

23 MAYO 1975

436123

P.- 60.086

Case No. F 1078
(Sony Case No.
S75P37)

Int. Cl.
H01L

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

A nombre de SONY CORPORATION

entidad japonesa

establecida en 7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku,
Tokyo, Japón.

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR".

(Clase Internacional H01L)

25-4-75

- 1 -

**POOR
QUALITY**

FUNDAMENTOS DE LA INVENCION

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un dispositivo semiconductor, y más particularmente a un dispositivo semiconductor provisto de una capa de pasivación que es indispensable para la construcción de diodos y transistores que tienen alta fiabilidad o seguridad de funcionamiento.

10 Descripción de la técnica anterior

La capa de pasivación superficial está formada en general por el método del desarrollo a partir de la fase vapor. Se han hecho estudios sobre el material de la capa superficial de pasivación para hacer elementos
15 semiconductores más pasivos y más estables.

Por ejemplo, el SiO_2 es el material más ampliamente usado como material de la capa de pasivación superficial. Se extiende una capa de SiO_2 sobre la unión PN del diodo que está descubierta en la superficie de un
20 sustrato semiconductor de silicio. No obstante, estando en funcionamiento, se induce una indeseable función de memoria por la carga positiva existente en la capa de SiO_2 . Se forma un canal en el sustrato semiconductor de tipo P, a causa de la carga negativa inducida por la carga
25 positiva de la capa de SiO_2 . Además, las cargas posi-

tiva y negativa antes citadas se fijan a causa de la polarización en la resina cubridora. Como resultado, se disminuye el voltaje de ruptura de la unión PN, y se perjudica la fiabilidad de funcionamiento por los campos eléctricos exteriores. Por consiguiente, la capa de SiO₂ tiene características indeseables. Además, la superficie límite con el Si puede distorsionarse a causa de la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica de la capa de SiO₂ y el sustrato semiconductor.

5
10
15
20
25

Para eliminar las desventajas antes citadas, se considerará una estructura estratificada, en la que se extiende una capa de silicio policristalino sobre la unión PN del diodo descubierta en la superficie del sustrato semiconductor de silicio, y la capa de SiO₂ se extiende sobre la capa de silicio policristalino. Como la resistencia de la capa de silicio policristalino es menor que la del SiO₂, no se inducirá ninguna carga eléctrica que esté en contraste con la estructura de una sola capa de SiO₂ citada anteriormente. Por consiguiente, el voltaje de ruptura de la unión PN puede elevarse. Es deseable un alto voltaje de ruptura para circuitos integrados. Además, puede aumentarse la fiabilidad de funcionamiento. No obstante, como las cargas eléctricas del sustrato semiconductor pueden pasar a través de la capa de silicio policristalino, la estructura estratificada tiene las desventajas de

que aumentan las fugas por corriente inversa, se disminuye la h_{FE} y aumenta el ruido.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 Un objeto de esta invención es proporcionar un dispositivo semiconductor que tiene una capa de pasivación, para lograr la pasivación y la estabilización del mismo.

10 Otro objeto de esta invención es proporcionar un dispositivo semiconductor que puede aumentar el voltaje de ruptura de la unión PN, evita las influencias indeseables de los campos eléctricos exteriores, reduce las fugas de corriente inversa, mejora las características de ruido, y evita la distorsión térmica.

15 Otro objeto más de esta invención es proporcionar un dispositivo semiconductor adecuado como elemento semiconductor en circuitos integrados, tales como diodos, transistores y condensadores MOS, que tienen polarización inversa en la unión PN en funcionamiento.

20 Otro objeto más de esta invención es proporcionar un método por el que puede formarse fácilmente una capa de pasivación que tiene buenas características, bajo un control preciso y sencillo.

25 Según un aspecto de esta invención, un dispositivo semiconductor comprende una única capa cristalina

semiconductora, por ejemplo un sustrato de semiconductor de silicio, y una capa de silicio policristalino, formada sobre la única capa cristalina semiconductora, que contiene de 2 a 45 por ciento de oxígeno, y preferiblemente de 14 a 35 por ciento atómico. En esta Memoria descriptiva, el "tanto por ciento atómico" se define como $\frac{Y}{x + y}$ (100), donde, en una molécula, x es el número de átomos de silicio e y es el número de átomos de oxígeno. Por medio de esta disposición, el voltaje de ruptura de la unión puede aumentarse mucho, y puede eliminarse la influencia de un campo eléctrico exterior. También puede aumentarse sustancialmente la fiabilidad o seguridad de funcionamiento. Pueden reducirse también las fugas por corriente inversa. Las características de ruido pueden mejorarse mucho también, y, además, puede impedirse la distorsión térmica.

Es preferible que el tamaño medio de grano del silicio policristalino sea inferior a 1000 angstroms, por ejemplo situado en el intervalo de entre 100 y 1000 angstroms, y que el silicio policristalino contenga granos que tienen un tamaño inferior a 1000 angstroms, por ejemplo, en el intervalo de entre 100 y 1000 angstroms. No existirá sustancialmente nada de SiO_2 entre el sustrato semiconductor de silicio y la capa de silicio policristalino.

Los objetos, las características y ventajas anteriores, y otras, de la invención, se pondrán de manifiesto en las siguientes descripciones más particulares de realizaciones preferidas de la invención, tal como se
5 ilustran en los dibujos anexos.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Las Figuras 1A a 1F ilustran la secuencia de las operaciones implicadas en la fabricación de un dispositivo transistor según esta invención.
10

La Figura 2 es una vista en corte de un transistor según una realización de esta invención.

La Figura 3 es un croquis de un Aparato de deposición de vapor químico usado en esta invención, y
15

la Figura 4 es una gráfica que indica los resultados de los ensayos de diversos transistores que tienen capas de pasivación, y es una representación gráfica de I_{CBO} en función de V_{CB} .

DESCRIPCION DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

20

Una realización de esta invención, aplicada a un transistor, se describirá con referencia a los dibujos.

En primer lugar se describirá un método para fabricar el transistor 1 con referencia a las Figuras 1A a 1F.
25

Puede usarse un sustrato semiconductor 2 que tiene un silicio de tipo N con inferior concentración de impureza, o un sustrato semiconductor de tipo N que tiene una concentración superior y que tiene una región semiconductor de tipo N con una concentración inferior de impureza, desarrollada epitaxialmente sobre el sustrato semiconductor de tipo N. Sobre el sustrato semiconductor 2 está formada una capa 16 de SiO_2 , por un método convencional de oxidación térmica o por el método de desarrollo a partir de la fase vapor. En la capa de SiO_2 están formadas las aberturas 14 y 15. A través de estas aberturas se difunden impurezas de tipo P en el sustrato semiconductor 2, para formar una región semiconductor 3 de tipo P como región de base, y una región semiconductor 5 de tipo P como anillo de protección en la misma. Durante la operación de difusión se forman capas de SiO_2 en las aberturas por oxidación térmica. Como se muestra en la Figura 18, la abertura 17 se forma en la capa de SiO_2 que se extiende sobre la región semiconductor 3 de tipo P. Se difunden impurezas de tipo N en la región semiconductor 3 de tipo P para formar la región semiconductor 4 de tipo N en la misma.

Como se muestra en la Figura 19, la capa de SiO_2 se quita del sustrato semiconductor 2 por medio de una operación de ataque químico. Sobre el sustrato semi-

conductor 2 descubierto se extienden en forma de capa silicio policristalino y una pequeña cantidad de átomos de oxígeno, formando la capa 7 de silicio policristalino que contiene oxígeno.

5 Como se muestra en la Figura 10, la capa 7 de silicio policristalino que tiene un espesor previamente determinado se forma sobre el sustrato semiconductor 2 por el método antes citado de desarrollo a partir de la fase vapor, para cubrir la parte descubierta de la
10 unión PN 6. El espesor de la capa 7 de silicio policristalino está preferiblemente en el intervalo de 1000 angstroms a 2 micras. Puede lograrse un mejor efecto de pasivación para espesores de más de 5000 angstroms. Sin embargo, con espesores de más de 2 micras, las esquinas de
15 los electrodos están más expuestas a romperse. La capa 7 de silicio policristalino contiene oxígeno en un intervalo de 2 a 45 por ciento atómico. Desde el punto de vista de la pasivación, es preferible que el espesor de la
20 capa 7 de silicio policristalino sea lo más grande posible. La capa 7 de silicio policristalino es lo bastante amplia para cubrir la parte descubierta de la unión PN 6 y el área ampliada de la capa de empobrecimiento formada cuando la unión 6 PN tiene polarización inversa. Como se muestra en la Figura 1E, se forman capas 9 de SiO_2 sobre
25 la capa 7 de silicio policristalino, por el método de

desarrollo a partir de la fase vapor. En las capas 9 de SiO_2 se forman las aberturas 10 y 11 por el método convencional de ataque fotoquímico. Las aberturas 10 y 11 se rellenan con un electrodo de base 12 y un electrodo emisor 13, como se muestra en la Figura 1F.

Puesto que la capa 9 de SiO_2 se forma en forma de un óxido sobre la capa 7 de silicio policristalino, pueden mejorarse las propiedades de resistencia al agua y de reducir las cargas eléctricas almacenadas, en comparación con el caso en que la capa 7 de silicio policristalino está al descubierto en un dispositivo semiconductor. Ya que se forma una capa doble por la capa de silicio policristalino que contiene oxígeno y la capa de SiO_2 , un dispositivo semiconductor no está afectado por las cargas eléctricas existentes en la capa de SiO_2 , en contraposición con el dispositivo semiconductor convencional. Se cree que la razón de esto es que las cargas eléctricas no pueden atravesar la capa 7 de silicio policristalino que contiene oxígeno que está interpuesta entre la capa de SiO_2 9 y el sustrato semiconductor 2.

Alrededor de la región semiconductor 3 de tipo P se forma, por el método de difusión, una región semiconductor 5 de tipo P que sirve como anillo protector. Cuando se aplica un voltaje de polarización inversa a la unión PN 6, se forma una capa de empobrecimiento

junto a una unión PN 6, entre la región semiconductor
3 de tipo P y el sustrato semiconductor 2. La región
semiconductor 5 de tipo P está tan alejada de la re-
gión semiconductor 3 de tipo P que la capa de empobre-
5 cimiento así formada puede prolongarse a la región hasta
la región semiconductor 5 de tipo P. La combinación de
esta disposición y la capa de silicio policristalino da
como resultado el que aumente mucho el voltaje de ruptu-
ra en la unión PN 6.

10 En la Figura 2 se muestra otra realización.
En la Figura 2, la unión PN 8 está cubierta directamente
por la capa 9 de SiO_2 . La razón por la que la capa 9 de
 SiO_2 está aplicada directamente sobre la parte descubier-
ta de la unión PN 8 es que puede aumentarse h_{FE} durante
15 la polarización directa de la unión PN 8.

En las realizaciones antes citadas puede for-
marse una capa intermedia que tiene buena resistividad a
la humedad, por ejemplo una capa de aluminio, entre la
capa de silicio policristalino y la capa de SiO_2 .

20 La formación de la capa 7 de silicio policris-
talino se describirá con referencia a la Figura 3. Un gas
mixto de monosilano SiH_4 del depósito 21 y monóxido de
dinitrógeno N_2O del depósito 22 se introducen, a través
de válvulas adecuadas, en el aparato 20 de desarrollo a
25 partir de la fase vapor, que contiene el sustrato semicon-

ductor 2. A través del aparato se introduce el nitrógeno gaseoso del depósito 23, que sirve como gas portador, a un caudal constante de 25 l/min, y el monosilano SiH_4 se introduce en el aparato a un caudal constante de 30
5 cm^3/min . El caudal del N_2O se varía tomando valores de caudal de 0, 10, 20, 30, 150, 300 y 1200 cm^3/min .

El sustrato semiconductor se calienta en el intervalo de temperatura de 600 a 750°C, por ejemplo 650°C, para el crecimiento de la capa en el aparato. Como la tem-
10 peratura de crecimiento es relativamente baja, hay poca posibilidad de que las impurezas del sustrato semiconductor lleguen a impurificar la capa 7 de silicio policristalino.

Para temperaturas inferiores a 600°C, la ve-
15 locidad de crecimiento es demasiado baja para la fabricación práctica. Asimismo, a temperaturas por encima de aproximadamente 800°C, la velocidad de desarrollo es demasiado alta, y es muy difícil el control del espesor de la capa 7 de silicio policristalino, y también el tamaño
20 de grano se hace demasiado grande para lograr las características deseables.

Se deposita silicio policristalino sobre el sustrato semiconductor por la descomposición térmica del monosilano. Al mismo tiempo, el oxígeno derivado del N_2O
25 se mezcla de modo casi uniforme en el silicio policris-

talino. Así pues, sobre los sustratos semiconductores 2 pueden formarse incluso hasta siete capas 7 diferentes de silicio policristalino, que contienen diferentes proporciones de oxígeno, que corresponden a los siete caudales distintos de 0, 10, 20, 30, 150, 300, y 1200 cm³/min del N₂O gaseoso. Después, se forman las capas 9 de SiO₂ sobre las capas 7 de silicio policristalino.

La relación entre la concentración de oxígeno y la relación de caudal de N₂O al de SiH₄ se muestra en la Tabla 1 siguiente:

TABLA 1

	<u>Proporción de N₂O/SiH₄</u>	<u>Concentración de oxígeno (% atómico)</u>
15	0	0 - 1,0
	1/3	26,8
	2/3	34,8
	1	36,4
20	5	48,6
	10	54,7
	40	66,1

Los caudales anteriores de N₂O corresponden respectivamente a caudales de 0, 10, 20, 30, 150, 300 y 1200 cm³/min.

Los resultados anteriores se obtuvieron con un microanalizador de rayos X que tenía un voltaje de aceleración de 10 kV y un diámetro del haz de 1 micra. La concentración de oxígeno en tanto por ciento atómico
5 aumenta con el logaritmo de la proporción N_2O/SiH_4 . El oxígeno se distribuyó uniformemente en todas las capas de silicio policristalino y no estaba aislado. La velocidad de crecimiento del silicio policristalino disminuía al aumentar el caudal de N_2O y al disminuir la temperatura de crecimiento.
10

Para capas de silicio policristalino que contenían oxígeno en concentraciones inferiores a 2 por ciento atómico, se fué alcanzando gradualmente la propiedad de una capa de silicio policristalino puro. La corriente inversa que circulaba a través de la capa de silicio policristalino que contenía menos de 2 por ciento atómico se aproximaba gradualmente a la de una capa de silicio policristalino puro. Las capas de silicio policristalino que contenían oxígeno en concentraciones
15 superiores a 45 por ciento atómico mostraban una inestabilidad tan grande como la capa de SiO_2 . Por consiguiente, la invención requiere que la concentración de oxígeno esté en el intervalo de 2 a 45 por ciento atómico. Desde el punto de vista de las propiedades que se citan más
20 adelante, y particularmente la fiabilidad, es preferible
25

que la concentración de oxígeno esté en el intervalo de 14 a 35 por ciento atómico, es decir que la proporción del N_2O/SiH_4 esté en el intervalo de 1/6 a 1/3.

Las medidas de difracción electrónica mostraron que el tamaño de grano del cristal de la capa 7 de silicio policristalino era de aproximadamente 500 angstroms. El tamaño de grano del silicio policristalino puro está comprendido entre 2 ó 3 micras y el tamaño de grano de la sustancia amorfa, según el estado de crecimiento. El silicio policristalino tiende a ser más amorfo al aumentar la concentración de oxígeno. Es preferible que el tamaño medio de grano sea inferior a 1000 angstroms, por ejemplo de entre 100 y 1000 angstroms. Es preferible que la capa de silicio policristalino contenga cristales de silicio con tamaño de grano inferiores a 1000 angstroms, por ejemplo en el intervalo de 100 a 1000 angstroms en cuanto sea posible.

En las medidas de absorción infrarroja se observaron, en forma superpuesta, un máximo de absorción a una longitud de onda de 9,0 micras y un máximo de absorción ancho a longitudes de onda comprendidas entre 9,3 y 10,0 micras. Un cristal único de silicio que contiene oxígeno absorbe rayos infrarrojos que tienen longitudes de onda de 9,0 micras, el SiO_2 absorbe rayos infrarrojos que tienen longitudes de onda de 9,3 micras, y el SiO

absorbe rayos infrarrojos que tienen longitudes de onda de 10,0 micras. El máximo de absorción ancho a las longitudes de onda comprendidas entre 9,3 y 10,0 micras se desplazaba de 9,7 micras (para $N_2O/SiH_4 = 1/3$) a 9,4 micras (para $N_2O/SiH_4 = 10$) al aumentar la concentración de oxígeno. Con el tratamiento térmico a 1100°C durante 30 minutos, el máximo de absorción ancho se hacía más acusado y se desplazaba hacia el lado que tenía longitudes de onda cortas. Así pues, el máximo ancho de absorción desaparecía. Se observó un sólo máximo de absorción a longitud de onda de 9,0 micras para una proporción de $N_2O/SiH_4 = 1/3 - 1$. Con el posterior aumento de N_2O , se observó que los máximos de absorción a longitudes de onda de 9,0 micras y 9,3 micras estaban en forma superpuesta.

De los hechos antedichos se deduce que penetra suficiente oxígeno en los granos del silicio policristalino y que existe un compuesto intermedio entre el SiO_2 y el SiO alrededor de los granos. Además, de los hechos anteriores se deduce que la penetración de oxígeno en el silicio policristalino puede favorecerse por el tratamiento térmico cuando es más baja la concentración de oxígeno. Las medidas de absorción de radiación visible y de absorción de rayos ultravioleta mostraron que el borde de absorción en que la transmisividad es cero se desplazó ha-

5 cia el lado de la longitud de onda más corta al aumentar la concentración de oxígeno. De esto se deduce que la capa 7 de silicio policristalino no es una simple mezcla de Si y SiO₂, sino que el oxígeno está distribuido casi uniformemente en toda la masa del silicio policristalino.

10 El índice de refracción se midió por medio de un elipsómetro. El índice de refracción del silicio policristalino puro ($N_2O/SiH_4 = 0$) era de aproximadamente 4, y el del SiO₂ ($N_2O/SiH_4 > 40$) era de aproximadamente 1,45, si la concentración de oxígeno es de 66,7 por ciento atómico (en el SiO₂). Se encontró que el índice de refracción del silicio policristalino disminuía gradualmente al aumentar la concentración de oxígeno, en 15 el intervalo de desde aproximadamente 4 a aproximadamente 1,45. La capa 7 de silicio policristalino se hacía similar a la capa de SiO₂ a concentraciones de oxígeno de más de 45 por ciento atómico. Por consiguiente, no es deseable que la concentración de oxígeno sea superior a 45 20 por ciento atómico. Esto se observa también por el hecho de que la resistividad aumenta con la concentración de oxígeno. Por ejemplo, la resistividad de la capa 7 de silicio policristalino es de aproximadamente $3 \times 10^8 - 1 \times 10^{11}$ ohmios.cm para proporciones de N_2O/SiH_4 entre 1/3 y 1. 25 Este valor se encuentra entre la resistividad del silicio

policristalino puro (3×10^6 ohmios.cm) y la del Si_3N_4 .

A continuación se describen las características eléctricas del transistor 1 tal como se ha construido anteriormente.

5

Voltaje de ruptura

El voltaje de ruptura es el más alto a un tanto por ciento atómico de oxígeno = 0. Tiende a disminuir al aumentar el oxígeno. Los voltajes de ruptura son
10 d aproximadamente 500 V a tantos por ciento atómicos de oxígeno de 27,5, 32,5 y 36,5. Pero los voltajes de ruptura disminuyen en un 20%, o sea son de aproximadamente 400 V, a porcentajes atómicos de oxígeno de 47,5 y de 55. También el voltaje de ruptura es de aproximadamente 400V
15 empleando SiO_2 como capa de pasivación.

Fugas de corriente inversa

Se aplicó un voltaje de polarización inversa V_{CB} a la unión PN ó, entre el colector y la base, para
20 medir las fugas de corriente inversa I_{CBO} que circulaban a través del colector y la base, y en la Figura 4 se ilustran los resultados experimentales obtenidos. Se deduce de estos datos que la intensidad de las fugas de corriente inversa I_{CBO} se reducía mucho cuando se usaba el silicio
25 policristalino que contenía oxígeno, en comparación con

el caso en que se usaba silicio policristalino puro.

I_{CBO} es máxima a un tanto por ciento atómico de oxígeno = 0. Era muy pequeña en el intervalo de tanto por ciento atómico de oxígeno de 14 a 36,5.

5 Cuando, por ejemplo, se usaba silicio policristalino puro, o cuando la concentración de oxígeno era inferior a 2 por ciento atómico, I_{CBO} era 0,35 microamperios a $V_{CB} = 350$ V. Pero cuando la concentración de oxígeno era superior a 2 por ciento atómico, y especialmente superior a 14 por ciento atómico, I_{CBO} era 0,01 microamperios a un V_{CB} por debajo de 500 voltios, y quedaba casi inalterada a un voltaje inferior al de rotura.

10

Se considera que la razón por la que se redujo I_{CBO} era que se reduce la movilidad de los soportes en el silicio policristalino a causa del contenido predeterminado de oxígeno, o que la resistencia del silicio policristalino que contiene oxígeno en cantidad previamente determinada es mucho mayor que la del silicio policristalino puro.

15

La resistencia se hace grande a un tanto por ciento atómico de oxígeno mayor o igual que 48,6, porque las características de esta capa policristalina son las mismas que las del SiO_2 , y se induce una función de memoria indeseable por las cargas positivas existentes en el SiO_2 . Esto hace que se forme una capa de inversión en la

20

25

superficie del sustrato.

Estabilidad del factor de amplificación

La amplificación h_{FE} era el menor a un tanto
5 por ciento atómico de oxígeno = 0, y el mayor a un tanto
por ciento atómico de oxígeno en el intervalo de entre
48,6 y 66,1. Era intermedio entre el menor y el mayor tan-
to por ciento atómico de oxígeno, en el intervalo entre
26,8 y 36,4. Aumentó empleando un recocido con hidrógeno
10 a 400°C. El aumento era menor para el transistor 1 que
para transistores convencionales usando sólo una capa de
SiO₂. Por consiguiente, el transistor 1 tiene una estabi-
lidad superior.

15 Estabilidad frente a un campo eléctrico exterior

A concentraciones de oxígeno entre 2 y 45 por
ciento atómico, los átomos de oxígeno están distribuidos
casi uniformemente en los granos del silicio policrista-
lino. A concentraciones de oxígeno superiores a 45 por
20 ciento atómico, los granos están envueltos en SiO₂. Como
resultado, los granos actúan como electrodos flotantes.
Por esta razón, pueden retenerse cargas eléctricas cuando
se aplica un voltaje exterior. Las características de la
superficie de la capa de silicio policristalino se hacen
25 inestables. Como resultado, disminuye el voltaje de rup-

tura o la función como capa aislante para el sustrato semiconductor.

5 La capa de SiO_2 con un espesor de 2000 angstroms se forma sobre una capa de silicio policristalino con un espesor de 5000 angstroms, y se aplica un voltaje V_G entre la capa de SiO_2 y el sustrato semiconductor. En una estructura MOS normal, una curva característica C-V tiene una forma de $\frac{1}{C}$. No obstante, cuando la capa de silicio policristalino está entre la capa de SiO_2 y el
10 sustrato semiconductor, la capacitancia C queda casi inalterada. La superficie de separación entre el sustrato semiconductor y la capa de silicio policristalino difícilmente es afectada por campos eléctricos exteriores, y por ello puede obtenerse un transistor fiable.

15

Fiabilidad o seguridad de funcionamiento

Para la pasivación, se formaron algunas capas policristalinas que contenían diferentes cantidades de oxígeno sobre la unión entre la base y el colector. Estas
20 muestras se sometieron a ensayos de fiabilidad a 100°C con voltajes de 350V de corriente continua durante 1008 horas. Después de estos ensayos se midió la I_{CBO} . Se considera que el aparato o dispositivo que tiene una I_{CBO} de más de 1 microamperio debe desecharse. En estos experimentos,
25 el porcentaje de rechazos usando una capa de silicio

policristalino que contenía 45 por ciento atómico se redujo a 1/7 en comparación con el caso de usar SiO₂.

5 Especialmente, al tanto por ciento de rechazos usando menos de 35 por ciento atómico se reduce aún más a aproximadamente 1/20 del que se tiene usando SiO₂. Como el coeficiente de dilatación térmica de la capa de silicio policristalino es casi igual al del sustrato semiconductor, el contacto entre la capa de silicio policristalino y el sustrato semiconductor no se afecta por la distorsión térmica, y la unión PN no se distorsiona térmicamente, lo que evita el deterioro de las características de los transistores.

10 Aunque se ha descrito una realización de esta invención, ha de entenderse que son posibles diversas modificaciones con base en el concepto técnico de esta invención.

20 Por ejemplo, es posible la conversión del tipo de conductividad. Después de que el silicio policristalino se deposita sobre el sustrato semiconductor, la capa de silicio policristalino puede tratarse térmicamente a 900°C para lograr más estabilidad. Los átomos de oxígeno pueden distribuirse de modo más uniforme en los granos de silicio policristalino. Puede reducirse la influencia de los campos eléctricos exteriores. Las concentraciones de oxígeno pueden ser diferentes localmente en la capa

de silicio policristalino, en el intervalo de 2 a 45 por ciento atómico.

5 En lugar de N_2O , pueden usarse NO_2 ó NO para suministrar oxígeno a la capa de silicio policristalino. El caudal de NO_2 ó NO pueden controlarse para obtener la concentración de oxígeno preferible. Pueden usarse O_2 ó vapor de H_2O en lugar de N_2O . El N_2O , NO ó NO_2 pueden controlarse más fácilmente para obtener la concentración preferible de oxígeno.

10 Además, en lugar de SiH_4 puede usarse halogenuro de silicio, por ejemplo $SiCl_4$. Sin embargo, se requiere una temperatura superior de desarrollo ($1100^\circ C$) para el $SiCl_4$. Por consiguiente, es preferible usar SiH_4 .

15 Naturalmente, la invención puede aplicarse a un diodo. Se forma una capa de silicio policristalino sobre el diodo para cubrir la porción descubierta de la unión PN del diodo. Se midió el voltaje de ruptura del diodo en que la proporción N_2O/SiH_4 era igual a 1. El voltaje de ruptura dependía de la profundidad de la región semiconductor de tipo P formada sobre el sustrato semiconductor de tipo N, con resistividad de 60 a 80 ohmios.cm. El voltaje de ruptura era de 640 a 900V para una profundidad de 20 a 35 micras.

20 Como la capa de silicio policristalino según esta invención se forma sobre uniones PN con polarización

inversa, esta invención puede aplicarse también a un elemento condensador del tipo de la unión PN. También puede aplicarse esta capa de silicio policristalino a una capa aislante de un condensador MOS.

5 Según esta invención, como la capa de silicio policristalino contiene 2 a 45 por ciento atómico, la carga eléctrica no está fijada, al contrario que una capa de SiO_2 del transistor convencional. El voltaje de ruptura puede aumentarse mucho. Al mismo tiempo, el transistor de esta invención no es afectado por un campo
10 eléctrico exterior.

 Además, la resistencia de la capa de silicio policristalino puede aumentarse con 2 a 45 por ciento atómico de oxígeno, y la intensidad de fugas puede reducirse mucho en comparación con un transistor en que se
15 usa una capa de silicio policristalino puro. Asimismo, pueden mejorarse mucho las características de h_{FE} y de ruido. Como el coeficiente de dilatación térmica de la capa de silicio policristalino es casi igual al de la capa cristalina única del semiconductor, el contacto entre
20 ellas no se deteriora a causa de la distorsión térmica.

 Aunque esta invención se ha descrito con respecto a realizaciones preferidas, no ha de limitarse a ellas, ya que pueden hacerse cambios y modificaciones
25 que caen dentro del objeto buscado, definido por las rei-

vindicaciones anexas.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Japón, el 30 de Marzo de 1974, bajo el número 36175/74, 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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un dispositivo semiconductor que comprende un sólo sustrato cristalino semiconductor, caracterizado porque se forma una capa de silicio policristalino que contiene oxígeno en el intervalo entre 2 y 45 por ciento atómico sobre dicho único sustrato cristalino semiconductor.

2ª.- Un dispositivo semiconductor según la

reivindicación 1ª, caracterizado porque dicha capa de silicio policristalino se forma de modo que cubre una capa de transición que se extiende a partir de dicha unión.

5
3ª.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se forman al menos una primera unión que se dota de polarización inversa durante el funcionamiento y al menos una segunda unión que se dota de polarización directa durante el funcionamiento en dicho único sustrato cristalino semiconductor, la parte descubierta de dicha primera unión está cubierta por dicha capa de silicio policristalino, una capa de dióxido de silicio, y la parte descubierta de dicha segunda unión está cubierta por dicha capa de dióxido de silicio.
10
15

4ª.- UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR.

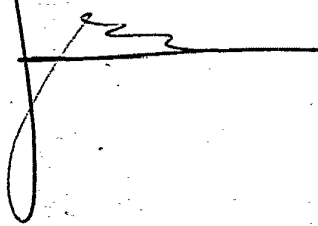
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

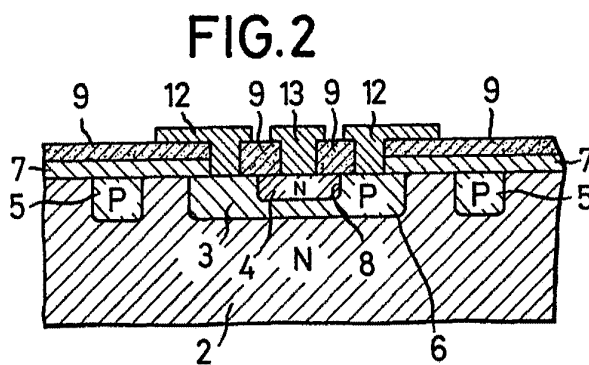
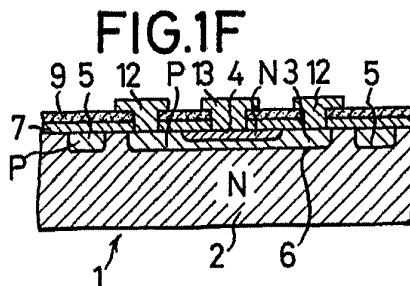
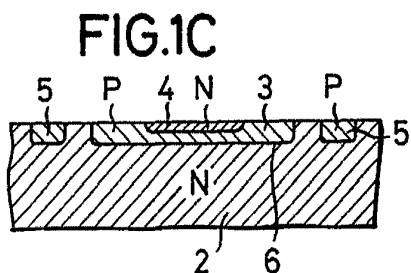
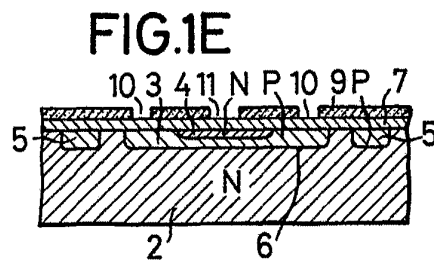
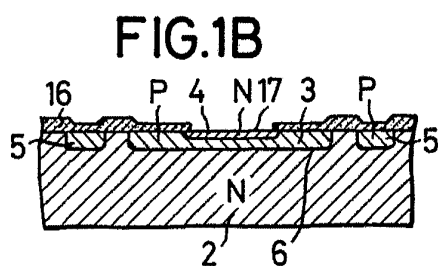
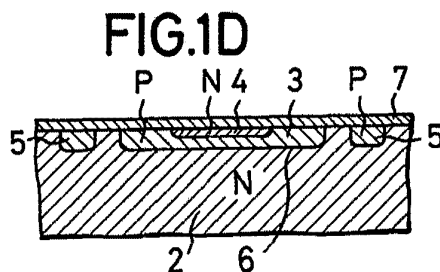
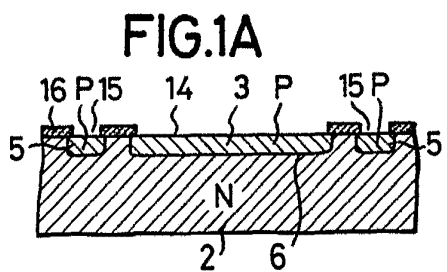
Esta Memoria consta de veintiseis hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

Madrid; 23. AGO. 1976

P.A.

Fernando de Eizaburu
Por Feder.





Fernando de Elizaburu

Por Poder.

FIG. 3

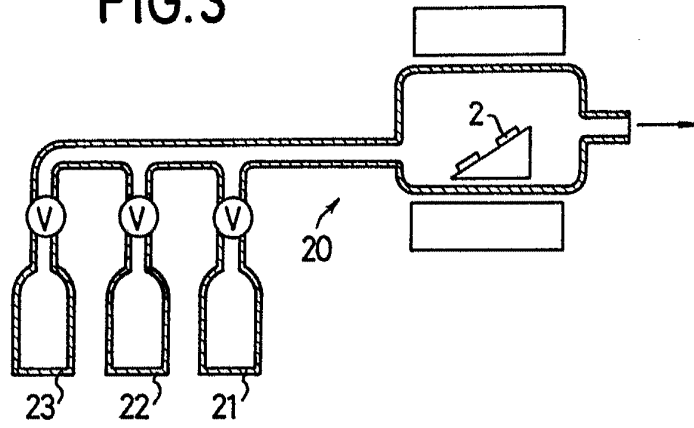
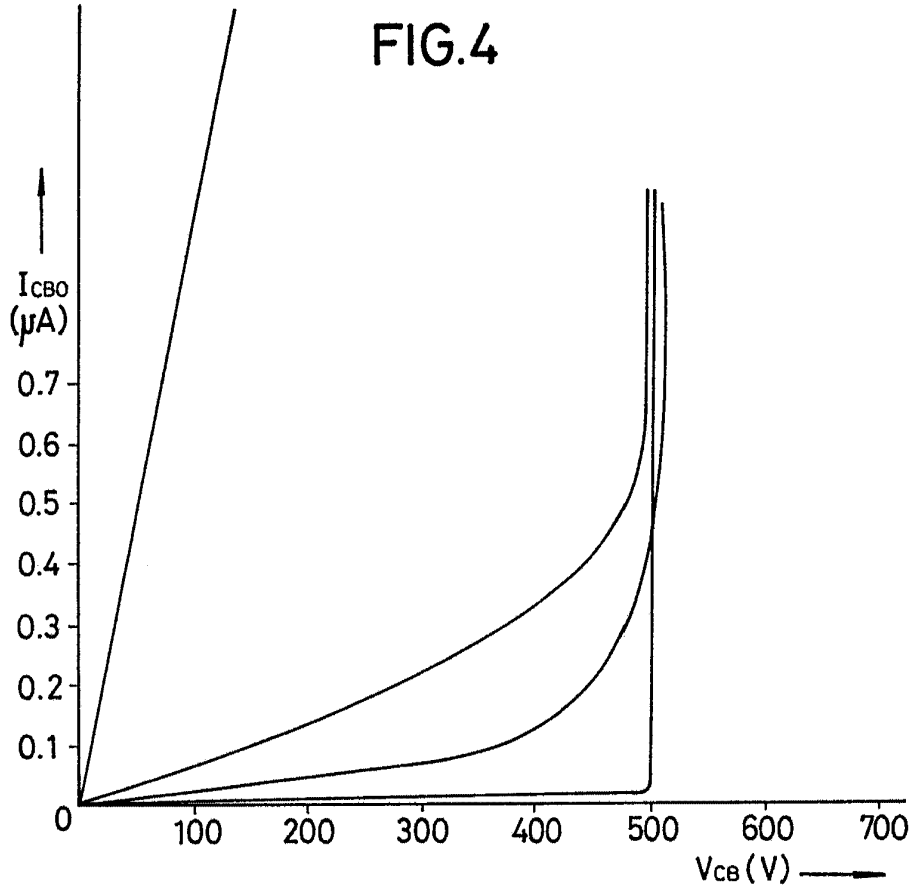


FIG. 4



Fernando de Elcáburu
Pdr. F. (CS)