

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 137 232**

21 Número de solicitud: 201530116

51 Int. Cl.:

**H01L 31/118** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**03.02.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**09.03.2015**

71 Solicitantes:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS (CSIC) (40.0%)**

**C/ Serrano, 117**

**28006 Madrid ES;**

**CONSORCIO PARA LA CONSTRUCCIÓN,  
EQUIPAMIENTO Y EXPLOTACIÓN DEL  
LABORATORIO DE LUZ DE SINCROTRÓN  
(40.0%) y**

**ALIBAVA SYSTEMS, S.L. (20.0%)**

72 Inventor/es:

**PELLEGRINI , Giulio;**

**QUIRION, David;**

**RODRÍGUEZ CARUNCHIO, Joaquín;**

**CRUZ DE LA TORRE, Carlos;**

**JOVER MAÑAS, Gabriel I;**

**ÁVILA ABELLAN, José y**

**MATILLA BARCELÓ, Óscar**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **DETECTOR DE RADIACIÓN TRANSMISIVO**

ES 1 137 232 U

**DETECTOR DE RADIACIÓN TRANSMISIVO**

**DESCRIPCIÓN**

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención da a conocer un detector de radiación que tiene la capacidad de permitir el paso de las radiaciones sin modificar sustancialmente la señal medida. En particular, el detector de radiación es un detector de rayos X.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Es conocido que la radiación (o partículas) interactúan con materia, principalmente, mediante la ionización. De manera general, los detectores de radiación conocidos se aprovechan de este fenómeno para convertir esta radiación ionizante en señales eléctricas.

15

En los detectores de estado sólido, cuando una partícula cargada atraviesa una región activa, la energía que pierde genera cargas libres y, si se aplica un campo eléctrico, la carga puede recogerse mediante electrodos resultando en un pulso eléctrico. Una de las realizaciones de este tipo de detectores más conocida incorpora una oblea de material semiconductor con electrodos, aislamientos, contactos y elementos del circuito creados mediante dopaje (por difusión o implantación de iones), grabado químico, oxidación y/o deposición de capas de materiales.

20

Tras este procedimiento y otros conocidos en la técnica se generan uniones de material semiconductor de tipo P y material semiconductor de tipo N de manera tal que, cuando se aplica un voltaje con polaridad positiva en la parte de la unión tipo N (es decir, el lado N) y un voltaje con polaridad negativa en la parte de la unión tipo P (es decir, el lado P), los electrones en el lado N y los agujeros en el lado P se alejan de la unión. Entonces, la región adyacente a la unión P-N se vacía de cargas móviles y forma un aislante en el que se acumula el voltaje aplicado y genera el campo eléctrico deseado. Este campo eléctrico es el responsable del movimiento de las cargas generada por ionización verso los electrodos.

30

Sin embargo, los detectores conocidos tienen un problema principal y es que, al ser las obleas de un espesor determinado, los rayos X deben atravesar una cantidad de material

semiconductor que reduce su intensidad, de hecho, si se incluyen varios detectores intermedios, la intensidad disminuye considerablemente.

Además, el espesor es especialmente crítico en cuanto a que, en determinadas aplicaciones, resulta de vital importancia que el espesor de este tipo de detectores sea muy pequeño como, por ejemplo, en aplicaciones de sincrotrón.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para solventar los problemas de los dispositivos conocidos, la presente invención da a conocer un detector que presenta un espesor considerablemente inferior al de los dispositivos conocidos (alrededor de los 10  $\mu\text{m}$ ) y, en consecuencia, con una absorción de la intensidad de los rayos X incidente muy baja.

En concreto, la presente invención da a conocer un detector de radiación transmisor del tipo que comprende:

- una oblea de material semiconductor que dispone de al menos una zona con material tipo P, una zona de material tipo N y una unión P-N;
- una serie de metalizaciones en su cara frontal que definen contactos eléctricos;
- Un sistema electrónico unido a dichas metalizaciones; y
- Un sistema mecánico basado en una estructura de aluminio que contiene un sensor con dos aperturas circulares, opcionalmente de 50.26mm<sup>2</sup>, en forma de ventana en las que está insertada una lámina de Kapton que sirve de protección al sensor y es altamente transmisor en el rango de energías cercano a los rayos X.

El detector comprende además un soporte desarrollado con una placa de circuito impreso para conectar el cátodo y el ánodo al instrumento de adquisición, donde el soporte es ensamblable en el sistema mecánico basado en la estructura de aluminio.

En una realización especialmente preferente, la oblea ha sido tratada químicamente para que disponga de un espesor de unas pocas micras, e.g 10  $\mu\text{m}$ . Para asegurar la suficiente resistencia mecánica de estos detectores delgados se pueden fabricar sobre obleas de semiconductores de tipo Semiconductor-on-Insulator (SOI).

Pueden utilizarse obleas SOI comerciales con amplio espesor del semiconductor, e.g. desde 1000 nm de semiconductor (y 400 nm de óxido). El espesor del semiconductor es la zona activa que detecta la interacción de la radiación. El volumen insensible de la oblea soporte es eliminado, reduciendo así significativamente la absorción de los rayos X.

5 Esto puede ser logrado, por ejemplo, en el caso de las obleas SOI, grabando anisotrópicamente con KOH el volumen aislante.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15

Figura 1.- Muestra una vista esquemática de un ejemplo de aplicación de una serie de detectores según la presente invención.

20

Figura 2.- Muestra una vista frontal y lateral de un ejemplo de detector según la presente invención.

Figura 3.- Muestra un despiece mecánico de otro ejemplo de detector según la presente invención.

25

Figura 4.- Muestra el proceso de elaboración de una oblea que incorpora un detector según la presente invención.

Figura 5.- Muestra un gráfico en el que se ha medido el porcentaje de transmisión de un detector según la presente invención para diferentes valores de energía.

30

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En la figura 1 se observa una aplicación especial de la presente invención en la que se dispone de una fuente de rayos X (1), un espejo (4), un monocromador (3) y una muestra (5)

y los rayos X que pasan a través de la muestra (5) son detectados por un detector (6) de rayos X. Además se muestran una serie de detectores (2) que, en este caso, con detectores intermedios de los rayos X emitidos y sirven para monitorear los haces.

5 La presente invención sería esta serie de detectores (2) dispuestos antes y después de cada uno de los elementos del sistema. En este tipo de aplicaciones se observa la necesidad clara existente en la técnica de este tipo de detectores (2) en los que la transmisividad es alta debido a su bajo espesor.

10 La figura 2 muestra una vista frontal y una vista lateral de un detector según la presente invención. En esta vista se observa la oblea de soporte (20), la oblea semiconductor que comprende una serie de metalizaciones (22) y una capa de pasivación (21).

15 La figura 3 muestra un despiece mecánico de un ejemplo de detector (2) según la presente invención en este ejemplo de detector (2) se ha incorporado una ventana (25) de Kapton™ para mejorar la resistencia del detector y se ha encapsulado en una cubierta (23) que, además, dispone de conectores eléctricos (24) para el tratamiento de datos post-detección.

20 La figura 4 muestra un ejemplo de proceso para la elaboración de detectores según la presente invención. En una primera etapa (7) se parte de una oblea de material semiconductor de tipo SOI del tipo comúnmente conocido en la técnica. Posteriormente, en una segunda etapa (8) se proceden a definir las implantaciones (81). En una tercera etapa (9) se proceden a determinar los contactos en la cara frontal de la oblea.

25 Una vez realizada la tercera etapa (9) se procede a realizar, en una cuarta etapa (10), la metalización (101) que definirá los contactos eléctricos a través del cual se transmitirán las variables eléctricas a medir. En una quinta etapa (11) se procede a disponer de una capa de material de pasivación (111). Finalmente, en una sexta etapa (12) se realiza un adelgazamiento de la oblea, preferentemente, mediante hidróxido de tetrametil amonio  
30 (TMAH). Es conocido que TMAH tiene una capacidad de desgaste alta para el silicio pero no elimina el SiO<sub>2</sub> ni el Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Las partes de la oblea que no se eliminan sirven como marcos que otorgan rigidez para el ensamblaje. La parte activa de los detectores si que se adelgaza hasta alrededor de los 10 μm y, finalmente, la parte trasera (122) también es metalizada para tener contactos eléctricos por esta parte.

La figura 5 muestra los resultados obtenidos mediante una prueba realizada en una caracterización. Se realizó una prueba del detector objeto de la presente invención utilizando como fuente de luz de rayos X la luz sincrotrón de la línea experimental XALOC del sincrotrón ALBA y seleccionando las diferentes energías del haz mediante el uso del monocromador de la línea.. La corriente del detector se midió utilizando un electrómetro Keithley k64785. Los rayos X fueron enfocados sobre el visor de haces para generar un punto cuya intensidad fue medida como intensidad promedio del punto en sección transversal. Finalmente la intensidad de la transmisión del detector fue calculada mediante la relación de energía obtenida con y sin el detector entre el generador y el electrómetro.

La homogeneidad de la respuesta del detector fue medida realizando lecturas mediante el electrómetro en pasos de 0.2 mm para una cuadrícula de 12x12 mm<sup>2</sup>. El mismo área fue escaneado en pasos de 0.4 mm para medir la homogeneidad de la transmisión. El resultado obtenido es una transmisión del 80% con una sensibilidad de 0.035 A/W con una desviación máxima de 4% para un área activa de 8.3 mm de diámetro.

En conclusión se observa que, gracias a su espesor estimado de 8 µm, el detector puede ser utilizado en modo de transmisión para un monitoreo de una intensidad continua de un haz de rayos X. El detector se ha probado útil dado que la naturaleza inestable de la radiación emitida por el sincrotrón es una fuente importante de error experimental. Tal y como se ilustra en la figura 5, se ha mostrado que se obtiene un nivel de transmisión de más del 80% a 8 keV y 94% a 12keV.

**REIVINDICACIONES**

1. Detector de radiación transmisivo del tipo que comprende:

- una oblea de material semiconductor que dispone de al menos una zona con material tipo P, una zona de material tipo N y una unión P-N;
- una serie de metalizaciones en su cara frontal que definen contactos eléctricos;
- un sistema electrónico unido a dichas metalizaciones;

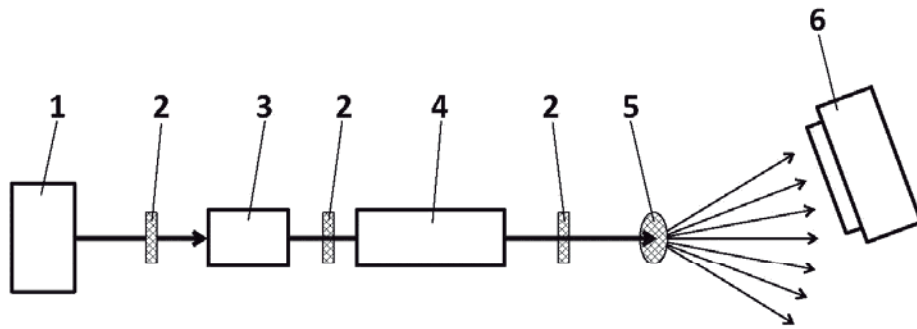
caracterizado porque comprende además:

- un sistema mecánico basado en una estructura de aluminio que contiene un sensor con dos aperturas circulares en forma de ventana en las que está insertada una lámina de Kapton.

2. Detector de radiación transmisivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque la oblea dispone de un espesor menor o igual a 10  $\mu\text{m}$ .

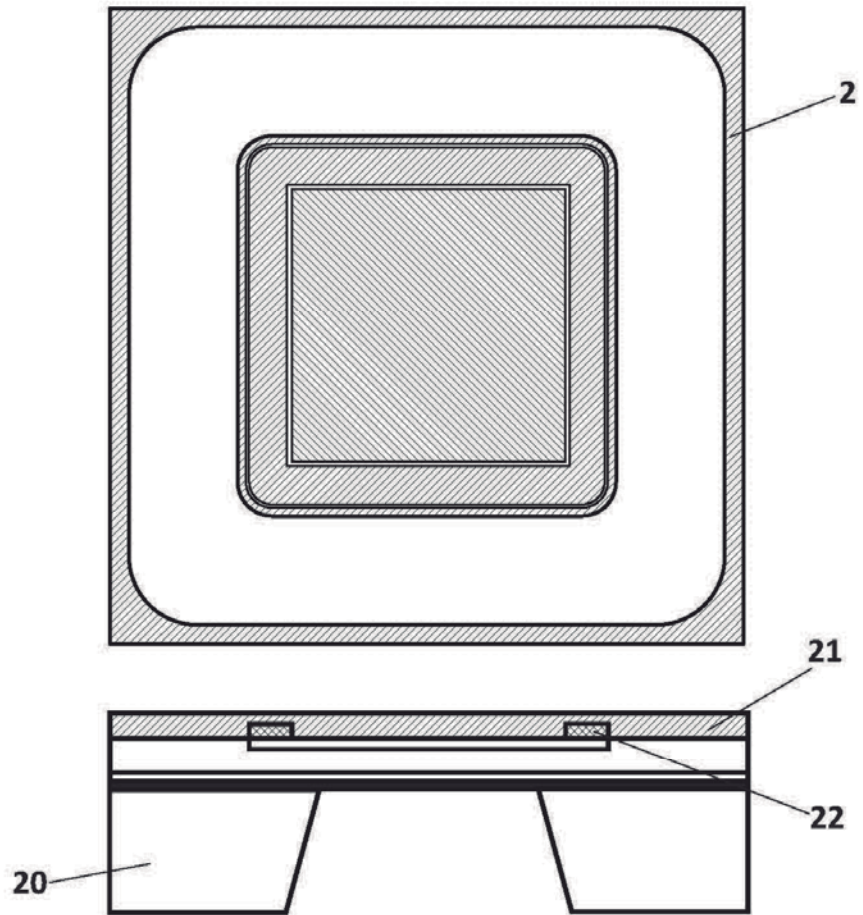
3. Detector de radiación transmisivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un soporte desarrollado con una placa de circuito impreso para conectar el cátodo y el ánodo al instrumento de adquisición, donde el soporte es ensamblable en el sistema mecánico basado en la estructura de aluminio.

4. Detector de radiación transmisivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque la oblea de material semiconductor es una oblea SOI.

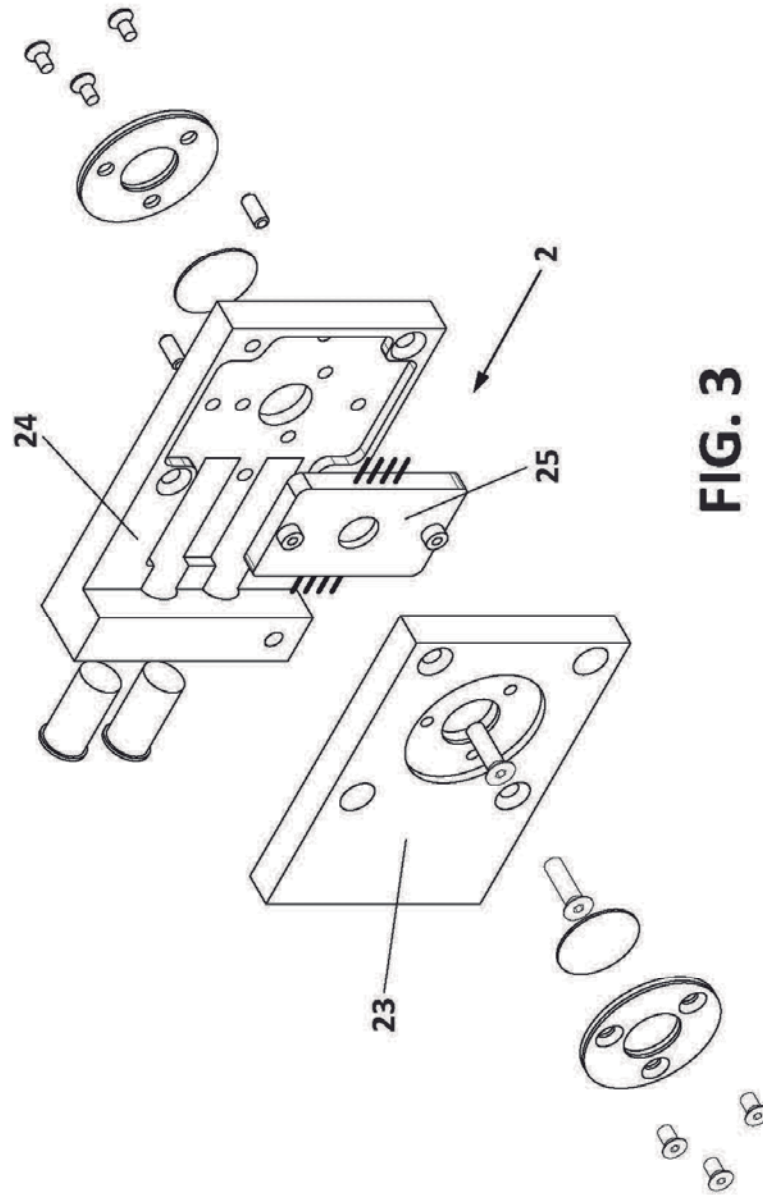


**FIG. 1**

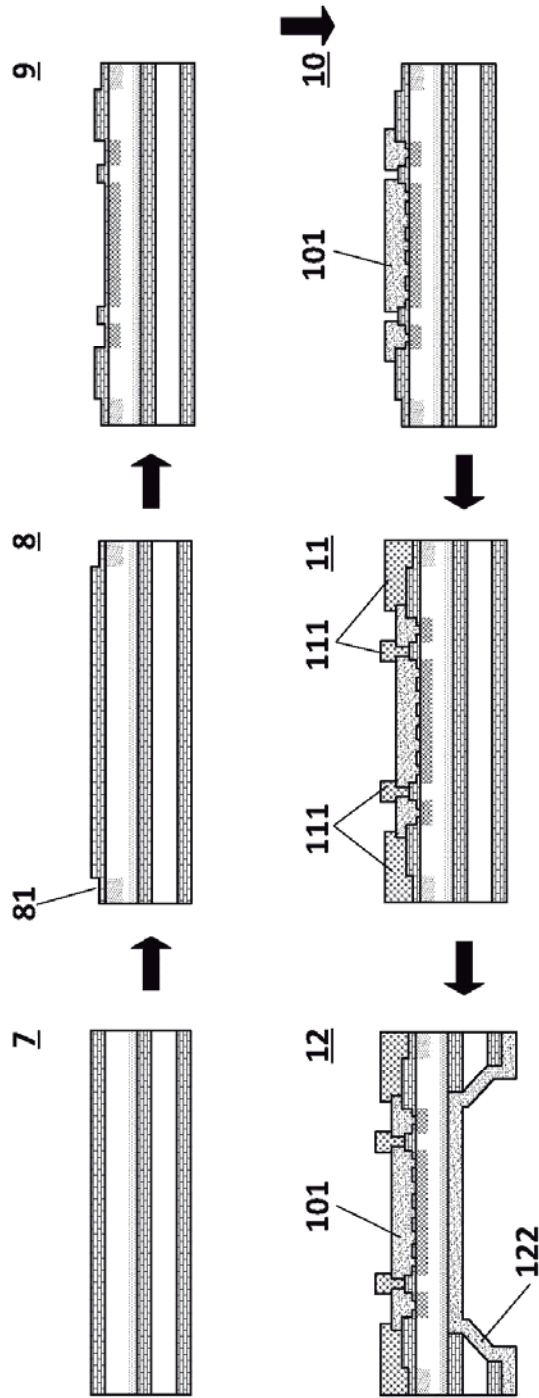




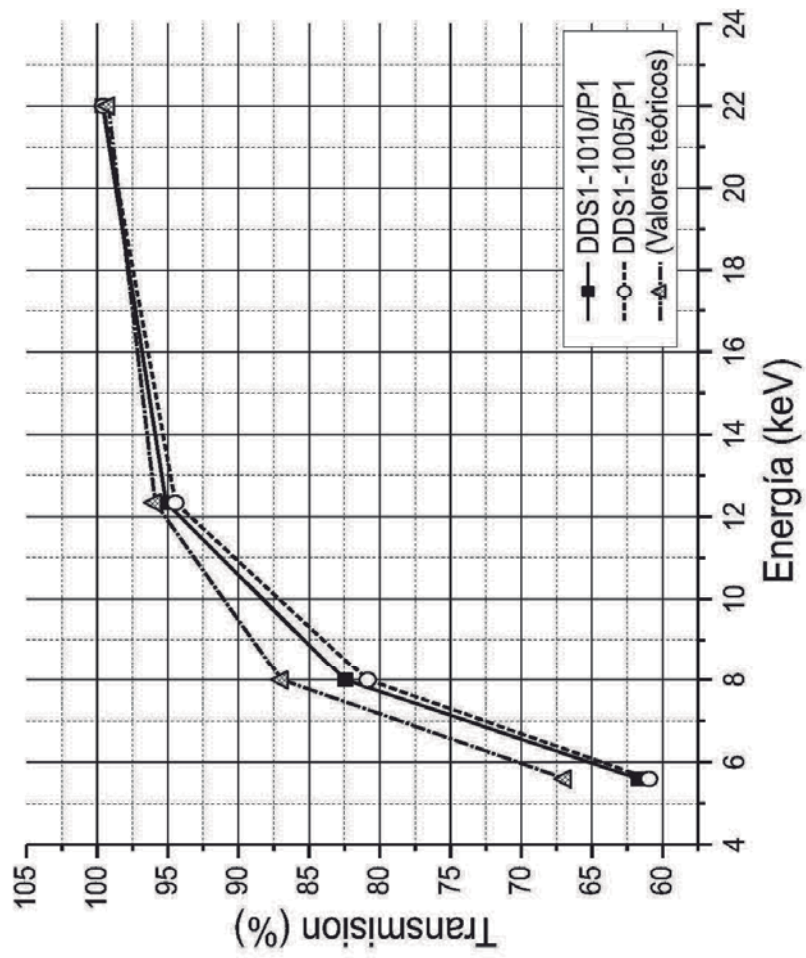
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**