



341949

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE
INVENCIÓN EN ESPAÑA POR: "MEJORAS EN UN TRANSISTOR
Y EN EL MÉTODO PARA FABRICARLO" A NOMBRE DE
STANDARD ELÉCTRICA, S.A. CON DOMICILIO EN MADRID,
CALLE DE RAMÍREZ DE PRADO Nº 5

5 Este invento se refiere a transistores de puerta
aislada de efecto de campo y a los métodos para fabricarlos.

De acuerdo con el invento se proporciona un tran-
sistor de puerta aislada de efecto de campo que tiene un canal
5 entre las regiones generadora y de drenaje, de conductividad
de un tipo, cuya longitud está determinada por el espesor de
una capa epitaxial de material semiconductor de conductividad
de tipo opuesto entre ellas.

Según otro aspecto del invento se proporciona un
10 método para hacer un transistor de puerta aislada de efecto de
campo que comprende los pasos de formar una primera capa epita-
xial de material semiconductor de un tipo de conductividad o un
substrato de material semiconductor de tipo opuesto de conducti-
vidad que forman respectivamente regiones primera y segunda, el
15 depósito posterior de una segunda capa epitaxial de dicho tipo

./.



opuesto de conductividad que hace contacto con dicha primera
capa y que forma una tercera región, teniendo dichas regiones
segunda y tercera superficies exteriores contiguas con una super-
ficie exterior de dicha primera región y que están separadas
20 entre sí por el espesor de la capa epitaxial que forma dicha
primera región, depositando o generando una capa aislante en la
superficie exterior de dicha primera región entre dichas regio-
nes segunda y tercera, depositando un contacto metálico en di-
cha capa aislante para servir como electrodo puerta, y en apli-
25 car contactos metálicos a dichas regiones segunda y tercera pa-
ra que sirvan como electrodos de generador y de consumidor.

El presente invento proporciona una capa de material
semiconductor que comprende por lo menos un par de transistores
de puerta aislada de efecto de campo complementarios que tie-
30 nen canales cuya longitud está determinada por el espesor de
las capas epitaxiales de tipos diferentes de conductividad que
separan respectivamente las regiones de generador y de consumo.

El presente invento proporciona además una capa de
material semiconductor como la del punto 1 en el que la capa
35 epitaxial que separa la región de generación y de consumo de
uno del par de transistores de puerta aislada de efecto de cam-
po complementarios sirve como región generadora o receptora pa-
ra el otro de dicho par y vice-versa.

El funcionamiento de los transistores de puerta ais-
40 lada de efecto de campo se basa en la conducción de portadores
de carga entre dos regiones altamente envenenadas de un tipo de
conductividad, a través de un canal del mismo tipo de conducti-
vidad, a través de una región de conductividad muy baja u opues-
tas. La conductancia del canal, que puede ser uno inducido es mo-
45 dulada por un campo creado en una capa adyacente dielectrica

341949

3.



por un electrodo metálico. En la fabricación de circuitos integrados que utilizan transistores de puerta aislada de efecto de campo, pueden conseguirse economías particulares utilizando dispositivos complementarios (es decir, dispositivos de canales tipo p y de canales tipo n). una forma en la que esto se ha hecho
50 consiste en formar los dispositivos en material de conductividad intrínseca o extrínseca muy baja. Sin embargo, debido al bajo número de impurezas no compensadas del sustrato, tales dispositivos están sometidos a la influencia de fenómenos deletéreos
55 tales como iones migratorios, en esta superficie de lo que resulta una inestabilidad de sus características eléctricas.

El presente invento solventa este problema de inestabilidad proporcionando regiones separadas de conductividades de tipos distintos en las que pueden formarse los canales de
60 dispositivos complementarios utilizando la tecnología de la epitaxia múltiple. Esto se comprenderá con mas claridad con relación a la siguiente descripción de una realización específica y a los dibujos que se acompañan en los que:

Las figuras 1a a 1e representan en sección, sucesivos pasos de la fabricación de los dispositivos complementarios en la misma pieza de material semiconductor, y
65

La figura 2 representa una vista de plano de los dispositivos de la figura 1e,

Refiriéndonos a los dibujos, una pieza 1 de silicón
70 tipo n de 2,5 cm de diámetro y 250 de espesor de resistividad de 2 ohmios por centímetro se calienta en una atmósfera oxidante con lo que se forma una capa de óxido 2 en su superficie. Usando técnicas fotolitográficas conocidas, se graba una ventana 3 a través del óxido y se difunde boro en el silicio para
75 formar una región a tipo p, 4. Se introduce suficiente boro en

./.



la pieza para sobre-envenenar las impurezas de fondo, pero la concentración en la superficie se dispone de forma que el boro no penetre completamente en la capa tipo p formada en él subsecuentemente. Alternativamente, puede usarse una impureza de difusión lenta, como el indio, para formar la región tipo p.

Entonces se quita la capa de óxido 2 y la pieza se coloca en un reactor epitaxial y se calienta a 1.200°C. En la superficie de la pieza se deposita una capa de silicón procedente de una mezcla de hidrógeno y tetracloruro de silicio. Inicialmente crece la capa de material tipo p, estando envenenada la atmósfera gaseosa con diborato. Cuando la capa epitaxial tiene un espesor de 0,5 se introduce fósforo en lugar de diborato en el reactor y la capa epitaxial ahora depositada es de tipo n, después de que la capa 6 tipo n tiene un espesor de 0,5 se cambia el agente envenenador otra vez a diborato con lo que se forma otra capa tipo p, 7, de 0,5 de espesor. Finalmente se introduce dióxido de carbono en los gases del reactor y se deposita una capa 8 de sílice en la superficie de la pieza.

La pieza se enfría y se saca del reactor. Se graban fotolitrográficamente las ventanas a través de la capa de óxido y se vuelve la pieza al reactor y se calienta una vez más. Se pasa una mezcla de ácido clorhídrico e hidrógeno por la superficie y graba los agujeros 9 a través de las capas epitaxiales 5 a 7, exponiendo la superficie del sustrato 1 y la región tipo p, 4. Entonces se cambia la atmósfera del reactor a una mezcla de dióxido de carbono, tetracloruro de silicio e hidrógeno y se deposita una capa de sílice 10 en los agujeros 9.

La pieza se saca una vez más del reactor y se graban ^{otras} ventanas 11 en la superficie de la capa de óxido. El fósforo se difunde a través de estas ventanas para formar generadores

341949

5.



n y regiones de consumo 12 para el dispositivo de canal tipo n.

La profundidad de la difusión debe ser suficiente para que la región adyacente a la superficie superior penetre en esta capa exterior tipo p, 7, pero no lo suficiente para que haga contacto con el substrato 1.

Entonces se quita la capa de sílice de parte de las paredes de alguno de los agujeros a través de las capas epitaxiales y se deposita una capa fina de óxido en el silicón así expuesto.

Entonces se graban las ventanas de contacto a través de la capa de óxido y se depositan contactos de aluminio de 2 de espesor para formar los electrodos de emisor (S), receptor (D) y puerta (G) de los dispositivos de canal P y de canal N. La pieza se calienta a 500°C durante la deposición para dar buena adhesión y contacto eléctrico.

Pueden hacerse modificaciones al proceso anterior que quedan dentro del alcance del invento. Por ejemplo puede usarse un semiconductor que no sea silicón. En este caso, será, en general necesario, usar capas aislantes depositadas puesto que los óxidos son generalmente inestables. Las capas aislantes depositadas, pueden usarse totalmente con silicón en vez de las capas creadas y de hecho se ha encontrado que el nitruro de silicio tiene propiedades excelentes cuando se usa como dieléctrico de puerta.

Aunque se ha descrito por sencillez la fabricación de dos dispositivos separados, el invento es de mayores ventajas en circuitos integrados en los que están interconectados los dispositivos. En este caso, es necesaria alguna variación de la geometría del dispositivo para encontrar alojamiento para los esquemas de interconexión. También puede ser necesario aislar

./.



los dispositivos entre sí, por ejemplo mediante una cuarta capa epitaxial y difusión de aislamiento.

140 Las regiones de generador y consumidor pueden intercambiarse y las diferentes difusiones locales pueden servir también como interconexiones entre diferentes partes de un circuito. De hecho no es necesario emplear difusión para formar las regiones localizadas; por ejemplo puede conseguirse el mismo resultado con una mezcla de grabación y epitaxia local.

145 Se sobreentiende que la descripción precedente de ejemplos específicos de este invento ha sido hecha a título de ejemplo y no tiene que considerarse como una limitación de su alcance.

150 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Inglaterra el 17 de Junio de 1966 señalada con el n° 27106/66 y se acoge por lo tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- NOTA -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

155 1.- Mejoras en un transistor y en el método para fabricarlo que comprende, en una pieza de material semiconductor, por lo menos, un par de elementos complementarios de puerta aislada de efecto de campo que tienen canales cuyas longitudes están determinadas por el espesor de capas epitaxiales de conductividades de tipos diferentes que separan las regiones de generación y consumo respectivamente.

160 2.- Un transistor como el del punto 1 en el que la capa epitaxial que separa las regiones generadora y consumidora de uno del par de transistores complementarios de puerta aisla-

./.

341949

7.



165 da de efecto de campo sirve como generador o como región de consumo para el otro transistor del par y viceversa.

170 3.- Un método para hacer un par de transistores de puerta aislada de efecto de campo que comprende los pasos de formar una primera región de un tipo de conductividad en una superficie mayor de una pieza de semiconductor de conductividad de tipo opuesto, la formación epitaxial de capas primera, segunda y tercera de material semiconductor de respectivamente dicho tipo de conductividad, el opuesto y dicho tipo de conductividad en dicha superficie mayor que cubra dicha primera región, grabando
175 localmente un agujero o agujeros a través de dichas capas primera segunda y tercera formando superficies contiguas expuestas y exponiendo parcialmente dicha primera región y dicha superficie mayor, depositando o formando una capa aislante sobre por lo menos parte de la superficie expuesta de dicha primera capa y
180 por lo menos parte de la superficie expuesta de dicha segunda capa, depositando contactos metálicos para formar un electrodo de puerta en la capa aislante sobre la superficie expuesta de cada una de dichas capas primera y segunda, y aplicando contactos de electrodo metálico a dicha primera región y cada una de dichas
185 capas primera, segunda y tercera.

4.- Un método como el del punto 3 que comprende el paso siguiente de formar o depositar una capa de material aislante sobre dicha tercera capa.

190 5.- Un método como el de los puntos 3 ó 4 en el que el material semiconductor es silicón.

6.- Un método como el del punto 5 en el que la pieza de silicón es de tipo n.

7.- Un método como el de cualquiera de los puntos 3 a 6 en el que la capa aislante es nitruro de silicón.

./.



195

8.- Un transistor formado por dos elementos complementarios de puerta aislada de efecto de campo hechos por un método como el de cualquiera de los puntos 3 a 7.

200

9.- Un transistor formado por un par de elementos de puerta aislada de efecto de campo como los del punto 8, que forman parte de un circuito integrado.

10.- Un método para fabricar un transistor formado por dos elementos de puerta aislada de efecto de campo complementarios sustancialmente como se describe con relación a los dibujos que se acompañan.

205

11.- Un transistor formado por dos elementos de puerta aislada de efecto de campo hechos por un método como el del punto 10.

12.- Mejoras en un transistor y en el método para fabricarlo.

210

Tal y como se describe en la memoria antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de ocho hojas escritas por una sola cara.

215

Madrid, 17 JUN. 1967



Eugenio Barrero
EUGENIO BARRERO
SECRETARIO



341949

Fig. la.

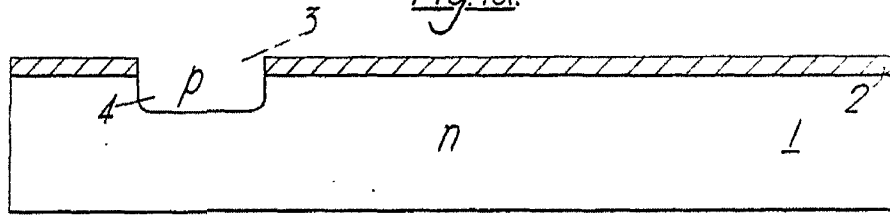


Fig. lb.

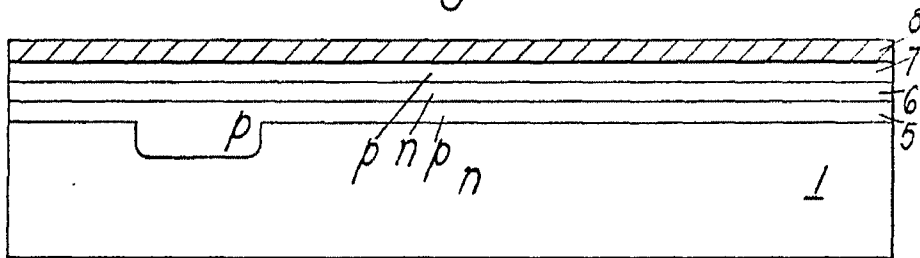


Fig. lc.

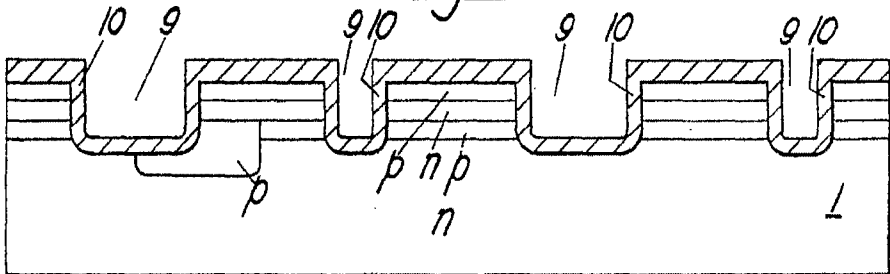
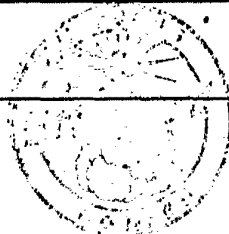
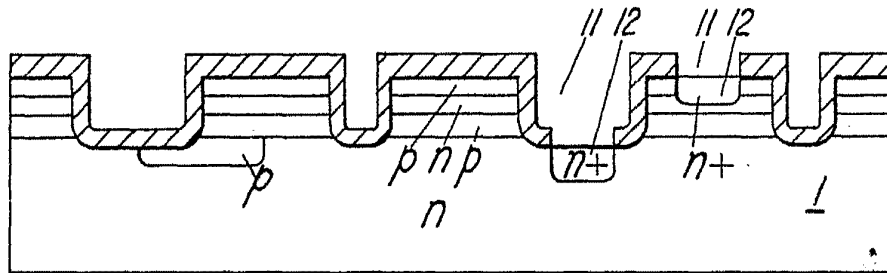


Fig. ld.

17 JUN. 1967

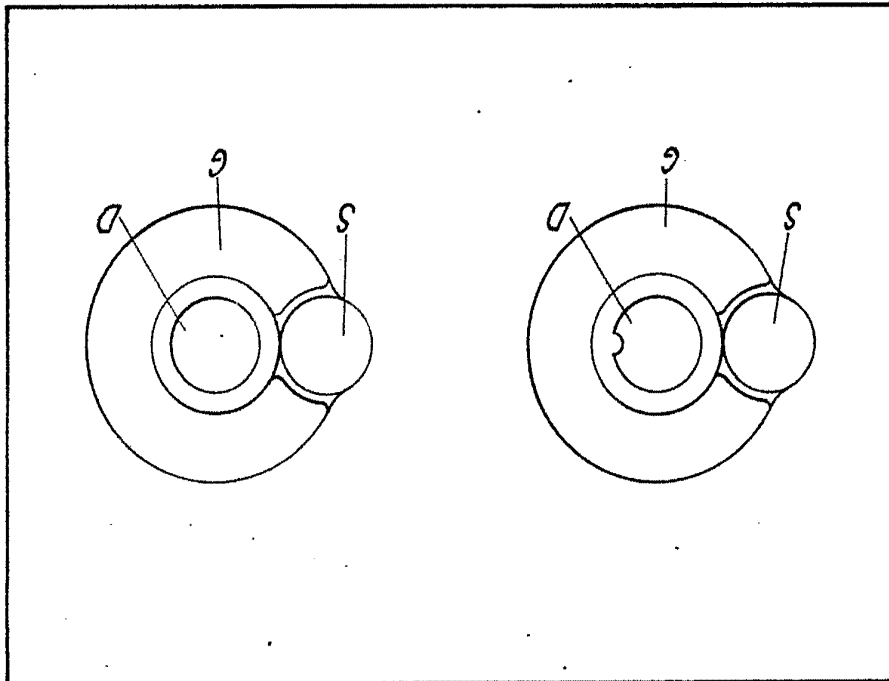


Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Secretario General



Manuel



17 JUN. 1967

Fig. 2

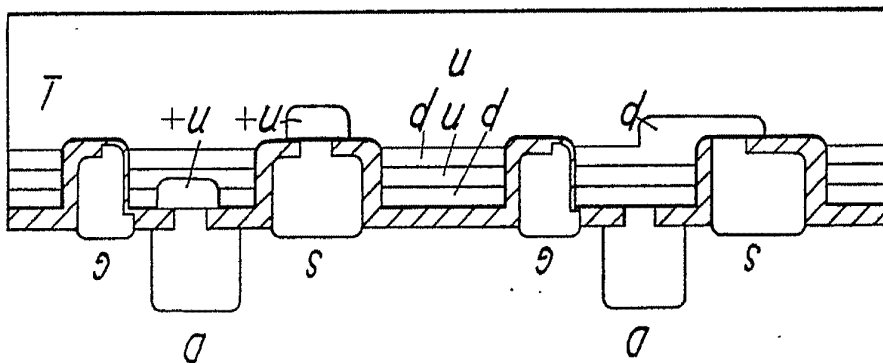


Fig. 1

341949

