

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 983**

51 Int. Cl.:

**H01L 27/146** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015** **E 15158723 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 2919270**

54 Título: **Sensor de imagen CMOS**

30 Prioridad:

**12.03.2014 GB 201404363**

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

**12.11.2020**

73 Titular/es:

**TELEDYNE UK LIMITED (100.0%)  
106 Waterhouse Lane  
Chelmsford Essex CM1 2QU, GB**

72 Inventor/es:

**STEFANOV, KONSTANTIN**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 792 983 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

Sensor de imagen CMOS

5 Esta invención se refiere a un sensor de imagen CMOS y a un aparato que comprende el sensor de imagen CMOS.

Antecedentes

10 Se conocen los sensores de imagen CMOS de silicio para obtener imágenes de infrarrojo a rayos X suaves. Las Figuras 1 a 3 muestran diagramas de circuitos equivalentes de sensores de imagen CMOS de silicio conocidos que utilizan un fotodiodo, un fotodiodo fijado y una fotocelda respectivamente, en los que T1 es un transistor de reinicio, T2 es un seguidor de fuente, T3 es un transistor de selección de fila y T4 es una compuerta de transferencia. Las Figuras 4 a 7 muestran las secciones transversales correspondientes de sensores de imagen CMOS conocidos que usan un fotodiodo, un fotodiodo enterrado, un fotodiodo fijado y una fotocelda respectivamente.

15 Sin embargo, para formar imágenes de infrarrojo cercano es conveniente usar una capa activa de silicio relativamente gruesa, por ejemplo, de 100-200  $\mu\text{m}$ , para proporcionar suficiente profundidad de absorción para la radiación infrarroja. Se conoce la aplicación de una polarización inversa a través de una capa activa de sensores de imagen CMOS para reducir la diafonía y mejorar la eficiencia cuántica. Sin embargo, debido a las bajas tensiones de operación de los sensores de imagen CMOS, lograr el agotamiento total puede ser muy difícil para capas activas gruesas, por ejemplo, de más de 20  $\mu\text{m}$  y requiere una polarización inversa adicional del sustrato. El grosor de una capa activa de un sensor de imagen CMOS está determinado por la tensión disponible y la resistividad del silicio. Para la resistividad más alta disponible en CMOS actualmente disponible de aproximadamente 1000  $\text{ohm}\cdot\text{cm}$  para epi y con un suministro de 3,3 V, una capa activa "gruesa" significa una capa activa con un espesor que no puede agotarse bajo tensiones de operación normales - esto corresponde a un espesor  $> 20 \mu\text{m}$  o más o menos. Es decir, el agotamiento total actual con una polarización de diodo de 3,3 V solo se puede obtener hasta un grosor de aproximadamente 18  $\mu\text{m}$  con epi. En el caso del silicio a granel, la resistividad más alta disponible es de 10 000  $\text{ohm}\cdot\text{cm}$  y esto podría agotar hasta alrededor de 50 micras. En cualquier caso, para espesores mayores, las regiones de agotamiento pueden formarse solo debajo de los fotodiodos, lo que disminuiría la eficiencia cuántica y provocaría una diafonía debido a la difusión de carga y la recolección lenta de carga.

20 La tensión de polarización inversa aplicada puede hacer que una corriente parásita fluya a través de la capa activa alrededor de las regiones de agotamiento.

Con referencia a la sección transversal de un sensor de imagen CMOS conocido 10 que se muestra en la Figura 8, el sensor de imagen CMOS 10 comprende una capa activa de silicio epitaxial o gruesa p- 11 sobre un sustrato o contacto posterior respectivamente p+ 12, y píxeles 20, cada uno de los cuales comprende componentes activos de CMOS (no mostrados) en un pozo 21 y un fotodiodo con un pozo n+ 22 en un lado frontal de la capa 11 de silicio epitaxial o gruesa p-. El sensor de imagen comprende además un anillo protector de pozo n+ 23 que rodea los píxeles 21 y, si no hay contacto de polarización posterior, una polarización de sustrato de pozo p+ 24 en el lado frontal a una distancia A del anillo protector de pozo n+ 23 mayor que un grosor D del sensor de imagen 10 (se notará que la Figura 8 no se muestra a escala).

45 Bajo la influencia de la tensión de polarización negativa, típicamente más alta que -10 V en valor absoluto, una corriente puede fluir a través de una trayectoria resistiva 13 desde los pozos 21 al contacto posterior o al sustrato p+ 12. Sin embargo, en uso, las regiones de agotamiento 14, 15, 16 se forman en la capa activa debajo de los respectivos pozos de fotodiodo n+ 22, y estas regiones de agotamiento pueden, en algunas circunstancias, extenderse lateralmente debajo de los pozos 21 para estrangular la corriente entre los pozos p 21 y el contacto posterior p+ 12 como se muestra con respecto a las regiones de agotamiento 14 y 15 pero no con respecto a las regiones de agotamiento 15 y 16. Con referencia a la Figura 9, con algunas estructuras y condiciones de funcionamiento, las regiones de agotamiento 15 y 16 forman un estrangulamiento 17 mientras que en otras condiciones, por ejemplo, cuando el fotodiodo ha recogido una carga bajo irradiación, la región de agotamiento 15' puede ser más pequeña que la región de agotamiento 15 y no se produce un estrangulamiento entre las regiones de agotamiento 15' y 16, lo que permite que fluya una corriente parásita.

50 Como se muestra en las Figuras 10 y 11, la extensión de la superposición de las regiones de agotamiento que crean el estrangulamiento depende de los niveles de dopaje relativos y las profundidades de los pozos p y pozos n. Con referencia a la Figura 10, con pozos p 211 y pozos n 221 dopados idénticamente de igual profundidad, y con el ancho  $L_{\text{nw}}$  del pozo n 221 mayor que un ancho  $L_{\text{pw}}$  del pozo p 211, las regiones de agotamiento 151 y 161 pueden superponerse para formar un estrangulamiento 171. Con referencia a la Figura 11, con pozos p 212 y pozos n 222 dopados idénticamente, pero con los pozos n 222 más profundos y más anchos que los pozos p 212, puede ocurrir una mayor superposición entre las regiones vecinas de agotamiento 142, 152 y 162 para formar estrangulamientos más anchos 172.

60 Por lo tanto, no se puede lograr un estrangulamiento 17 en todas las condiciones de operación y puede no ser posible si los pozos son profundos o están más dopados que los elementos fotosensibles.

Aunque estos efectos se han descrito en un sensor de imagen CMOS con un sustrato de tipo p, se entenderá que los mismos efectos ocurren en un sensor de imagen CMOS con capas y pozos de tipo de conductividad opuesta.

5 El documento US 2005/0139752 describe un sensor CMOS con iluminación frontal en el que se varía la tensión de polarización posterior para variar el ancho de un área de agotamiento en el fotodiodo para ajustar la sensibilidad del sensor a la luz roja, verde y azul sin usar un filtro de color. El sensor CMOS tiene una región de fotodiodo y una región de transistor. Se forma una capa enterrada de tipo n, que puede ser horizontal o en forma de U, en el sustrato de tipo p debajo de la región del transistor para evitar que la tensión de polarización afecte a la región del transistor.

10 El documento US 2008/0217723 describe un sensor CMOS retroiluminado con un fotodiodo fijado para recoger los portadores de carga formados en el sustrato de silicio de 5  $\mu$  de espesor. En los sensores en los que se aplica polarización inversa, se puede proporcionar un pozo triple debajo de la región del transistor para que la tensión aplicada a los transistores no se vea afectada por la tensión de polarización. Además, se puede proporcionar una capa enterrada de tipo p debajo de la región del transistor para reflejar los portadores de carga generados en el sustrato de silicio dopado con p lejos de la región del transistor y hacia la región del fotodiodo.

15 El documento US 2011/024808 describe un sensor CMOS retroiluminado con un pozo n profundo en un sustrato p debajo de una región lógica CMOS para generar una barrera para la polarización del sustrato. Un pozo n que rodea los píxeles forma una región de agotamiento alrededor del borde de los píxeles para garantizar que los píxeles estrangulen la polarización del sustrato en la proximidad de un contacto de retorno p+. Para lograr un agotamiento sustancialmente completo de la capa de silicio epitaxial de tipo p, la capa puede ser de silicio intrínseco o estar ligeramente dopada. Una tensión de polarización inversa aplicada a un contacto frontal hace que una región de agotamiento se extienda hasta el grosor completo del sustrato por debajo de los píxeles.

20 El documento US 2009/050998 se refiere a un dispositivo semiconductor con un elemento receptor de luz y un transistor bipolar sobre un sustrato del primer tipo de conductividad, una región enterrada del segundo tipo de conductividad enterrada debajo de la región bipolar y una segunda región enterrada del primer tipo de conductividad en la primera región enterrada.

25 Sigue existiendo el requisito de un método eficiente para prevenir la corriente parásita del sustrato con una estructura de dispositivo de sensor de imagen CMOS gruesa formada con un mínimo de etapas de procesamiento.

30 Breve resumen de la descripción

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Ventajosamente, la capa enterrada dopada se dopa sustancialmente a  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  y la capa activa tiene un nivel de dopaje de  $10^{13} \text{ cm}^{-3}$ .

Convenientemente, la capa enterrada dopada está flotando eléctricamente.

40 Convenientemente, un ancho de la capa enterrada dopada del segundo tipo de conductividad es sustancialmente igual a un ancho del pozo del primer tipo de conductividad.

Ventajosamente, el sensor de imagen CMOS comprende una pluralidad de píxeles como se describió anteriormente y un anillo protector que comprende un pozo del segundo tipo de conductividad que rodea al menos parcialmente la pluralidad de píxeles.

45 Convenientemente, el píxel está en una cara frontal del sustrato y el sensor de imagen CMOS está dispuesto a la iluminación en la cara posterior del mismo, opuesta a la cara frontal.

Convenientemente, el sensor de imagen CMOS comprende además un contacto en la cara posterior dispuesto para aplicar la polarización inversa al sensor de imagen CMOS.

50 Alternativamente, el sensor de imagen CMOS comprende además un contacto en la cara frontal dispuesto para aplicar la polarización inversa al sensor de imagen CMOS.

55 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende un sensor de imagen CMOS como se describió anteriormente.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato de visión nocturna que comprende un sensor de imagen CMOS como se describió anteriormente.

60 Breve descripción de las figuras

Las modalidades de la invención y los ejemplos se describen adicionalmente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

65 La Figura 1 es un diagrama de circuito equivalente de un sensor de imagen CMOS conocido que utiliza un fotodiodo o un fotodiodo enterrado;

La Figura 2 es un diagrama de circuito equivalente de un sensor de imagen CMOS conocido que utiliza un fotodiodo fijado;

- La Figura 3 es un diagrama de circuito equivalente de un sensor de imagen CMOS conocido que usa una fotocelda;
- La Figura 4 es un diagrama de sección transversal del sensor de imagen CMOS conocido de la Figura 1 que usa un fotodiodo;
- 5 La Figura 5 es un diagrama de sección transversal del sensor de imagen CMOS conocido de la Figura 1 que usa un fotodiodo enterrado;
- La Figura 6 es un diagrama de sección transversal del sensor de imagen CMOS conocido de la Figura 2 que usa un fotodiodo fijado;
- La Figura 7 es un diagrama de sección transversal del sensor de imagen CMOS conocido de la Figura 3 que usa una fotocelda;
- 10 La Figura 8 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS conocido con pozos p y n de igual profundidad;
- La Figura 9 es una sección transversal del sensor de imagen CMOS conocido de la Figura 8 que muestra variaciones en la extensión de una zona de agotamiento;
- La Figura 10 es una sección transversal de un sensor de imagen CMOS conocido con pozos p y n idénticamente dopados de igual profundidad;
- 15 La Figura 11 es una sección transversal de un sensor de imagen CMOS conocido con pozos p y n idénticamente dopados, pero de profundidades diferentes;
- La Figura 12 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención con capas enterradas sustancialmente del mismo ancho que los pozos p;
- 20 La Figura 13 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención con capas enterradas más anchas que los pozos p;
- La Figura 14 muestra contornos potenciales dentro de una capa activa de un sensor de imagen CMOS con una sola capa enterrada;
- La Figura 15 muestra los contornos de densidad de corriente dentro de la capa activa del sensor de imagen CMOS de la Figura 14;
- 25 La Figura 16 es un gráfico de potencial contra distancia a lo largo de la línea de corte 1 del sensor de imagen CMOS de la Figura 14;
- La Figura 17 es un gráfico de potencial contra distancia a lo largo de la línea de corte 2 del sensor de imagen CMOS de la Figura 14;
- 30 La Figura 18 es un diagrama en sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención que comprende un fotodiodo;
- La Figura 19 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención que comprende un fotodiodo enterrado;
- La Figura 20 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención que comprende un fotodiodo fijado;
- 35 La Figura 21 es un diagrama de sección transversal de un sensor de imagen CMOS de acuerdo con la invención que comprende una fotocelda;
- La Figura 22 es un diagrama esquemático de un aparato que comprende un sensor de imagen de acuerdo con la invención; y
- 40 La Figura 23 es un diagrama esquemático de un aparato de visión nocturna que comprende un sensor de imagen de acuerdo con la invención.

#### Descripción detallada

- 45 Con referencia a la Figura 12, un sensor de imagen retroiluminado CMOS de fotodiodo fijado 101, de acuerdo con la invención, comprende un contacto posterior o sustrato p+ 12 en el que se encuentra una capa activa gruesa o epitaxial p- 11. Los píxeles 20, cada uno que comprende un fotodiodo ubicado en un pozo n+ 22, y los dispositivos activos para leer la carga del fotodiodo y restablecer el fotodiodo en un pozo p 21 en una cara frontal de la capa epitaxial o gruesa 11. Un anillo protector en forma de un pozo n+ 23 rodea la pluralidad de píxeles 20. Un contacto de polarización del sustrato es suministrado por un pozo p+ 24 en la cara frontal de la capa epitaxial o gruesa 11 a una distancia del anillo protector de al menos el grosor de la capa activa (la Figura 12 no está dibujada a escala). Las capas n ligeramente dopadas flotantes enterradas 111, dopadas en, por ejemplo,  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  en comparación con los niveles de dopaje típicos de  $10^{13} \text{ cm}^{-3}$  para la capa activa, se encuentran debajo de los pozos p que contienen los dispositivos activos. La profundidad del implante enterrado n- es típicamente de 2 a 3  $\mu\text{m}$ , suficiente para que la capa enterrada sea más profunda que una profundidad del pozo p que es de 0,5 a 1,5  $\mu\text{m}$  de profundidad, lo mismo que el fotodiodo. La concentración pico de pozos p es  $10^{16}$ - $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ . El implante enterrado n- se muestra aproximadamente del mismo tamaño que el pozo p, pero podría ser más ancho que el pozo p. Se prevé que el implante enterrado n- podría extenderse para estar en contacto débil con los fotodiodos y no flotar eléctricamente.
- 50
- 60 El potencial máximo de diodo de un fotodiodo fijado se determina mediante los niveles de dopaje del diodo y el implante de fijación y está en el rango de 1 V a 2 V para un suministro de 3,3 V. El potencial no debe ser tan bajo como para limitar la capacidad del pozo completo o tan alto como para hacer que la transferencia de carga sea lenta y cause un retraso de la imagen. Con un diodo de capacitancia grande, el cambio potencial en el pozo completo es del orden de 0,5 V.
- 65 En una estructura de fotodiodos fijados con una capa de difusión flotante entre una compuerta de transferencia y una compuerta de reinicio, el agotamiento de la difusión flotante debe estar completamente contenido dentro del pozo, de lo

contrario la capa de difusión flotante competirá por la carga con el diodo. Esto determina el dopaje y la profundidad del pozo p para una tensión de difusión flotante fija. El pozo p debe ser más profundo que el aislamiento de zanjas poco profundas, que generalmente tiene una profundidad de 0,31  $\mu\text{m}$ . El pozo p es preferentemente más profundo que el implante de diodo, lo que aumenta el problema de reducir la corriente del sustrato. A partir de estudios con diodos idénticos y dopaje de pozos p, el ancho del pozo p debe ser inferior a 2  $\mu\text{m}$ .

Se entenderá que la capa n- enterrada puede implantarse usando un haz de iones de energía suficientemente alta. Si se supone un proceso de fabricación típico para sensores de imagen CMOS, el nuevo implante requiere solo una etapa adicional. En una implementación, la capa n- enterrada se implanta antes o después del pozo p, utilizando una misma máscara para la alineación con el pozo p. En otra implementación, la capa n- enterrada se implanta antes o después del pozo p usando una máscara diferente. En este caso, el nuevo implante n- puede tener un tamaño diferente del pozo p. Se prefiere la implantación antes del pozo p para evitar afectar los parámetros de los transistores en el pozo p.

La Figura 13 muestra un sensor de imagen retroiluminado CMOS de fotodiodo fijado 101', de acuerdo con la invención, similar al sensor de imagen 101 de la Figura 12, pero en el que la capa n- enterrada 111' es más ancha que el pozo p 21.

La Figura 14 muestra una simulación de contornos potenciales del sensor de imagen CMOS de la Figura 12, en el que las líneas de contorno están a intervalos de 1 V. Los potenciales en los diodos D1 y D2 están configurados en 1,5 V para que coincidan con los potenciales reales en un fotodiodo fijado de cuatro transistores. En esta simulación, el dopaje epitaxial o de capa gruesa de tipo p es  $10^{13} \text{ cm}^{-3}$ , proporcionando una resistividad de aproximadamente 1 k $\Omega\cdot\text{cm}$ . El dopaje del implante n es de aproximadamente  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Si es menor ( $10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ) es ineficaz porque no se produce un estrangulamiento, y si es mayor ( $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) se forma una cavidad potencial en la ubicación del implante. El dopaje del fotodiodo es de aproximadamente  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , y esto establece el límite superior para el implante n-, por encima del cual se forma una cavidad potencial. El implante n- 111 tiene una profundidad de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  y no está en contacto significativo con el pozo p, por lo que el pozo p y el implante n- pueden considerarse independientes.

La Figura 15 muestra una densidad de corriente de hueco con contornos que varían en una escala logarítmica de  $10^2 \text{ A/cm}^2$  a  $10^{-2} \text{ A/cm}^2$ , correspondiente a los contornos potenciales de la Figura 14. Se mantiene un estrangulamiento donde hay una capa enterrada flotante de tipo n ligeramente dopada 111 debajo del pozo p 2 pero el estrangulamiento está abierto, permitiendo que fluya una corriente, debajo del pozo p 3 sin la correspondiente capa n- enterrada. Puede ser que los portadores de carga se desvíen para viajar a lo largo de la longitud de la capa enterrada 111. El efecto de las capas n ligeramente dopadas permite aplicar tensiones de polarización sustancialmente mayores de, digamos, -20 V a sustratos gruesos de, por ejemplo, 100 - 200  $\mu\text{m}$  sin causar corrientes parásitas entre los pozos y el contacto del lado posterior donde está presente o el pozo p+ de polarización frontal, según sea el caso. Por lo tanto, el estrangulamiento se mantiene a tensiones de fotodiodo mucho más bajas que ocurren cuando se han recogido señales grandes, que, en la técnica anterior, o cuando los pozos p están muy dopados o son profundos. La corriente parásita del sustrato se reduce mucho o elimina en el sensor de imagen CMOS de la invención.

La Figura 16 muestra el potencial 131 a lo largo de la línea 130 de la Figura 14 que muestra una barrera potencial 132 que impide la conducción al pozo 2 con la capa enterrada 111. Sin embargo, esta barrera no evita que la carga llegue a los fotodiodos 22 a los lados del pozo 2 con la capa enterrada 111.

La Figura 17 muestra el potencial 141 a lo largo de la línea 140 de la Figura 14 que muestra que no hay barrera entre el fotodiodo D2 y el implante n- 111 y que la carga se acumulará en los fotodiodos 22. No se forma una cavidad potencial.

Aunque estos efectos se han descrito en un sensor de imagen CMOS con un sustrato de tipo p, se entenderá que de manera similar se puede proporcionar un sensor de imagen CMOS con capas y pozos de tipo conductividad opuestos. También se entenderá que la invención se puede aplicar a sensores de imagen iluminados tanto en la parte frontal como posterior de un primer tipo de conductividad en el que el elemento fotosensible comprende un pozo de un segundo tipo de conductividad, tal como sensores de imagen que comprenden un fotodiodo, un fotodiodo enterrado, un fotodiodo fijado o una fotocelda.

Así, la Figura 18 muestra una sección transversal de un sensor de imagen 801 que comprende fotodiodos 822 y capas n- enterradas 811 debajo de los pozos p 821. De lo contrario, el sensor de imagen es similar al sensor de la técnica anterior de la Figura 4.

La Figura 19 muestra una sección transversal de un sensor de imagen 901 que comprende fotodiodos enterrados 922 y capas n- enterradas 911 debajo de los pozos p 921. De lo contrario, el sensor de imagen es similar al sensor de la técnica anterior de la Figura 5.

La Figura 20 muestra una sección transversal de un sensor de imagen 1001 que comprende fotodiodos fijados 1022 y capas n- enterradas 1011 debajo de los pozos p 1021. De lo contrario, el sensor de imagen es similar al sensor de la técnica anterior de la Figura 6.

La Figura 21 muestra una sección transversal de un sensor de imagen 1101 que comprende fotoceldas 1122 y capas n-enterradas 1111 debajo de los pozos p 1121. De lo contrario, el sensor de imagen es similar al sensor de la técnica anterior de la Figura 7.

5 La Figura 22 es una figura esquemática de un aparato 500 que incorpora un sensor de imagen 501 de acuerdo con la invención.

10 La Figura 23 es una figura esquemática de un aparato de visión nocturna 600 que comprende una lente objetivo 601 u otro medio de formación de imagen, un sensor de imagen 601 de acuerdo con la invención, un módulo de procesamiento para procesar señales del sensor de imagen 601 para su presentación en un medio de visualización 604.

Se entenderá que en el sensor de imagen CMOS descrito los dispositivos activos en el pozo p están protegidos por el pozo p de los portadores de carga generados en la capa epitaxial o gruesa por radiación electromagnética incidente.

15 El sensor de imagen de la invención tiene la ventaja de ser compatible con un proceso de fabricación CMOS. La invención requiere solo una etapa de procesamiento adicional disponible en la mayoría de las plantas de fabricación de CMOS para crear implantes profundos enterrados flotantes de un tipo. Las estructuras de la técnica anterior requieren etapas de fabricación cada vez más caras que la presente invención.

20 La invención tiene la ventaja de evitar completamente la interacción con la delicada estructura de un fotodiodo fijado.

La invención tiene aplicaciones particulares en aplicaciones de visión nocturna que usan un resplandor rojo del cielo nocturno y en astronomía infrarroja y de rayos X.

25 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, las palabras "comprender" y "contener" y las variaciones de ellas significan "que incluyen, pero no se limitan a", y no se pretende excluir (y no se excluyen) otras porciones, aditivos, componentes, enteros o etapas. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, el singular abarca el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, donde se usa el artículo indefinido, la descripción debe entenderse como que contempla la pluralidad, así como también la singularidad, a menos que el  
30 contexto requiera lo contrario.

Los elementos, los enteros, las características, los compuestos, las porciones o grupos químicos descritos junto con un aspecto particular, la modalidad o el ejemplo de la invención deben entenderse como aplicables a cualquier otro aspecto, modalidad o ejemplo descrito en la presente descripción a menos que sean incompatibles con el mismo. Todas las  
35 características descritas en esta descripción (que incluyen cualquier reivindicación, resumen y figuras adjuntas), y/o todas las etapas de cualquier método o proceso así descrito, pueden combinarse en cualquier combinación, excepto las combinaciones donde al menos algunas de tales características y/o etapas son mutuamente excluyentes. La invención no se limita a los detalles de ninguna de las modalidades anteriores sino al alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sensor de imagen CMOS (101, 101', 801, 901, 1001, 1101) que comprende:  
 5 un sustrato o contacto posterior (12);  
 una capa activa (11) de un primer tipo de conductividad sobre el sustrato o contacto posterior y dispuesta para ser polarizada inversamente y  
 un píxel (20) que comprende:  
 un elemento fotosensible (22, 822, 922, 1022, 1122) en una cara frontal de la capa activa y que comprende un  
 10 pozo de un segundo tipo de conductividad; y  
 un pozo (21, 821, 921, 1021, 1121) del primer tipo de conductividad que contiene elementos CMOS activos para leer y restablecer el elemento fotosensible; en donde: una capa enterrada dopada (111, 111', 811, 911, 1011, 1111) del segundo tipo de conductividad está ubicada completamente dentro de la capa activa debajo del pozo del primer tipo de conductividad y está dispuesta para extender una región de agotamiento debajo del pozo del segundo tipo de conductividad también debajo del pozo del primer tipo de conductividad para formar una región de agotamiento extendida en la capa activa;  
 15 en donde el área de agotamiento extendida en la capa activa está dispuesta para estrangular una trayectoria de corriente parásita entre el pozo del primer tipo de conductividad que contiene elementos CMOS activos y un sustrato o contacto posterior (12).
- 20 2. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde la capa enterrada dopada se dopa a  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  y la capa activa tiene un nivel de dopaje de  $10^{13} \text{ cm}^{-3}$ .
3. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en las reivindicaciones 1 o 2, cuando la capa enterrada dopada está flotando eléctricamente.
- 25 4. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el ancho de la capa enterrada dopada del segundo tipo de conductividad es igual al ancho del pozo del primer tipo de conductividad.
- 30 5. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un ancho de la capa enterrada dopada del segundo tipo de conductividad es mayor que un ancho del pozo del primer tipo de conductividad.
- 35 6. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pluralidad de píxeles como se reivindicó en la reivindicación 1 y un anillo protector que comprende un pozo del segundo tipo de conductividad que rodea al menos parcialmente la pluralidad de píxeles.
- 40 7. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el píxel está en una cara frontal del sustrato y el sensor de imagen CMOS está dispuesto para la iluminación en la cara posterior del mismo, opuesta a la cara frontal.
8. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en la reivindicación 7, que comprende además un contacto en la cara posterior dispuesto para aplicar la polarización inversa al sensor de imagen CMOS.
- 45 9. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en la reivindicación 7, que comprende además un contacto en la cara frontal dispuesto para aplicar la polarización inversa al sensor de imagen CMOS.
10. Un sensor de imagen CMOS como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento fotosensible comprende uno de un fotodiodo, un fotodiodo enterrado, un fotodiodo fijado o una fotocelda.
- 50 11. Un aparato (500) que comprende un sensor de imagen CMOS (501) como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 55 12. Aparato de visión nocturna (600) que comprende un sensor de imagen CMOS (601) como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

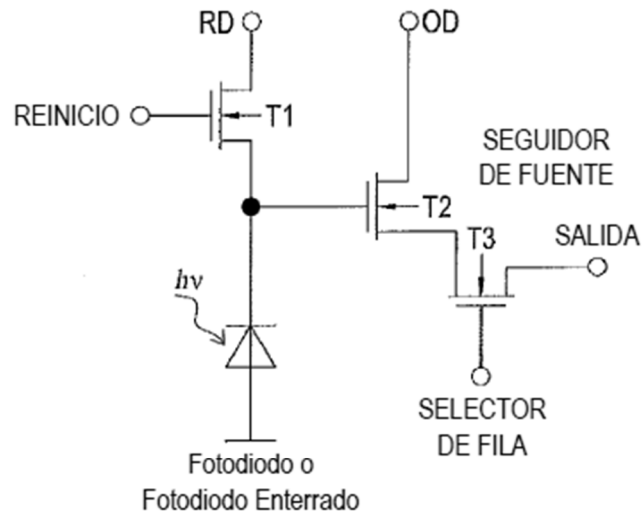


Fig. 1

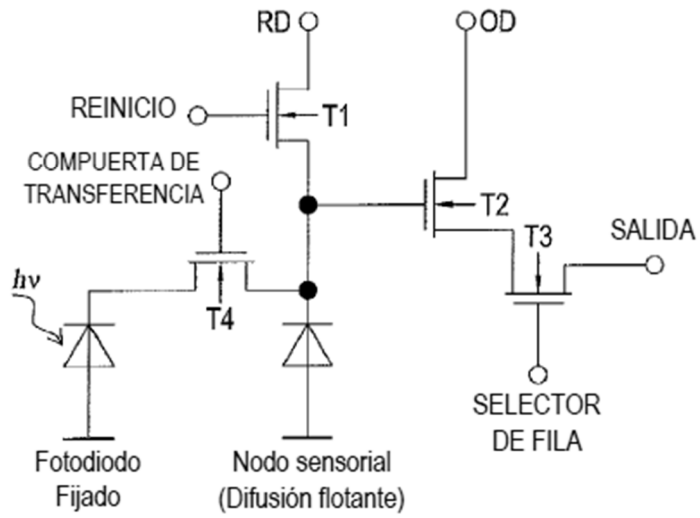


Fig. 2



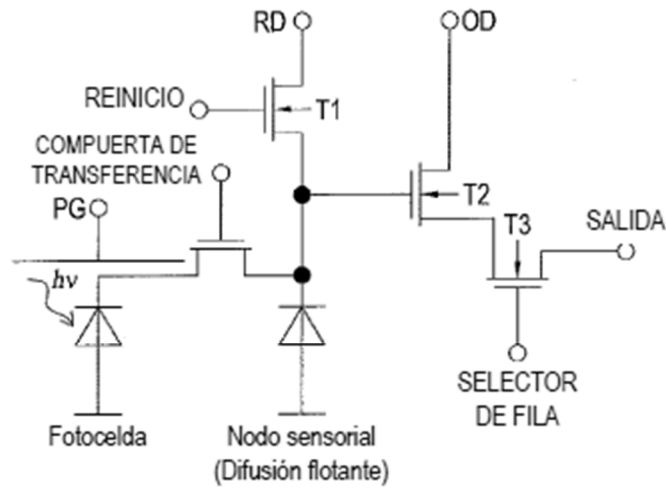


Fig. 3

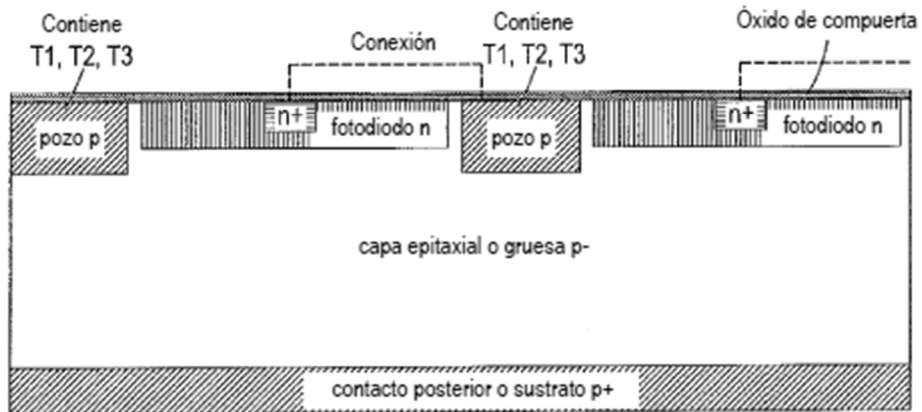


Fig. 4

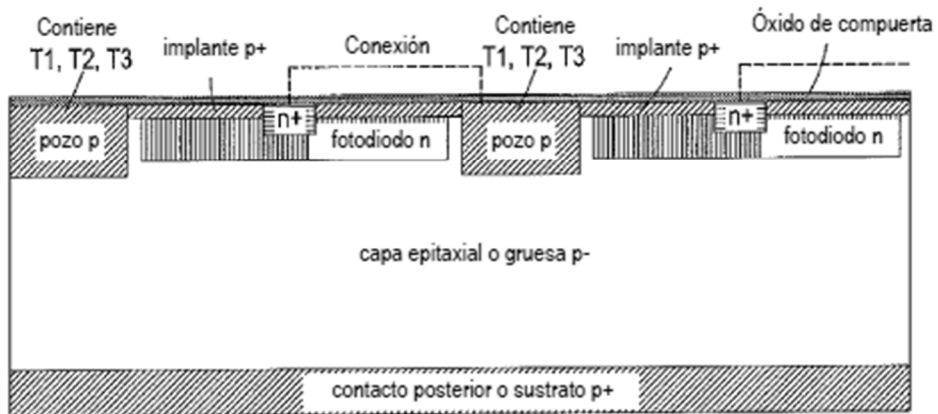


Fig. 5

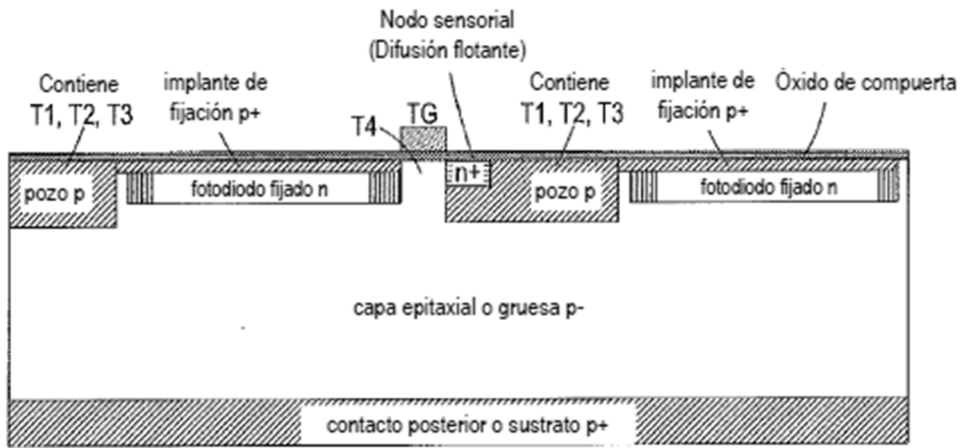


Fig. 6

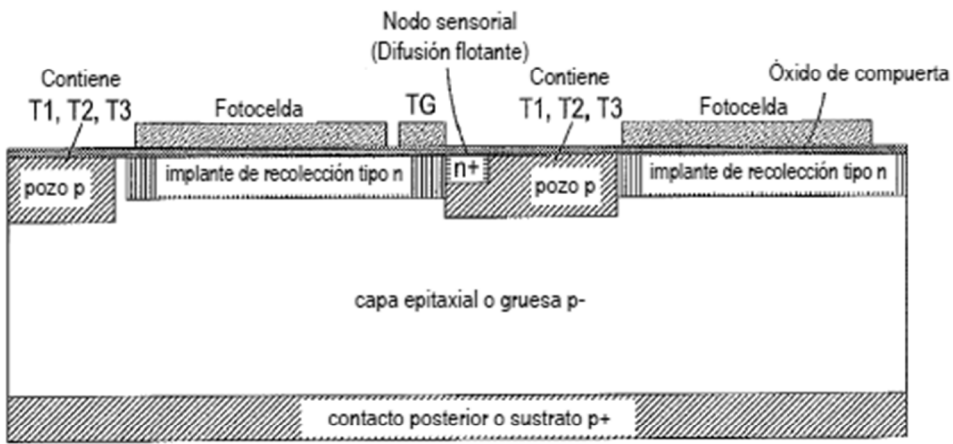


Fig. 7

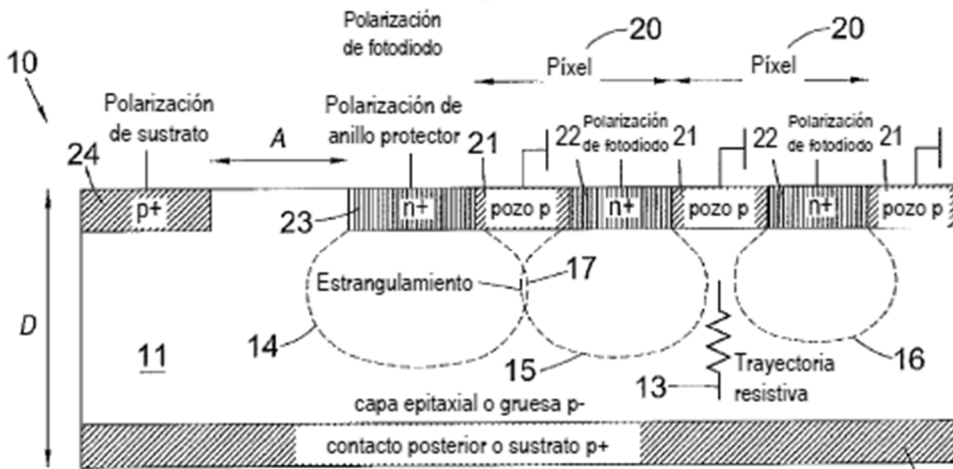
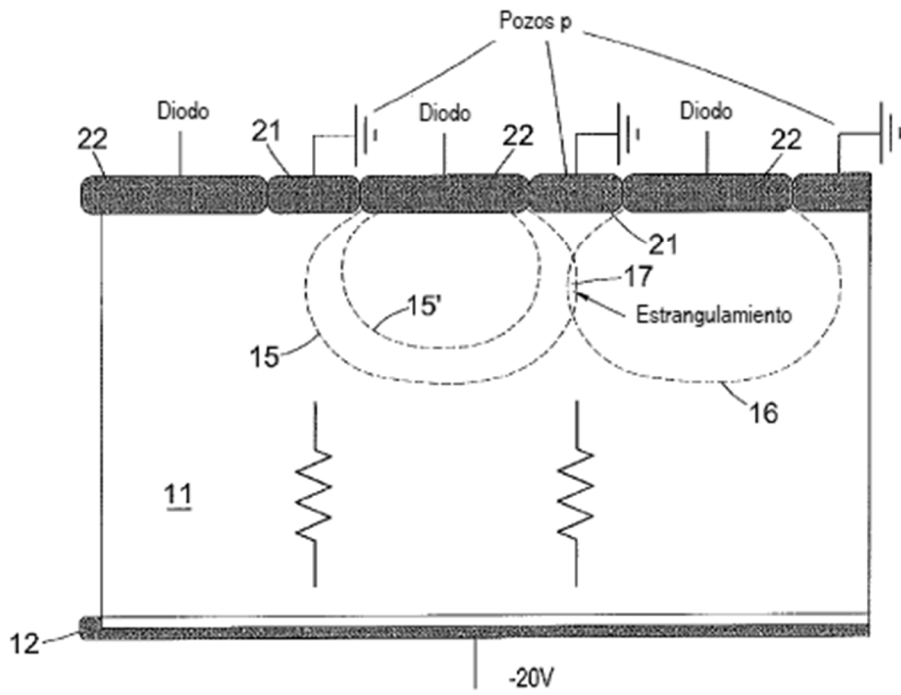
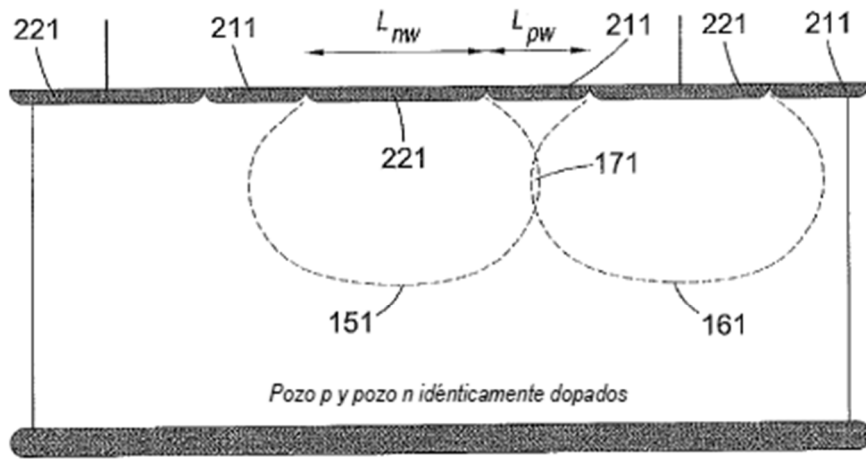


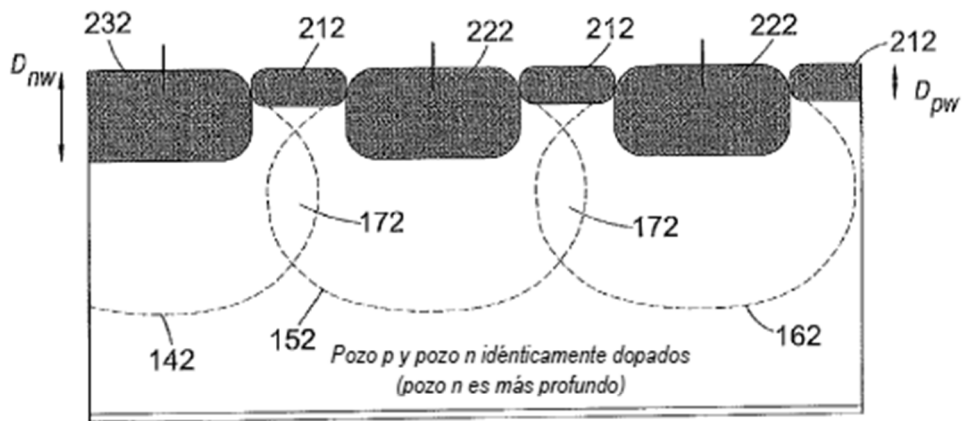
Fig. 8  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**Fig. 9**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**Fig. 10**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**Fig. 11**  
(TÉCNICA ANTERIOR)

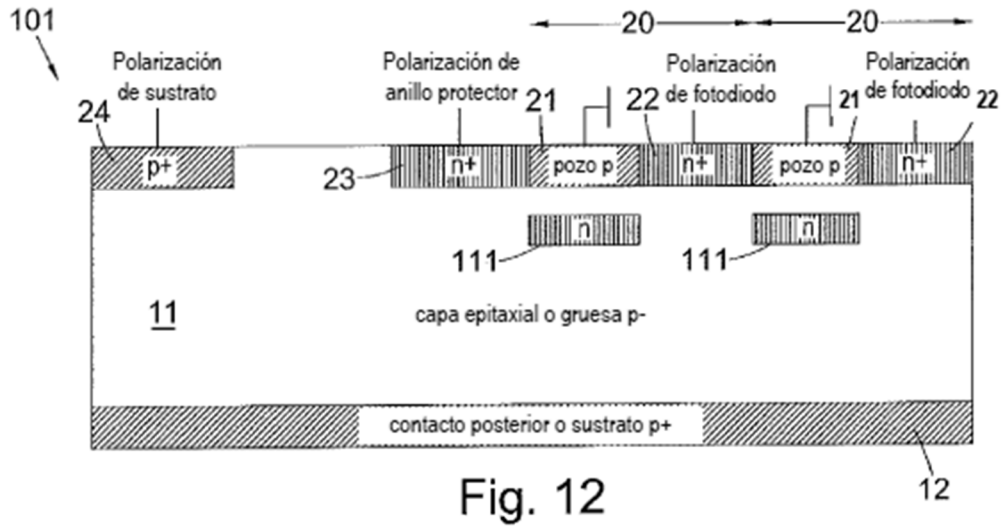


Fig. 12

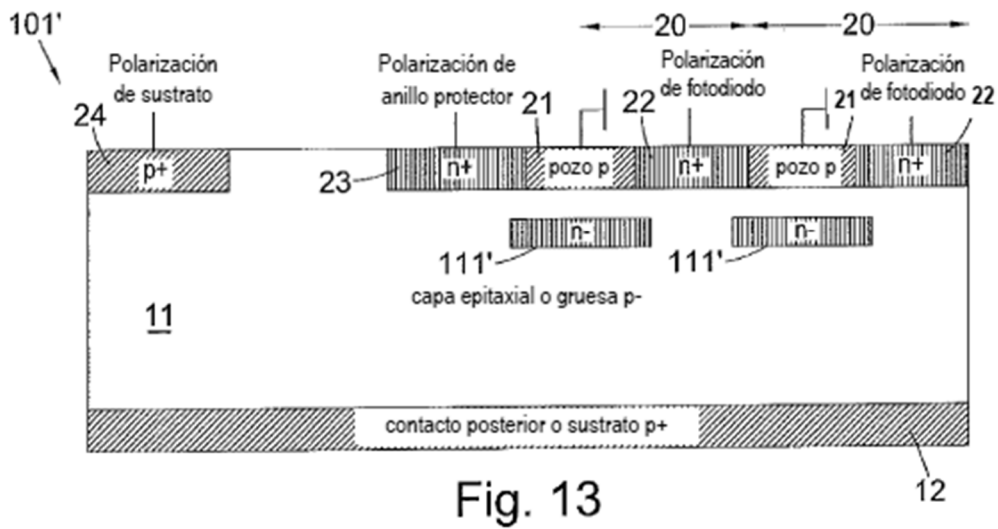


Fig. 13

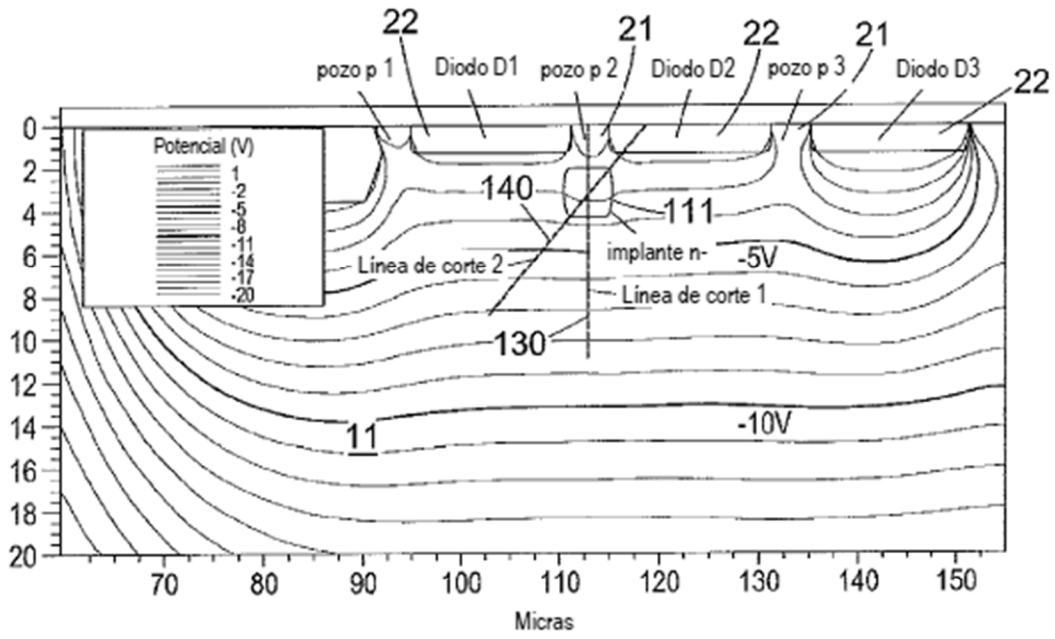


Fig. 14

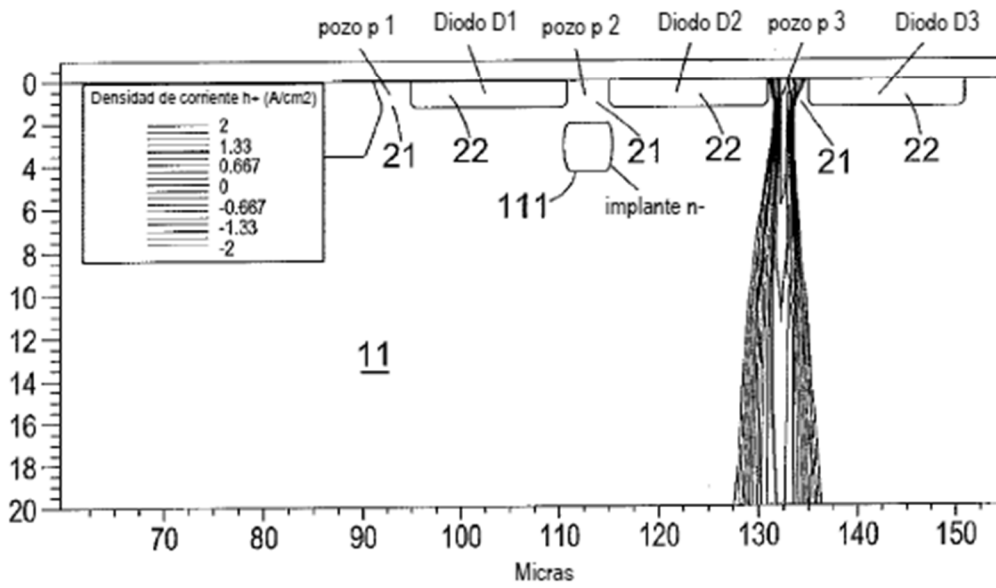


Fig. 15

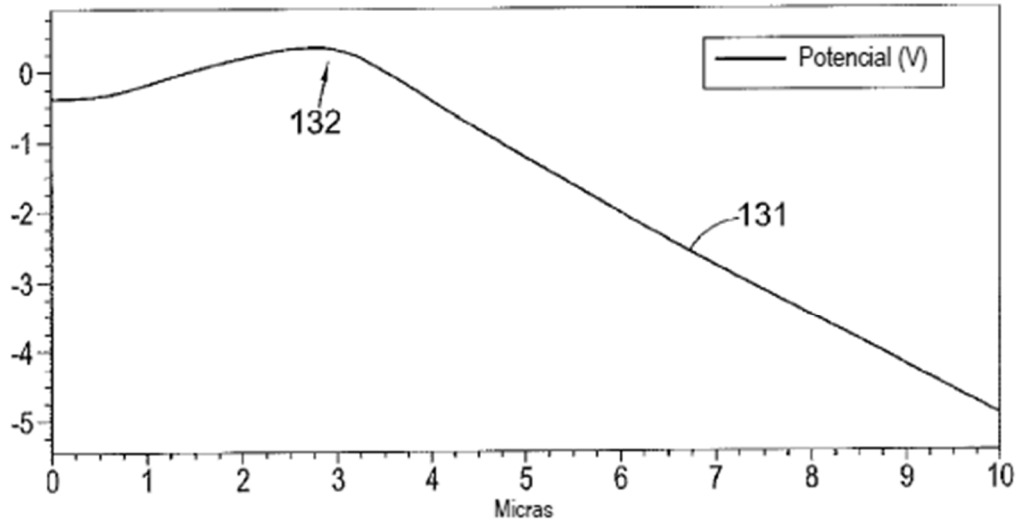


Fig. 16

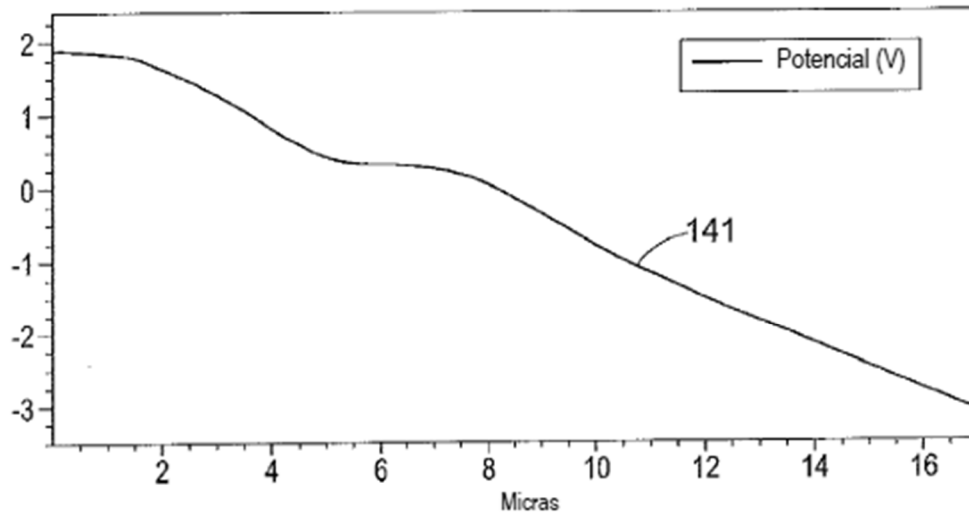


Fig. 17

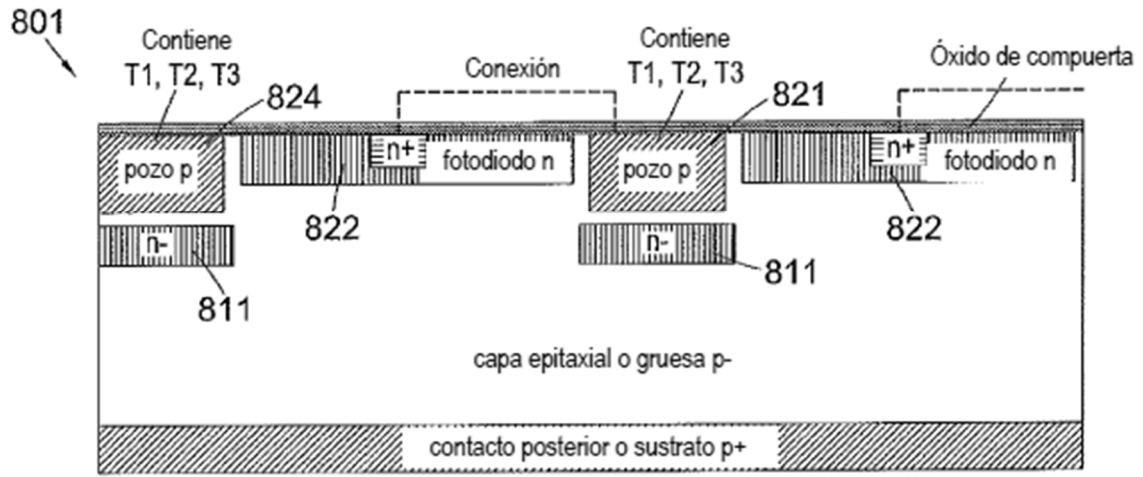


Fig. 18

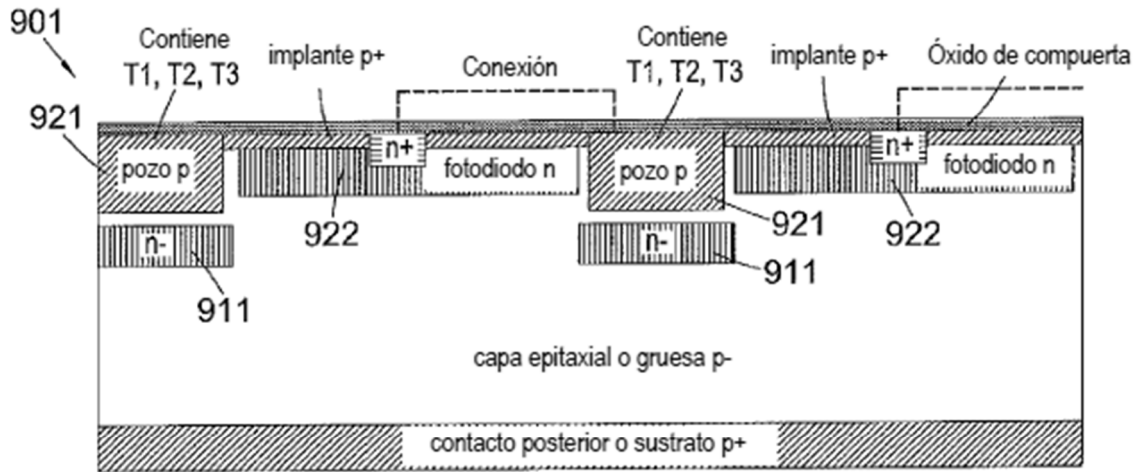


Fig. 19



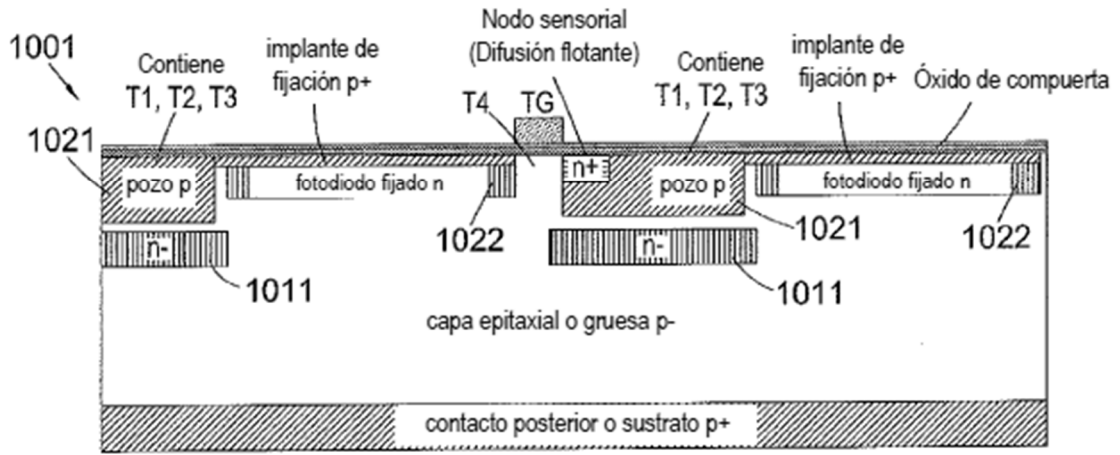


Fig. 20

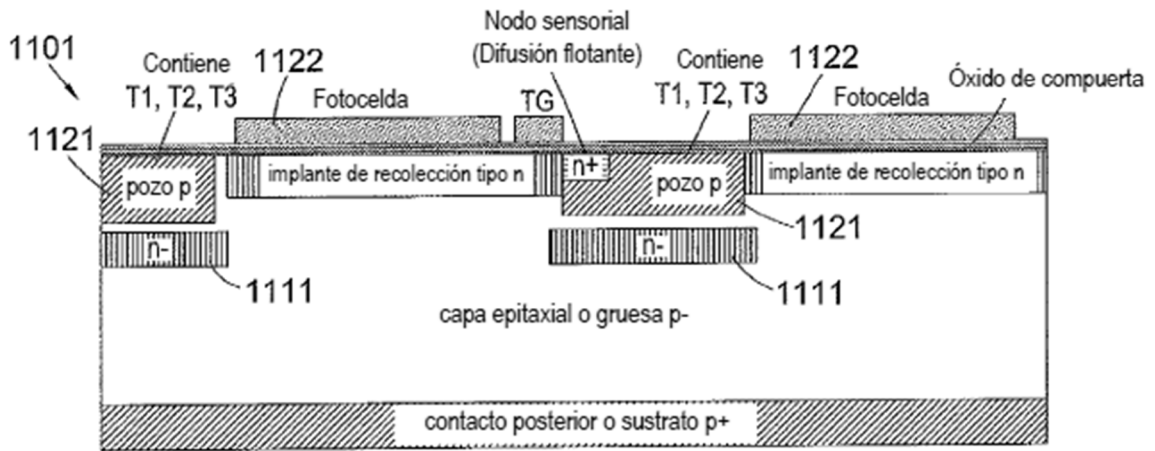


Fig. 21

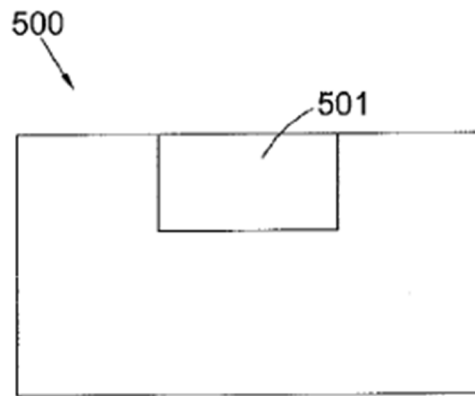


Fig. 22

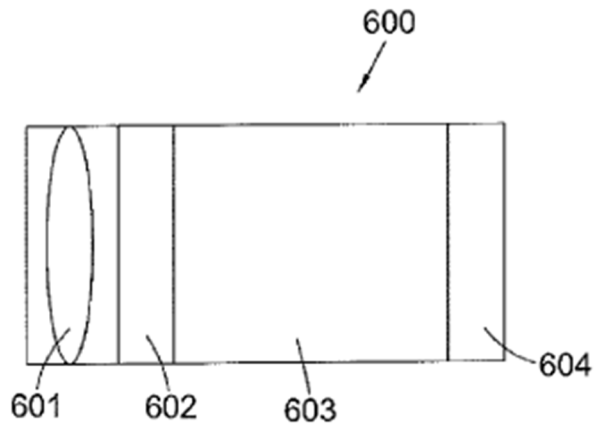


Fig. 23