



435585

P.- 59.869

PHN 7430

Spain

HK/EV

Ent. Cl. H01L21/31

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de N.V. PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN METODO DE FABRICAR UN DISPOSITIVO SEMI-
CONDUCTOR"

31 MAY 1975

La invención se refiere a un método de fabricar un dispositivo semiconductor, en particular un circuito monolítico integrado que tiene un cuerpo semiconductor y que comprende una capa de aislamiento de material aislante hundida o enterrada localmente en el cuerpo semiconductor desde una superficie de dicho cuerpo, en el cual se introduce un material de impurificación o activación en el material semiconductor a través de al menos una parte de superficie situada junto a la capa de aislamiento hundida, de manera que se forma una zona de un tipo de conductividad dado que se activa con el material de activación y que establece contacto con una parte semiconductor subyacente que tiene el mismo tipo de conductividad y, en el área de contacto, la zona se extiende hacia abajo hasta una profundidad mayor que la capa de aislamiento hundida.

Dicho método se describe en un artículo de E. Kooi J.G. van Lierop, W.H.C.G. Verkuylen y R. de Werdt, en "Informes de Investigación de Philips" 26 (1971-06), páginas 166 a 180. Los dispositivos semiconductores descritos en el mismo comprenden un cuerpo semiconductor de silicio y una capa de aislamiento hundida de óxido de silicio, obtenida por la oxidación local del silicio. La zona activada con el material de activación servía, por ejemplo, como una zona de contacto



y, según se describe en la realización del artículo anterior, establece contacto en su lado inferior con una capa enterrada altamente activada del mismo tipo de conductividad que fue conectada a la región de co-
5 lector de un transistor plano situado debajo de una parte de la capa de aislamiento hundida. La zona de contacto en cuestión fue obtenida mediante una difusión profunda del material de activación en que la región destinada para la configuración del transistor fue en-
10 mascarada en el otro lado de la citada parte de la capa de aislamiento hundida. Para dicho enmascaramiento, se puede disponer una máscara de óxido de la manera conocida o se utilizó la capa de nitruro de silicio, que ya estaba presente y que había sido utilizada anterior-
15 mente, como una máscara para la formación de la capa de aislamiento hundida. En ambos casos, se ha de utilizar un diseño de fotorreserva, en el cual, en el caso de ní-
truro de silicio, se utiliza una capa de óxido de si-
licio adicional entre la capa de nitruro de silicio y
20 la capa de fotorreserva. Puesto que las partes de superficie a enmascarar y las que no se han de enmasca-
rar están separadas entre sí por la capa de aislamien-
to hundida, ya no se consideró necesaria una alineación muy exacta del diseño de la capa de fotorreserva. Se
25 aseguró que un borde del diseño de fotorreserva resul-



1975

5 tase situado por encima de la capa de aislamiento hundida, de tal manera que hubiera la seguridad de que la capa de enmascaramiento situada sobre la superficie semiconductor en el lado en que tenía que ser realizada la difusión profunda no estuviera cubierta hasta la capa de aislamiento hundida, en tanto que en el otro lado la capa de enmascaramiento situada sobre la superficie semiconductor permanecía cubierta con la capa de fotoreerva hasta la capa de aislamiento hundida.

10 Sin embargo, en los tratamientos de ataque químico utilizados para la eliminación local de la máscara de difusión, la capa de aislamiento hundida es atacada en las áreas en que no existe diseño de fotoreerva. Como consecuencia de esto, la capa de aislamiento enterrada presenta una superficie escalonada. Tal formación de escalonamiento superficial se puede intensificar incluso con tratamientos de difusión adicionales con formación precedente de diseños de máscara de difusión. Una superficie irregular de la capa de aislamiento hundida obtenida de esta manera puede presentar dificultades, por ejemplo, cuando ha de disponerse un diseño o modelo de conductores localmente sobre dicha superficie irregular. Por ejemplo, en la deposición de metal al vapor para el diseño de conductores, se pueden formar discontinuidades en la capa metálica depo-

15

20

25



1975

sitada, de manera que se pueden interrumpir las conexio-
nes conductoras que se hayan de formar. Pueden ocurrir
también dificultades en la fabricación de un diseño de
fotorreserva por el hecho de que la capa de fotorréserva,
5 al disponerla en una forma líquida, puede adoptar un
espesor irregular, por ejemplo, puede ser demasiado
gruesa en el área inferior del escalón. Al formar el di-
seño de fotorreserva existe la posibilidad de que duran-
te el revelado, dicha parte de fotorreserva gruesa per-
10 manezca enteramente detrás. Por ejemplo, cuando se uti-
liza el diseño de fotorreserva para la formación de un
diseño de conductores, se pueden cortocircuitar mutua-
mente varias conexiones conductoras mediante conexiones
transversales en el área de la unión en forma de esca-
15 lón.

Uno de los objetos de la presente inven-
ción es limitar el número de operaciones de procedi-
miento en que puede ocurrir el fenómeno últimamente men-
cionado de formación de escalones superficiales en la
20 capa de aislamiento hundida, implicando cada una de di-
chas operaciones del procedimiento un aumento del por-
centaje de rechazos en la producción en serie.

De acuerdo con la invención, un método
de fabricar un dispositivo semiconductor, en particular
25 un circuito monolítico integrado, que tiene un cuerpo



semiconductor y que comprende una capa de aislamiento
de material aislante hundida localmente en el cuerpo se
miconductor desde una superficie de dicho cuerpo, en
que se introduce un material de activación en el mate-
5 rial semiconductor a través de al menos una parte de su-
perficie situada junto a la capa de aislamiento hundida
de manera que se forma una zona de un tipo de conducti-
vidad dado que está activada con el material de activa-
ción y que establece contacto con una parte semiconducto-
10 ra subyacente que tiene el mismo tipo de conductividad
y que, en el área de contacto de la zona, se extiende
hacia abajo hasta una profundidad mayor que la de la ca-
pa de aislamiento hundida, se caracteriza por el hecho
de que el material de activación es presentado a la par-
15 te de superficie citada antes de la formación de la capa
de aislamiento hundida.

Como se sabe, la expresión "capa de ais-
lamiento hundida" se refiere, en relación con esta ma-
teria, a una profundidad de inserción con respecto a la
20 superficie semiconductor adyacente que es mayor que las
diferencias de altura normales de la superficie semicon-
ductora como consecuencia de tratamientos usuales de di-
fusión con enmascaramiento, de preferencia mayor que 0,5
 μ . La expresión "hundida o enterrada" se refiere a los
25 límites inferiores. Por ejemplo, la cara superior de la



capa de aislamiento puede estar presente aproximadamente al mismo nivel que la superficie semiconductor adyacente, pero puede también sobresalir por encima de ella de manera significativa.

5 La expresión parte de superficie situada
junto a la capa de aislamiento hundida no ha de estar
limitada a su existencia en el período en que está pre-
sente la capa de aislamiento hundida, sino que comprende
también el período anterior y durante la formación de la
10 capa de aislamiento hundida, aplicándose la expresión a
las partes de superficie que resultarán situadas juntos
a dicha capa de aislamiento hundida después de la forma-
ción de esta. Además, la expresión "junto a la capa de
aislamiento hundida" no está limitada a "adyacente la-
15 teralmente a la capa de aislamiento hundida". En prin-
cipio, se puede entender que esto significa también "late-
ralmente a cierta distancia desde dicha capa de aisla-
miento hundida".

20 La introducción del material de activación
se puede realizar, de la manera usual, por difusión, pero
es también posible utilizar, en principio, otros métodos
para introducir total o parcialmente dicho material de
activación, por ejemplo mediante implantación iónica.

25 La formación de zonas de un tipo de con-
ductividad dado que han de establecer contacto con partes



semiconductoras subyacentes del mismo tipo de conductivi-
dad no es en general crítica, en lo que se refiere a la
profundidad máxima de dicha zona, en tanto que es en ge-
neral ventajosa una concentración elevada de activación
5 o impurificación. En particular, cuando la zona está des-
tinada a conectarse a una capa enterrada para formar un
contacto óhmico, es deseable realizar una concentración
superficial razonablemente elevada, combinada con una con-
centración relativamente alta del material de activa-
10 ción hasta una profundidad relativamente grande. Para
esta finalidad, cuando se utiliza un procedimiento de di-
fusión, se requieren períodos de calentamiento relativa-
mente grandes. En la fabricación de zonas que se han de
utilizar como partes de elementos de circuito semiconduc-
15 tor y para la formación de uniones p-n con regiones semi-
conductoras subyacentes, los tiempos de calentamiento
utilizados son en general más cortos y muchos más críti-
cos. Es deseable, por lo tanto, realizar tratamientos
de difusión del tipo mencionado en primer lugar antes
20 de los tratamientos de difusión, más críticos, para la
formación de las uniones p-n. En una realización prefe-
rida del método de acuerdo con la invención, se fabrica
un posible diseño de enmascaramiento para el tratamiento
de difusión antes de la formación de las capas de aisla-
25 miento hundidas, de manera que la fabricación de dicho di



seño no tenga influencia sobre la superficie de la capa de aislamiento hundida.

5 La expresión "profundidad de activación" del material de activación en la zona a activar con el mismo, se ha de entender que significa en esta memoria una profundidad a la cual el material de activación influye todavía de manera apreciable sobre las propiedades de conductividad del material semiconductor original. Cuando el material de activación cambia el tipo
10 de conductividad original, dicha profundidad se aplica al límite inferior al cual tiene lugar todavía de manera eficaz dicho cambio. En un material del mismo tipo de conductividad, el criterio puede ser la profundidad a la cual se duplica al menos la concentración de activación. De acuerdo con una realización preferida, la
15 citada profundidad es mayor que la profundidad de la capa de aislamiento hundida. De acuerdo con otra realización preferida, dicha profundidad es al menos tan grande que las propiedades de conductividad hasta una capa
20 enterrada situada debajo, altamente activada, se modifican de manera apreciable.

En dispositivos semiconductores en los que se utiliza una capa epitaxial sobre un sustrato, se puede desear disponer el material de sustrato sobre
25 la capa superior con un contacto, por ejemplo, para apli



car un potencial deseado o una conexión a masa, o para la conexión a otro contacto presente en una superficie. En ese caso, el método de acuerdo con la invención se puede utilizar de manera ventajosa, en la que la zona

5 activada con el material de activación está prevista en una capa epitaxial y se lleva a conexión óhmica con el material de sustrato del mismo tipo de conductividad. Una realización adicional particularmente favorable se obtiene cuando la zona activada con el material de

10 activación se forma sobre una cara de una parte de capa de aislamiento hundida y se pone en conexión óhmica con una región asociada con uno o más elementos de circuito semiconductor a formar en la otra cara de la parte de capa de aislamiento hundida, por medio de una zona de

15 interconexión situada debajo de la parte de capa de aislamiento hundida. Se puede conectar a un electrodo de un elemento de circuito semiconductor de este tipo, pero se puede también conectar a una zona que aísla un elemento de circuito semiconductor o algunos elementos

20 de circuito semiconductor del sustrato.

Se utilizan de preferencia unos medios de enmascaramiento que, durante la formación de la zona activada con el material de activación en una cara de una parte de capa de aislamiento hundida, evita la

25 activación simultánea con el material de activación de



partes de la otra cara de la parte de capa de aislamiento hundida destinadas a incorporar uno o más elementos de circuito semiconductor. En este último caso, y también en general, cuando se lleva a cabo la invención, la citada parte superficial de la zona activada con el material de activación se puede utilizar ventajosamente para la conexión a regiones situadas más profundas, para cuya finalidad se dispone de preferencia un contacto óhmico en dicha parte de superficie.

La invención se puede usar de manera favorable en particular cuando se utiliza silicio como material semiconductor y la capa de aislamiento hundida consiste en óxido de silicio. El material de activación o impurificación consiste de preferencia en fósforo, para obtener una zona de tipo n altamente activada. En el caso de que la capa de aislamiento hundida se forme mediante la conversión local de material semiconductor en material de aislamiento, el método de acuerdo con la invención se puede utilizar con ventaja para realizar la difusión profunda del material de activación al mismo tiempo que el tratamiento de calentamiento generalmente necesario en la formación de la capa de aislamiento hundida.

Con referencia a lo anterior, se ha de hacer observar que no es necesario realizar directamente la difusión profunda. Como es en sí conocido en la tec-



nología de los semiconductores planos, el material de activación se puede introducir en dos o más etapas. En el presente caso, el material de activación se dispone de preferencia, antes de la formación de la capa de aislamiento hundida, en una capa presente en la superficie semiconductor y profundamente difundido en la zona a activar con el material de activación en al menos un tratamiento de calentamiento utilizado durante y/o después de la formación de la capa de aislamiento hundida. La capa presente en la superficie semiconductor puede estar constituida por material semiconductor en el que el material de activación se difunde previamente hacia abajo hasta una pequeña profundidad y a una concentración elevada. En ese caso, puede también consistir en parte en una capa activada presente en la superficie semiconductor. Como se sabe en la tecnología de los semiconductores planos, dicha capa activada situada sobre la superficie semiconductor se puede formar durante una etapa u operación de difusión previa. En el presente caso se prefiere una capa de una fase sólida distinta de la del material del cuerpo semiconductor, cuya fase sólida comprende el material de activación a difundir. Disponiendo dicha fase sólida que comprende el material de activación sobre la parte de superficie que pertenece a la zona a activar con el material de activación, se prefiere



re realizar dicha disposición sin habilitar el material de activación para que se difunda sustancialmente dentro del material semiconductor. Se evita una posible activación simultánea de las partes del semiconductor donde
5 no se desea dicha activación.

Se ha de hacer observar también que la expresión la presentación del material de activación a la parte de superficie semiconductor en cuestión no está limitada a una provisión simultánea de dicho material de
10 activación dentro del material semiconductor. Lo esencial es que la provisión del material de activación para formar la zona a activar ocurra a través de la parte de superficie que está situada junto a la capa de aislamiento hundida. La provisión se puede efectuar simultánea-
15 mente con la presentación, por ejemplo en el caso de implantación de iones y difusión directa, desde la fase gaseosa. La difusión previa con formación simultánea de una capa de óxido que contiene el material activado por oxidación del semiconductor mediante la acción de la at-
20 mósfera oxidante circundante, de una presentación en la que el material de activación está parcialmente dispuesto en el material semiconductor, aunque no necesariamente a la profundidad últimamente requerida. En la realización preferida, en la que el material de activación está pre-
25 visto en la forma de otra fase sólida en la parte de su-

31



5 perficie solamente, y así no asociada con una difusión simultánea, se presenta el material de activación pero no es todavía introducido en el semiconductor. La citada fase sólida consiste de preferencia en óxido que contiene el material de activación.

10 En la presentación precedente del material de activación en forma de una capa a la parte de superficie en cuestión de la zona activada a formar, la introducción del material de activación en las partes semiconductoras no deseadas durante la subsiguiente difusión más profunda se puede evitar utilizando, a menos una capa de enmascaramiento para la difusión en la capa pertinente que comprende el material de activación. La
15 capa que comprende el material de activación puede primeramente ser prevista con anterioridad en toda la superficie y después ser limitada a un diseño sobre las partes de superficie en las que se haya de difundir el material de activación en el material semiconductor. Realmente, cuando en tal caso se utilizan diseños fotorresistivos
20 o de fotorreserva, pueden emerger en el mismo poros indeseados ("pinholes") en la superficie solamente donde se ha de formar la zona profunda activada. En el tramo largo, los poros del mismo difícilmente serán apreciados o al menos no se experimentará perturbación debido a los
25 mismos. Esto significa una ventaja con respecto a la

5 difusión desde la fase gaseosa con el uso de un diseño de enmascaramiento sobre aquellas partes donde se debe evitar la difusión del material de activación. Los métodos de fotorreserva utilizados pueden originar poros en dicha capa de enmascaramiento de la difusión en que puede tener lugar la activación indeseada de las partes semiconductoras y tal activación puede hacer que el dispositivo semiconductor sea fabricado de manera que resulte inútil, por ejemplo, por acción de cortocircuito.

10 Se ha indicado ya anteriormente que la provisión previa del material de activación en forma de una capa relativamente delgada tiene la ventaja de que la capa se puede disponer en toda la superficie y después se puede limitar a las partes de superficie deseadas donde el material de activación haya de ser difundido profundamente, pudiendo retirarse la capa de las otras partes con el uso de una máscara de fotorreserva o fotorresistente. Será evidente que, si la capa consiste total o parcialmente en una parte superficial del material semiconductor que ha sido previamente difundida con el material de activación, el ataque químico local del material semiconductor previamente activado puede proporcionar una superficie irregular. Sin embargo, el uso de una capa de una fase sólida distinta del material semiconductor, cuya capa comprende el material de acti-

15

20

25



vación, en que ha sido omitida la difusión previa en el material semiconductor, hace superflua la eliminación local por ataque químico del material semiconductor, según se ha descrito anteriormente.

5 La capa con el material de activación y en ella la capa de enmascaramiento de difusión puede estar prevista en toda la superficie y después ser eliminadas ambas de las mismas partes de superficie mientras se utiliza un método único de fotorreserva. Una
10 subsiguiente deposición de vapor del material activado para exponer partes de superficie se evita entonces sustancialmente por la presencia de la capa de enmascaramiento de la difusión dispuesta sobre la capa con material de activación. Sin embargo, con el fin de verificar
15 de manera más eficaz tal posibilidad de pequeña activación en estas partes de semiconductor en que no se desea, la capa de enmascaramiento de la difusión está (o las capas de enmascaramiento de la difusión están) de preferencia prevista en toda la superficie sólo después de la restricción de la capa que contiene el material de activación a las áreas deseadas. En este último caso, la fabricación del dispositivo semiconductor se puede simplificar mediante el uso de una capa de enmascaramiento que se puede utilizar también para enmascarar durante la formación de las capas de aislamiento
20
25



hundidas.

La invención comprende también dispositivos semiconductores fabricados utilizando el método de acuerdo con la invención.

5 La invención se describirá con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales las figuras 1 a 4 son vistas esquemáticas en sección transversal, detalladas, de etapas sucesivas en la fabricación de un dispositivo semiconductor de acuerdo con una realización de la invención.

10 Un cuerpo 1 de sustrato, de silicio monocristalino del tipo p, de elevada resistencia óhmica (véase la figura 1) se utiliza como material de partida para la fabricación de un dispositivo semiconductor, por ejemplo de un circuito integrado que comprende al menos un transistor. Unas zonas de tipo n, de baja resistencia óhmica, se forman en una superficie principal por difusión local de arsénico. A continuación se dispone una capa epitaxial 2 de silicio de tipo n de elevada resistencia óhmica, sobre el cuerpo 1 del sustrato. Las zonas de tipo n de baja resistencia óhmica formadas en la superficie del sustrato forman así capas enterradas de baja resistencia óhmica de tipo n, por ejemplo la capa enterrada 3.

25 El cuerpo semiconductor así obtenido se



utiliza como el material de partida para la fabricación de un circuito integrado, una parte del cual está mostrada esquemáticamente en la figura 4. Para una separación lateral de las diversas partes del circuito integrado se utiliza localmente una capa de aislamiento hundida, de la cual la figura 4 muestra esquemáticamente las partes 20, 21 y 22. La capa de aislamiento hundida tiene un diseño en forma de una red o circuito que limita lateralmente las diversas partes presentes en la superficie semiconductor, por ejemplo las partes 23 y 24. La capa de aislamiento hundida puede establecer contacto localmente con el material del sustrato del tipo p, como se muestra en la figura 4 para las partes de capa de aislamiento 20 y 22. Si se desea, se puede disponer una zona de interrupción en canal, en forma de una capa enterrada del tipo p (no mostrada en las figuras) por debajo de las partes de capa de aislamiento 20 y 22. Dicha capa se puede obtener, por ejemplo, mediante la difusión local de boro en la superficie del sustrato. Es también posible que la capa de aislamiento hundida no esté hundida enteramente a través de la capa epitaxial 2. Realmente, es posible utilizar, por debajo de las partes de capa de aislamiento hundidas 20 y 22, una zona enterrada obtenida, por ejemplo, por difusión de boro en la superficie del sustrato, cuya zona une las partes de capa de



aislamiento hundida 20 y 22 por difusión en la capa epitaxial desde la superficie del sustrato.

5 En la presente realización, se forma un transistor npn en la parte semiconductor 23 situada en la superficie, cuyo transistor tiene un emisor del tipo n 27 presente en la superficie, una base 26 del tipo p y un colector 25 del tipo n. La unión p-n entre la región 26 de base del tipo p y la región 25 del tipo n está unida lateralmente de manera completa mediante la capa
10 de aislamiento hundida. La región de colector 25 de resistencia óhmica relativamente elevada está unida por su cara inferior a la parte 15 de la capa enterrada 3 de tipo n, altamente activada. Dicha capa enterrada 3 del tipo n se extiende adicionalmente con una parte 16 por
15 debajo de la parte de capa de aislamiento hundida 21 y con una región 17 por debajo de la parte semiconductor 24. Dicha parte semiconductor 24 está relativamente muy activada. De esta manera, la región de colector 25 puede estar provista de un contacto a través de la capa
20 enterrada 3 y la parte semiconductor 24 poco activada en la parte de superficie 14 de la citada parte 24.

25 Para la fabricación de dicha configuración a partir del cuerpo de semiconductor ya mencionado con el sustrato 1 del tipo p, las capas enterradas de tipo n, por ejemplo las capas enterradas 3 del tipo n, y la capa



epitaxial 2 del tipo n (véase la figura 1), se dispone una capa 4 de vidrio de fosfato en toda la superficie. Esta capa se puede disponer de la manera conocida mediante oxidación de silicio anhidro gaseoso y fosfina con oxígeno, siendo utilizada una temperatura suficientemente baja, por ejemplo de 400°C, con el fin de que no tenga lugar difusión fosforosa en el silicio. Dicha capa 4 de vidrio de fosfato no debe estar limitada a aquellas partes de la superficie del semiconductor donde deba tener lugar una difusión fosforosa profunda, por ejemplo la superficie 14 de la parte 24 presente en la superficie semiconductor. Para esta finalidad, se forma un diseño fotorresistente o de fotorreserva 5, de manera conocida, ópticamente. La etapa resultante se muestra en la figura 1.

Las líneas de trazos en las figuras 1 y 2 designan los lugares en que se han de disponer las partes 20, 21 y 22 del diseño de capa de aislamiento hundida, en tanto que las partes de semiconductor 23 y 24 presentes en la superficie y limitadas lateralmente por las mismas están también indicadas por líneas de trazos en estas figuras. Como se muestra en la figura 1, el diseño de fotorreserva 5 está presente justo por encima de la parte de superficie 14 de la parte semiconductor 24, pero no justamente por encima de la parte semiconductor



23 que está destinada a comprender el transistor.

5 Cuando el diseño de fotorreserva se obtiene ópticamente existe la posibilidad de que se formen los inesperados poros, denominados "pinholes", en el diseño de fotorreserva, por ejemplo, una abertura (pinhole) 6 en el diseño de fotorreserva 5.

10 La capa de óxido 4, que contiene el material de activación fosforoso, se elimina ahora por ataque químico de las partes no cubiertas por el diseño de fotorreserva 5. Durante dicho tratamiento de ataque químico, el silicio subyacente no es atacado sustancialmente, de manera que no se obtiene una superficie de semiconductor semejante a escalones. Si se desea, la superficie de silicio liberada se ataca químicamente a continuación durante un período muy corto de tiempo para fines de limpieza. El fósforo que se pueda haber difundido en la capa superficial extremadamente delgada del semiconductor se elimina de esta manera, pero una formación de relieve superficial significativa nunca se produce. La parte de la capa original 4 de vidrio de fosfato cubierta por el diseño de fotorreserva 5 permanece detrás. Por ejemplo, una parte 7 de la capa de vidrio de fosfato permanece en la parte de superficie 14. En esta parte 7, el óxido se puede eliminar por ataque químico en el área de los poros, por ejemplo del poro 6, de

15

20

25



manera que las aberturas, por ejemplo la abertura 8, se forman en la parte de capa 7 del vidrio de fosfato.

Después de eliminar el diseño de fotorreserva 5 se disponen unos medios de enmascaramiento de difusión en toda la superficie. En este caso, se dispone una capa 9 de nitruro de silicio después de la deposición de una capa de óxido de silicio (no mostrada). La combinación de la capa de óxido de silicio y la de nitruro de silicio forma una máscara para la difusión de la mayor parte de las impurezas de activación para el silicio, para la difusión de fósforo a realizar en este caso. Además, la capa de nitruro de silicio se puede usar también como medios de enmascaramiento en la fabricación local de las capas de óxido hundidas, como se describirá más adelante. La etapa resultante se muestra en la figura 2. Tanto la superficie semiconductoras como el diseño de vidrio de fosfato, por ejemplo la parte 7, están cubiertos con la capa de óxido de silicio y de nitruro de silicio.

Entonces se dispone una capa de aislamiento hundida, utilizándose la capa de nitruro de silicio 9 para enmascarar las partes de silicio, por ejemplo las partes 23 y 24, donde no se desean dichas capas de aislamiento hundidas. Para esta finalidad, se disponen unas aberturas 10 de manera conocida en la capa de nitruro



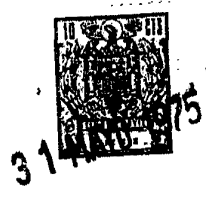
ro de silicio 9, de acuerdo con la red del diseño deseado de capa de aislamiento hundida. El diseño de capa de aislamiento hundida se forma de una manera conocida por oxidación del silicio no enmascarado. Puesto que el volumen del óxido de silicio formado es mayor que el volumen del silicio cubierto, dicha capa de óxido sobresaldrá normalmente también por encima de la superficie de silicio. Es también posible, antes de la oxidación, formar ranuras por ataque químico en el silicio, a través de las ventanas 10, eliminándose naturalmente en esa zona una capa de óxido posiblemente utilizada por debajo del nitruro de silicio. Dichas ranuras se llenan en el subsiguiente tratamiento de oxidación por el óxido de silicio formado.

En el tratamiento de oxidación requerido para formar capas de óxido enterradas suficientemente gruesas, son necesarios temperaturas y tiempos de tratamiento que sean suficientemente grandes como para conseguir una difusión profunda del fósforo. Por ejemplo, para la formación de una capa de óxido de silicio de un espesor aproximado de 2μ , se puede usar un tratamiento en vapor de 1000°C durante 16 horas. A esa temperatura el fósforo se difundirá desde el diseño de vidrio de fosfato, por ejemplo la parte 7 de vidrio de fosfato, en el silicio subyacente y ello en el tiempo de tratamiento



utilizado de tal manera que toda la parte semiconductor
24 obtiene una activación elevada en donantes, hacia
abajo, hasta la capa de aislamiento enterrada 3. El
fósforo no se puede difundir en la parte 23, por un lado
5 puesto que dicha parte está cubierta con una máscara con-
tra la difusión, de óxido de silicio y de nitruro de si-
licio, y, por otra parte, debido a que el fósforo no pue-
de escapar del diseño de capa de vidrio de fosfato a la
atmósfera circundante, puesto que dicho diseño de capas
10 de vidrio de fosfato, por ejemplo la parte 7 en la su-
perficie 14, está cubierto con óxido de silicio y nitru-
ro de silicio.

Se ha de observar que en la difusión pro-
funda del fósforo, una abertura accidental 8 en el dise-
ño de capas de vidrio de fosfato no tiene influencia sus-
15 tancial en la activación de la parte semiconductor 24.
Como consecuencia de la oxidación, se forma además un di-
seño de capas de aislamiento hundidas por debajo de las
aberturas 10, en la capa de nitruro de silicio 9. La eta-
20 pa resultante se muestra en la figura 3. Las partes de
capa de aislamiento hundida 20, 21 y 22 se muestran es-
quemáticamente. Además, el límite superior de la capa
enterrada 3 del tipo n , de baja resistencia óhmica, está
señalado por líneas interrumpidas o de trazos. Como con-
25 secuencia de la difusión del fósforo, toda la región se-



miconductora 24 está altamente activada con fósforo hasta la profundidad de la capa enterrada 3. Se ha de observar que tal unión de baja resistencia óhmica entre la superficie 14 y la capa enterrada 3 se obtiene también si dicha capa enterrada 3 está presente todavía en una posición considerablemente más baja, a saber, por debajo del nivel más bajo de la capa de aislamiento hundida. Como se ha indicado anteriormente, dicha capa enterrada 3, del tipo n, situada más baja, se puede utilizar si además se usan zonas enterradas activadas con boro por debajo de las partes de capa de aislamiento hundida 20 y 22, cuyas zonas, después de utilizado el tratamiento de temperatura, se extienden hacia abajo hasta las partes de capa de aislamiento hundida.

Partiendo de la estructura mostrada en la figura 3, se pueden formar ahora, de la manera conocida, los elementos de circuito semiconductor, por ejemplo el transistor npn en la parte semiconductor 23. Para esta finalidad, y mientras se enmascara la parte de superficie 14, se puede realizar una difusión de base para formar la base 26, por difusión de boro, después de lo cual se puede obtener la zona de emisor 27 en una operación subsiguiente de difusión, mediante una difusión de fósforo de corta duración. En esta última operación, la superficie 14 se puede también exponer a dicho tratamien



to de fósforo. La etapa resultante se muestra en la figura 4. Los recubrimientos de óxido, si existieran, sobre las partes 23 y 24, no están mostrados en la figura 4. Dicho recubrimiento se puede utilizar, por ejemplo, en la zona en que la unión p-n entre la base 26 y el emisor 27 se une en la superficie semiconductor. En el área en que la zona 26 del tipo p se une a la superficie semiconductor, se dispone entonces un contacto de base. El contacto de colector está previsto en la parte de superficie 14. La parte de capa de vidrio de fosfato 7 fácilmente soluble, con el óxido dispuesto en la misma, se puede eliminar, después de la eliminación del nitruro de silicio, mediante un tratamiento de ataque químico de inmersión de corta duración, sin que se obtenga un ataque químico perjudicial del óxido hundido. El contacto de colector está en conexión óhmica con el colector 25 a través de la región 24 de tipo n altamente activada y las partes 17, 16 y 15 de la capa enterrada 3.

Se ha de hacer observar que en las partes de semiconductor, tales como la parte 23, se pueden disponer elementos de circuito semiconductor distintos de transistores, en particular elementos de circuito semiconductor de los cuales se ha de disponer una parte profundamente situada con un contacto presente en la superficie. Por ejemplo, la parte 25 puede ser también un



electrodo de diodo. Se puede hacer también una conexión profundamente situada con material semiconductor que forme el sustrato de un transistor de efecto de campo que tenga un electrodo de puerta que esté separado de la región de puerta por material aislante.

Es además posible, por ejemplo, realizar una difusión profunda de boro en el lado no mostrado de la parte 20 de la capa de aislamiento hundida, en lo que se procede de una manera similar a la de la activación de la región 24. Como consecuencia de esto, se presenta la posibilidad de disponer el material de sustrato del tipo p con un contacto óhmico en la superficie de la capa epitaxial 2. Para esta finalidad, realmente, se puede disponer localmente un diseño de vidrio de borato, antes de la formación de la capa de aislamiento hundida, y se puede cubrir con el nitruro de silicio. Durante la formación del diseño de aislamiento hundido, el boro se puede difundir hacia abajo hasta el sustrato o hasta una zona enterrada activada con boro a la elevada temperatura utilizada.

Resultará evidente que la invención no está limitada a la realización anteriormente descrita, sino que son posibles muchas variaciones para los expertos en la técnica, sin apartarse del alcance de esta invención.



Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, el 15 de Marzo de 1974, bajo el Nº 74 03470, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

1ª.- Un método de fabricar un dispositivo semiconductor, en particular un circuito monolítico integrado, que tiene un cuerpo semiconductor y que comprende una capa de aislamiento de material aislante, hundida localmente en el cuerpo semiconductor desde una superficie de dicho cuerpo, en que se introduce un material de activación en el material semiconductor a través de al menos una parte de superficie situada junto a la capa

20

25

21.5.75



de aislamiento hundida, de manera que se forma una zona de un tipo de conductividad dado que está activada con el material de activación y que establece contacto con una parte semiconductoras subyacente que tiene el mismo tipo de conductividad y, en el área de contacto, la zona se extiende hacia abajo hasta una profundidad mayor que la de la capa de aislamiento hundida, caracterizado porque el material de activación se presenta a la citada parte de superficie antes de la formación de la capa de aislamiento hundida.

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la provisión del material de activación en otras partes semiconductoras situadas junto a la capa de aislamiento hundida se evita localmente utilizando al menos una capa de enmascaramiento.

3ª.- Un método según las reivindicaciones 1ª a 2ª, caracterizado porque el material de activación se introduce en el material semiconductor hasta una profundidad tal que en el área la conductividad específica del material semiconductor se modifica apreciablemente y/o el tipo de conductividad del material semiconductor se cambia hasta una profundidad superior a la profundidad de la capa de aislamiento hundida.

4ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el



material de activación está previsto hasta una profundidad tal que en el área de introducción del material de activación la conductividad específica del material semiconductor se modifica apreciablemente y/o el tipo
5 de conductividad del material semiconductor se modifica al menos hasta una capa enterrada subyacente, altamente activada.

5ª.- Un método según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la
10 zona activada con el material de activación está prevista en una capa epitaxial y llevada a conexión óhmica con el material de sustrato del mismo tipo de conductividad.

6ª.- Un método según al menos una de
15 las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque la zona activada con el material de activación está formada en una cara de una parte de capa de aislamiento hundida y es llevada a conexión óhmica con una región asociada a uno o más elementos de circuito semiconductor
20 a formar en la otra cara de la parte de capa de aislamiento hundida por medio de una zona de interconexión situada debajo de la parte de capa de aislamiento hundida.

7ª.- Un método según la reivindicación
25 6ª, caracterizado porque se utilizan medios de enmasca-



ramiento que, durante la formación de la zona activada con el material de activación en una cara de la parte de capa de aislamiento hundida, evitan la activación simultánea con el material de activación de partes semiconductoras situadas en la otra cara de la parte de capa de aislamiento hundida y destinadas a incorporar uno o más elementos de circuito semiconductor.

8ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en la citada parte de superficie está previsto un contacto óhmico en la zona activada con el material de activación.

9ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa de aislamiento hundida se forma mediante una conversión local de material semiconductor en material aislante.

10ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material semiconductor es silicio y la capa de aislamiento hundida es de óxido de silicio.

11ª.- Un método según la reivindicación 10ª, caracterizado porque el material de activación es fósforo.

12ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, antes de la formación de la capa de aislamiento hundida, se dis

21.5.75



5 pone el material de activación en una capa situada en la superficie del semiconductor y se difunde profundamente en la zona a activar con el material de activación en al menos un tratamiento de calentamiento utilizado durante y/o después de la formación de la capa de aislamiento hundida.

10 13ª.- Un método según la reivindicación 12ª, caracterizado porque el material de activación se dispone en la parte de superficie asociada con la zona a activar con el material de activación en forma de una capa a partir de una fase sólida distinta de la del materia del cuerpo semiconductor.

15 14ª.- Un método según la reivindicación 12ª ó la 13ª, caracterizado porque la capa consiste en óxido que contiene el material de activación.

20 15ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 12ª a 14ª, caracterizado porque la capa que contiene el material de activación se cubre con al menos una capa de enmascaramiento de la difusión.

25 16ª.- Un método según la reivindicación 15ª, caracterizado porque la capa que comprende el material de activación se dispone primeramente en toda la superficie y se limita después a un diseño sobre las partes de superficie en las que se haya de difundir el material de activación en el material semiconductor.

21.5.75

31 MAYO 1975

5 17ª.- Un método según la reivindicación 16ª, caracterizado porque la capa de enmascaramiento de la difusión o el sistema de capas de enmascaramiento de la difusión se disponen después de la formación del diseño de la capa que comprende el material de activación.

10 18ª.- Un método según la reivindicación 17ª, caracterizado porque la capa de enmascaramiento de la difusión o el conjunto de capas de enmascaramiento de la difusión utilizadas consiste, al menos en parte, en un material que puede tener un efecto de enmascaramiento en la fabricación de la capa de aislamiento hundida, y la capa o el sistema de capas de enmascaramiento se eliminan localmente de acuerdo con el diseño de la capa de aislamiento hundida a formar.

15 19ª.- Un método de fabricar un dispositivo semiconductor.

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

20 Esta Memoria consta de treinta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 31 MAYO 1975
P.A.

25

Alberto de Elzaburu
Por Poderes *Arta*

Arta 21.5.75



31 1975

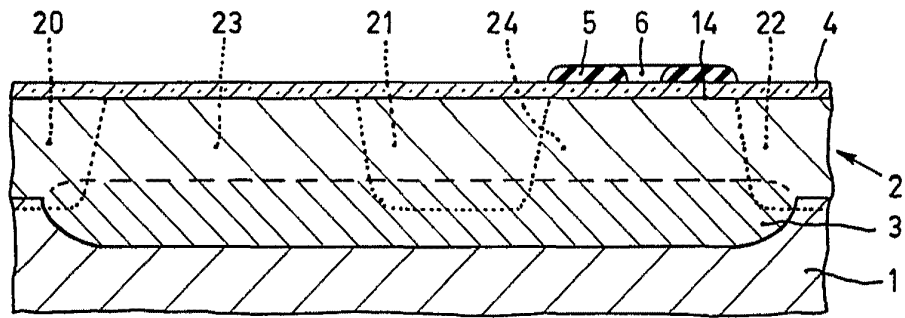


Fig. 1

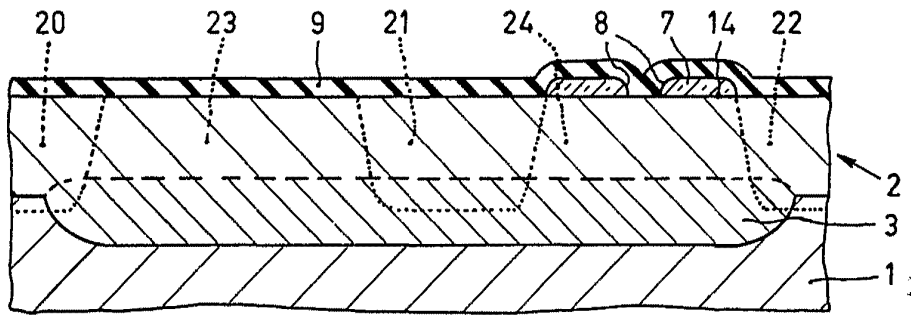


Fig. 2

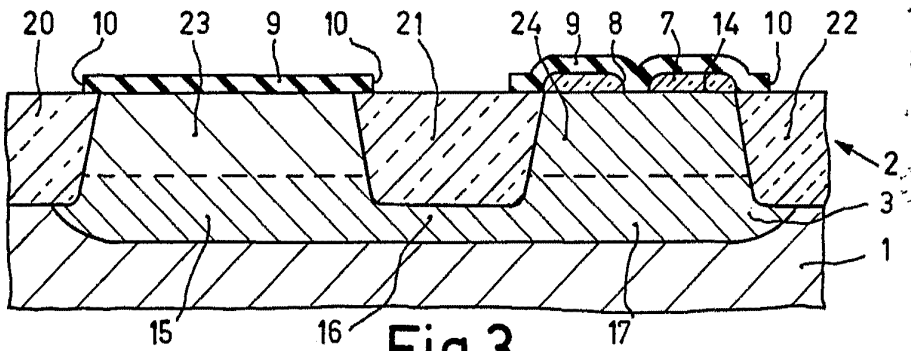


Fig. 3

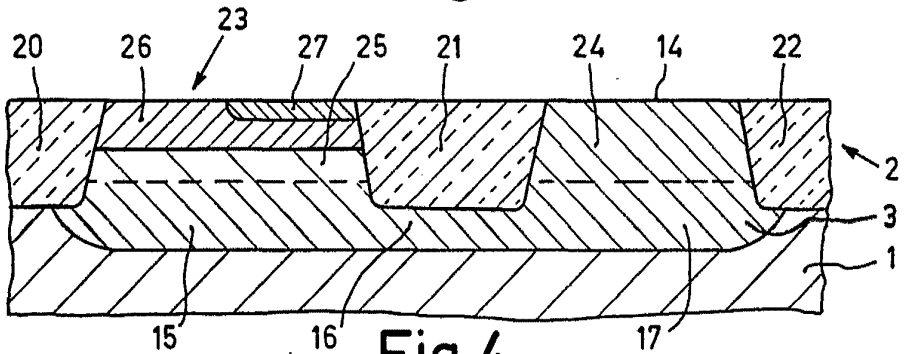


Fig. 4

Alberic de Eikendorp
Por Poder.