

P - 40.915

PHB 31848

ACIC	
HOL	
L	

385205

**Memoria descriptiva**

**385205**



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad / ~~corporación~~ holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda.

por: "METODO DE FABRICACION DE UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR" (Clase Internacional H01)

385205



La presente invención se refiere a un método de fabricación de un dispositivo semiconductor con un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor, de un tipo de conductividad, que comprende al menos un transistor de efecto de campo de compuerta aislada provisto de una primera y una segunda regiones espaciadas de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta que se extiende hacia el cuerpo o parte del cuerpo desde una superficie del mismo, una región de superficie en el cuerpo o parte del cuerpo ubicada adyacentemente a dicha una superficie y entre las dos regiones de baja resistividad en el cual portadores de carga, característicos del tipo de conductividad opuesta pueden ser hechos circular entre las referidas dos regiones de baja resistividad dentro de un canal del tipo de conductividad opuesta, presente o formado en dicha región de superficie, un electrodo de compuerta en la referida una superficie entre las dos regiones de baja resistividad, y separado de la referida una superficie por material aislante, y electrodos en contacto óhmico con las mencionadas regiones de baja resistividad.

Las regiones de baja resistividad son llamadas la región de fuente y la región de drenaje. El transistor de efecto de campo de compuerta aislada puede formar parte de un circuito integrado a semiconductor y puede comprender una pluralidad de electrodos de fuente, drenaje y de compuerta.

Una realización comunmente conocida de un tal transistor en el transistor-semiconductor-metal-óxido, generalmente designado como MOST. En este dispositivo generalmente el cuerpo semiconductor o la parte del cuerpo es de silicio

385205



y el electrodo de compuerta está espaciado de la superficie de silicio por una capa aislante de óxido de silicio. Durante el funcionamiento, la tensión aplicada entre las regiones de fuente y de drenaje es tal que la juntura p-n entre la fuente y la parte del substrato adyacente del cuerpo semiconductor está usualmente, pero no siempre, sin polarizar y las junturas p-n entre el drenaje y la parte del substrato adyacente del cuerpo semiconductor está polarizada a la inversa. El flujo de corriente entre las regiones de fuente y de drenaje es controlado según la tensión aplicada entre la región de fuente y el electrodo de compuerta. De acuerdo con el así llamado modo de acrecentamiento, una aplicación de una tensión de polaridad adecuada al electrodo de compuerta, da por resultado una iniciación de un flujo de corriente entre la fuente y el drenaje. De acuerdo con una realización del transistor, adecuada para ser empleada con el modo de acrecentamiento, la tensión aplicada a la compuerta produce una formación de una capa de inversión superficial del tipo de conductividad opuesta en la región del cuerpo o parte del cuerpo semiconductor de dicho un tipo de conductividad, ubicada adyacentemente a dicha una superficie entre la fuente y el drenaje. Los portadores de carga fluyen en un canal formado por la capa de inversión superficial. Los transistores del tipo MOST también pueden prepararse para operar según el modo, así llamado, de agotamiento. En estos dispositivos la corriente puede fluir entre la fuente y el drenaje sin tensión aplicada al electrodo de compuerta. La concentración de portadores de carga en el canal es disminuida por la aplicación de una tensión de polaridad adecuada al electrodo de compuerta. Tal dispositivo también puede

385205



5 ser hecho operar según el modo de acrecentamiento aumentan  
do la concentración de los portadores de carga en la región  
de canal mediante la aplicación de una tensión de polaridad  
adecuada al electrodo de compuerta. Los dispositivos adecua  
dos para el funcionamiento según el modo de agotamiento pue  
den fabricarse formando una región superficial difundida  
del tipo de conductividad opuesta en la región del cuerpo  
o parte de cuerpo semiconductor que está adyacente a dicha  
una superficie y entre la fuente y el drenaje. El canal con  
ductor de corriente, así, está presente en la región de su  
10 perficie difundida del tipo de conductividad opuesta.

15 Para dispositivos adecuados para operar según el  
modo de acrecentamiento es necesario poder controlar la ten  
sión de umbral, es decir la tensión entre el electrodo de  
compuerta y el sustrato, para la cual es iniciado el flujo  
de corriente entre la fuente y el drenaje. Se ha encontrado  
que la tensión de umbral es altamente dependiente de la re  
sistividad de la región superficial del cuerpo o parte de  
cuerpo semiconductor entre la fuente y el drenaje, de las  
20 propiedades de la capa aislante por debajo del electrodo de  
compuerta, de las propiedades de la interfase entre la capa  
aislante y el cuerpo o parte del cuerpo semiconductor, y de  
la orientación cristalográfica del cuerpo o parte de cuerpo  
semiconductor.

25 En los dispositivos adecuados para operar según  
el modo de agotamiento, en los cuales el canal conductor de  
corriente está presente en una capa de inversión superficial  
del tipo de conductividad opuesta, por ejemplo los transis  
tores MOST de silicio, en los cuales una capa de inversión  
30 del tipo n es formada sobre la superficie de un sustrato

385205



del tipo p de alta resistividad por oxidación de la superfi-  
cie, la movilidad de los portadores de carga es limitada de-  
bido a que el canal conductor de corriente está ubicado en  
la vecindad de la interfase silicio/óxido de silicio. Los  
5 dispositivos del tipo de agotamiento provistos de regiones  
de canal de superficie difundida son extremadamente difi-  
ciles de fabricar debido al control de dopado exacto que re-  
sulta necesario y el control exacto de la profundidad de la  
región difundida requerida.

10 En algunos circuitos integrados a semiconductor,  
se forma un transistor de efecto de campo de compuerta ais-  
lada en un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor juntamen-  
te con otros elementos de circuito, por ejemplo un transis-  
tor bipolar u otro transistor de efecto de campo de compuer-  
15 ta aislada que tiene propiedades diferentes. Uno de tales  
circuitos conocidos comprende transistores de campo de com-  
puerta aislada del tipo MOST de ambas polaridades, es decir,  
dispositivos tanto de canal p como de canal n. Estos tran-  
sistores, llamados a veces como MOST de par complementario,  
20 pueden ser dispositivos del modo de acrecentamiento o del  
modo de agotamiento según la forma exacta del circuito, por  
ejemplo en los circuitos lógicos se usan generalmente dispo-  
sitivos del modo de acrecentamiento. Se presentan dificulta-  
des en la fabricación de MOST de pares complementarios en  
25 un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor que inicialmente  
es de un tipo de conductividad, porque es necesario lograr  
un control exacto de las resistividades de las regiones de  
superficie de los dos MOST, siendo estas regiones superfi-  
ciales de tipos de conductividad diferentes. Por ejemplo,  
30 partiendo de un cuerpo del tipo n en el cual debe formarse

385205



un MOST del modo de acrecentamiento con canal p, debe formarse un MOST del modo de acrecentamiento con canal n complementario en una isla del tipo p situada dentro del cuerpo del tipo n. Las técnicas de difusión no siempre están disponibles fácilmente para la producción de la isla del tipo p, dado que la resistividad de la región superficial de la isla difundida del tipo p puede ser demasiado baja. Uno de los métodos para obviar este problema comprende un método de mordicación de cavidad y relleno epitaxial, a veces llamado deposición de contorno. Este método, si bien provee una isla de la resistividad controlada deseada, es costoso y complejo, dado que requiere el empleo de técnicas especiales para la ubicación y re-exposición de la superficie inicial del cuerpo, después de la deposición epitaxial de contorno en la cavidad mordicada y sobre la superficie que lo rodea.

De acuerdo con un aspecto del presente invento, en un transistor de efecto de campo de compuerta aislada según la definición precedente, la región superficial dentro de la cual los portadores de carga pueden ser hechos fluir entre las dos regiones de baja resistividad en un canal, contiene una concentración de iones implantados en un elemento de impureza característico del tipo de conductividad de dicha superficie.

Un transistor de efecto de campo de compuerta aislada de este tipo, en el cual el canal conductor de corriente está ubicado en una región superficial con iones implantados, puede tener propiedades mejoradas tal como resultará evidente de la descripción siguiente de varias formas alternativas del transistor.

385205



De acuerdo con una realización del transistor, ap  
to para el funcionamiento según el modo de agotamiento, la  
referida región superficial es del tipo de conductividad  
opuesta y contiene una concentración de iones implantados  
5 de un elemento de impureza característico del tipo de con-  
ductividad opuesta. En este transistor, mediante la provi-  
sión de la región superficial con iones implantados del ti-  
po de conductividad opuesta, siendo designada dicha región  
como "piel", el flujo de la corriente está comprendido den-  
10 tro de la masa de la piel con iones implantados y no está  
confinado a un área inmediatamente adyacente a la interfase  
semiconductor/capa aislante, tal como ocurre en el caso de  
un dispositivo del modo de agotamiento en el cual el flujo  
de corriente se produce dentro de una capa de inversión pre-  
15 formada. La ubicación del flujo de corriente en dicha masa  
produce un aumento de la movilidad de portadores eficaz en  
el canal. La movilidad de portadores en la piel implantada  
debería aproximarse a su valor de masa y por lo tanto el  
factor de ganancia del dispositivo de una geometría especí-  
20 fica es aumentado. Para una geometría específica la magni-  
tud del aumento de ganancia será igual a la relación de los  
valores de movilidad de masa a los de superficie y esto po-  
dría ser un factor de 2 a 3. Esta configuración es adecuada  
para dispositivos de efecto de campo de compuerta aislada  
25 de muy altas frecuencias. En el modo de agotamiento, este  
dispositivo funciona por el movimiento de una región de car-  
ga espacial a través de la piel implantada hasta que esta  
piel es agotada completamente y el canal es bloqueado. Exis-  
te también una región de carga espacial asociada con la jun-  
30 tura entre la piel y la porción inmediatamente subyacente

385205



del cuerpo o parte de cuerpo semiconductor. Polarizando es-  
ta porción y la compuerta, la piel implantada puede ser ago-  
tada desde ambos lados. El espesor máximo de la capa de car-  
ga espacial, puede ser producido por el potencial de com-  
puerta, es determinado por la resistividad de la piel im-  
plantada. Por lo tanto es necesario un control del espesor  
de la piel implantada y de su resistividad. La provisión de  
la referida piel por el método de la implantación iónica re-  
sultó ofrecer el referido control. Además pueden lograrse  
mejoras significativas usando el método de la implantación  
iónica para formar la piel, en comparación con el método de  
producción de la piel por las técnicas de difusión. Se com-  
prenderá que es difícil controlar exactamente la resistivi-  
dad de una piel cuando se recurre a tales técnicas de difu-  
sión, más en particular obtener una piel de resistividad re-  
lativamente elevada. Además, el método de implantación ióni-  
ca puede producir un perfil de concentración de impurezas,  
en la dirección que se extiende desde la superficie a tra-  
vés de la piel, que es más fácilmente adecuado para la for-  
mación de un canal conductor de corriente.

En el referido transistor para el funcionamiento  
según el modo de agotamiento, las regiones primera y segun-  
da de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta,  
al menos en la adyacencia de su separación más cercana, pue-  
den comprender sendas porciones que contienen una concentra-  
ción de iones implantados de un elemento de impureza carac-  
terístico del tipo de conductividad opuesta, la dimensión  
del electrodo de compuerta en la dirección lateral entre di-  
chas primera y segunda regiones de baja resistividad, corres-  
ponde substancialmente a la separación lateral entre dichas



primera y segunda regiones de baja resistividad.

Esta configuración del transistor puede obtenerse mediante un método tal como el descrito en la patente N<sup>o</sup> 164.309 (PHB-31.790), según el cual inicialmente porciones  
5 de las regiones de fuente y de drenaje son formadas por técnicas de difusión, se proveen luego los electrodos de fuente, drenaje y de compuerta, y a continuación se lleva a cabo un proceso de implantación iónica, preferentemente a través de una capa aislante presente sobre dicha una superficie,  
10 para extender las regiones de fuente y de drenaje una hacia la otra. En este método una capa metálica que constituye el electrodo de compuerta, actúa como máscara y el canal formado en la región superficial resultante entre las regiones de fuente y de drenaje tiene un largo que corresponde  
15 substancialmente a las dimensiones laterales del electrodo de compuerta. Con tal método pueden fabricarse transistores de efecto de campo de compuerta aislada que tienen largos de canal exactamente controlados de dimensiones reducidas y que poseen capacitancias compuerta/drenaje y muy pequeñas  
20 dado que la superposición compuerta/drenaje es gobernada sólo por la dispersión y canalización laterales de los iones implantados. Este método se designará a continuación como el método de auto-registro.

En el transistor del modo de agotamiento de acuerdo con el invento, en el cual la primera y la segunda regiones de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta (fuente y drenaje) comprenden cada una porción de iones implantados, estas porciones de iones implantados y la región superficial de iones implantados del tipo de conductividad  
25 opuesta pueden estar presentes en y parcialmente rodeadas  
30

385205



por una región de iones implantados de dicho un tipo de con-  
ductividad, teniendo dicha región de iones implantados de  
dicho un tipo de conductividad una resistividad más baja  
que la parte del cuerpo semiconductor adyacente y subyacen-  
te de dicho un tipo de conductividad. Esta configuración  
5 provee un dispositivo de agotamiento que tiene una elevada  
movilidad de portadores en el canal y un factor de ganancia  
elevado. La presencia de la región de iones implantados de  
resistividad más baja de dicho un tipo de conductividad sir-  
ve para reducir la dispersión de la capa de agotamiento aso-  
10 ciada con la juntura entre el drenaje y la parte adyacente  
de dicho un tipo de conductividad y así inhibe una ruptura  
hacia la fuente. Consecuentemente, resulta posible una sepa-  
ración reducida entre la fuente y el drenaje. La previsión  
15 de las regiones de iones implantadas de la fuente y de dre-  
naje haciendo uso del método de auto-registro, provee un  
dispositivo que tiene una capacitancia compuerta/drenaje ba-  
ja y hace posible la separación reducida entre la fuente y  
el drenaje. En este dispositivo, las regiones primera y se-  
20 gunda de baja resistividad del tipo conductividad opuesta  
(fuente y drenaje), la región superficial de iones implanta-  
dos del tipo de conductividad opuesta en la cual está pre-  
sente el canal, la región de iones implantados de dicho ti-  
po de conductividad y la parte del cuerpo semiconductor sub-  
25 yacente de dicho tipo de conductividad, pueden estar todos  
presentes en una capa de alta resistividad principalmente  
de dicho un tipo de conductividad situada sobre el substrato  
de baja resistividad de dicho un tipo de conductividad.  
Esta configuración provee un dispositivo de agotamiento que  
30 posee una capacitancia drenaje/substrato reducida, dado que



con tensiones relativamente elevadas aplicadas entre el drenaje y el sustrato, la capa de agotamiento asociada con la juntura p-n entre el drenaje y la parte de capa subyacente de alta resistividad de dicho un tipo de conductividad, se aproxima al sustrato de baja resistividad.

En otra realización de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada de acuerdo con la presente invención, que es adecuada para operar según el modo de acrecentamiento, dicha región superficial es de dicho un tipo de conductividad y contiene una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico de dicho un tipo de conductividad, siendo inferior la resistividad de la región superficial de iones implantados que la resistividad de una porción inmediatamente subyacente del cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de dicho un tipo de conductividad. La provisión de la región superficial de baja resistividad de iones implantados, que puede ser designada como una piel de resistividad más baja, permite lograr transistores de efecto de campo de compuerta aislada que son adecuados para funcionar según el modo de acrecentamiento, teniendo dichos transistores tensiones de umbral exactamente controladas. El proceso de implantación de iones para la formación de la piel, tiene ciertas ventajas en comparación con las técnicas de difusión debido a que el mismo puede proveer perfiles de concentración de impurezas en la piel que están mejor adaptados a las exigencias de la formación de un canal en la misma por inversión.

En el referido transistor que ilustra la presente invención, que es adecuado para su funcionamiento según el modo de acrecentamiento, las regiones primera y segunda de

385205



baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, al me  
nos en la adyacencia de su separación más reducida entre sí,  
pueden comprender cada una, una porción que contiene una  
concentración de iones implantados de un elemento de impure  
za característico del tipo de conductividad opuesta, corres  
pondiendo las dimensiones del electrodo de compuerta, en la  
dirección lateral entre dicha primera y segunda regiones de  
baja resistividad, sustancialmente a la separación lateral  
de la primera y segunda regiones de baja resistividad. En  
este dispositivo, en el cual se usa la técnica de auto-re  
gistro, se logran ventajas similares con respecto a la capa  
citancia reducida compuerta/drenaje y las dimensiones redu  
cidas del canal, tal como se ha descrito precedentemente  
con respecto al transistor de efecto de campo de compuerta  
aislada del modo de agotamiento. Cada una de las regiones  
primera y segunda de baja resistividad del tipo de conducti  
vidad opuesta (fuente y drenaje) puede comprender una por  
ción que contiene una concentración de un elemento de impu  
reza difundido, característico del tipo de conductividad  
opuesta y una porción adyacente que contiene una concentra  
ción de iones implantados de un elemento característico del  
tipo de conductividad opuesta, encontrándose dichas porcio  
nes de iones implantados dentro y rodeadas parcialmente por  
la región superficial de iones implantados de dicho un tipo  
de conductividad. Esta configuración provee un dispositivo  
de acrecentamiento que tiene una tensión de umbral exacta  
mente controlada y un factor de ganancia elevado. La región  
superficial de iones implantados de dicho tipo de conducti  
vidad, que rodea parcialmente las porciones de iones implan  
tados de la fuente y del drenaje y el canal también sirven

385205



para reducir la dispersión de la capa de agotamiento asociada con la juntura entre el drenaje y la parte adyacente de dicho un tipo de conductividad, y así inhibe una ruptura hacia la fuente. Esto permite el uso de una pequeña separación entre la fuente y el drenaje, lográndose esta pequeña separación usando, por ejemplo, la técnica de auto-registro.

5  
10  
15  
20  
En dicho transistor adecuado para el funcionamiento según el modo de acrecentamiento, las regiones primera y segunda de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta (fuente y drenaje) y la región superficial de iones implantados de dicho un tipo de conductividad, pueden estar presentes en una capa que consiste principalmente de dicho un tipo de conductividad, situada sobre un substrato de resistividad más baja de dicho un tipo de resistividad. Esta estructura es particularmente adecuada para dispositivos del modo de acrecentamiento aptos para el funcionamiento a frecuencias elevadas, dado que a tensiones bastante elevadas, por ejemplo 20 voltios entre el drenaje y el substrato, la capa de agotamiento asociada con la juntura entre el drenaje y la región subyacente en la capa de dicho un tipo de conductividad, se aproxima al substrato de resistividad más baja y así la capacitancia entre el drenaje y el substrato resulta pequeña.

25  
30  
En otra forma de realización de un transistor de efecto de campo con compuerta aislada de acuerdo con el presente invento, una tercera región de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta penetra en el cuerpo o parte del cuerpo desde dicha una superficie y está situada entre las dos regiones espaciadas de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, estando presentes una primera y

385205



una segunda regiones superficiales dentro de las cuales se forman un primer y un segundo canales conductores de corriente, respectivamente, siendo al menos la primera región superficial del tipo de conductividad opuesta y conteniendo una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, estando presentes un primer y un segundo electrodos de compuerta, estando asociado el primer electrodo de compuerta con la primera región superficial y el primer canal conductor de corriente formado en ella entre las regiones primera y segunda de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, y estando asociado un segundo electrodo de compuerta con la segunda región superficial y el segundo canal conductor de corriente formado en ella entre las regiones tercera y segunda de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta. Un transistor tal puede ser designado como un transistor tetrodo de efecto de campo con compuerta aislada.

Los MOST tetrodo están descritos en la Patente británica Nº 1.037.850 y son diseñados para ser capaces de proveer una ganancia de potencia útil a frecuencias elevadas, por ejemplo, al menos 10 dB a 900 Mc/s. Los MOST tetrodo constituyen una mejora con respecto a los MOST triodo, de compuerta única, con respecto a la limitación seria que es impuesta a la ganancia de potencia a frecuencias elevadas por la capacitancia de realimentación compuerta/drenaje, que está presente en la mayoría de los MOST triodo. Los MOST tetrodo pueden ser considerados como una disposición en cadena de dos MOST, formando la tercera región de baja resistividad del tipo con conductividad opuesta, el drenaje del primer MOST y la fuente del segundo MOST. Dicha tercera re



gión es designada a continuación como la fuente y drenaje virtual, ya que no tiene electrodo. En su funcionamiento en un circuito real, el segundo electrodo de compuerta es mantenido en cortocircuito para corriente alterna con respecto a la fuente del primer transistor y con respecto al sustrato, proveyendo así un blindaje entre el drenaje del segundo transistor y la compuerta del primer transistor. La capacitancia de realimentación eficaz entre el drenaje y la primera compuerta es igual a la capacitancia de realimentación entre la primera compuerta y la fuente y drenaje virtuales intermedios, dividido por la amplificación de tensión del segundo transistor. La ganancia de potencia máxima estable en la disposición en cadena aumentada, por lo tanto, en un factor igual a la amplificación de tensión del segundo transistor, particularmente frecuencias bajas y moderadas. Las limitaciones totales de alta frecuencia dependen, entre otras, de las magnitudes de las capacitancias entre la fuente y drenaje virtual y el sustrato, entre el drenaje del segundo transistor y el sustrato, y entre la compuerta del primer transistor y el drenaje del segundo transistor.

En un transistor tetrodo de efecto de campo y compuerta aislada de acuerdo con el presente invento, la provisión de la primera región superficial del tipo de conductividad opuesta que contiene una concentración de iones implantados en un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, siendo designada esta primera región superficial como una piel de iones implantados, provee una primera parte de transistor adecuada para funcionar según el modo de agotamiento y que posee una piel de iones implantados. Además, el procedimiento de implantación de

385205



iones para formar dicha piel permite el uso de un substrato de una resistividad deseada. En este dispositivo, la segunda parte de transistor puede funcionar ya sea según el modo de acrecentamiento o según el modo de agotamiento. Cuando  
5 funciona según el modo de agotamiento, la segunda región superficial puede ser del tipo de conductividad opuesta que contiene también una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta. Una piel de iones implantados de este tipo  
10 puede estar formada simultáneamente con la piel de iones implantados que constituye la primera región superficial. Como alternativa, la segunda parte de transistor, si debe funcionar según el modo de acrecentamiento, no es necesario proveer tal piel de iones implantados. Se comprenderá que,  
15 para la primera parte de transistor es deseable mantener el largo del canal tan pequeño como sea posible y con este fin puede aprovecharse la técnica de auto-registro. Las regiones primera y tercera de baja resistividad de baja conductividad opuesta comprende, cada una, al menos en la adyacencia de su separación más reducida, una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, correspondiendo la dimensión lateral del primer electrodo de compuerta, que está asociado con la primera región superficial, sustancialmente  
20 a la separación lateral de las regiones primera y tercera de baja resistividad. Similarmente, si fuera deseable, puede usarse la técnica de auto-registro para determinar el largo del canal en la segunda región superficial. En una realización, las regiones segunda y tercera de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, al menos en la adya  
25  
30



5 cencia de su separación más reducida, comprenden cada una,  
una concentración de iones implantados de un elemento de im  
pureza característico del tipo de conductividad opuesta, co  
rrespondiendo las dimensiones laterales del segundo electro  
do de compuerta, que está asociado con la segunda región su  
perficial, sustancialmente a la dimensión lateral del segun  
do canal conductor de corriente formado en dicha segunda re  
gión superficial. En este ejemplo de realización del dispo  
sitivo, la técnica de auto-registro es usada para determi  
10 nar la dimensión lateral de la segunda región superficial  
a ambos lados de la segunda región, es decir, tanto en la  
segunda como en la tercera región de baja resistividad. De  
acuerdo con otra realización, la técnica de auto-registro  
es usada para determinar la dimensión lateral de la segunda  
15 región superficial hasta donde dicha dimensión es determina  
da por la posición de la tercera región de baja resistivi  
dad del tipo de conductividad opuesta. Así, la tercera re  
gión de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta,  
al menos en la adyacencia de su separación más reducida de  
20 la segunda región de baja resistividad, puede comprender  
una concentración de iones implantados de un elemento de im  
pureza característico del tipo de conductividad opuesta, co  
rrespondiendo el límite lateral del segundo electrodo de com  
puerta, en la adyacencia de la tercera región de baja resis  
25 tividad, al límite lateral de dicha tercera región de baja  
resistividad.

En un transistor tetrodo de campo de compuerta  
aislada, cada una de la primera y segunda regiones de baja  
resistividad, puede comprender una porción que contiene una  
30 concentración de un elemento de impureza difundido caracte

385205



rístico del tipo de conductividad opuesta y, si se usa la técnica de auto-registro para definir las regiones superficiales primera y segunda, cada una de las regiones primera y segunda de baja resistividad puede comprender una porción  
5 que contiene una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta. La tercera región de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta puede consistir en una región difundida y cuando se usa la técnica de auto-registro, la  
10 misma puede comprender adicionalmente una porción que contiene una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta. Como alternativa la tercera región de baja resistividad puede estar determinada íntegramente por una concentración  
15 de iones implantados de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta y no contener una concentración difundida de tal elemento.

En un transistor tetrodo de efecto de campo con compuerta aislada de acuerdo con el presente invento, puede  
20 estar presente, en el cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de dicho un tipo de conductividad, adyacentemente a la tercera región de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta y sobre el lado de la referida tercera región que mira hacia la segunda región de baja resistividad del  
25 tipo de conductividad opuesta, una región local de baja resistividad de dicho un tipo de conductividad que contiene una concentración de iones implantados de un elemento de impureza característico de dicho tipo de conductividad. La presencia de una región de iones implantados de baja resistividad de dicho un tipo de conductividad sirve para reducir la  
30

385205



dispersión de la capa de agotamiento asociada con la jun  
tura entre la segunda región y el substrato y así inhibe una  
perforación hacia la tercera región de baja resistividad  
(fuente y drenaje virtuales). Así, es imposible tener una  
5 separación reducida entre el drenaje y la fuente virtuales  
y el drenaje sin que ocurra una ruptura a las tensiones apli  
cadas normales. Dicha región local de iones implantados de  
baja resistividad de dicho un tipo de conductividad puede  
comprender iones introducidos en el cuerpo o parte de cuer  
10 po a través de canales abiertos en el reticulado cristalino.  
Tal método de implantación iónica es designado como canali  
zación.

De acuerdo con otra realización de un transistor  
de efecto de campo de compuerta aislada de acuerdo con el  
15 presente invento, la concentración de iones implantados del  
elemento de impureza característico del tipo de conductivi  
dad de dicha región superficial es distinto en diferentes  
partes de dicha región superficial entre las regiones prime  
ra y segunda de baja resistividad del tipo de conductividad  
20 opuesta. Son posibles varias configuraciones diferentes de  
un tal transistor, por ejemplo, la variación de concentra  
ción de iones implantados puede proveer un dispositivo que  
tiene una característica de  $\mu$  variable. Un dispositivo tal  
está descrito en la patente británica Nº 1.075.085. De acuer  
25 do con otra realización, la variación de concentración pue  
de ser tal que en la dirección lateral de la región superfi  
cial entre las regiones primera y segunda de baja resistivi  
dad del tipo de conductividad opuesta (fuente y drenaje),  
la concentración de los iones implantados aumenta desde una  
30 de dichas regiones que forma la región de drenaje, hacia la

385205



otra de dichas regiones que forma la región de fuente. Un dispositivo similar, en el cual la variación de concentración es obtenida por difusión, está descrita en la patente Nº 158.825 (PHB-31.705).

5                   En un transistor de efecto de campo de compuerta aislada de acuerdo con la presente invención, el cuerpo o parte de cuerpo semiconductor puede ser de silicio, y el material aislante puede ser óxido de silicio o nitruro de silicio. Estos dispositivos son designados como MOST y MNST, 10 respectivamente. En un ejemplo de realización del transistor, en el cual el cuerpo o parte del cuerpo semiconductor es de silicio, el material aislante puede comprender una primera porción de capa de óxido de silicio sobre la superficie del cuerpo o parte de cuerpo semiconductor, por encima de dicha región superficial de iones implantados y una 15 segunda porción de capa de nitruro de silicio sobre la capa de óxido de silicio, estando ubicado el electrodo de compuerta sobre la porción de capa de nitruro de silicio. Un dispositivo tal puede ser designado como MNOST.

20                   El material aislante puede contener una concentración de iones implantados de un elemento que estabiliza dicha capa. Un transistor de efecto de campo de compuerta aislada de silicio, que comprende una capa o una porción de capa aislante de óxido de silicio, puede contener una concentración de iones de fósforo implantados que estabilizan dicha 25 capa o porción de capa. Es bien sabido que el fósforo reducirá considerablemente la carga superficial y el movimiento de cargas en dióxido de silicio. Esta estabilización es más eficaz cuando el fósforo es introducido justamente 30 por debajo de la superficie de la capa de óxido de silicio,



5 dado que si la capa es contaminada con iones de sodio, su concentración es máxima en esta porción. Con el control de la energía, la implantación de iones fósforo en la capa de óxido de silicio ofrece un método eficaz para obtener el perfil de fósforo deseado en una capa o porción de capa de óxido de silicio.

10 Según otro aspecto del presente invento, en un método de fabricación de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, iones de un elemento de impureza son implantados en una región de un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad, adyacente a una superficie del mismo, para determinar la conductividad y el tipo de conductividad de la región superficial dentro de la cual es formado un canal conductor de corriente entre dos  
15 regiones de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, que se extienden hacia el cuerpo o parte del cuerpo desde dicha una superficie.

20 De acuerdo con una forma de realización del método, los iones implantados son característicos del tipo de conductividad opuesta y forman una región superficial del tipo de conductividad opuesta. Esta forma del método puede ser usada para la fabricación de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada que se presta para el funcionamiento según el modo de agotamiento.

25 De acuerdo con otra forma de realización del método, los iones implantados son característicos de dicho un tipo de conductividad y forman una región superficial de dicho un tipo de conductividad que tiene una resistividad más baja que la porción subyacente inmediata del cuerpo o parte  
30 del cuerpo semiconductor de dicho un tipo de conductividad.

385205



Esta realización del método puede ser usada ventajosamente para la fabricación de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada adecuado para ser empleado según el modo de acrecentamiento.

5                    En un método de acuerdo con el presente invento, al menos partes de las dos regiones de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta pueden ser formadas, por difusión de un elemento de impureza característica del tipo de conductividad opuesta, en porciones de dicha una superfi-  
10                    cie, llevándose a cabo la implantación de iones en la región superficial dentro de la cual es formado el canal con-  
                     ductor de corriente, después de dicha difusión. La implanta-  
                     ción se lleva a cabo después de la difusión para evitar una  
                     difusión excesiva de la capa o capas implantadas.

15                    De acuerdo con otro ejemplo ilustrativo del presente invento, un dispositivo semiconductor comprende un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conduc-  
                     tividad, una región de iones implantados del tipo de conduc-  
                     tividad opuesta, que se extiende hacia el cuerpo o parte de  
20                    cuerpo desde una superficie del mismo y que contiene una  
                     concentración de iones implantados de un elemento de impure-  
                     za característico del tipo de conductividad opuesta, un tran-  
                     sistor de efecto de campo con compuerta aislada formado en  
                     la región de iones implantados del tipo de conductividad  
25                    opuesta y al menos un otro elemento de circuito formado en  
                     el material del cuerpo o parte del cuerpo de dicho un tipo  
                     de conductividad. Tal dispositivo puede consistir de un cir-  
                     cuito integrado a semiconductor que comprende dicho transis-  
                     tor de efecto de campo de compuerta aislada situado en la  
30                    región de iones implantados del tipo de conductividad opues-

385205



ta y al menos un otro elemento de circuito, por ejemplo un transistor bipolar o un transistor de efecto de campo de compuerta aislada formado en el material del cuerpo o parte del cuerpo de dicho un tipo de conductividad. La región de 5 iones implantados del tipo de conductividad opuesta puede ser considerada como una isla en el cuerpo o parte del cuerpo de dicho un tipo de conductividad. Se logran ciertas ventajas debido a la formación de dicha isla por la técnica de implantación de iones en comparación con las técnicas cono 10 cidas de difusión y deposición epitaxial de contorno. Se ha encontrado que el método de implantación de iones puede proveer una isla de resistividad deseada para formar en la misma un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, siendo compatible la característica de dicho transistor con 15 las características de otro transistor de efecto de campo de compuerta aislada formado en el material del cuerpo o parte del cuerpo de dicho un tipo de conductividad.

Así, en una realización preferida del dispositivo semiconductor, dicho otro elemento de circuito es un transistor de efecto de campo de compuerta aislada que tiene 20 propiedades diferentes con respecto al transistor de efecto de campo de compuerta aislada formado en la región de iones implantados del tipo de conductividad opuesta. Dichos dos transistores de efecto de campo de compuerta aislada pueden ser complementarios en el sentido de que sus regiones superficiales, dentro de las cuales son formados los canales de corriente, son de tipo de conductividad diferente. Así por 25 ejemplo, el dispositivo puede comprender un MOST de canal p y un MOST complementario de canal n, ubicados en un cuerpo semiconductor común. 30

385205



5 Los dos transistores de efecto de campo de com-  
puerta aislada pueden ser ambos adecuados para funcionar se-  
gún el modo de acrecentamiento o ambos adecuados para fun-  
cionar según el modo de agotamiento. Como alternativa, un  
transistor de efecto de campo de compuerta aislada puede re-  
sultar adecuado para funcionar según el modo de acrecenta-  
miento y el otro transistor de efecto de campo de compuerta  
aislada adecuado para funcionar según el modo de agotamien-  
to.

10 En al menos uno de los transistores de efecto de  
campo de compuerta aislada, la región superficial puede ser  
de conductividad o tipo de conductividad diferente con res-  
pecto a la porción inmediatamente subyacente de la parte  
del cuerpo semiconductor y contiene una concentración de  
15 iones implantados que determina dicha conductividad o tipo  
de conductividad diferente. Así, dicho un transistor puede  
comprender una piel de iones implantados tal como se ha des-  
crito previamente y dicho transistor puede estar construido  
de una masa similar a la de los transistores descritos pre-  
cedentemente que comprenden tales pieles.

20 En un dispositivo semiconductor ilustrativo de la  
presente invención, en uno o más transistores de efecto de  
campo de compuerta aislada presentes en el cuerpo o parte  
de cuerpo semiconductor, las regiones primera y segunda de  
25 baja resistividad, al menos en la vecindad de su separación  
más pequeña, pueden comprender cada una una concentración  
de iones implantados de un elemento de impureza caracterís-  
tico del tipo de conductividad de dichas regiones, corres-  
pondiendo la dimensión lateral del electrodo de compuerta  
30 asociado con la región superficial entre dichas regiones,



substancialmente la separación lateral de la primera y segunda regiones de baja resistividad. Este dispositivo emplea la técnica de fabricación de auto-registro previamente descrita y se logran las ventajas correspondientes en su  
5 utilización, las que han sido descritas con referencia a los transistores de efecto de campo de compuerta aislada que tienen pieles superficiales.

En un dispositivo semiconductor ilustrativo de la presente invención la región de iones implantados del tipo  
10 de conductividad opuesta, dentro de la cual es formado un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, puede comprender iones introducidos en la parte del cuerpo a través de canales abiertos en el reticulado cristalino. La canalización es un método adecuado para formar una isla del  
15 tipo de conductividad opuesta que se extiende profundamente en la parte del campo desde la una superficie y que tiene la resistividad deseada para formar en la misma el transistor de efecto de campo de compuerta aislada.

Según otro aspecto del presente invento, un método  
20 de fabricación de un dispositivo semiconductor comprende las etapas de implantar en una región de un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad, una concentración de iones de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, determinando dicha  
25 concentración de iones implantados una región del tipo de conductividad opuesta, que se extiende hacia una superficie del cuerpo o parte del cuerpo y está rodeada dentro del cuerpo o parte del cuerpo por una región del un tipo de conductividad, formando un transistor de efecto de campo de  
30 compuerta aislada en la región implantada del tipo de con-

385205



ductividad opuesta y al menos un otro elemento de circuito en la región del un tipo de conductividad.

De acuerdo con otro aspecto del presente invento, un método de fabricación de un dispositivo semiconductor comprende al menos dos transistores de efecto de campo de compuerta aislada de propiedades distintas, que comprende las etapas de implantar en una región de un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad, una concentración de iones de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, determinando dicha concentración de iones implantados una región del tipo de conductividad opuesta que se extiende hacia una superficie del cuerpo o parte del cuerpo y está rodeada dentro del cuerpo o parte del cuerpo por una región del un tipo de conductividad, formar en la región del un tipo de conductividad regiones de baja resistividad, espaciadas, del tipo de conductividad opuesta, que constituyen regiones de fuente y de drenaje de un primer transistor de efecto de campo de compuerta aislada en la región de iones implantados del tipo de conductividad opuesta regiones de baja resistividad, espaciadas, del un tipo de conductividad que constituyen regiones de fuente y de drenaje de un segundo transistor de efecto de campo de compuerta aislada, proveer una capa aislante sobre la una superficie, formar un electrodo de compuerta sobre la capa aislante por encima de la región superficial entre la fuente y el drenaje del primer transistor, un electrodo de compuerta sobre la capa aislante por encima de la región superficial entre la fuente y el drenaje del segundo transistor, y electrodos sobre las regiones de fuente y de drenaje de estos transistores.



Se describirán a continuación realizaciones del presente invento a título de ejemplo con referencia a las figuras 1 a 7 de los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

5           La Figura 1 ilustra en corte transversal una parte del cuerpo semiconductor de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, adecuado para el funcionamiento según el modo de agotamiento.

10           Las Figuras 2 y 3 muestran, cada una en corte transversal, una parte del cuerpo semiconductor de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, adecuado para el funcionamiento según el modo de acrecentamiento, siendo el transistor de la figura 2 un dispositivo de canal p y el de la figura 3 un dispositivo de canal n;

15           La Figura 4 muestra, en corte, parte del cuerpo semiconductor de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, adecuado para el funcionamiento a frecuencias elevadas según el modo de acrecentamiento.

20           La Figura 5 muestra, en corte, parte de cuerpo semiconductor de un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, adecuado para el funcionamiento a frecuencias elevadas según el modo de agotamiento.

25           La Figura 6 ilustra, en corte, una parte del cuerpo semiconductor de un transistor tetrodo de efecto de campo de compuerta aislada, adecuado para el funcionamiento a frecuencias elevadas con ganancia de potencia elevada; y

30           La Figura 7 muestra, en corte, parte del cuerpo semiconductor de un circuito integrado a semiconductor que comprende un par complementario de transistores de efecto de campo de compuerta aislada, siendo ambos adecuados para

385205



el funcionamiento según el modo de acrecentamiento.

El transistor de efecto de campo de compuerta ais-  
lada mostrado en la Figura 1 es un MOST de canal n del modo  
de agotamiento. El cuerpo semiconductor comprende un sub-  
strato 1 del tipo p que tiene una resistividad de 15 Ohm-cm  
5 y un espesor de 200 micrones. El substrato 1 tiene una su-  
perficie plana 2 en la cual existe una capa 3 de óxido de  
silicio con 0,2 micrones de espesor. Las regiones de baja  
resistividad 4 y 5 del tipo n +, penetran desde la superfi-  
cie 2 en el substrato 1 del tipo p. Las regiones 4 y 5 han  
10 sido formadas por la difusión de fósforo en dos porciones  
superficiales del substrato y penetran en el substrato a  
una distancia de aproximadamente 2 micrones desde la super-  
ficie 3. La concentración superficial del fósforo en las re-  
giones 4 y 5 es aproximadamente  $10^{21}$  átomos/cm<sup>3</sup>. El ancho  
15 de cada una de las regiones 4 y 5 en el corte mostrado en  
la figura 1 es aproximadamente 15 micrones y están separa-  
das por una distancia de aproximadamente 4 micrones.

Entre las regiones 4 y 5 del tipo n + hay una re-  
20 gión superficial 6 del tipo n con 1 Ohm-cm de resistividad  
y que contiene una concentración de iones de fósforo implan-  
tado. Esta región de iones implantados 6 es designada como  
una piel del tipo n y penetra en el substrato a una distan-  
cia de 0,8 micrones desde la superficie 2. Una región super-  
25 ficial 7 del tipo n se extiende sobre otras partes de la su-  
perficie del substrato más allá de las regiones 4 y 5 y con-  
tiene también una concentración de iones de fósforo implan-  
tados. Capas de aluminio 8 y 9 con un espesor de aproxima-  
mente 1 micrón y un ancho de 5 micrones están situadas so-  
30 bre las porciones superficiales de las regiones 4 y 5, res

385205



5      pectivamente, y forman electrodos sobre las mismas. Un electrodo de compuerta que consiste de una capa parcial de aluminio 10 con un espesor de 1 micrón está ubicada sobre la capa de óxido de silicio 2 por encima y ligeramente superpuesta sobre la piel del tipo n 6.

10      En este dispositivo, que es adecuado para funcionar según el modo de agotamiento, el canal conductor de corriente está presente en la piel 6 de iones implantados del tipo n. Debido a la existencia de dicha piel, la movilidad eficaz de electrones en el cual es significativamente mayor que en los dispositivos de modo de agotamiento de la técnica anterior, en los cuales el canal está formado en una capa de inversión preformada del tipo n. Debido al aumento  
15      eficaz de la movilidad de electrones en el canal, el factor de ganancia ( $\beta$ ) del transistor mostrado en la figura 1 es de dos a tres veces mayor que el de un dispositivo del arte anterior que tiene el mismo largo de canal.

20      La fabricación del MOST de la figura 1 se describirá a continuación. El material de partida es una rebanada grande de silicio del tipo p de 15 Ohm-cm de resistividad y 200 micrones de espesor, en la cual, durante etapas de tratamiento subsiguientes, son formadas una pluralidad de estructuras MOST en una pluralidad de lugares correspondiente de la rebanada. Sin embargo, la fabricación se describirá con referencia a la formación de una de estas estructuras MOST, entendiéndose que donde se mencionan operaciones tales como difusión, implantación de iones, foto-enmascaramiento y mordicación, cada una de estas operaciones o etapas es llevada a cabo en una pluralidad de ubicaciones de  
25      la rebanada.  
30

385205



La rebanada es preparada con la orientación cristalográfica de sus superficies mayores paralelamente a los planos  $\langle 111 \rangle$ . Una superficie mayor 2 es tratada para ser ópticamente plana. Una capa aislante 3 de óxido de silicio con un espesor de 0,5 micrones es hecha crecer sobre la superficie mediante exposición en un ambiente húmedo de oxígeno a una temperatura elevada. Dos aberturas son formadas en la capa de óxido de silicio según la técnica normal de foto-enmascaramiento y mordicación, exponiendo estas aberturas las porciones superficiales del substrato. Se lleva a cabo una etapa de difusión de fósforo para formar las regiones 4 y 5 del tipo  $n^+$  por difusión en las partes del substrato expuestas por estas dos aberturas. A continuación, la capa de óxido de silicio 3, juntamente con cualquier capa de vidrio formada sobre la superficie en las aberturas durante la etapa de difusión de fósforo, es eliminada ahora completamente de la superficie 2.

El cuerpo de silicio es colocado en la cámara de blanco de un aparato de implantación de iones. La implantación de los iones fósforo es efectuada en la superficie 2. La energía de implantación es 40 KeV, la dosis es del orden de  $10^{11}$  átomos/cm<sup>2</sup> y la orientación del cuerpo es tal que la dirección del haz iónico está dentro de  $\pm 2$  de la dirección  $\langle 111 \rangle$ .

Una vez retirado del aparato de implantación de iones, una nueva capa 3 de óxido de silicio con un espesor de 0,2 micrones es hecha crecer rápidamente sobre la superficie 2 por oxidación del silicio en un ambiente húmedo de oxígeno a temperatura elevada. Este tratamiento de oxígeno sirve también como un proceso de recocido de post-implanta

385205



ción, durante el cual ocurre una cierta redistribución de los iones fósforo implantados. Se forman aberturas en la capa aislante por encima de las regiones 4 y 5 del tipo  $n^+$ , teniendo cada una de dichas aberturas una dimensión de aproximadamente 5 micrones en el corte ilustrado en la figura 1. Una capa de aluminio con un espesor aproximado de 1 micrón es depositada sobre toda la superficie de la capa de óxido de silicio 3 y en las aberturas de la misma. Después, mediante una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación, son definidos los electrodos 8, 9 y 10 por eliminación selectiva de partes de la capa de aluminio. El electrodo de compuerta 10 tiene una dimensión de aproximadamente 5 micrones en el corte ilustrado en la figura 1.

La conexión de alambres a los electrodos 8, 9 y 10 y la conexión al substrato 1 se lleva a cabo de una manera convencional, tal como se emplea comunmente en la fabricación de semiconductores. Finalmente, el dispositivo es encapsulado de manera adecuada.

El transistor de efecto de campo de compuerta aislada mostrado en la figura 2 es un MOST del modo de acrecentamiento con canal p. El cuerpo semiconductor comprende un substrato 11 del tipo  $n$  de elevada resistividad que tiene una resistividad de 15 Ohm-cm y un espesor de 200 micrones. El substrato 11 tiene una superficie plana 12 sobre la cual hay una capa 13 de óxido de silicio de un espesor de 0,2 micrones. Las regiones 14 y 15 de baja resistividad del tipo  $p^+$  penetran desde la superficie 12 en el substrato 11 del tipo  $n$ . Las regiones 14 y 15 han sido formadas por difusión de boro en las dos porciones superficiales del substrato hasta una distancia de 2 micrones desde la superficie 13.

385205



La concentración superficial de boro en las regiones 14 y 15 es aproximadamente  $5 \times 10^{20}$  átomos/cm<sup>3</sup>. El ancho de cada una de las regiones 14 y 15 en el corte ilustrado en la figura 2 es aproximadamente 15 micrones y están separadas por una distancia de aproximadamente 4 micrones.

Entre las regiones 14 y 15 del tipo  $n^+$  hay una región superficial 16 del tipo  $n^-$  con 1 Ohm-cm de resistividad y que contiene una concentración de iones fósforo implantados. La región de iones implantados 16 es designada como una piel del tipo  $n^-$  y penetra en el sustrato a una distancia de 0,8 micrones desde la superficie 12. Una región superficial del tipo  $n^-$  17 se extiende por encima del resto de la superficie del sustrato más allá de las regiones 14 y 15 y contiene también una concentración de iones fósforo implantados. Capas parciales de aluminio 18 y 19 con un espesor aproximado de 1 micrón están situadas sobre las porciones superficiales de las regiones 14 y 15, respectivamente y forman electrodos sobre la misma. Un electrodo de compuerta 20 que consiste de una capa parcial de aluminio de 1 micrón de espesor está ubicado sobre la capa de óxido de silicio 12 por encima y con la ligera superposición con respecto a la piel 16 del tipo  $n^-$ .

En este dispositivo, que es adecuado para un funcionamiento según el modo de acrecentamiento, el canal conductor de corriente es formado por inversión de al menos parte de la piel de iones implantados 16 del tipo  $n^-$ . Debido a la provisión de esta piel, la tensión de umbral del dispositivo es determinada de manera reproducible dentro de límites bastante exactos.

La fabricación del MOST ilustrado en la figura 2



corresponde substancialmente a la fabricación del MOST mos-  
trado en la figura 1, siendo la diferencia principal que en  
la fabricación del dispositivo de canal p de la figura 2,  
la difusión inicial es de boro.

5 El transistor de efecto de campo de compuerta ais-  
lada mostrado en la figura 3 es un MOST del modo de acrecen-  
tamiento con canal n. En este dispositivo las dimensiones  
del cuerpo semiconductor y las varias regiones y electrodos  
10 corresponden substancialmente a aquellas del MOST de canal  
p mostrado en la figura 2. La diferencia reside en que el  
substrato del dispositivo de la figura 3 es del tipo  $p^{-}$ ,  
la piel superficial de iones implantados es del tipo  $p^{-}$  y  
las regiones de fuente y de drenaje son del tipo  $n^{+}$ . Esta  
15 configuración es particularmente favorable para un MOST del  
modo de acrecentamiento con canal n, dado que la provisión  
de la piel de iones implantados del tipo  $p^{-}$  permite lograr  
un buen control de la tensión de umbral. Además, la resisti-  
vidad del substrato del tipo  $p^{-}$  puede ser elegida bastante  
20 elevada, por ejemplo 15 Ohm-cm. Se comprenderá que la forma  
ción directa de un MOST del modo de acrecentamiento con ca-  
nal n en tal material, no sería fácilmente posible, debido  
a que la oxidación de la superficie de un tal material de  
elevada resistividad forma una capa de inversión del tipo  
n. Otras ventajas que surgen de la provisión de una piel de  
25 iones implantados del tipo  $p^{-}$  en una parte del tipo  $p^{-}$  de  
un MOST del modo de acrecentamiento con canal n, incluso la  
posibilidad de tener largos de canal reducidos debido a que  
la región del tipo  $p^{-}$  inhibe una ruptura hasta la fuente de  
drenaje hasta la capa de agotamiento del substrato, se des-  
30 cribirán con referencia a la realización siguiente mostrada

385205



en la figura 4. Las etapas de fabricación usadas para la formación del dispositivo en la figura 3 son similares a aquellas descritas con referencia a la figura 1, residiendo la diferencia principal en que la implantación de iones de la piel se lleva a cabo usando iones boro. Las condiciones adecuadas para la implantación del boro son a una energía de 20 KeV con una dosis de aproximadamente  $5 \times 10^{11}$  átomos/cm<sup>2</sup>.

El transistor de efecto de campo de compuerta aislada mostrado en la figura 4 es un MOST del modo de acrecentamiento con canal n adecuado para el funcionamiento a frecuencias elevadas. El cuerpo semiconductor comprende un substrato 21 de baja resistividad del tipo  $p^+$  que tiene una resistividad de 0,05 Ohm-cm y un espesor de 200 micrones y una capa epitaxial 22 de alta resistividad del tipo  $p^-$  con una resistividad de 15 Ohm-cm y un espesor de 6 micrones, ubicada sobre el substrato 21. La capa 22 tiene una superficie plana 23, sobre la cual hay una capa de óxido de silicio 24 de un espesor de 0,12 micrones. Dos regiones de baja resistividad del tipo  $n^+$  penetran desde la superficie 23 en la capa 22 del tipo  $p^-$ . Las regiones del tipo  $n^+$  comprenden regiones difundidas 26 y 27, respectivamente, formadas por la difusión de fósforo en dos porciones superficiales de la capa 22 y porciones de iones implantados 28 y 29, respectivamente, adyacentemente a las porciones 26 y 27, habiendo sido formadas las porciones 28 y 29 por la implantación de iones fósforo en la superficie a través de la capa de óxido de silicio 23 según el método descrito en la patente N° 164.309 (PHB-31.790). Las porciones difundidas 26 y 27 penetran en la capa 22 a una distancia de aproximadamen



te 1 micrón desde la superficie 23 y las porciones de iones implantados 28 y 29 penetran en la capa a una distancia de 0,3 micrones desde la superficie 23. La resistencia laminar de las porciones difundidas 26 y 27, es aproximadamente 20  
5 Ohm por cuadrado y, en las porciones de iones implantados 28 y 29, es de 300 Ohm por cuadrado. El ancho de cada una de las porciones difundidas 26 y 27 en el corte ilustrado en la figura 3 es aproximadamente 15 micrones y el ancho de cada una de las porciones de iones implantados 28 y 29 es  
10 aproximadamente 3 micrones. Las porciones de iones implantados 28 y 29 están separadas por una distancia de aproximadamente 3 micrones. Las porciones 28 y 29 se encuentran dentro de la región superficial 30 del tipo p con una resisti-  
15 vidad de 0,75 Ohm-cm, y que contiene una concentración de iones boro implantados. La región de iones implantados 30 es designada como una piel del tipo p<sup>-</sup> y penetra en la capa 22 de resistividad mayor del tipo p<sup>-</sup> a una distancia de 0,7 micrones desde la superficie 23. Una región superficial del tipo p 31 se extiende a través del resto de la capa su-  
20 perfiacial más allá de las regiones (26, 28) y (27, 29) y contiene también una concentración de iones boro implanta- dos. Electrodo que consisten de capas parciales de alumi-  
25 nio 33 y 34 de un espesor aproximado de 1 micrón y un ancho de 5 micrones en el corte mostrado, están ubicados sobre las porciones superficiales de las regiones (26, 28) y (27, 29) respectivamente, estando ubicadas dichas porciones su-  
perfiaciales en aberturas de la capa de óxido de silicio 24. Un electrodo de compuerta que consiste de una capa parcial de aluminio 35 con un espesor de 1 micrón y un ancho de 3  
30 micrones, está ubicado sobre la capa de óxido de silicio 24

385205



directamente por encima de la región superficial de iones implantados del tipo  $p^-$  30 entre las porciones de iones implantados 28 y 29 del tipo  $n^+$ .

5 En este dispositivo, que es adecuado para un funcionamiento a frecuencias elevadas según el modo de acrecentamiento, el canal portador de corriente es formado por la inversión de al menos la parte de piel de iones implantados 30 del tipo  $p^-$ , ubicada adyacentemente a la superficie 23 entre las regiones de iones implantados 28 y 29 del tipo  $n^+$ .  
10 Debido a la provisión de la piel de iones implantados 30, la tensión de umbral del dispositivo es determinada reproduciblemente dentro de límites bastante exactos. El dispositivo tiene una ganancia de potencia relativamente elevada dado que el largo eficaz del canal es pequeño, es decir 3 micrones, debido a que la configuración descrita se ha obtenido según el método de auto-registro. Este método da también un valor bajo de la capacitancia compuerta/drenaje y de la capacitancia compuerta/fuente dado que la superposición del electrodo de compuerta 35 sobre las regiones de iones implantados 28 y 29 del tipo  $n^+$  es determinada solamente por la dispersión y canalización laterales de los iones fósforo, siendo esta superposición sólo de 0,25 micrones o menos en cada lado. La capacitancia entre el drenaje y substrato también es pequeña, siendo un valor medido a  $V_{\text{drenaje-substrato}}$  de 20 Volts,  $2 \times 10^3$  pF/cm<sup>2</sup>. Esto se debe al hecho de que a esta tensión entre el drenaje y el substrato, la capa de agotamiento asociada con la juntura entre el drenaje 27, 29 del tipo  $n^+$  y la región 22 del tipo  $p^-$  se aproxima al substrato 21 del tipo  $p^+$ . La presencia de la piel 30 del tipo  $p^-$  también limita la dispersión de esta capa de agotamiento  
25  
30



en la región del dispositivo, que es adyacente al canal y así queda impedida una ruptura de esta capa de agotamiento hacia la fuente a tal tensión. Esto facilita la provisión de una separación reducida entre la fuente y drenaje a saber 3 micrones.

5 La fabricación del MOST triodo de alta frecuencia, mostrado en la figura 4, se describirá ahora con referencia a las etapas principales en su orden relativo. Una rebanada de silicio del tipo  $p^+$  de 200 micrones de espesor y una resistividad de 0,05 Ohm-cm, es preparada con una de sus superficies mayores presentando una terminación de plano óptico. La orientación es con la superficie mayor paralela a los planos  $\langle 111 \rangle$ . Una capa epitaxial de silicio del tipo  $p^-$  con una resistividad de 15 Ohm-cm es hecha crecer sobre la superficie mayor preparada. La superficie de la capa es adecuadamente preparada para ser ópticamente plana. Una capa de óxido de silicio con un espesor de 0,2 micrones es hecha crecer sobre la superficie de la capa epitaxial por exposición en un ambiente húmedo de oxígeno a 1100°C durante 15 minutos. Se forman aberturas en la capa de óxido de silicio recurriendo a las técnicas normal de foto-enmascaramiento y mordicación. Luego fósforo es difundido en las porciones superficiales expuestas para formar regiones 26 y 27 del tipo  $n^1$ . Subsecuentemente, la capa de óxido de silicio es removida de la superficie y una capa aislante nueva 24 de óxido de silicio con 0,12 micrones de espesor es hecho crecer sobre la superficie 23 por exposición en un ambiente de oxígeno a 1100°C durante aproximadamente 6 minutos. El calentamiento en una atmósfera húmeda de oxígeno puede ser seguido por una etapa de mordicación para determinar exacta

385205



mente el espesor de la capa de óxido 24. Luego se efectúa una implantación de iones boro en toda la superficie a través de la capa de óxido de silicio 24. La orientación del cuerpo es con su superficie perpendicular al haz iónico. La energía es 140 KeV y la dosis  $2,5 \times 10^{12}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Esto es seguido por una etapa de recocido a 700°C durante 30 minutos. Las etapas de implantación y recocido proveen la piel 30, 31 del tipo p<sup>-</sup>. Luego son formadas ventanas de contacto para la fuente y el drenaje en la capa 24, exponiendo estas ventanas las regiones 26 y 27 del tipo n<sup>+</sup>. A continuación una capa de aluminio con un espesor de 1,0 micrones es depositada sobre toda la superficie de la capa aislante y en las aberturas formadas en ella. Se lleva a cabo una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación para definir el electrodo de compuerta 35 y partes de los electrodos de fuente y de drenaje 33, 34. A continuación se lleva a cabo una etapa de implantación de iones fósforo según el método de auto-registro para formar las porciones de iones implantados 28 y 29. La energía es 100 KeV y la dosis  $6 \times 10^{15}$  átomos/cm<sup>2</sup>, con la superficie perpendicular al eje del haz iónico. Luego se lleva a cabo una etapa de recocido de post-implantación a 500°C durante 30 minutos. Finalmente, las porciones externas de los electrodos de fuente y de drenaje son definidas por una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación, el cuerpo es montado, se proveen alambres conectores y la unidad es encapsulada.

El transistor de efecto de campo de compuerta aislada, ilustrado en la figura 5, es un MOST del modo de agotamiento con canal n, adecuado para funcionar a frecuencias elevadas. En su construcción, el mismo básicamente es simi



lar al MOST del modo de acrecentamiento de canal n mostrado en la figura 4, siendo la diferencia principal el hecho de que el mismo comprende adicionalmente una piel de iones im-  
plantados 37 del tipo n de un espesor aproximado de 0,1 mi-  
5 cronos y una resistividad de 0,1 Ohm-cm. El canal portador de corriente está presente dentro de la piel 37. La piel 37 del tipo n se encuentra dentro de una piel del tipo p con un espesor aproximado de 0,7 micrones y una resistividad de 0,75 Ohm-cm. Este dispositivo tiene una movilidad de cargas  
10 y factor de ganancia elevados debido a la presencia de la piel de iones implantados 37 del tipo n y también ofrece ventajas similares a aquellas descritas con referencia al dispositivo de acrecentamiento de la figura 4, con respecto al largo de canal, capacitancia drenaje/substrato, capaci-  
15 tancia compuerta/drenaje y prevención de la ruptura hacia la fuente de la capa de agotamiento asociada con la junta de drenaje. Las etapas de fabricación de este dispositivo son similares a las involucradas en la fabricación del dis-  
positivo de la figura 4, residiendo la diferencia principal en la etapa adicional de implantación de iones fósforo, que  
20 es necesaria para la producción de la piel 37 del tipo n.

El transistor de efecto de campo de compuerta ais-  
lada, ilustrado en la figura 6, es un MOST tetrodo que com-  
prende una primera porción de transistor, adecuada para fun-  
25 cionar según el modo de agotamiento, estando presente en la misma el canal portador de corriente del tipo n en una piel de iones implantados, y una segunda porción de transistor adecuada para funcionar ya sea según el modo de acrecentamiento o de agotamiento, según la tensión aplicada al elec-  
30 trodo de compuerta asociado con ella, estando presente el

385205

-5



canal portador de corriente del tipo n en la segunda porción de transistor parcialmente en una piel de iones implantados del tipo n y parcialmente dentro de una capa de inversión del tipo n en una región de iones implantados del tipo p<sup>-</sup>.

5

El cuerpo semiconductor comprende un substrato 41 de alta resistividad y del tipo p<sup>-</sup> con una resistividad de aproximadamente 10 Ohm-cm y un espesor de 200 micrones. El substrato 41 tiene una superficie plana 42 sobre la cual está presente una capa de óxido de silicio 43 con un espesor de 0,1 micrón. Una región difundida 46 de baja resistividad y del tipo n<sup>+</sup> penetra en el substrato a una distancia máxima del mismo de 1,5 micrones y forma la mayor parte de una región de fuente. Una región difundida 47 de baja resistividad y del tipo n<sup>+</sup> penetra en el substrato 41 desde la superficie 42 a una distancia máxima del mismo de 1,5 micrones y forma la mayor parte de una región de drenaje.

10

15

Una piel de iones implantados 48 del tipo n<sup>-</sup> está presente y penetra en el cuerpo a una distancia del mismo de 0,75 micrones y contiene una concentración de iones fósforo implantados que dan una resistividad de aproximadamente 1,0 Ohm-cm.

20

Las regiones de fuente y de drenaje, respectivamente, también comprenden porciones de iones implantados 49 y 50 del tipo n que penetran en el cuerpo a una distancia de la superficie 42 de 0,5 micrones y contienen una concentración de iones fósforo implantados que dan una resistividad de aproximadamente  $10^{-3}$  Ohm-cm.

25

Entre la región de fuente 46, 49 y la región de drenaje 47, 50 hay una región de iones implantados 52 del

30



tipo n que también penetra en el cuerpo desde la superficie 42 a una distancia máxima de la misma de 0,5 micrones y contiene una concentración de iones fósforo implantados que da una resistividad de aproximadamente  $10^{-3}$  Ohm-cm.

5 El dispositivo puede ser considerado como una primera parte de transistor de efecto de campo de compuerta aislada entre la fuente 46, 49 y la región 52, y una segunda parte de transistor de efecto de campo de compuerta aislada entre la región 52 y el drenaje 47, 50. La región 52  
10 es designada como la fuente y drenaje virtuales.

Entre la fuente y drenaje virtuales 52 y el drenaje 47, 50 existe una región de iones implantados 54 del tipo  $p^-$  que penetra en el cuerpo a una distancia máxima desde la superficie 42 de 1,5 micrones. La región 54 del tipo  $p^-$   
15 se extiende alrededor de los bordes de la fuente y drenaje virtuales 52 que miran hacia el drenaje 47, 50 y que contiene una concentración de iones boro implantados. La resistividad de la región 54 del tipo  $p^-$  es aproximadamente 1 Ohm-cm, habiéndose tomado en cuenta durante su formación la  
20 concentración de fósforo de la piel 48 del tipo  $n^-$ , que está presente dentro de la parte de la región 54 que es adyacente a la superficie 42.

Sobre la superficie 42 y en aberturas provistas en la capa aislante 43, están los electrodos de fuente y de drenaje 56 y 57, respectivamente, cada uno de los cuales  
25 consiste de una capa de aluminio de 1,0 micrones de espesor. Sobre la parte de la capa aislante 45 por encima de la porción de superficie del cuerpo entre la porción de región de fuente 49 y la región de fuente y drenaje virtuales 52, está provisto un primer electrodo de compuerta 58 que consis  
30

385205



5 te en una capa de aluminio de 1,0 micrones de espesor. Sobre la parte de la capa aislante 43 por encima de la porción de superficie del cuerpo entre la fuente y drenaje virtuales 52 y la porción de región de drenaje 50 está provisto un segundo electrodo de compuerta 59 que consiste de una capa de aluminio de 1,0 micrones de espesor.

10 Una primera parte de transistor de efecto de campo de compuerta aislada está formada por la fuente 46, 49, el drenaje virtual 52 y la compuerta 58. El canal portador de corriente está presente en la piel del tipo  $n^-$  situada por debajo del electrodo de compuerta 58 y entre las regiones 49 y 52 del tipo  $n^-$ . El largo del canal corresponde substancialmente a la dimensión lateral del electrodo de compuerta 58, dado que las regiones 49 y 52 han sido formadas por las técnicas de auto-registro de acuerdo con el método  
15 descripto en la patente Nº 164.309 (PHB 31.790). El largo del canal es aproximadamente 2,5 micrones.

20 Una segunda parte de transistor de efecto de campo de compuerta aislada es formada por la fuente virtual 52, el drenaje 47, 50 y la compuerta 59. El canal portador de corriente en esta parte de transistor se encuentra por debajo del electrodo de compuerta 59, parcialmente dentro de una capa superficial de inversión del tipo  $n$  formada sobre la superficie de la región 54 del tipo  $p^-$  y parcialmente  
25 dentro de la piel 48 del tipo  $n^-$ . El largo de canal de la segunda parte de transistor es aproximadamente 3,5 micrones y corresponde substancialmente a la dimensión lateral del electrodo de compuerta 59, dado que las regiones 52 y 50 también han sido formadas según la técnica de auto-registro.

30 La primera parte de transistor constituye un dis



positivo del modo de agotamiento de gran ganancia y alta frecuencia, que posee un largo de canal reducido y una capacidad compuerta/drenaje muy pequeña. En la segunda parte de transistor, que puede funcionar según el modo de acrecentamiento o de agotamiento, la presencia de la región 54 del tipo  $p^-$  sirve para inhibir una ruptura en la capa de agotamiento alrededor de la juntura drenaje 47/substrato 41, entre la fuente virtual 52 y el drenaje 47, 50 a tensiones elevadas aplicadas entre el drenaje 47, 50 y el substrato 41. La región 54 permite así una separación lateral pequeña entre la fuente virtual 52 y el drenaje 47, 50, habiendo sido lograda dicha separación pequeña con la ayuda de la técnica de auto-registro.

En su funcionamiento, el electrodo de fuente 56 es conectado al substrato 41. El primer electrodo de compuerta 58 está a una polarización de corriente continua negativa con respecto a la fuente y el substrato, y la tensión de señal de entrada es aplicada a la primera compuerta 58 sobre y por encima de la polarización de corriente continua. El segundo electrodo de compuerta 59 se encuentra a una polarización de corriente continua con respecto a la fuente y el substrato, que puede ser positiva o negativa según las exigencias. La compuerta 59 está en cortocircuito para corriente continua con respecto a la fuente y el substrato. El electrodo de drenaje 57 se encuentra a una polarización positiva con respecto a la fuente y el substrato, por ejemplo 10 Volts.

Se describirán a continuación escuetamente, las etapas de fabricación del MOST tetrodo de alta frecuencia, ilustrado en la figura 6.

385205



- 1.- Se prepara una rebanada de silicio del tipo  $p^-$  con una resistividad de 10 Ohm-cm, en la cual las superficies mayores son paralelas a los planos  $\langle 111 \rangle$ , con una de sus superficies mayores ópticamente plana.  
5
- 2.- Una capa de óxido de silicio con un espesor de 0,5 micrones es hecha crecer sobre la superficie preparada por oxidación térmica a una temperatura elevada en un ambiente húmedo de oxígeno.  
10
- 3.- Se forman aberturas en la capa aislante por una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación normal.
- 4.- Fósforo es difundido en las porciones superficiales expuestas por las aberturas en la capa aislante, para formar la parte de región de fuente 46 y la parte de región de drenaje 47.  
15
- 5.- La capa de óxido de silicio es removida juntamente con cualquier vidrio de fósforo formado durante la etapa (4).  
20
- 6.- Una capa de aluminio con un espesor de 1,0 micrones es depositada sobre toda la superficie.
- 7.- Una abertura es formada en la capa de aluminio por una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación.  
25
- 8.- La región del tipo  $p^-$  es formada por la implantación de iones boro a 140 KeV en la porción superficial expuesta por la abertura provista durante la etapa (7). La parte restante  
30



de la capa de aluminio actúa como una máscara durante la implantación. Luego, se lleva a cabo una etapa de recocido.

- 5
- 9.- Se forma una abertura mayor en la capa de máscara de aluminio, extendiéndose dicha abertura aproximadamente hasta los perímetros exteriores de las regiones 46 y 47. Iones fósforo son implantados en la porción superficial expuesta a 40 KeV para formar una región de película 48 del tipo  $n^+$ . Esto es seguido por un tratamiento de recocido.
- 10
- 10.- La parte restante de la capa de máscara de aluminio es removida.
- 15
- 11.- Una capa de óxido de silicio con un espesor de 0,1 micrón es hecha crecer sobre la superficie por oxidación térmica en un ambiente húmedo de oxígeno a temperatura elevada.
- 20
- 12.- Se forman aberturas en la capa de óxido de silicio últimamente obtenida para exponer la parte de región de fuente 46 y la parte de región de drenaje 47.
- 25
- 13.- Una capa de aluminio con un espesor de 1,0 micrones es depositada sobre toda la superficie de la capa de óxido y en la abertura prevista en la misma.
- 30
- 14.- Se lleva a cabo una etapa de foto-enmascaramiento y mordicación para definir los electrodos de compuerta 58 y 59 y para definir parcialmente los electrodos de fuente y de drenaje 56 y 57, respectivamente.

385205



- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 15.- Iones fósforo son implantados a 140 KeV en la superficie, a través de las partes de óxido no cubiertas por el aluminio, según el método de auto-registro, usando los electrodos 56, 57, 58 y 59 como una máscara. Esto provee las porciones 49 y 50 del tipo n de la fuente y del drenaje respectivamente, y la región de fuente y de drenaje virtuales 52. Esto es seguido por una etapa de recocido a una temperatura relativamente baja.
  - 16.- Las partes externas del electrodo de fuente 56 y del electrodo de drenaje 57 son definidas en la capa de aluminio por otra etapa de foto-enmascaramiento y mordicación.
  - 17.- La rebanada es dividida para proveer una pluralidad de trozos individuales cada uno de los cuales comprende una unidad MOST tetrodo.
  - 18.- La unidad es montada sobre un soporte, alembres son unidos a los electrodos y terminales, lo que es seguido por una etapa de encapsulación.

La parte del cuerpo semiconductor ilustrada en la figura 7 es parte de un circuito integrado a semiconductor que comprende un par complementario de dispositivos MOST del modo de acrecentamiento. El cuerpo semiconductor comprende un substrato de silicio 91 de alta resistividad y del tipo p con una resistividad de 1,4 Ohm-cm. El substrato tiene una superficie plana 92 sobre la cual está presente una capa de óxido de silicio 93. Una isla de iones implanta dos 94 de alta resistividad y del tipo n, que tiene una re

385205



sistividad de aproximadamente 1,0 Ohm-cm, penetra desde la superficie 92 en el substrato. La isla 94 penetra en el substrato 91 a una distancia de aproximadamente 2 micrones desde la superficie 92.

5                    La isla 94 ha sido formada por la implantación de iones fósforo a través de canales abiertos en el reticulado cristalino (canalización) a una energía de implantación de 100 KeV y una dosis de  $5 \times 10^{12}$  átomos/cm<sup>2</sup>. Esto es seguido por una etapa de introducción y recocido a 1050°C en argón

10                    durante aproximadamente 10 minutos. Este método provee una distribución de fósforo bastante uniforme en la isla 94. En la isla 94 del tipo n se encuentra un MOST del modo de acrecentamiento de canal p que comprende una fuente del tipo p<sup>+</sup> y regiones de drenaje 95 y 96, electrodos de fuente y de drenaje 97 y 98 y un electrodo de compuerta 99. El canal portador de corriente presente es una capa de inversión del tipo p, formada en la región superficial 100 por debajo del electrodo de compuerta aislada 99. En la parte del substrato del tipo p, más allá de la isla 94, existe un MOST complementario, del modo de acrecentamiento, de canal n, que comprende regiones de fuente y de drenaje 103 del tipo n<sup>+</sup> 103 y 104, electrodos de fuente y de drenaje 105 y 106 y un electrodo de compuerta 107. El canal portador de corriente está presente en una capa de inversión del tipo n, formada

20                    en la región de superficie 108 por debajo del electrodo de compuerta aislada 107. Se comprenderá que en el circuito integrado, los distintos electrodos de los transistores de canal p y de canal n serán conectados de acuerdo con una configuración predeterminada. Sin embargo, esta interconexión

25                    no está mostrada en la figura 7, ya que esta figura sirve

30

385205-5



principalmente para ilustrar el concepto básico de un dispositivo de acuerdo con la presente invención, según el cual un transistor de efecto de campo de compuerta aislada es formado en una isla de iones implantados de un tipo de conductividad específica, presente en un substrato del tipo de conductividad opuesta, dentro del cual está presente otro elemento de circuito. En la realización descripta, el otro elemento de circuito es un transistor complementario de efecto de campo, de compuerta aislada, pero como alternativa el elemento puede ser, por ejemplo, un transistor bipolar.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña, el 11 de Marzo de 1.968, bajo el número 11845/68, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

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 siguientes:

1.- Método de fabricación de un dispositivo semiconductor con un cuerpo o parte de cuerpo, semiconductor que comprende al menos un transistor de efecto de campo de compuerta aislada, caracterizado porque iones de un elemento de impureza son implantados en una región de un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad adyacentemente a una superficie del mismo, para determinar la conductividad y tipo de conductividad de la región super



ficial dentro de la cual es formado un canal portador de corriente entre las dos regiones de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta, que penetran en la parte de cuerpo desde dicha una superficie.

5                   2.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los iones implantados son característicos del tipo de conductividad opuesta y forman una región superficial del tipo de conductividad opuesta.

10                   3.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los iones implantados son característicos del un tipo de conductividad y forman una región de superficie del un tipo de conductividad que tiene una resistividad inferior que la porción inmediatamente subyacente del cuerpo o parte de cuerpo semiconductor del un tipo de conductividad.

15                   4.- Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por el hecho de que al menos partes de las dos regiones de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta son formadas por la difusión de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta en las porciones de la una superficie llevándose a cabo la implantación de iones en la región superficial dentro de la cual está formado un canal portador de corriente, después de dicha difusión.

20                   5.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el método comprende las etapas de implantar en una región de un cuerpo o parte de cuerpo semiconductor de un tipo de conductividad, una concentración de iones de un elemento de impureza característico del tipo de conductividad opuesta, determinando dicha concentra

385205



5 ción de iones así implantados una región del tipo de conduc-  
tividad opuesta que se extiende hacia la una superficie del  
cuerpo o parte de cuerpo y está rodeada dentro del cuerpo  
o parte de cuerpo por una región del un tipo de conductivi-  
dad, formando un transistor de efecto de campo de compuerta  
aislada en la región implantada del tipo de conductividad  
opuesta y al menos un otro elemento de circuito en la re-  
gión del un tipo de conductividad.

10 6.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, ca-  
racterizado por el hecho de que comprende las etapas de im-  
plantar en una región del cuerpo o parte de cuerpo semicon-  
ductor del un tipo de conductividad, una concentración de  
iones de un elemento de impureza característico del tipo de  
15 conductividad opuesta, determinando dicha concentración de  
iones implantados una región del tipo de conductividad opues-  
ta que se extiende hacia una superficie del cuerpo o parte  
de cuerpo y está rodeada dentro del cuerpo o parte de cuer-  
po por una región del un tipo de conductividad, formando en  
la región del un tipo de conductividad, regiones espaciadas  
20 de baja resistividad del tipo de conductividad opuesta que  
constituyen regiones de fuente y de drenaje de un primer  
transistor de efecto de campo de compuerta aislada, formar  
en la región de iones implantados del tipo de conductividad  
opuesta regiones espaciadas de baja resistividad del un ti-  
25 po de conductividad que constituyen regiones de fuente y de  
drenaje de un segundo transistor de efecto de campo de com-  
puerta aislada, proveer una capa aislante sobre la referida  
una superficie, formar un electrodo de compuerta sobre la  
capa aislante por encima de la región superficial entre la  
30 fuente y el drenaje del primer transistor, un electrodo de

385205



compuerta sobre la capa aislante por encima de la región superficial entre la fuente y el drenaje del segundo transistor y electrodos sobre las regiones de fuente y de drenaje de ambos transistores.

5                   7.- Método de fabricación de un dispositivo semiconductor.

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

10                   Esta Memoria consta de cincuenta y una hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

-5 NOV. 1970

*Arria*

26.10.70  
AMC/

*/2/*

70238

385205

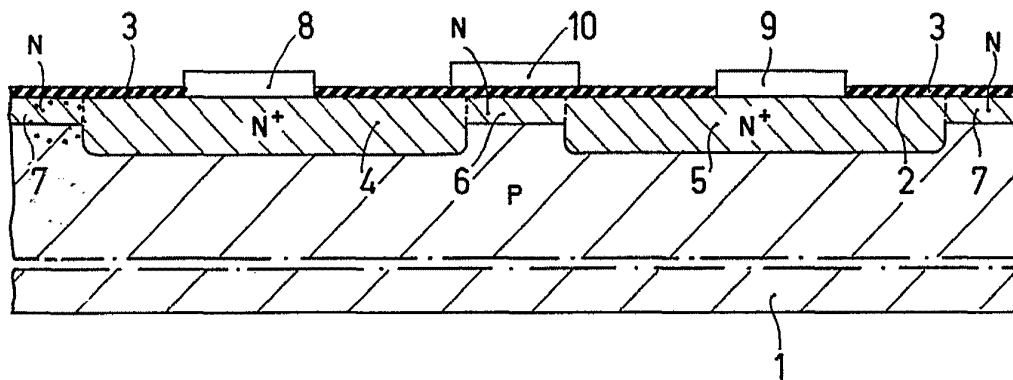


fig. 1

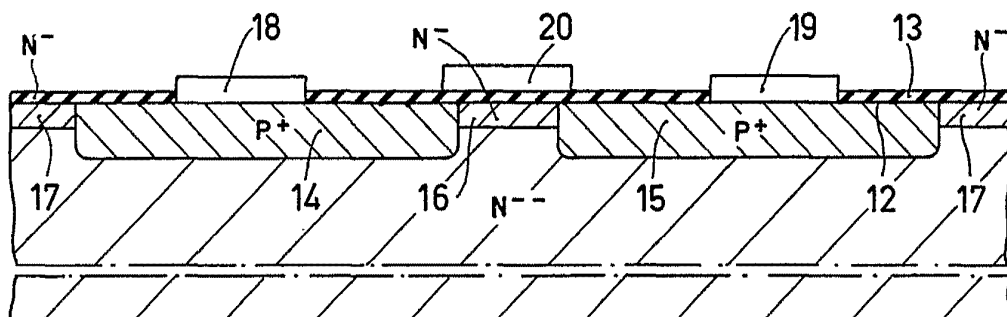


fig. 2

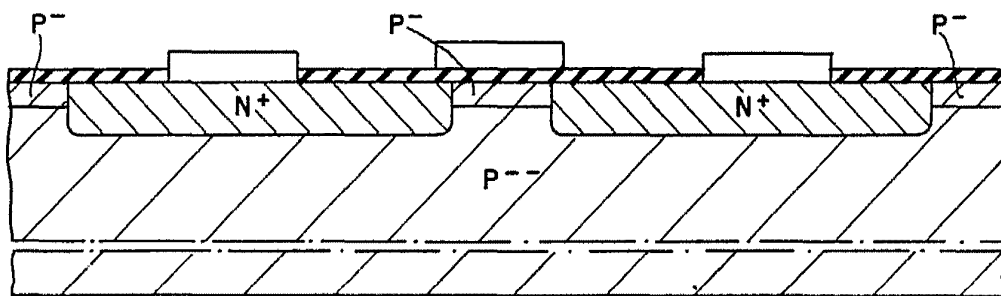


fig. 3

*Handwritten signature*  
For Podes.

34000

385205

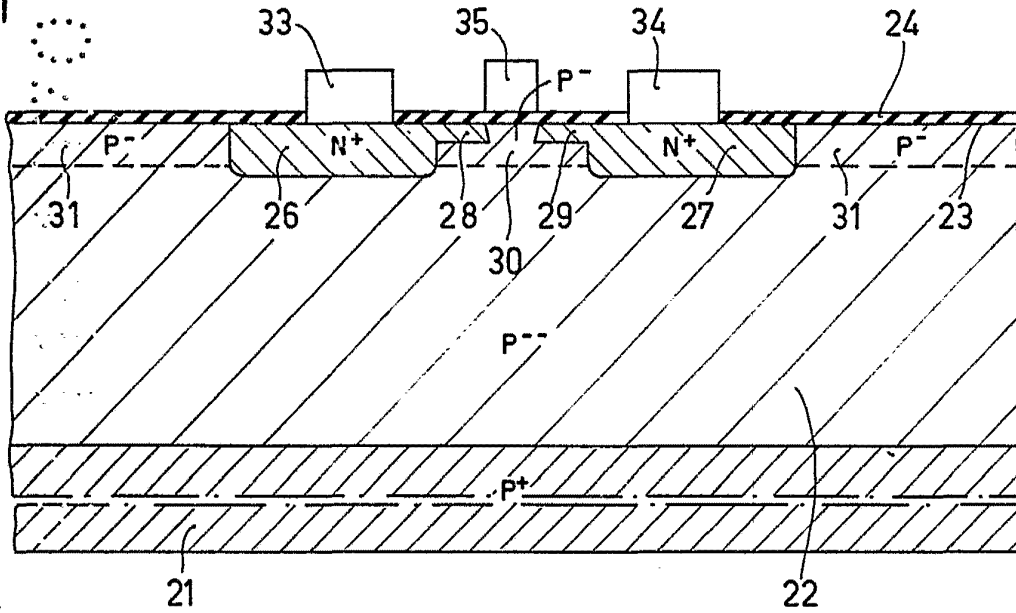


fig. 4

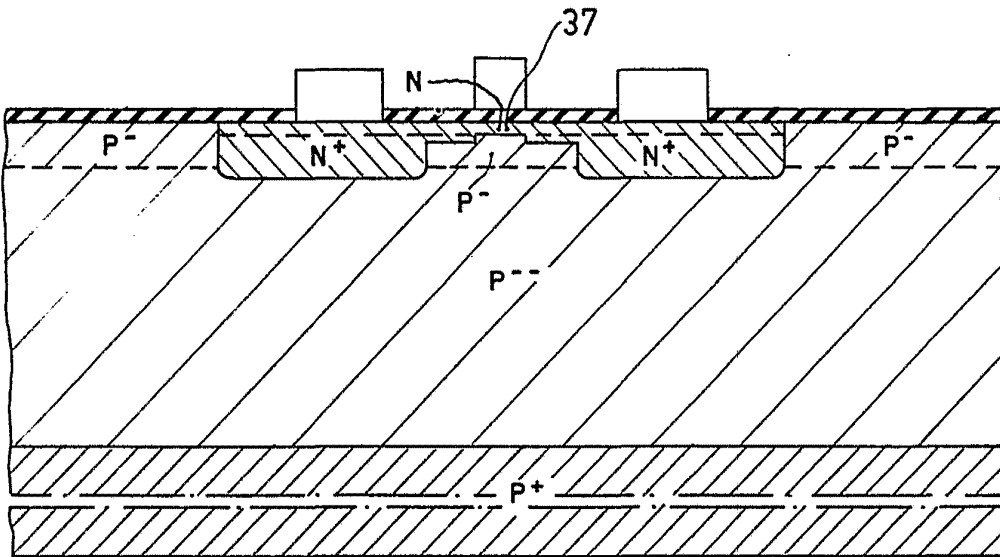


fig. 5

for Exam.

For use in...  
Patent...

fig. 7

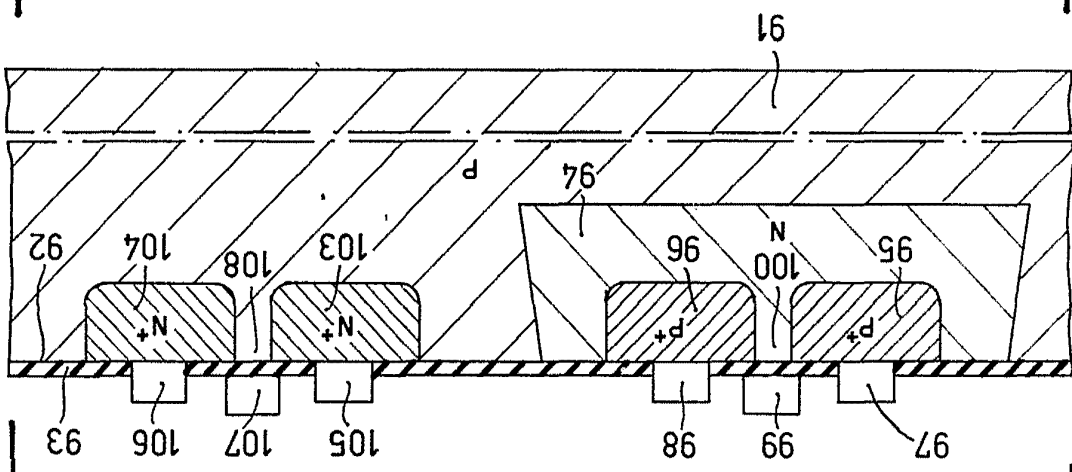
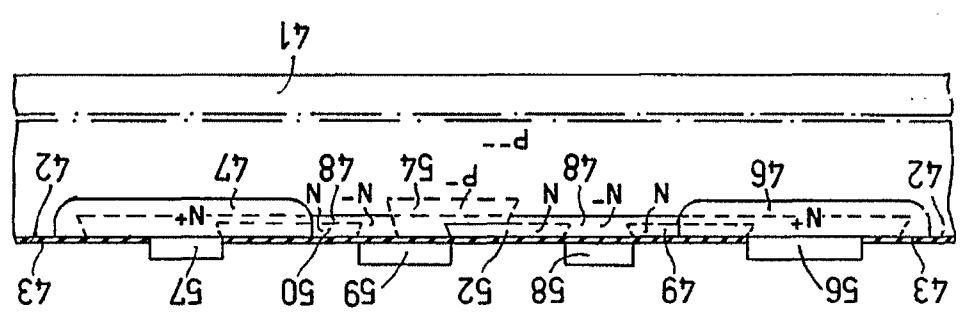


fig. 6



385205

