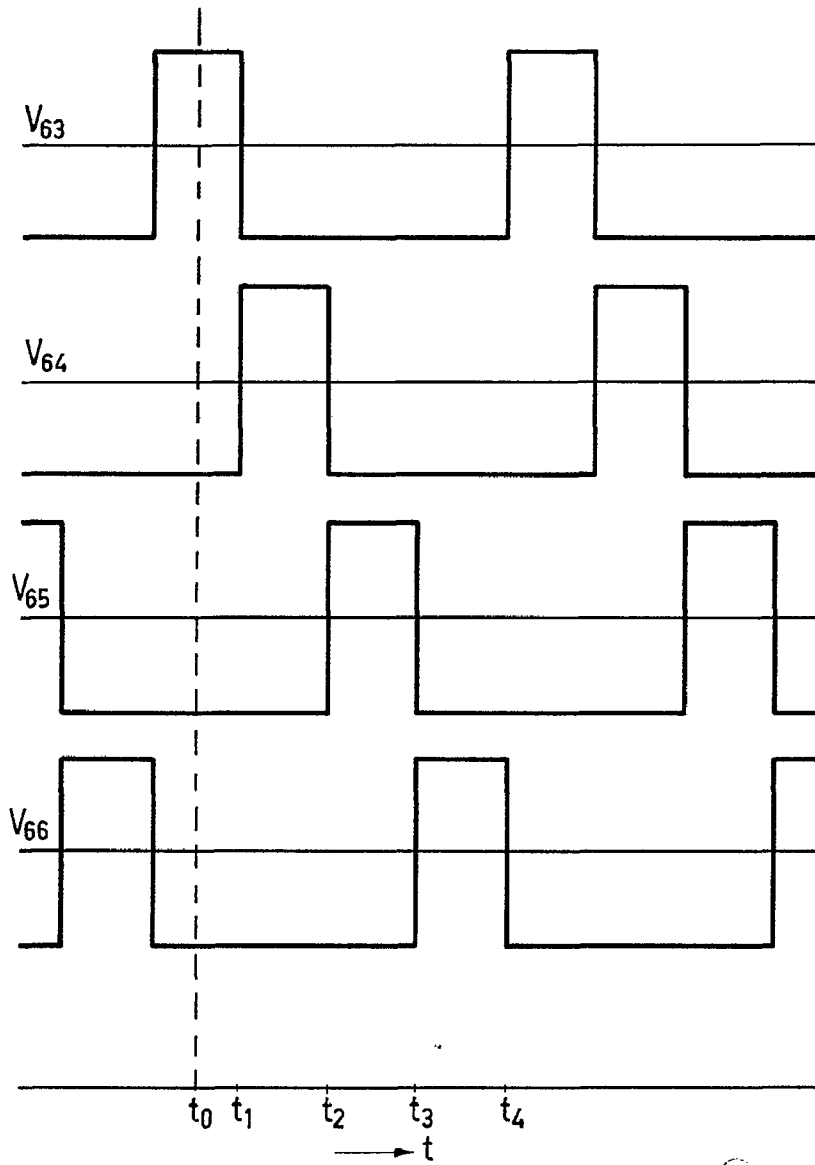


Fig. 11

[Handwritten signature]

407968

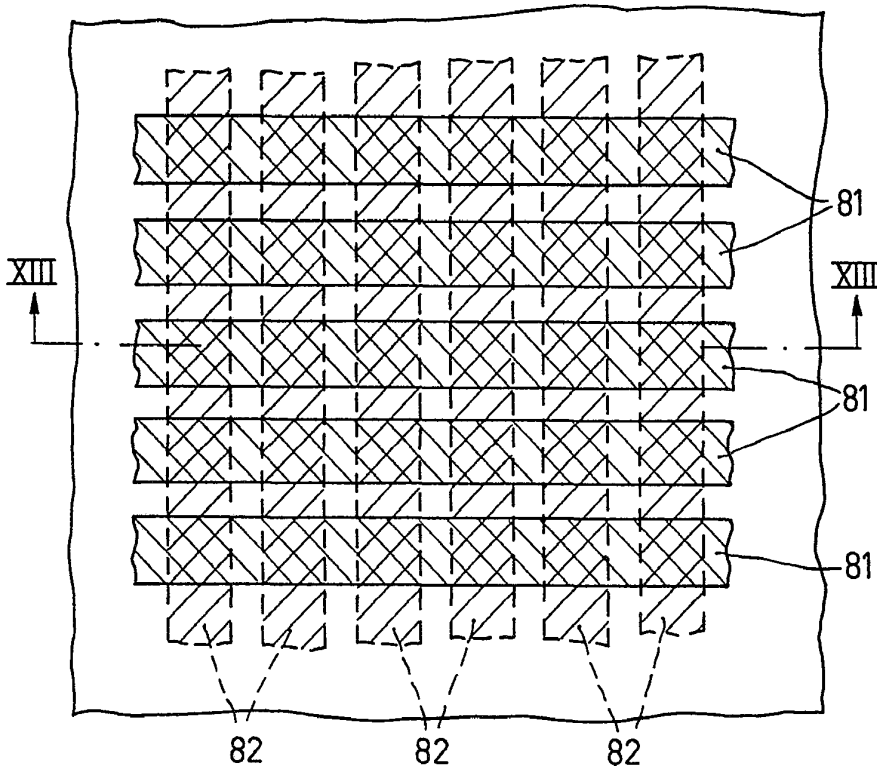


Fig. 12

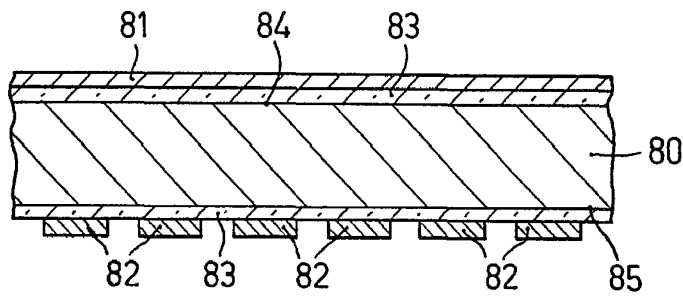


Fig. 13

Handwritten signature or initials.

407968

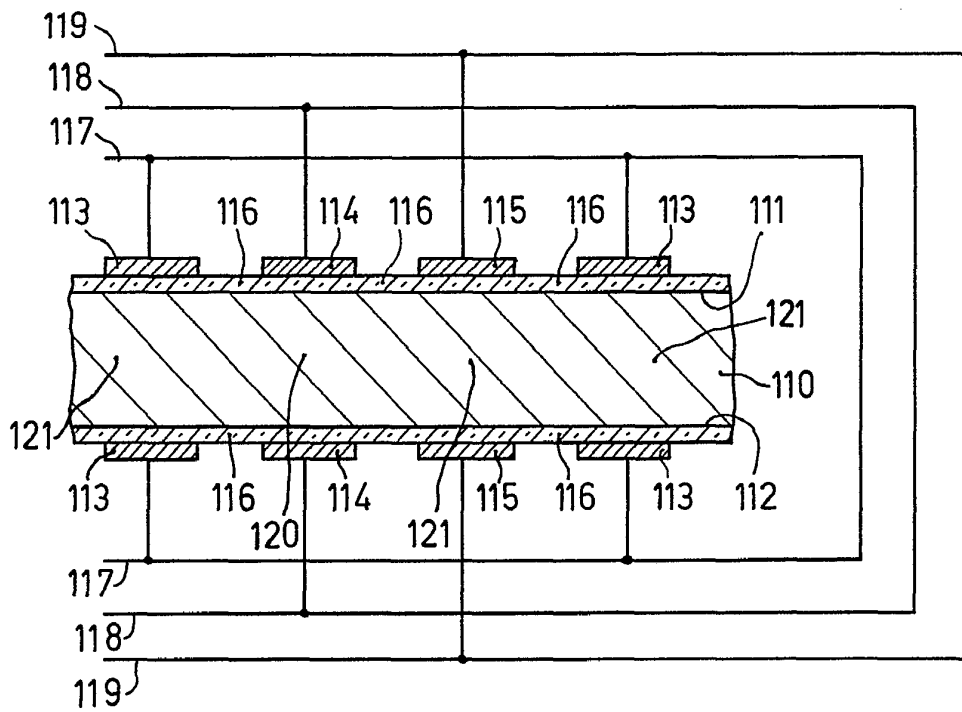


Fig.14

Printed in Great Britain
by the Queen's Printer