

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 544**

51 Int. Cl.:

H01L 29/872 (2006.01)
H01L 29/78 (2006.01)
H01L 29/739 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01)
H01L 21/329 (2006.01)
H01L 29/40 (2006.01)
H01L 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2012 PCT/US2012/069440**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2013 WO13103491**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12864072 (9)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 2801114**

54 Título: **Dispositivo semiconductor con estructura de terminación mejorada para aplicaciones de alto voltaje y su procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

04.01.2012 US 201213343435

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2021

73 Titular/es:

**VISHAY GENERAL SEMICONDUCTOR LLC
(100.0%)
100 Motor Parkway Suite 135
Hauppauge, NY 11788, US**

72 Inventor/es:

**LIN, YIH-YIN;
LIN, PAI-LI y
HSU, CHIH-WEI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 812 544 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo semiconductor con estructura de terminación mejorada para aplicaciones de alto voltaje y su procedimiento de fabricación

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere en general a un dispositivo semiconductor, y más particularmente a una estructura de terminación para un dispositivo MOS de canal. La presente invención se refiere además a un diodo Schottky y a un procedimiento para formar un dispositivo semiconductor.

Antecedentes

- 10 El documento US 8 017 494 B2 muestra en la Figura 1 un dispositivo semiconductor que incluye una región activa 10 y una región de terminación 12. La región activa 10 incluye al menos un canal de puerta 14 que se extiende a través de la región de base 16 hasta la región de deriva 18. El óxido de puerta 20 se forma en las paredes laterales de canal de puerta 14, se forma un óxido grueso 22 en la parte inferior del canal de puerta 14, y se forma un electrodo de puerta 24 dentro del canal 14. La región de terminación 12 incluye cuatro canales de terminación separados 36 que rodean la región activa 10. Cada canal de terminación 36 incluye un cuerpo de dióxido de silicio 38 que recubre la superficie inferior y las paredes laterales de la misma. Los separadores conductivos de polisilicio 59 están ubicados a lo largo de las paredes laterales de cada canal de terminación 36 y otro cuerpo de dióxido de silicio 40 superpone los espaciadores de polisilicio 59 para llenar el resto de los canales de terminación.

- 20 Convencionalmente, un diodo Schottky incluye un sustrato semiconductor fuertemente dopado, típicamente hecho de silicio de cristal único. Una segunda capa cubre el sustrato. La segunda capa, llamada región de deriva, está menos dopada con impurezas que tienen portadores del mismo tipo conductor que el sustrato. Una capa metálica o una capa de silicio metálico forma un contacto de Schottky con la región de deriva ligeramente dopada y forma el ánodo de diodo.

- 25 Surgen dos restricciones opuestas al formar un componente unipolar, como un diodo Schottky. En particular, los componentes deben exhibir la menor resistencia posible en estado (Ron) mientras tienen un alto voltaje de ruptura. Minimizar la resistencia en el estado impone minimizar el grosor de la capa menos dopada y maximizar el dopaje de esta capa. Por el contrario, para obtener un alto voltaje de ruptura inversa, se debe minimizar el dopaje de la capa menos dopada y se debe maximizar su grosor, evitando la creación de áreas en las que las superficies equipotenciales estén fuertemente dobladas.

- 30 Se han proporcionado varias soluciones para conciliar estas restricciones opuestas, lo cual ha llevado al desarrollo de estructuras de diodos Schottky de capacitancia MOS de canal, que se denominan diodos Schottky de barrera MOS Trench (TMBS). En un ejemplo de tales dispositivos, se forman regiones de canales en la parte superior de una capa de deriva gruesa que está menos dopada con impurezas del mismo tipo de conductividad que el sustrato subyacente. Las regiones de canales están llenas de una estructura MOS. Una capa de metal anódico se evapora para cubrir toda la superficie y forma un contacto Schottky con la región de deriva subyacente.

- 35 Cuando se polariza inversamente, las áreas conductoras aisladas ocasionan un agotamiento lateral de la carga en la región de deriva, lo cual modifica la distribución de las superficies equipotenciales en esta capa. Esto permite aumentar el dopaje de la región de deriva y, por lo tanto, reducir la resistencia en estado activado sin ningún efecto adverso sobre el voltaje de ruptura inversa.

- 40 Un tema clave para lograr un rectificador Schottky de alto voltaje es el diseño de su región de terminación. Al igual que con cualquier diseño de voltaje, la región de terminación es propensa a campos eléctricos más altos debido a la ausencia de autoprotección de múltiples células y al efecto de curvatura. Como resultado, el voltaje de ruptura se reduce drásticamente respecto a su valor ideal. Para evitar esta reducción, la región de terminación debe diseñarse para reducir la aglomeración del campo eléctrico en el borde del dispositivo (cerca de la región activa). Los enfoques convencionales para reducir la aglomeración de campos eléctricos incluyen estructuras de terminación con regiones de oxidación local de silicio (LOCOS), placas de campo, anillos de protección, canales y varias combinaciones de los mismos. Por ejemplo, en algunos dispositivos se han empleado múltiples canales de anillo de protección. Un ejemplo de un diodo Schottky que incluye una región de terminación convencional se muestra en la patente de EE. UU. n.º 6 396 090 y el miembro de su familia EP 1 191 603 A2.

- 50 La Figura 1 muestra una vista en sección transversal simplificada de las regiones activas y de terminación de un diodo Schottky TMBS del tipo que se muestra en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º US 2011/0227151 A1. La región activa incluye un sustrato semiconductor 100B que está fuertemente dopado con un dopante de un primer tipo de conductividad (por ejemplo, tipo n+). Se forma una primera capa 100A sobre el sustrato 100B y se dopa más ligeramente con un dopante del primer tipo de conductividad (por ejemplo, tipo n-). Los canales 110 (solo uno de los cuales se muestra) se forman en la primera capa 100A. Los canales 110 están recubiertas con una capa aislante 125 y rellenas con un material conductor 140 tal como polisilicio dopado. Se forma una capa metálica 165 sobre las superficies expuestas del material conductor 140 y la primera capa 100A, formando así un

contacto Schottky 160 en la interfaz entre la capa metálica 165 y la primera capa 100A. Un electrodo de cátodo (no mostrado) está ubicado en la parte posterior del sustrato semiconductor 100B.

5 La región de terminación del diodo Schottky TMBS que se muestra en la Figura 1 incluye un canal de terminación 120 que se extiende desde el límite 112 con la región activa hacia un borde del sustrato semiconductor 100B. Se forma una puerta MOS 122 en una pared lateral de la región de terminación adyacente al límite 112 con la región activa. La puerta MOS 122 incluye un material aislante 128 y un material conductor 122. El material aislante 128 recubre la pared lateral contra la cual se encuentra la puerta 122 MOS y la parte de la primera capa 100A adyacente a la pared lateral. Un material conductor 122 cubre el material aislante 128. Una capa de óxido de terminación 150 se forma en el canal de terminación 120 y se extiende desde la puerta MOS 122 hacia el borde del dispositivo. La
10 La capa de metal 165 ubicada en la región activa se extiende dentro de la región de terminación y cubre la puerta MOS 122 y una parte de la capa de óxido de terminación 150 para definir así una placa de campo.

Desafortunadamente, para aplicaciones de alto voltaje, estos diseños convencionales para la región de terminación han tenido un éxito limitado porque la distribución del campo eléctrico en la superficie de la región de terminación todavía está lejos de ser ideal. Debido a la longitud limitada de la región de deriva, el campo eléctrico aumenta rápidamente al final de la región activa debido a la asimetría. Como resultado, la ruptura del dispositivo está
15 dominada por la ruptura del borde.

El dispositivo convencional mostrado en la Figura 1 se ha llevado hasta 200 V, pero en este punto su rendimiento ya se está degradando debido a la ruptura temprana en la superficie de la región de terminación. En consecuencia, la fiabilidad de este diseño depende en gran medida de la posición final de la placa de campo 165 en las regiones de terminación. Normalmente, el proceso de grabado en húmedo de metal utilizado en la formación de la placa de campo 165 solo se puede controlar con una precisión de aproximadamente $\pm 6 \mu\text{m}$, y esta variabilidad puede tener un impacto significativo en el voltaje de bloqueo inverso del dispositivo. Por ejemplo, una placa de campo corto exagerará el campo eléctrico cerca de la esquina de la última célula activa, lo cual provocará una ruptura prematura. Por otro lado, una placa de campo más larga que se extiende hasta un punto cerca del espaciador remoto también puede degradar el voltaje de ruptura, al tiempo que ocasiona tensión mecánica en su extremo metálico alargado.
20
25

Tabla 1: Voltaje de ruptura versus longitud de placa de campo de metal de terminación TMBS convencional

Variación de longitud de metal extendida (μm)	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8
Voltaje de ruptura, $V_{br}(V)$	235	277	278	276	271	269	261
Fluctuación de ruptura (%)	-15,5	-0,72	-	-0,72	-2,52	-3,24	-6,14

La Tabla 1 muestra la variación en el voltaje de ruptura en función de la longitud de la placa de campo de metal. Los datos se obtuvieron de una simulación de una capa de deriva diseñada para dispositivos TMBS de alto voltaje de ruptura con un canal de terminación de $20 \mu\text{m}$. Cabe señalar que el voltaje de ruptura de la célula unitaria con los mismos parámetros de la región de deriva es de 375 V y, como muestra la tabla, el voltaje de ruptura más alto que se puede lograr con el diseño de terminación convencional es el 74% del valor ideal.
30

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo semiconductor que comprende una estructura de terminación según la reivindicación 1.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el dispositivo semiconductor es un diodo Schottky que incluye un sustrato semiconductor que tiene una pluralidad de dispositivos MOS de canal separados entre sí formados en una región activa del sustrato semiconductor. La segunda capa conductora se forma sobre la región activa para definir una o más barreras Schottky con una o más partes del sustrato ubicadas entre las adyacentes de los dispositivos MOS de canal. La segunda capa conductora se extiende como una placa de campo sobre una parte expuesta de la
40 puerta MOS y una parte de la capa de óxido de la estructura de terminación dispuesta en el canal de terminación y el canal de anillo de protección.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para formar un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 11.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 es una vista parcial simplificada de un diodo o rectificador Schottky TMBS convencional.

La Figura 2 muestra una vista en sección transversal de las regiones activas y de terminación de un diodo Schottky TMBS construido de acuerdo con la presente invención.

La Figura 3 muestra una comparación del voltaje de ruptura (BV) en función de las longitudes de metal del dispositivo mostrado en la Figura 2 y un TMBS convencional.

La Figura 4 muestra tanto el campo eléctrico a lo largo del eje y del modo de realización mostrado en la Figura 2 bajo una polarización inversa de 250 V como el campo eléctrico de un TMBS convencional.

Las Figuras 5-8 ilustran un ejemplo de los pasos del proceso que pueden emplearse para fabricar el dispositivo de la Figura 2.

- 5 La Figura 9 ilustra un modo de realización alternativo de la estructura de terminación con placas de campo de metal segmentadas.

Descripción detallada

10 Como se detalla a continuación, se proporciona una estructura de terminación que reduce los problemas mencionados anteriormente. La estructura incluye un canal de terminación, así como una o más células de canal adicionales que se extienden más allá del canal de terminación y actúan como anillos de protección. Una placa de campo de metal extendida cubre tanto el canal de terminación como el uno o más anillos de protección. Dicha estructura de terminación puede extender el límite de los perfiles de campo eléctrico, mientras que los anillos de protección adicionales pueden reducir aún más el impacto en la distribución del campo eléctrico que surge de las variaciones en la longitud de la placa de campo. Los resultados de la simulación se presentarán mostrando la influencia de hasta 4 anillos de protección en el voltaje de ruptura.

15 La Figura 2 muestra una vista en sección transversal de las regiones activas y de terminación de un diodo Schottky TMBS construido de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. La región activa incluye un sustrato semiconductor 110B que está fuertemente dopado con un dopante de un primer tipo de conductividad (por ejemplo, tipo n+). Se forma una primera capa 100A sobre el sustrato 100B y se dopa más ligeramente con un dopante del primer tipo de conductividad (por ejemplo, tipo n-). Los canales 110 (solo uno de los cuales se muestra) se forman en la primera capa 100A. Los canales 110 están recubiertos con una capa aislante 125 y rellenas con un material conductor 140 tal como polisilicio dopado. Se forma una capa metálica 165 sobre las superficies expuestas del material conductor 140 y la primera capa 100A, formando así un contacto de Schottky en la interfaz entre la capa metálica 165 y la primera capa 100A. Un electrodo de cátodo (no mostrado) está ubicado en la parte posterior del sustrato semiconductor 100B.

20 La región de terminación del diodo Schottky TMBS que se muestra en la Figura 2 incluye un canal de terminación 120 que comienza en el límite 112 con la región activa y se extiende hacia un borde del sustrato semiconductor 100B. Más allá del canal de terminación 120, más cerca del borde de la región de deriva 100A hay una o más células de canal 111 que forman parte de la región de terminación. En este ejemplo, se muestran dos de estas células de canal 111.

25 Una puerta MOS 122 se forma en una pared lateral del canal de terminación 120 adyacente al límite 112 con la región activa. La puerta MOS 122 incluye un material aislante 128 y un material conductor 123. El material aislante 128 recubre la pared lateral contra la cual se encuentra la puerta 122 MOS y la parte de la primera capa 100A adyacente a la pared lateral. El material conductor 123 cubre el material aislante 128.

30 Las células de canal 111 están recubiertas con una capa aislante 126 y rellenas con un material conductor 141 tal como polisilicio dopado. Se forma una capa 150 de óxido de terminación en el canal de terminación 120 y se extiende desde la puerta 122 MOS hacia el borde del dispositivo y sobre la pared lateral remota 113 del canal de terminación 120 y cubriendo los canales 111 del anillo de protección. La capa de metal 165 ubicada en la región activa se extiende dentro de la región de terminación y cubre el canal de terminación 120 así como los canales 111 del anillo de protección. La capa de metal 165, que sirve como placa de campo, puede extenderse más allá de los canales 111 del anillo de protección hacia el borde del dispositivo.

35 La Figura 3 ilustra la fluctuación del voltaje de ruptura bajo la influencia de varias longitudes de placa de campo de metal. El voltaje de ruptura ilustrado en la figura se muestra como un percentil del voltaje de ruptura ideal de una célula activa TMBS sin terminación. Las tres curvas pertenecen a tres dispositivos: dos para los modos de realización como en la Figura 2 pero con uno o cuatro canales de anillo de guardia. El otro tiene la terminación TMBS convencional como en la Figura 1. Como se puede ver, un canal de terminación combinado con múltiples canales de anillo de protección no solo puede mejorar el voltaje de ruptura sino que también reduce la sensibilidad del BV a las longitudes de metal. El voltaje de ruptura máximo en esta figura puede alcanzar el 94% de su valor ideal, mientras que la terminación convencional es solo del 75% en el valor más alto.

40 La Figura 4 compara los campos eléctricos a lo largo del eje y bajo una polarización inversa de 250 V para la estructura de terminación mostrada en la Figura 2 y la Figura 1. En el TMBS convencional, el campo de pico ocurre en la terminación del ánodo metálico. Como se puede observar, la adición de canales de anillo de protección extiende la distribución del campo y, por lo tanto, aumenta la capacidad inversa.

45 Una ventaja importante de la estructura mostrada en la Figura 2 es que su fabricación no requiere ningún paso de procesamiento adicional más allá de los utilizados para fabricar el dispositivo TMBS convencional que se muestra en la Figura 1. En comparación con la tecnología tradicional de terminación de bordes, no se requiere un control adicional de los procesos de difusión o configuraciones complejas de placas de múltiples campos. Por ejemplo, los

canales para los anillos de protección pueden formarse simultáneamente con canales en la región activa. Además, las capas aislantes 125 y 126 pueden formarse simultáneamente entre sí y los materiales conductores 140 y 141 pueden depositarse simultáneamente entre sí.

5 Un ejemplo de un procedimiento que puede emplearse para formar el diodo Schottky TMBS de la Figura 2 se describirá con referencia a las Figuras 5-8. En este ejemplo, el diodo Schottky y su estructura de terminación se forman simultáneamente, aunque no siempre es necesario.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de un sustrato semiconductor 100 que incluye una primera capa 100A que tiene un dopante de un primer tipo de conductividad (por ejemplo, tipo n-) y un sustrato base 100B que está más fuertemente dopado con un dopante de la primera conductividad tipo (por ejemplo, tipo n+). Se forma una capa de óxido 101 en el primer sustrato 100 A por deposición química de vapor (CVD), por ejemplo, hasta un espesor de aproximadamente 200 - 1000 nm (2000-10 000 angstroms). A continuación, se pone una fotorresistencia (no mostrada) sobre la capa de óxido 101 para definir una pluralidad de canales de región activa 110 en la región activa, un canal de terminación 120 en la región de terminación y canales de anillo de protección 111 después del canal de terminación. En este ejemplo, se muestran dos canales de anillo de protección, aunque un experto en la técnica reconocerá que se puede usar el mismo proceso para formar un dispositivo con cualquier número de canales de anillo de protección. Los canales 110 están separados entre sí por las mesas 115 y los canales de anillo de protección 111 están separados entre sí y el canal de terminación 120 por las mesas 116. En un ejemplo, cada uno de los canales de la región activa 110 tiene aproximadamente 0,2-2,0 micras en ancho. El canal de terminación 120 forma el límite desde el borde de la región activa hasta un borde del sustrato semiconductor 100 (o una matriz) y define la región de terminación. En un ejemplo, el canal de terminación 120 tiene un ancho de 12 μm y los canales de los anillos de protección tienen un ancho de 0,5 μm .

Con referencia a la Figura 6 después de la eliminación de la capa de óxido 101, se realiza un proceso de oxidación a alta temperatura para formar la capa de óxido de puerta 125. La capa de óxido de puerta 125, que en algunos ejemplos tiene un espesor entre aproximadamente 15 nm (150 angstroms) y 300 nm (3000 angstroms), se forma en las paredes laterales 110A, 120A y los fondos HOB, 120B del primer y el segundo canales 110, 120 y la superficie de la mesa 115. La capa de óxido de la puerta 125 también se forma en las paredes laterales 111A y 111B de los canales de anillo de protección 111. La capa de óxido de puerta 125 que recubre todos los canales diferentes puede formarse simultáneamente en un solo proceso. En lugar de un proceso de oxidación, la capa de óxido de puerta 125 puede formarse por deposición a alta temperatura para formar una capa de HTO (deposición de óxido a alta temperatura).

A continuación, también en referencia a la Figura 6 una primera capa conductora 140 está formada por CVD en el óxido de puerta 125 y llena los canales activos 110, el canal de terminación 120 y los canales de anillo de protección 111. La primera capa conductora 140 tiene un espesor tal que se extiende sobre las mesas 115 y 116. La primera capa conductora 140 puede ser cualquier material adecuado tal como un metal, polisilicio dopado o silicio amorfo dopado. La primera capa conductora 140 puede tener un grosor de aproximadamente 0,5 a 3,0 micras. Para evitar que se formen huecos en la parte interna de los canales 110, la primera capa conductora 140 puede ser polisilicio formado por un proceso LPCVD (CVD de baja presión), que tiene una buena cobertura de escalón. Sin embargo, en algunos casos, el silicio amorfo puede eliminar mejor los huecos que el polisilicio. Para hacer que el silicio amorfo sea conductor, se puede emplear un proceso de recristalización.

40 Con referencia ahora a la Figura 7 se realiza un ataque químico anisotrópico para eliminar el exceso de la primera capa conductora 140. Después de este proceso de ataque químico, se forma al menos una puerta 122 MOS con forma de espaciador a partir de un material conductor en la capa de óxido 125 que recubre la pared lateral del canal de terminación 120. Como se muestra, también se puede formar una puerta 122 MOS en la pared lateral opuesta del canal de terminación 120. En algunos ejemplos, la puerta 122 MOS en forma de espaciador tiene un ancho (a lo largo de la vista en sección transversal que se muestra) que es aproximadamente igual a la altura del canal de terminación 120.

A continuación se forma una capa dieléctrica 150 en la región de terminación usando un proceso de ataque químico. La capa dieléctrica 150 puede ser, por ejemplo, una capa TEOS tal como una capa LPTEOS o PETEOS o un O_3 - TEOS o HTO capa. En algunos ejemplos, el grosor de la capa dieléctrica 150 puede estar entre aproximadamente 0,2-1,0 micras. La capa dieléctrica 150 cubre parcialmente la puerta MOS 122 y el resto del canal de terminación 120, así como la capa de óxido 125 que cubre los canales de anillo de protección 111 y las partes de la primera capa 110A entre el canal de terminación 120 y los canales de anillo de protección 111.

55 A continuación, en la Figura 8 se realiza un proceso de pulverización catódica u otro proceso adecuado para depositar una capa conductora 165 sobre toda la estructura para formar regiones de contacto Schottky 115A en las mesas 115. La capa conductora 165 puede formarse a partir de cualquier material que pueda formar un diodo Schottky con la primera capa subyacente 100A. Por ejemplo, la segunda capa conductora 160 puede ser una capa de silicio metálico. Finalmente, un electrodo de cátodo 170 se deposita en la parte posterior del sustrato 100B.

La Figura 9 ilustra un modo de realización alternativo de la invención. La estructura principal es similar al modo de realización descrito en la Figura 2 excepto que el metal del ánodo está parcialmente grabado sobre la región del anillo de protección, formando placas de campo segmentadas como electrodos flotantes.

Ejemplo

5 A modo de ilustración, se especificarán diversas dimensiones y parámetros estructurales para un modo de realización particular de la invención que incluye cuatro anillos de protección. En este modo de realización, el canal de terminación 120 tiene un ancho que varía de 10 a 50 micras y una profundidad que puede ser igual o diferente a la profundidad de los canales 110 en la región activa. Dependiendo del diseño particular y las características deseadas del dispositivo (por ejemplo, capacidad de voltaje, velocidad, corriente de fuga), la profundidad del canal de terminación 120 puede variar de 0,5-10 micras. La capa dieléctrica 150 ubicada en el canal de terminación 120 puede ser una capa de dióxido de silicio que tiene un espesor entre aproximadamente 150 - 1,500 nm (1500 - 15,000 angstroms), dependiendo del voltaje de bloqueo que se requiere y la composición del material.

10 Los canales de anillo de protección tienen un ancho entre 0,2 y 2,0 micras y una profundidad entre 0,5 y 10 micras. El ancho y la profundidad de los canales de anillo de protección pueden ser iguales o diferentes entre sí. La placa de campo definida por la extensión de las capas conductoras 160 y 165 en la región de terminación puede tener una longitud entre aproximadamente 5 y 50 micras en el canal de terminación 120.

15 Cabe señalar que la estructura de terminación descrita anteriormente se puede utilizar en conexión con dispositivos distintos de los diodos Schottky TMBS, que se han presentado solo a modo de ilustración. Por ejemplo, la estructura de terminación se puede aplicar a cualquier transistor de potencia, como un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico difuso duplicado (DMOSFET), un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) y otros dispositivos MOS de canal.

20

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo semiconductor que comprende una estructura de terminación, con dicho dispositivo semiconductor que comprende:

- un sustrato semiconductor (100) que tiene una región activa y una región de terminación;

5 - un canal de terminación (120) ubicado en la región de terminación y que se extiende desde un límite (112) de la región activa hacia un borde del sustrato semiconductor (100);

- una puerta MOS (122) formada en una pared lateral del canal de terminación (120) adyacente a dicho límite (112);

- una capa de óxido de estructura de terminación (150) formada en el canal de terminación (120) y que cubre parcialmente la puerta MOS (122);

10 - una primera capa conductora (170) formada en una superficie trasera del sustrato semiconductor (100); y

- una segunda capa conductora (165) formada sobre la región activa y la región de terminación, con dicha segunda capa conductora (165) que se extiende hacia el canal de terminación para cubrir la puerta MOS (122) y hacer contacto con las superficies expuestas del material conductor (123) de la puerta MOS (122);

caracterizado por que

15 - se forma al menos un canal de anillo de protección (111) en la región de terminación en un lado del canal de terminación (120) remoto de la región activa, estando separado el canal de terminación (120) del más cercano de al menos un canal de anillo de protección (111) solo por una mesa de material semiconductor;

- dicha capa de óxido de estructura de terminación (150) está formada en al menos un canal de anillo de protección (111);

20 - el al menos un canal de anillo de protección (111) está recubierto con una capa aislante (126), estando un material conductor (141) dispuesto sobre dicha capa aislante (126) y llenando dicho al menos un canal de anillo de protección (111); y

- la segunda capa conductora (165) se extiende para cubrir el canal de terminación (120) y el al menos un canal de anillo de protección (111).

25 **2.** El dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, en el que dicha puerta MOS (122) comprende dicha capa conductora (123) y una capa de óxido de puerta (128) formada entre un fondo del canal de terminación (120) y la segunda capa conductora (165).

30 **3.** El dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo semiconductor es un diodo Schottky, especialmente un diodo Schottky TMBS que incluye al menos un canal (110) en la región activa del sustrato (100), o es un transistor de potencia.

4. El dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, en el que la segunda capa conductora (165) se extiende como una capa continua.

35 **5.** El dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, en el que el al menos un canal de anillo de protección (111) incluye una pluralidad de canales de anillo de protección (111) y la capa de óxido de estructura de terminación (150) y la segunda capa conductora (165) sirven como una placa de campo.

6. El dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, en el que el dispositivo semiconductor es un diodo Schottky, que comprende:

- una pluralidad de dispositivos MOS de canal separados entre sí formados en la región activa del sustrato semiconductor (100);

40 en el que

- la segunda capa conductora (165) define una o más barreras Schottky con una o más partes del sustrato (100) ubicadas entre dispositivos MOS de canal adyacentes y sirve como una placa de campo en la región de terminación.

45 **7.** El diodo Schottky según la reivindicación 6, en el que dicho sustrato semiconductor (100) comprende una primera capa (100A) y un sustrato base (100B), y dicha primera capa (100A) tiene un primer tipo de impurezas conductoras ligeramente dopadas y dicho sustrato base (100B) tiene dicho primer tipo de impurezas conductoras muy dopadas.

8. El diodo Schottky según la reivindicación 7, en el que dichos dispositivos MOS de canal y dicho canal de terminación (120) se forman en dicha primera capa (100A) que tiene una profundidad de entre aproximadamente 0,5-10,0 micras y/o en el que dicho canal de terminación (120) tiene ancho entre aproximadamente 10-50 micras.
- 5 9. El diodo Schottky según la reivindicación 6, en el que dichos dispositivos MOS de canal y dicha puerta MOS (122) incluyen un material seleccionado del grupo que consiste en metal, polisilicio y silicio amorfo.
10. El diodo Schottky según la reivindicación 6, que comprende además una o más regiones de metal segmentadas, especialmente al menos dos regiones de metal segmentadas separadas entre sí entre aproximadamente 0,3 y 10 micras, ubicadas en la capa de óxido (150) sobre los canales de anillo de protección (111) y separadas de la placa de campo.
- 10 11. Un procedimiento para formar un dispositivo semiconductor, que comprende:
- formar al menos un dispositivo MOS de canal en una región activa de un sustrato (100) que tiene un primer tipo de conductividad;
 - formar un canal de terminación (120) y al menos un canal de anillo de protección (111) en una región de terminación del sustrato (100), extendiéndose el canal de terminación (120) desde un límite (112) de la región activa hacia un borde de el sustrato semiconductor (100), formando al menos un canal de anillo de protección (111) en la región de terminación en un lado del canal de terminación (120) alejado de la región activa, estando separado el canal de terminación (120) más cercano del al menos un canal de anillo de protección (111) solo por una mesa de material semiconductor;
 - formar una puerta MOS (122) adyacente a una pared lateral del canal de terminación (120);
 - recubrir al menos un canal de anillo de protección con una capa aislante (126);
 - depositar un material conductor (141) que llena el al menos un canal de anillo de protección (111);
 - formar una capa de óxido de estructura de terminación (150) en el canal de terminación (120) para cubrir parcialmente la puerta MOS (122) y en al menos un canal de anillo de protección (111);
 - formar una primera capa conductora (170) sobre una superficie trasera del sustrato semiconductor (100); y
 - formar una segunda capa conductora (165) sobre la región activa y la región de terminación, con dicha segunda capa conductora (165) que se extiende hacia el canal de terminación para cubrir la puerta MOS (122) y hacer contacto con las superficies expuestas del material conductor (123) de la puerta MOS (122), con dicha segunda capa conductora (165) que se extiende para cubrir el canal de terminación (120) y el al menos un canal de anillo de protección (111).
- 25
- 30 12. El procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además:
- formar una capa aislante (125) en el canal (110) del al menos un dispositivo MOS de canal; y
 - depositar un material conductor (140) en el canal (110) del al menos un dispositivo MOS de canal.
- 35 13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la capa aislante (125) en el canal (110) del al menos un dispositivo MOS de canal y la capa aislante (126) en el al menos un canal de anillo de protección (111) se forman simultáneamente entre sí, y el material conductor (140) depositado en el canal (110) del al menos un dispositivo MOS de canal y el material conductor (141) que llena el al menos un canal de anillo de protección (111) se depositan simultáneamente entre sí.

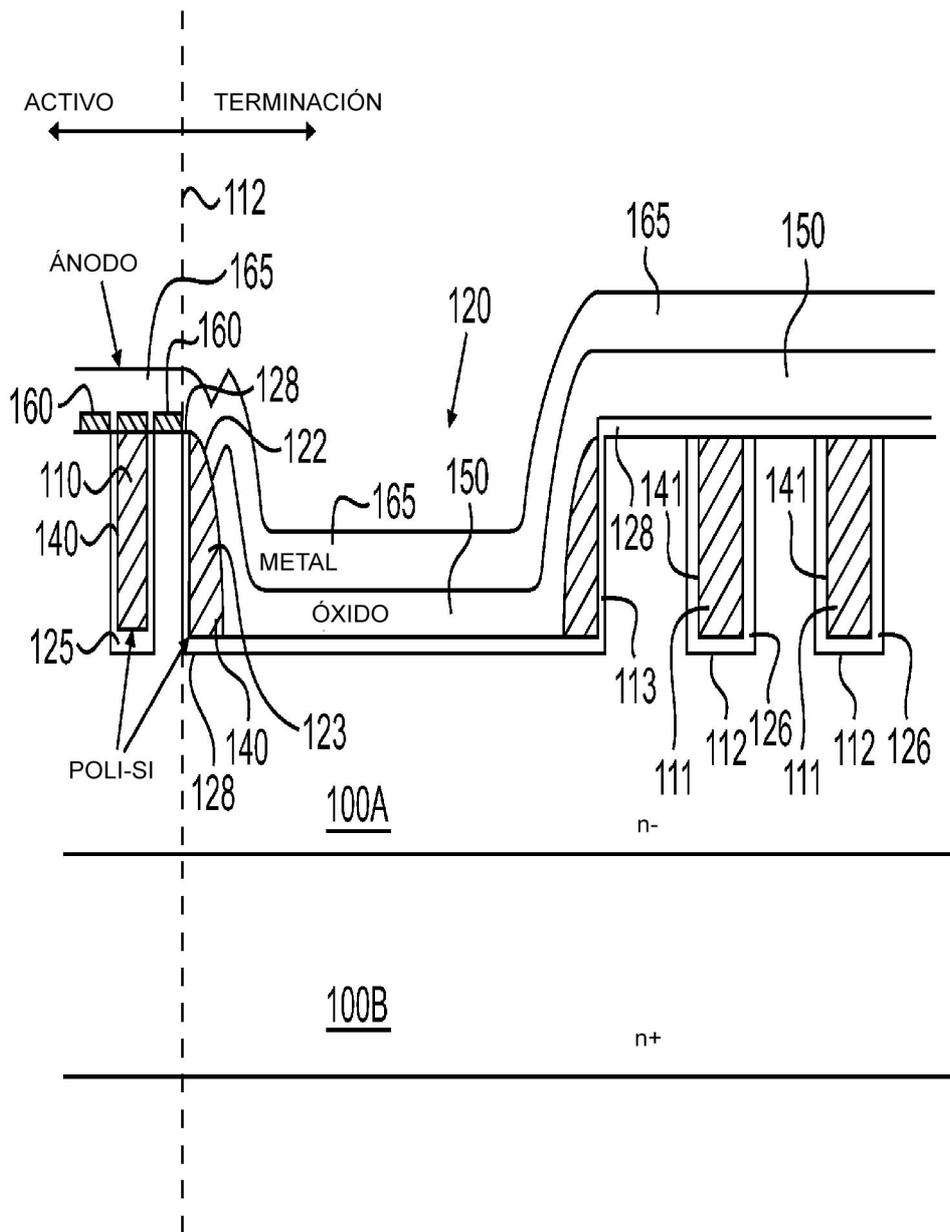


FIG. 2

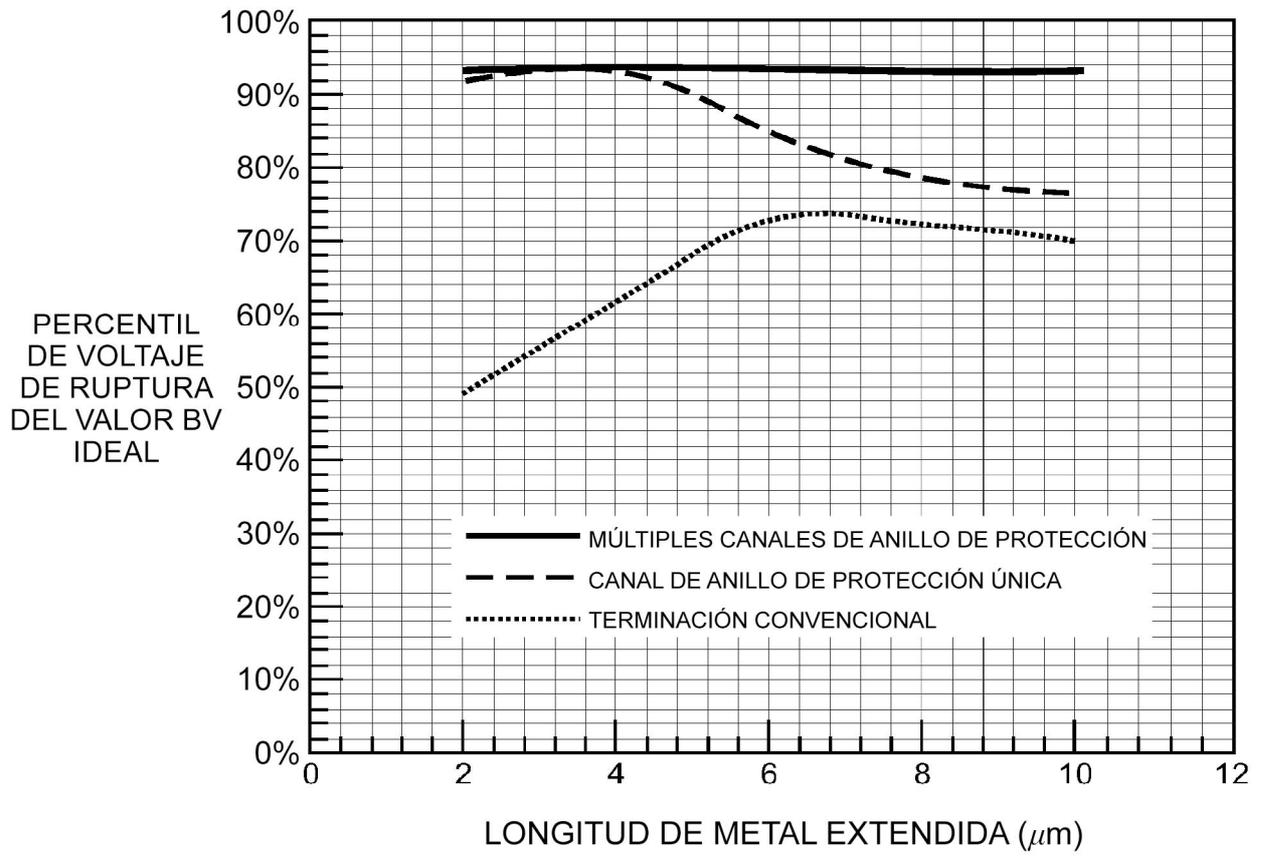


FIG. 3

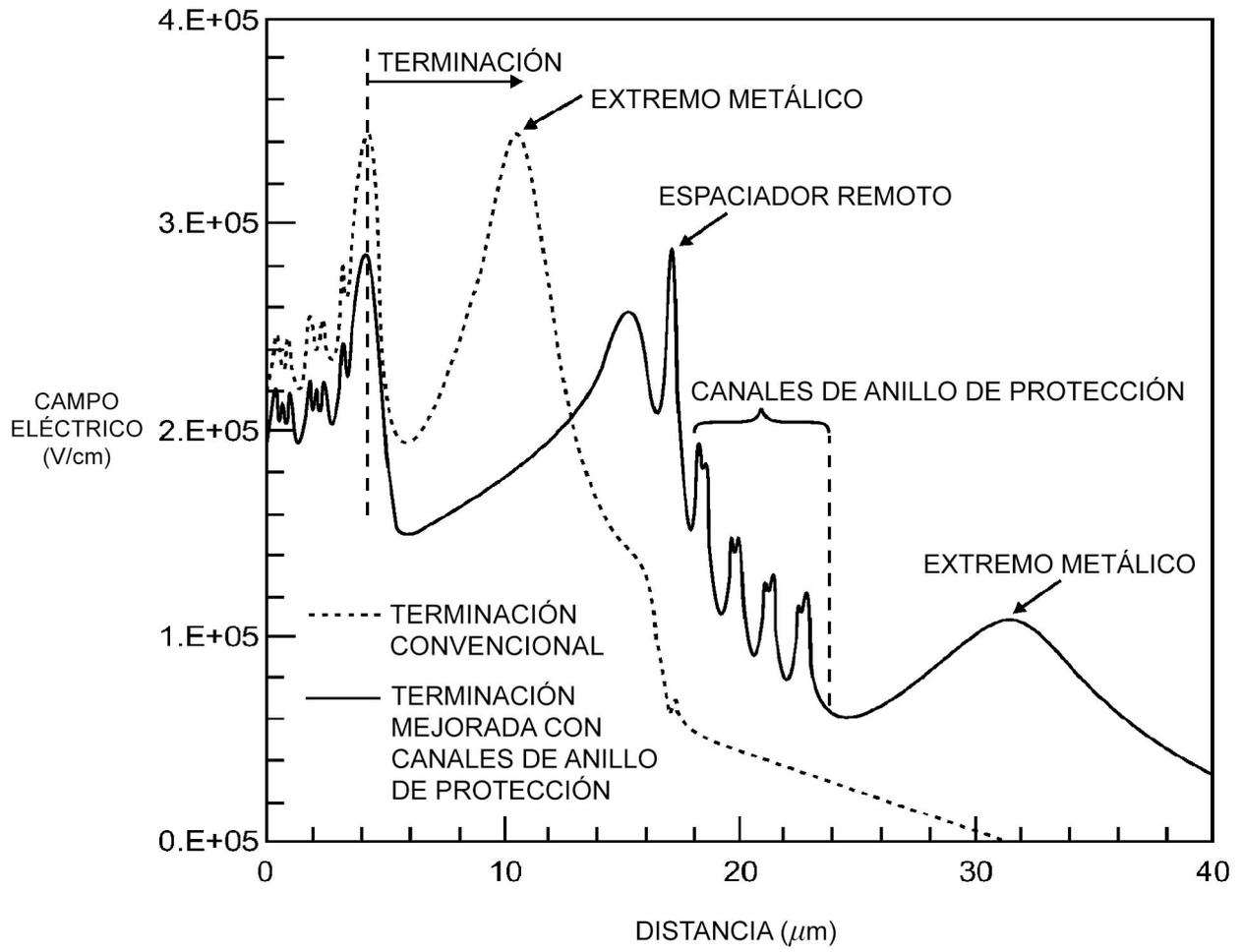


FIG. 4

