

37-3893

22 FEB



P.- 43.297

PHN 3678

Spain

VD/GB

**Memoria descriptiva**

SECCION	1
CLASIFICACION	H 01
CLASE	H 01
SUBCLASE	2

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS 'GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad / ~~de nacionalidad~~ holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda.

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"  
(Clase Internacional H01)

POOR  
QUALITY

22 FEB



La presente invención se refiere a un dispositivo semiconductor dotado de un cuerpo semiconductor con una región de sustrato de un (primer) tipo de conductividad provista de un conductor de conexión, cuerpo semiconductor que tiene una superficie cubierta por lo menos en parte con una capa aislante y que comprende un mosaico, sensible a la radiación, de elementos sensibles a las radiaciones y esencialmente idénticos para convertir un diseño de radiación en señales eléctricas, estando dichos elementos dispuestos regularmente, y formando cada uno una unión rectificadora con la región de sustrato en una abertura practicada en la capa aislante.

Se conocen ya dispositivos del tipo arriba mencionado, que pueden usarse para convertir imágenes de radiación de diversa naturaleza: por ejemplo, para la lectura de tarjetas o fichas perforadas, o de cintas perforadas. con arreglo a un uso de gran importancia, forman placas emisoras fotosensibles o de emisión secundaria y tubos de toma de imágenes con placas emisoras, respectivamente, para señales de video; véase, por ejemplo, el resumen de comunicaciones técnicas de la Conferencia Internacional de Circuitos de estado sólido de 1967, publicado en febrero de 1967, pp. 128-129. En esta publicación se describe un dispositivo que tiene una placa semiconductor con un mosaico de diodos sensible a la radiación, en una de sus superficies, uno de cuyos lados se pone a un potencial fijo por medio de un conductor de conexión dispuesto en la placa semiconductor, mientras el otro lado de los diodos se carga

373893

35-9-973



periódicamente por medio de un haz electrónico a un potencial tal que los diodos se polarizan en sentido inverso.

Al ser irradiada la placa semiconductor con una intensidad localmente diferente (por ejemplo, por proyección de una imagen sobre la placa), se generan en la  
5 placa unos portadores de carga con una densidad que depende de la intensidad de radiación local. A consecuencia de ello, los diodos se descargan en mayor o menor grado y, por tanto, el diseño de radiación se convierte en un diseño  
10 de distribución de cargas. Durante la pasada sucesiva del haz electrónico, se vuelven a cargar los diodos plenamente o parcialmente descargados, apareciendo en dicho conductor de conexión unos impulsos de corriente cuyo valor depende de la extensión de la descarga de los diversos diodos.  
15 Estos impulsos de corriente pueden detectarse, por ejemplo, en forma de variaciones de tensión en bornes de una resistencia de carga incorporada al conductor de conexión.

Para obtener una buena definición es necesario que los elementos sensibles a la radiación sean pequeños,  
20 y que los portadores de carga generados en un determinado lugar sean recogidos por el elemento sensible a la radiación correspondiente a dicho lugar; así como que no lleguen a un elemento contiguo ni a la superficie intermedia del semiconductor. Para conseguir esto, por ejemplo, los  
25 elementos del mosaico pueden colocarse lo más juntos posible entre sí. Además, cuando la radiación llegue a incidir en la superficie de la placa emisora opuesta al elemento de mosaico, se tratará de hacer este último lo más delgado posible.

30 Además del hecho de no ser técnicamente posible

373893

21.1.1970

-3-

POOR  
QUALITY



dar a la placa semiconductor a una delgadez cualquiera arbitraria, la placa debe tener un espesor mínimo dado comprendido aproximadamente entre 10 y 100 micras, para mantener una sensibilidad suficiente a longitudes de onda mayores.

5 Es más, resulta inconveniente en general poner muy juntos los elementos sensibles a la radiación, ya que a consecuencia de ello la capacidad de la placa emisora puede llegar a ser demasiado elevada, con la consiguiente reducción de la velocidad propia de la placa emisora. Otro inconveniente reside en que cuando se usan muchos elementos muy pequeños y colocados muy juntos entre sí, la corriente de fuga total (corriente de reposo o de "oscuro") se hace relativamente grande.

15 Así, si se va a aumentar la velocidad de la placa emisora, la placa tendrá que hacerse más pequeña; o bien, si el área de la placa emisora sigue siendo la misma, los elementos del mosaico habrán de separarse más. Ahora bien, en ambos casos disminuirá la definición.

20 Es, pues, objeto de la invención una forma de construcción variada de un dispositivo semiconductor sensible a la radiación y del tipo descrito, en el que puede lograrse una gran velocidad de conmutación sin dejar por ello de poder obtenerse una elevada definición.

25 La invención se basa, entre otras cosas, en el reconocimiento del hecho de que por medio de un perfil adecuado de agentes correctores o impurezas incorporados al cuerpo semiconductor, se impide la recogida de portadores de carga producida localmente por radiación por parte de elementos contiguos, o por el paso de portadores de carga  
30 a la superficie del semiconductor situada entre los elemen-

373893



tos, en tanto que dichos portadores pueden también transportarse al elemento deseado correspondiente.

Por todo ello, conforme a la invención, un dispositivo semiconductor sensible a la radiación, dotado de un cuerpo semiconductor con una región de sustrato de un primer tipo de conductividad provista de un conductor de conexión, cuerpo semiconductor que tiene una superficie cubierta por lo menos en parte con una capa aislante y que comprende un mosaico sensible a la radiación compuesto de elementos sensibles a la radiación esencialmente idénticos para convertir un diseño de radiación en señales eléctricas, estando dichos elementos dispuestos regularmente y formando cada uno una unión rectificadora con la región de sustrato en una abertura practicada en la capa aislante, se caracteriza por tener incorporada en la región de sustrato una concentración de impurezas no homogénea tal que, por lo menos en la parte de la región de sustrato alejada del mosaico que está limitada por el plano común tangencial a las uniones rectificadoras, hay presente un campo eléctrico en todas las direcciones consideradas desde dicha unión rectificadora, bajo la influencia del cual los portadores de carga minoritarios de la región de sustrato se moverán en dirección a la unión rectificadora.

Debido al perfil de impurificación previsto con arreglo al presente invento, en la estructura va incorporado un campo eléctrico mediante el cual los portadores de carga minoritarios producidos por la irradiación no pueden pasar por difusión a elementos contiguos ni a la superficie.

El dispositivo de la presente invención tiene

**373893**

27 FEB 1970



entre otras la importante ventaja, en comparación con los dispositivos ya conocidos, de que las dimensiones de los elementos sensibles a la radiación dejan de ser decisivas en cuanto a la energía o potencia de captura, con lo cual los elementos pueden hacerse mucho más pequeños de lo normal, reduciéndose así considerablemente la capacidad y la corriente de reposo.

El perfil corrector incorporado conforme a la invención puede realizarse de diversas maneras: por ejemplo, por medio de una concentración de impurezas que aumenta en todas direcciones a partir de la unión rectificadora, y en la que dicha variación de concentración puede extenderse por toda la región de substrato. Con arreglo a una importante forma preferida de realización del invento, que puede ejecutarse técnicamente de sencilla manera, la unión rectificadora se forma entre una zona del elemento sensible a la radiación y una primera zona de substrato del primer tipo de conductividad, que tiene menor concentración de impurezas que una segunda zona de substrato del mismo tipo de conductividad, que dentro del cuerpo semiconductor rodea esencialmente por entero a la parte de la primera zona de substrato que limita la unión rectificadora.

Es de notar que la segunda zona de substrato circunda esencialmente por entero a la parte de la primera zona de substrato de dentro del cuerpo semiconductor que rodea la unión rectificadora en el sentido de la invención, si la segunda zona de substrato se extiende entre dos elementos sensibles a la radiación hasta llegar por lo menos al plano tangencial común determinado por sus uniones rectificadoras. Ahora bien, la segunda zona de substrato se

373893



extiende de preferencia entre los elementos hasta llegar a la superficie del semiconductor, a consecuencia de lo cual se obtiene una separación lo más completa posible entre los elementos sensibles a la radiación. La concentración de impurezas se escogerá con ventaja de modo que la segunda zona de substrato, corregida más fuertemente, entre los elementos sensibles a la radiación, tenga una concentración correctora tan elevada, por lo menos en la superficie, que no pueda formarse en ella canal de inversión alguno. En el caso de un material de resistencia óhmica relativamente alta, tal canal de inversión puede llegar realmente a formarse con facilidad entre el material semiconductor y la capa aislante, que suele ser una capa de óxido. A consecuencia de ello, pueden formarse caminos de fuga entre los elementos sensibles a la radiación. Para impedir esto basta en general con una impurificación de superficie de  $10^{18}$  a  $10^{19}$  átomos por centímetro cúbico en el caso, por ejemplo, del silicio.

5  
10  
15  
20  
25  
30

Dicha unión rectificadora puede consistir en una unión de metal y semiconductor. Por ejemplo, los elementos sensibles a la radiación pueden consistir total o parcialmente en diodos de Schottky. Ahora bien, la unión rectificadora está preferiblemente formada por una unión PN, entre una zona del tipo de conductividad opuesto asociado al elemento sensible a la radiación, y la región de substrato.

Dicha primera zona de substrato puede ser, por ejemplo, una zona impurificada de manera esencialmente homogénea, con una menor corrección que una segunda zona de substrato que rodee a la primera. Se forma entonces entre dichas zonas de substrato una unión de impurificación

373893



más o menos violenta o brusca. Esta unión y el campo eléctrico a ella asociado impiden que los portadores de carga generados por la radiación sean capturados por un elemento contiguo sensible a la radiación. Con arreglo a una importante forma preferida de ejecución, no obstante, la primera zona de substrato tiene una concentración correctora que disminuye continuamente desde la segunda zona de substrato a la unión rectificadora. A consecuencia de ello se incorpora a la primera zona de substrato un campo de arrastre o de "deriva", de manera análoga a la de un transistor de arrastre, a consecuencia de lo cual los portadores de carga minoritarios producidos por radiación se dirigen al elemento sensible a la radiación deseado. La estructura del dispositivo se elige de preferencia de tal modo que la concentración de impurezas de la primera zona de substrato, considerada a partir de la unión entre la primera y la segunda zona de substrato, se reduce a lo largo de la capa aislante hasta la unión rectificadora más despacio que desde la parte restante de la unión entre la primera y la segunda zona de substrato hasta la unión rectificadora, de manera que la unión rectificadora quede situada en una región de menor impurificación que se va estrechando hacia la superficie, con el resultado de que dichos efectos se intensifican aún más.

La distancia desde la unión rectificadora a la segunda zona de substrato se escoge, con ventaja, de manera que sea máximamente igual a la longitud media de difusión de los portadores de carga minoritarios en la primera zona de substrato. A consecuencia de ello, se asegura la óptima captura de portadores de carga en los

373893



elementos sensibles a la radiación, ya que el número de portadores de carga que se recombinan antes de llegar a las uniones rectificadoras se hace insignifican-  
mente pequeño.

5                    Como elementos sensibles a la radiación pueden usarse los diodos de Schottky, los diodos PN, los transistores, los elementos PNP u otras estructuras sensibles a la radiación. El dispositivo llega a ser sumamente sencillo cuando los elementos sensibles a la radiación constan  
10 de diodos. Con arreglo a otra forma de ejecución preferida, los elementos sensibles a la radiación constan de fototransistores, cuya unión de base-colector está formada por dicha unión rectificadora. A expensas de una estructura ligeramente más complicada se obtiene la ventaja de una  
15 amplificación adicional o mayor.

                  Si la unión rectificadora es de tipo PN, dicha unión, en la mayoría de los casos, se formará de preferencia entre una región de substrato de tipo N y una zona de tipo P, ya que el haz electrónico de exploración cargará  
20 en general negativamente el elemento sensible a la radiación. Ahora bien, como consecuencia de la emisión secundaria producida en la superficie del semiconductor, puede aparecer en algunas circunstancias una carga positiva. Ello podría ocurrir también, por ejemplo, al utilizar un  
25 haz de partículas positivamente cargadas (por ejemplo, de iones positivos) en lugar de un haz de electrones. Es obvio que, cuando se utilice una carga positiva de este género, se empleará un substrato de tipo P que forme unión PN con una zona de tipo N del elemento sensible a la radiación.

30                    La invención presenta un interés particular en

**373893**

27 EN



5 el caso en que el dispositivo sea un tubo de captación o toma de imágenes que comprenda una fuente de electrones capaz de producir un haz electrónico con el cual se pueda explorar la placa de emisión formada por dicho cuerpo semiconductor y provista de un mosaico sensible a la radiación.

10 El dispositivo descrito puede fabricarse de diversas maneras, Por ejemplo, es posible fabricar una placa emisora del tipo descrito, partiendo de un substrato en forma de placa del primer tipo de conductividad en el que haya una impureza del mismo tipo de conductividad difundida por toda la superficie a partir de uno de los lados, en tanto que ello se hace selectivamente desde el otro lado en forma de retícula, de tal manera que las regiones difundidas desde ambos lados se toquen entre sí.

15 En las partes restantes no sometidas a difusión se disponen luego los elementos sensibles a la radiación, formando como "bandejas" de material de menor impurificación.

20 Un método particularmente práctico de fabricar un dispositivo conforme a la invención se caracteriza por ser el material de partida un substrato del primer tipo de conductividad, en el cual se disponen unas cavidades en una superficie, mediante ataque químico selectivo en el área de los elementos sensibles a la radiación a formar,

25 después de lo cual se dispone en dicha superficie, por desarrollo o "crecimiento" epitáxico una capa de semiconductor del primer tipo de conductividad pero con menor impurificación que el substrato, y después de lo cual se forma la unión rectificadora en las partes de la capa epitáxica situadas encima de las cavidades, y se disponen las

30

373893

27 EN



demás zonas semiconductoras asociadas a los elementos sensibles a la radiación. Si así conviene, puede realizarse un calentamiento del cuerpo después de disponer la capa epitáxica, para que la impureza se difunda desde el substrato por la capa epitáxica, permitiendo así el control a voluntad del perfil impurificación de la misma. Durante el desarrollo epitáxico también tiene lugar ya en general una determinada difusión de salida. La capa epitáxica, después de formada, se rebaja o rectifica de preferencia hasta alcanzar el substrato entre las cavidades, a consecuencia de lo cual quedan en las cavidades unas regiones de la capa epitáxica enteramente separadas entre sí, regiones en las cuales se disponen los elementos sensibles a la radiación, generalmente tras un proceso de ataque químico, formando una superficie cristalina lo más libre de defectos posible.

Con arreglo a otra forma preferida de ejecución de este invento, se utiliza un substrato de tipo N en el cual, tras el crecimiento o desarrollo, se elimina por lo menos el substrato por medio de un método de ataque electrolítico, para que en el substrato fuertemente corregido no pueda tener lugar absorción de radiación alguna.

Otro método particularmente apropiado, conforme a la invención, es el caracterizado por el hecho de ser el material de partida un substrato del primer tipo de conductividad, provisto en una superficie de una capa protectora o de máscara en la que se practican unas ventanillas por ataque químico local, después de lo cual la impureza correctora sale del substrato por difusión a través de las

373893

27



5 ventanillas mediante caldeo, formando zonas de menor impurificación debajo de las ventanillas, tras lo cual se forma la unión rectificadora en dichas zonas y se disponen las demás zonas semiconductoras asociadas a los elementos sensibles a la radiación. El grado de difusión de salida determina el perfil impurificador de la primera zona de sustrato.

10 Cuando el cuerpo semiconductor se destina a que la radiación incida por el lado distante o alejado del mosaico sensible a la radiación, el cuerpo semiconductor, tras de disponerse los elementos sensibles a la radiación, se reduce preferiblemente en espesor por el lado distante de los elementos, quitando material hasta un espesor total igual como máximo a la longitud de absorción, en el sustrato, de la radiación a la cual son sensibles los elementos.

15 Para que la invención pueda ponerse en práctica fácilmente, se describirán en lo que sigue con mayor detalle y a título de ejemplo algunas formas de realización de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

20 - la figura 1 es una vista esquemática en sección recta de un dispositivo conforme a la invención;

25 - las figuras 2, 3, 5, 6, 7 y 8 son otras tantas vistas esquemáticas en sección del dispositivo de la fig. 1, en sucesivas etapas de manufactura;

30 - la figura 4 es una vista en planta del dispositivo de la fig. 1, en la etapa de manufactura ilustrada en la fig. 5 en sección recta tomada por la línea V-V;

- la figura 9 es una vista esquemática en sección recta de otro dispositivo conforme a la invención;

373893

27 EN 1970

- las figuras 10 y 11 son unas vistas esquemáticas en sección recta de otras formas de ejecución del dispositivo del presente invento;

5 - las figuras 12 y 13 son unas vistas esquemáticas en sección recta de otra forma más de ejecución del dispositivo del presente invento, en sucesivas etapas de manufactura; y

10 - la figura 14 es una vista esquemática en sección recta de un dispositivo conforme a la invención, en forma de tubo captador de imágenes.

Para mayor claridad, las figuras, especialmente en el sentido del espesor, no están dibujadas a escala. Los componentes que se corresponden en los dibujos están designados por los mismos números de referencia.

15 La fig. 1 es una vista esquemática en sección recta de parte de un dispositivo semiconductor conforme al presente invento. Este dispositivo semiconductor comprende un cuerpo semiconductor en forma de placa, de silicio, que  
20 tiene una región de sustrato de tipo N (3, 4) provista de un conductor de conexión 2. En una superficie 5 de la placa de silicio se dispone un mosaico sensible a la radiación, que consta de diodos (7,4) mutuamente iguales y sensibles a la radiación, cada uno de los cuales tiene una unión rectificadora 6 de tipo PN entre una zona 7 de tipo P y una  
25 primera zona de sustrato 4 de tipo N. Dicha primera zona de sustrato 4 está menos impurificada que la región 3, la segunda zona de sustrato, que se extiende entre los diodos hasta llegar a la superficie 5 del semiconductor y que, en cada uno de los diodos, rodea por completo a la zona 4  
30 de dentro del cuerpo semiconductor. La superficie 5 entre

373893

27



los diodos (7,4) está cubierta de una capa 12 de óxido de silicio.

5 La segunda zona de sustrato 3 tiene una concentración de impurezas de fósforo de  $10^{19}$  átomos por centímetro cúbico. La primera zona de sustrato 4 tiene una concentración de impurezas que decrece continuamente desde un valor de  $10^{19}$  átomos de fósforo por centímetro cúbico en el área de la unión entre las zonas 3 y 4, hasta un valor de  $10^{15}$  átomos/cm<sup>3</sup> en el área de la unión rectificadora 6.

10 Como resultado de la falta de homogeneidad citada, en la región de sustrato (3,4) hay presente un campo eléctrico de arrastre, considerado a partir de cada unión 6 en todas direcciones, campo que se dirige hacia la unión 6 correspondiente y a consecuencia del cual los huecos portadores en la región de sustrato se moverán en dirección a la unión 6.

15 Con arreglo a lo que antecede, la segunda región de sustrato 3 tiene una concentración de impurezas de  $10^{19}$  átomos/cm<sup>3</sup> en la superficie 5. Esto basta en general para impedir la formación de un canal de inversión en dicha superficie, que pudiera formar camino de fuga entre los diodos.

20 El dispositivo de la fig. 1 puede fabricarse, por ejemplo, del siguiente modo: El material de partida (fig. 2) es una placa 3 de silicio de tipo N que tiene un diámetro de 25 mm, un espesor de 200 micras y una concentración de impurezas de fósforo de  $10^{19}$  átomos/cm<sup>3</sup>, placa que está orientada de manera que sus superficies principales se extiendan esencialmente paralelas al plano cristalográfico

373893

373893

27 ENE



fico (100).

Una de las superficies principales de dicha placa de silicio está pulida y tratada por ataque químico de manera que la superficie adquiriera una estructura cristalina todo lo perfecta posible. Esta superficie se oxida luego a 1100°C en oxígeno húmedo, hasta obtenerse una capa de óxido 8, de 0,5 micras de espesor (fig. 3).

En dicha capa de óxido se disponen unos agujeros cuadrados 9 de 27 x 27 micras repartidos a un paso de 30 micras en la dirección de los lados de los agujeros, usando para ello métodos de fotoprotección o reserva de los que se suelen utilizar en la tecnología de los semiconductores (véase la fig. 4 y la vista en sección recta tomada por la línea V-V de la misma, que se representa en la fig. 5). A continuación se efectúa un tratamiento de ataque químico con una mezcla consistente en 250 gramos de KOH, 850 gramos de H<sub>2</sub>O y 25 gramos de isopropanol, durante 15 minutos aproximadamente, y durante el cual se forman en el silicio unas cavidades 10 (fig.6) de una profundidad de 13 micras. Como consecuencia de la orientación (100) de la placa de silicio, el ataque químico tiene lugar esencialmente sólo en la dirección del espesor de la placa, mientras en sentido lateral no se quita prácticamente silicio alguno por ataque químico de debajo de la capa de óxido.

A continuación se quita la capa de óxido 8 por ataque con ácido fluorhídrico, y se dispone la capa 11 de silicio de tipo N, con una concentración de impurezas de 10<sup>15</sup> átomos de fósforo por centímetro cúbico, en un espesor de 15 micras por desarrollo epitáxico en la superficie y en las cavidades 10 (fig. 7).

373893



La capa epitáxica 11 se rebaja o rectifica luego hasta llegar al sustrato 3 de tipo N, fuertemente impurificado, y se ataca químicamente de manera que quedan unas regiones epitáxicas 4 separadas (fig. 8). La placa de silicio se calienta luego a 1200°C durante 3 horas en una atmósfera de oxígeno saturada con agua a 25°C. Se forma una capa de óxido 12 (fig.8) de 0,6 micras de espesor, al mismo tiempo que el fósforo se difunde en las regiones 4 desde el sustrato 3 de tipo N, de manera que en dichas regiones 4 aparece una concentración de fósforo decreciente a partir del sustrato 3 y en la cual, en el área de la línea de trazo interrumpido 13, la concentración de fósforo se ha reducido a  $10^{15}$  átomos/cm<sup>3</sup>. Esta superficie 13 de igual concentración es en su mayor parte paralela la superficie 5, y se encuentra allí aproximadamente a 2 micras por debajo de dicha superficie. A consecuencia del hecho de que los átomos de fósforo se difunden con menor facilidad en el óxido de silicio que en el silicio, la superficie 13, donde la concentración es de  $10^{15}$  átomos/cm<sup>3</sup>, se dobla hacia dentro en la superficie 5, de manera que la concentración de fósforo se reduce con mas lentitud a lo largo de la capa de óxido 21 que desde la parte restante de la unión entre las zonas 3 y 4.

En la capa de óxido 12 se practican por ataque químico unas ventanas circulares 14 (fig.1), de 10 micras de diámetro, volviendo aquí a utilizar también métodos de fotoprotección ya conocidos. Por dichas ventanas se difunde boro en cápsula dosificada, de manera usual a 1100°C, siendo la fuente silicio en polvo con una concentración de boro de  $10^{19}$  átomos/cm<sup>3</sup>, hasta formarse las zonas difundidas

373893

27 EN



7 de tipo P (véase la fig. 1), dotadas de uniones PN aproximadamente a 2 micras por debajo de la superficie. Como la duración de esta difusión de boro es mucho más breve que la de la precedente difusión hacia fuera de átomos de fósforo desde la zona 3 en la zona epitáxica 4, la distribución de fósforo en la región epitáxica 4 no varía esencialmente durante dicha difusión de boro. Así, las uniones 6 de tipo PN se sitúan aproximadamente al nivel donde la concentración decreciente de fósforos a partir del sustrato se ha reducido al valor de la concentración primitiva de donadores de la capa epitáxica 11.

La distancia desde las uniones 6 de tipo PN a la región de sustrato 3 es en este ejemplo, en todas partes, menor de 50 micras, lo cual es menor que la longitud media de difusión de agujeros en la región 4, con lo cual se llega a una óptima captura de portadores de carga por parte de las uniones 6.

El ulterior acabado de la placa emisora depende de la manera en que se use. Cuando el haz electrónico destinado a explorar los diodos y el haz de luz que forme la imagen de radiación incidan ambos por el lado de la placa emisora en que están situados los diodos (lo cual es posible, por ejemplo, haciendo que el haz de electrones y el haz de luz formante de la imagen incidan en la placa emisora con ángulos diferentes), basta con disponer una capa de electrodo 2 en la totalidad de la superficie de la placa emisora distante de los diodos (véase la fig.1). Cuando el haz de luz llega a incidir en la placa emisora desde el otro lado, es recomendable reducir el espesor de la placa emisora practicando a muela una depresión a

27 ENL



partir del lado distante de los diodos, hasta llegar a un  
espesor total que a lo sumo sea igual a la longitud de ab-  
sorción, en el sustrato, de la radiación a la cual son  
sensibles los elementos (en el presente caso, por ejemplo,  
5 a un espesor de 20 micras). En la superficie sobre la que  
incide el haz de luz, se dispone a todo lo largo del borde  
un contacto anular en el cual, si así conviene, puede fi-  
jarse la placa emisora a un soporte permeable a las radia-  
ciones, para así acrecentar la rigidez.

10 Con arreglo a una variación del método descrito,  
en las zonas 7 de tipo P puede difundirse selectivamente y  
de la manera usual una zona de tipo N, siendo la pro-  
fundidad de penetración, tras disponerse dichas zonas, de  
por ejemplo, una micra aproximadamente (fig.9). Los ele-  
15 mentos sensibles a la radiación están formados entonces  
por unos fototransistores (15,7,4), cuya unión 6 forma la  
de base-colector.

Con arreglo a una variante, el método descrito  
puede realizarse también omitiendo la operación de rebajar  
o rectificar la capa epitáxica 11. Se obtiene entonces una  
20 estructura ligeramente distinta. En la fig. 10 se represen-  
ta un detalle de esta estructura, dotada de 2 diodos (16,4)  
y (17,4). La segunda zona de sustrato 3 no se extiende has-  
ta la superficie del semiconductor, sino que se extiende  
25 hasta más allá del plano tangencial común 18 determinado  
por las uniones rectificadoras 19 y 20. Con arreglo a otra  
forma de ejecución preferida, el sustrato 3, así como una  
parte de la parte fuertemente impurificada de la capa 11,  
formado por difusión saliente, puede quitarse en este caso  
30 de manera que se obtenga la estructura de la fig. 11, por

373893

27 EN



ejemplo, mediante un tratamiento de ataque electrolítico como el descrito en la solicitud de patente holandesa publicada n.º. 6.703.013, aplicado al lado de la placa de silicio más alejado de los diodos. Durante este tratamiento de ataque electrolítico, se quita material hasta alcanzar una concentración de impureza de aproximadamente  $10^{17}$  átomos/cm<sup>3</sup>, en tanto que la parte restante de la capa 11 no es atacada. El límite de corrección con una concentración de  $10^{17}$  átomos/cm<sup>3</sup> se representa en la fig. 10 por medio de la línea 21 de trazo interrumpido, y el silicio de tipo N se quita aproximadamente hasta llegar a dicha línea límite (fig. 11). La parte restante de las regiones 4 mantiene una gradiente de impurificación. Como consecuencia de esto, conforme al presente invento, hay un campo de arrastre presente en las partes 4 de la región de sustrato más alejadas del mosaico sensible a la radiación, partes que se encuentran limitadas por el plano tangencial común 22 en las uniones 19 y 20 de tipo PN, calculado en todas direcciones a partir de dichas uniones, estando dicho campo de arrastre orientado hacia dichas uniones. Bajo el influjo de este campo de arrastre, los huecos portadores se moverán yendo a las uniones 19 y 20. La estructura de la fig. 11 tiene la ventaja de evitarse ahora por entero la absorción de radiación en el sustrato 3, lo cual es importante, en particular para las longitudes de onda más cortas. Ahora bien, la estructura no es muy rígida mecánicamente y por lo tanto, de preferencia, se dispondrá en un soporte.

Otro método de fabricar un dispositivo conforme a la invención es el que se describirá ahora con referencia a las figs. 12 y 13. Como en el ejemplo precedente,

373893

27 ENE



el material de partida es una placa 31 de silicio de tipo N (fig.12), de 25 mm de diámetro y 200 micras de espesor, y con una concentración de fósforo de  $10^{19}$  átomos por centímetro cúbico. Una de las superficies principales de dicha placa se pule y ataca químicamente aquí también, después de lo cual se efectúa la oxidación en oxígeno húmedo a  $1100^{\circ}\text{C}$ , hasta obtenerse una capa de óxido 32 de 0,5 micras de espesor.

En dicha capa de óxido se practican por ataque químico unas ventanillas circulares 33, de 6 micras de diámetro y repartidas a 20 micras de paso en direcciones mutuamente perpendiculares, de manera que se obtiene una estructura como la representada esquemáticamente en la vista en sección recta de la fig. 11.

La placa de silicio se calienta luego a una temperatura de  $1150^{\circ}\text{C}$  durante 150 horas, en una ampolla de cuarzo en la que se ha hecho el vacío, en presencia de silicio en polvo con baja impurificación (concentración de impurezas,  $10^{15}$  átomos/ $\text{cm}^3$ ). Durante este calentamiento, los átomos de fósforos se difunden hacia fuera saliendo de la placa por las ventanillas 33. Como consecuencia de esto, en la placa se forman unas regiones 34 de menor impurificación (fig.11) en las cuales la concentración aumenta desde la superficie a un valor de  $5 \cdot 10^{18}$  átomos/ $\text{cm}^3$  en el área de la línea 35 de trazo interrumpido, aproximadamente a 7 micras por debajo de la superficie.

A continuación se difunde boro, por las ventanillas 33, a una profundidad de 1 micra, para así formar las zonas 36 de tipo P (véase la fig. 13). A esta profundidad, la concentración de fósforo es aproximadamente de

373893



$10^{16}$  átomos/cm<sup>3</sup>. Los diodos (36,34) con las uniones 37 tipo PN constituyen el mosaico sensible a la radiación.

5 Este método tiene la ventaja de no ser necesario el desarrollo epitáxico ni la etapa adicional de orientación; pero, en cambio, se necesita un tiempo bastante prolongado de salida por difusión.

El resto del acabado de la placa emisora se efectúa de igual manera que en el primer ejemplo.

10 La fig. 14 es una vista esquemática en sección recta de un tubo captador de imágenes, conforme a la invención, que posee una placa emisora del tipo arriba descrito. Este tubo captador de imágenes comprende una fuente de electrones, en forma de cañón electrónico 41, capaz de producir un haz de electrones con el cual sea posible  
15 explorar la placa emisora 42 mediante la desviación del haz de electrones con un sistema usual de bobinas 43. Los electrones provenientes de la emisión secundaria son recogidos por una rejilla 44. La lente 45 forma una imagen de radiación sobre la placa emisora 42, por medio de la placa de vidrio 46. El borde de la placa emisora comprende un  
20 contacto anular de conexión 48, por el lado distante de los diodos 47 sensibles a la radiación, contacto que, en la condición de trabajo, está conectado por medio de la resistencia 49 al terminal positivo de la fuente de alimentación de potencial 50, cuyo terminal negativo está conectado a la fuente de electrones 41. Los diodos son cargados por la fuente de potencial 50 por medio del haz electrónico, y descargados luego total o parcialmente por la radiación incidente. Las señales de corriente obtenidas por la  
25 recarga de los diodos durante la siguiente pasada del haz  
30

373893

27



electrónico pueden derivarse, por ejemplo, en los terminales 51 y 52, por medio de la resistencia 49.

5 Como se apreciará de manera obvia, la invención no se limita a los ejemplos indicados, sino que hay muchas variantes posibles, evidentes para las personas versadas en la materia, sin salirse del ámbito de la invención. En particular, la exploración del mosaico sensible a las radiaciones puede efectuarse, en determinadas circunstancias, por medios que no sean un haz de electrones. Por ejemplo, 10 es posible disponer un conductor de conexión por separado en cada uno de los elementos sensibles a la radiación por el lado del mosaico, conductor por medio del cual es posible efectuar la carga de los elementos. También pueden usarse elementos sensibles a la radiación que no sean diodos 15 o transistores (por ejemplo, estructuras de tipo PNP), en tanto que el dispositivo de la invención puede fabricarse también de maneras distintas a las descritas más arriba.

20 Además del silicio, pueden usarse otros materiales semiconductores como, por ejemplo, germanio o compuestos de los grupos III-V, en tanto que las diversas zonas de semiconductor pueden hacerse de materiales semiconductores mutuamente diferentes.

25 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda el 27 de noviembre de 1958, N° 6816923, se acoge a los beneficios del artº 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

22.1.1970

-22-

373893

POOR  
QUALITY

27 EN



## 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 siguientes:

5

1.- Un dispositivo semiconductor que tiene un cuerpo semiconductor con una región de sustrato, de un primer tipo de conductividad, provista de un conductor de conexión, una superficie de cuyo cuerpo semiconductor está, al menos parcialmente, cubierta con una capa aislante, y comprende un mosaico, sensible a la radiación, de elementos sensibles a la radiación sustancialmente idénticos, para convertir una pauta de radiación en señales eléctricas, estando dispuestos dichos elementos regularmente, y formando cada uno una unión de rectificación con la región de sustrato, en una abertura de la capa aislante, caracterizado porque es incorporada una concentración tal de impurezas, no homogénea en la región de sustrato que, al menos en aquella parte de la región del sustrato alejada del mosaico que está limitada por el plano tangencial común en las uniones de rectificación, está presente un campo eléctrico en todas las direcciones contadas desde dicha unión de rectificación, bajo la influencia de cuyo campo se moverán portadores de carga minoritarios en la región del sustrato, en la dirección de la unión de rectificación.

10

15

20

25

22.1.1970

-23-

373893

27 ENE 1970

5 2.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, caracterizado porque la unión de rectificación está formada entre una zona del elemento sensible a la radiación y una primera zona de sustrato del primer tipo de conductividad, que tiene una concentración de impurezas más baja que una segunda zona de sustrato del primer tipo de conductividad, que rodea enteramente de manera sustancial, dentro del cuerpo semiconductor, la parte de la primera zona de sustrato que limita con la unión de rectificación.

10 3.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 2, caracterizado porque la segunda zona de sustrato se extiende entre los elementos sensibles a la radiación hasta la superficie del semiconductor.

15 4.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 3, caracterizado porque la segunda zona de sustrato entre los elementos sensibles a la radiación, tiene una concentración de impurezas tan alta, al menos en la superficie, que no puede ser formado en ella canal de inversión.

20 5.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque la primera zona de sustrato tiene una concentración de impurezas que disminuye continuamente desde la segunda zona de sustrato hasta la unión de rectificación.

25 6.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 5, caracterizado porque la concentración de impurezas de la primera zona de sustrato, contada desde la unión entre las zonas de sustrato primera y segunda, disminuye más lentamente a lo largo de la capa aislante

373893



que desde la parte restante de dicha unión.

5 7.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la distancia desde la unión de rectificación a la segunda zona de sustrato es a lo sumo igual a la longitud de difusión media de los portadores de carga minoritarios en la primera zona de sustrato.

10 8.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unión de rectificación está formada por una unión p-n entre una zona del tipo de conductividad opuesto, asociada a un elemento sensible a la radiación y la región de sustrato.

15 9.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 8, caracterizado porque la zona del tipo de conductividad opuesto es conductora de tipo p.

20 10.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los elementos sensibles a la radiación consisten en diodos.

25 11.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el elemento sensible a la radiación consiste en fototransistores, cuya unión base-colector está formada por dicha unión de rectificación.

30 12.- Un dispositivo semiconductor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo es un tubo de recogida de imágenes, que comprende un manantial de electrones que es capaz de producir un haz de electrones, con el cual puede ser explo-

22 FEB 1972



rada una placa de blanco que está formada por el citado cuerpo semiconductor.

13.- 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 escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 22 FEB 1972

p.a.

Alberto de Eizaburu  
Fundador.

TRR/.

-26-

373893

373893

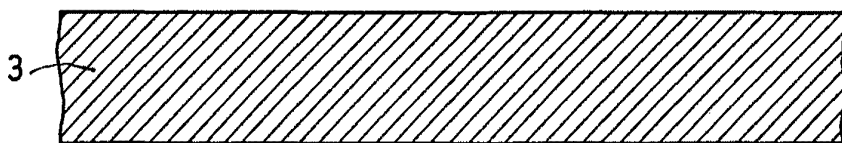
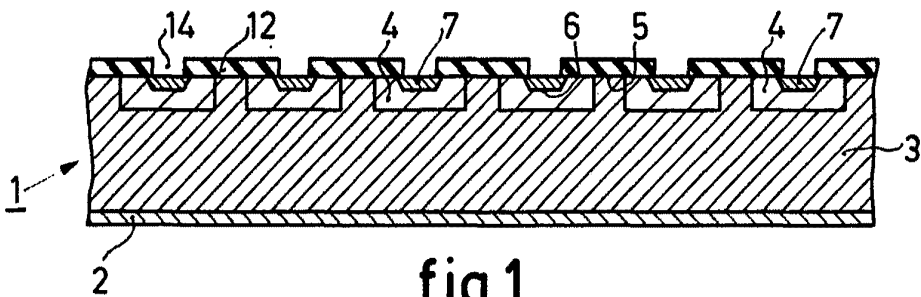


fig.2

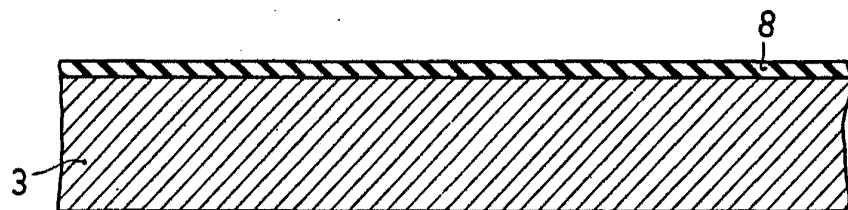


fig.3

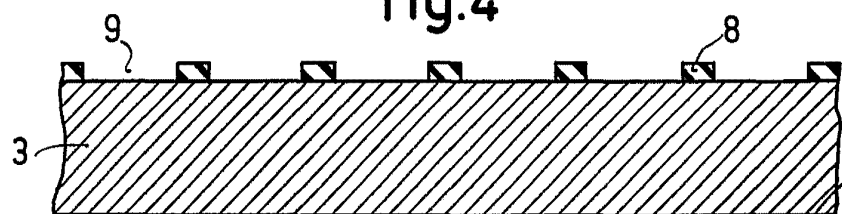
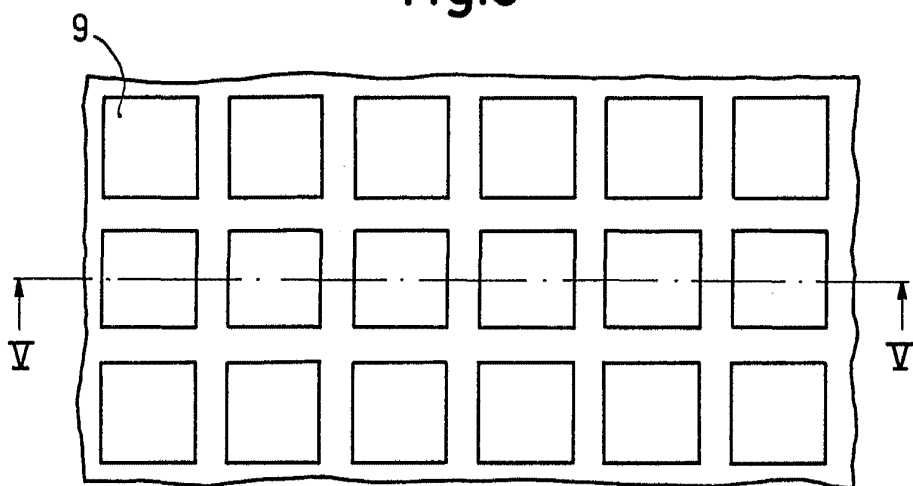


fig.5

373893

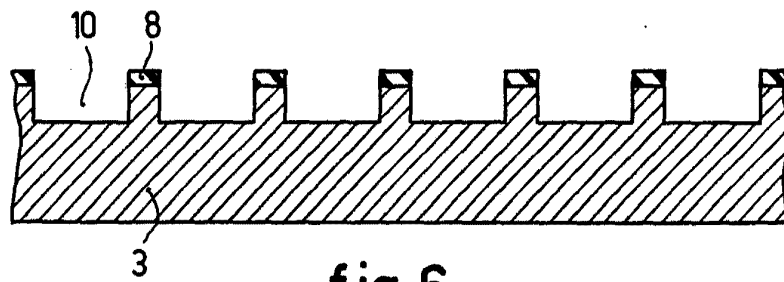


fig.6

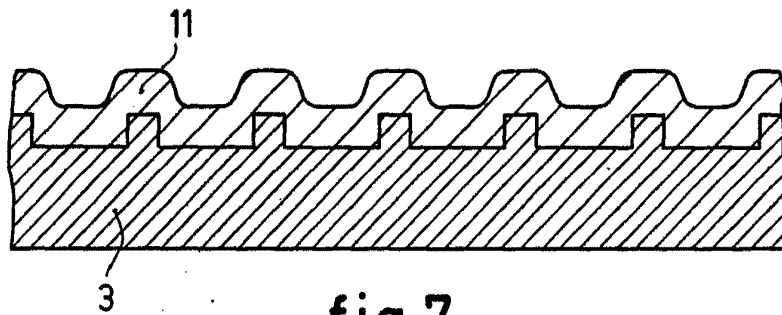


fig.7

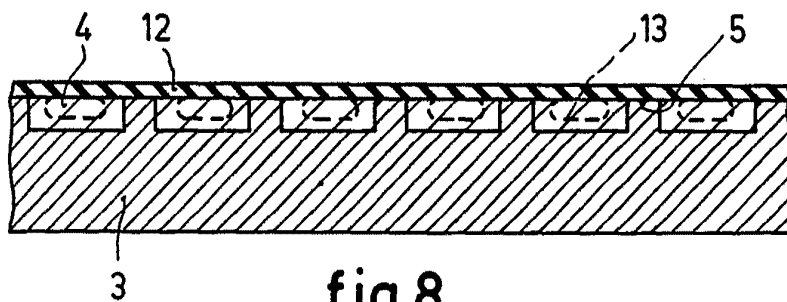


fig.8

Alberto de Ezaguirre  
For Patent

373893

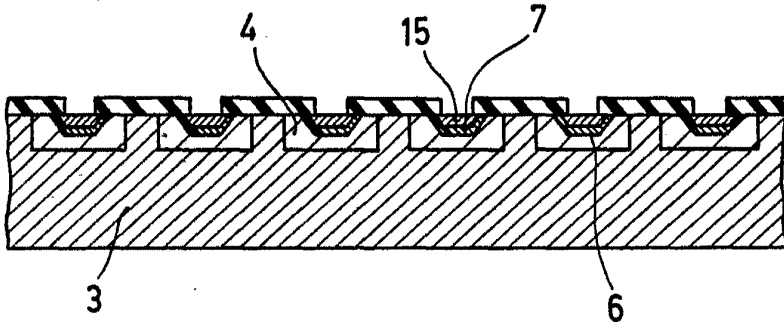


fig.9

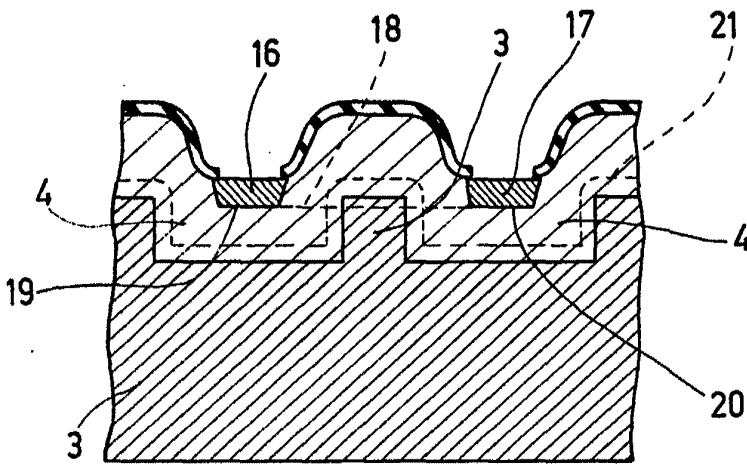


fig.10

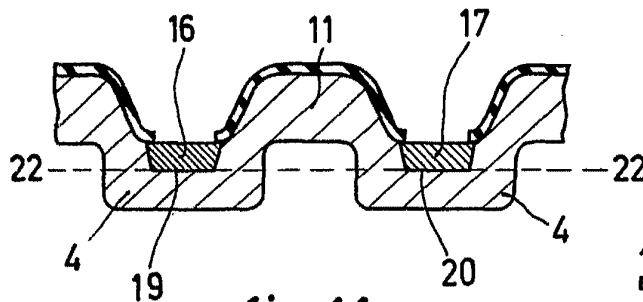


fig.11

Alberio de Elsbury  
Por Poder

