



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 337 327**

② Número de solicitud: 200800999

⑤ Int. Cl.:  
**G01S 3/784** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **09.04.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **22.04.2010**

Fecha de la concesión: **23.12.2010**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **07.01.2011**

⑰ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**07.01.2011**

⑲ Titular/es: **Universidad de Sevilla  
OTRI-Pabellón de Brasil  
Paseo de las Delicias, s/n  
41013 Sevilla, ES**

⑳ Inventor/es: **Domínguez Pumar, Manuel;  
García Franquelo, Leopoldo;  
Castañer Muñoz, Luis;  
García Ortega, Juan;  
Ortega Villasclaras, Pablo;  
López Tarrida, Cristina y  
Quero Reboul, José Manuel**

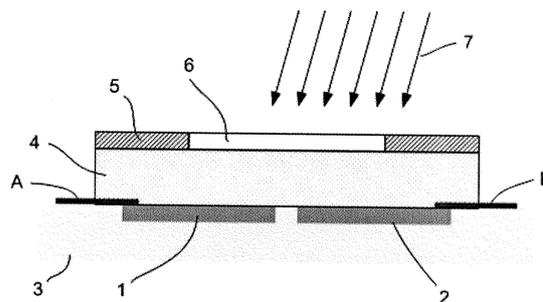
㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Dispositivo para la medida del ángulo de incidencia de una radiación luminiscente.**

㉓ Resumen:

Dispositivo para la medida del ángulo de incidencia de una radiación luminiscente.

El dispositivo consta de dos fotosensores (1) y (2) integrados en una misma oblea (3) de silicio. Estos fotodiodos son fabricados mediante la difusión de los dopajes necesarios para construir dos diodos PN. Estos fotodiodos están cubiertos por una tapadera (4) de material transparente sobre la que se ha depositado una lámina de material opaco (5). En dicha lámina de metal se ha realizado una ventana (6) para dejar entrar la radiación (7). De esta manera un rayo de sol es proyectado sobre ambos fotosensores. La fotocorriente generada en cada fotosensor es proporcional al área iluminada y por consiguiente la diferencia de las fotocorrientes obtenidas en las metalizaciones A y B es proporcional a la tangente del ángulo ( $\theta$ ) de incidencia de la luz respecto de la vertical.



ES 2 337 327 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo para la medida del ángulo de incidencia de una radiación luminiscente.

**5 Objeto de la invención**

La presente invención se refiere al desarrollo de un sensor electrónico que tiene como objeto medir el ángulo existente entre una radiación luminosa y la vertical respecto de la superficie del sensor. El sensor consiste en dos fotodiodos sobre el que incide un rayo de luz que atraviesa una ventana realizada en una tapadera de material transparente que  
10 sirve de cubierta. El campo de visión del sensor y la precisión de la medida del ángulo de incidencia son determinadas por las características estructurales del dispositivo.

La invención tiene una aplicación directa en el campo del posicionamiento de elementos respecto una radiación luminosa, como son los satélites artificiales, los sistemas solares de generación de energía. También es útil para deter-  
15 minar del ángulo de incidencia de la luz, como es el caso de la entrada de la radiación solar directa en las cabinas de vehículos con objeto de mejorar el rendimiento de los sistemas de climatización.

**Estado de la técnica**

20 Actualmente, el problema de la localización de un objeto luminiscente está en auge debido a que las nuevas tecnologías de fabricación están posibilitando nuevas aplicaciones comerciales.

Los dispositivos más simples que actualmente se emplean para resolver este problema se basan en el empleo de dos células fotosensibles colocadas simétricamente sobre un plano con un cierto ángulo. La diferencia de radiación  
25 incidente en cada célula proporciona una medida del ángulo de incidencia respecto de la vertical a dicho plano. Esta aproximación tiene como ventaja su simplicidad, pero como inconveniente se tiene una muy baja precisión en la medida.

Una mejora de la aproximación anterior consiste en el uso de una pantalla de manera que se proyecte una sombra o  
30 un haz de luz que atraviesa una ventana sobre las dos células fotosensibles. La sensibilidad aumenta considerablemente con esta realización. En este esquema, la localización de objetos luminosos se realiza situando el sensor en una posición perpendicular a la radiación incidente de manera que las corrientes generadas por las dos células sean iguales.

Existen varias técnicas y dispositivos conocidos para el cálculo del ángulo de incidencia de una radiación luminosa.  
35 En algunas aproximaciones, no se puede conseguir una elevada integración del dispositivo (JP9145357).

En otras aproximaciones, existen elementos móviles que reducen la fiabilidad del dispositivo dado el aumento de la complejidad de la solución (JP2000193484).

40 Existen propuestas que permiten la integración microelectrónica de la solución (ver, por ejemplo, la patente US5594236), pero estas aproximaciones emplean procedimientos de fabricación que involucran procesos de moldeado, costosos y que no garantizan una elevada precisión.

En ES9901375 se propone un proceso de fabricación donde la tapadera que cubre los fotodiodos se realiza mediante  
45 el ataque químico de una oblea de silicio. Las técnicas de microsistemas empleada en su fabricación permite alcanzar una elevada precisión en la medida, pero su realización es compleja y costosa.

El alto número de patentes y publicaciones científicas orientadas a la consecución de un dispositivo de medida del  
50 ángulo de incidencia de una radiación luminosa que se pueda integrar fácilmente a bajo coste demuestra el interés actual por tal dispositivo.

Las principales aplicaciones de un sensor que determine el ángulo de incidencia de una radiación luminosa son las siguientes:

- 55 1. Control de actitud de satélites artificiales empleando los rayos solares como elemento de referencia. La alta sensibilidad que puede conseguirse con este dispositivo permite un posicionamiento de alta precisión de los satélites a un bajo coste.
- 60 2. Posicionamiento de captadores y/o reflectores en los sistemas de generación eléctrica por energía solar. En las plantas solares de concentración de espejos es fundamental posicionar los espejos en los helióstatos. En las plantas fotovoltaicas, el seguimiento del sol por parte de los paneles fotovoltaicos aumenta sus rendimientos.
- 65 3. Determinación del ángulo de incidencia de la radiación solar en vehículos. La determinación de la radiación lateral sobre un vehículo permite optimizar los flujos de aire climatizado y maximizar el confort en sus cabinas.

En todas estas aplicaciones, el dispositivo en cuestión simplifica el control de posicionamiento, abaratando los costes de instalación y mantenimiento. La inclusión de un circuito microprocesador permite un montaje autónomo de los posicionadores en los sistemas de seguimiento.

## 5 Descripción de las figuras

Figura 1. Representación del sensor de medida del ángulo de la radiación luminosa. El dispositivo consta de dos fotosensores (1) y (2) integrados en una misma oblea (3) de silicio típicamente. Estos fotodiodos son fabricados introduciendo el dopante adecuado para crear los diodos de unión PN. Los fotodiodos están cubiertos por una capa (4) de material transparente sobre la que se ha depositado una lámina de material opaco (5). En dicha lámina de metal se ha realizado una ventana (6) para dejar entrar la radiación (7). De esta manera un rayo de sol es proyectado sobre ambos fotosensores. La fotocorriente generada en cada fotosensor es proporcional al área iluminada y por consiguiente la diferencia de las fotocorrientes obtenidas en las metalizaciones A y B es proporcional a la tangente del ángulo ( $\theta$ ) de incidencia de la luz respecto de la vertical.

Figura 2. Representación de las principales magnitudes geométricas del dispositivo. En esta figura se representa la sección del dispositivo acotando las principales dimensiones funcionales, como son la anchura ( $W$ ) de la ventana y la distancia ( $H$ ) existente entre la lámina de material opaco y los fotodiodos.

Figura 3. Representación de las zonas de los fotodiodos iluminadas por la radiación incidente al entrar por la ventana de la lámina opaca.

En esta figura se representa la dependencia entre las zonas iluminadas en los fotodiodos y el ángulo ( $\theta$ ) de incidencia. Cuando la radiación incidente con un ángulo ( $\theta$ ) respecto la perpendicular, un fotodiodo incrementa la distancia iluminada en ( $X$ ), mientras que en el otro fotodiodo se decrementa.

Figura 4. Vista superior del sensor.

La zona rallada en la Figura 4 representa la lámina de material opaco, aunque se ha dibujado translúcida para apreciar los fotodiodos (1) y (2). Las dimensiones de las ventanas son ( $W$ ) y ( $L$ ). La dimensión ( $M$ ) del fotodiodo se calcula para permitir la medida del ángulo incidente respecto el eje Y independiente del ángulo de incidencia respecto el eje X.

Figura 5. Circuito electrónico para la medida del ángulo de incidencia de la luz.

Se pueden emplear distintos niveles electrónicos para llevar a cabo la conversión de fotocorrientes a ángulos de incidencia. Una primera etapa emplea amplificadores en cada fotodiodo para convertir las fotocorrientes generadas en tensiones. La posterior conversión analógica digital permite que los valores digitales sean procesados de manera que se obtenga la medida del ángulo incidente. Un microprocesador realiza los cálculos para obtener los ángulos.

Figura 6. Planta del dispositivo con dos sensores ortogonales.

Se pueden emplear dos sensores girados  $90^\circ$  entre sí para obtener los ángulos de incidencia de la radiación luminosa respecto los ejes X e Y.

Figura 7. Principales pasos de fabricación de los fotodiodos en el sustrato semiconductor.

El dibujo 1 muestra el crecimiento o depósito de un material apantante sobre una oblea semiconductor. El dibujo 2 muestra la realización de los fotodiodos. En el dibujo 3 se muestra la eliminación del material apantante. En el dibujo 4 se muestra el crecimiento de un material aislante. En los dibujos 5 y 6 se definen las regiones de contacto de base y emisores de los fotodiodos, respectivamente. En el dibujo 6 se realiza la metalización para los contactos.

Figura 8. Principales pasos de fabricación de la cubierta de metal mediante la técnica lift-off.

El dibujo 1 muestra el depósito de una resina fotosensible sobre el material translúcido. En el dibujo 2 se representa la definición mediante fotolitografía del área de la cubierta sin metalizar. En el dibujo 3 se muestra el depósito de metal en la superficie frontal del material translúcido. En el dibujo 4 se muestra como se elimina el metal de la región que debe dejar pasar la luz a los fotodiodos. Para este fin, en este ejemplo concreto, se usa la técnica denominada *Lift-off*.

## 60 Descripción de la invención

La presente invención desarrolla un dispositivo electrónico sensor de posicionamiento angular de un objeto luminescente respecto a la vertical de dicho dispositivo.

Consta de dos elementos: el primero de ellos es una oblea semiconductor, típicamente de silicio, sobre la que se han construido dos fotodiodos. Estos fotodiodos se realizan mediante los dopajes necesarios. El segundo elemento es una capa de material transparente sobre la que se ha depositado una lámina de material opaco, típicamente un metal. En esta lámina se ha realizado una ventana por la que se deja pasar la luz. La lámina de metal es lo suficientemente

## ES 2 337 327 B1

extensa como para evitar que la entrada de luz lateral incida sobre los fotodiodos. Los dos elementos se unen de manera que la luz incidente atraviese la ventana e incida sobre los fotodiodos. Ambos elementos se fabrican utilizando técnicas usuales en la fabricación de circuitos integrados monolíticos (tecnología planar) y/o híbridos (tecnologías de capa fina y gruesa), así como técnicas más específicas que se pueden utilizar para la fabricación de micro y nanosistemas. Este dispositivo se muestra en la Figura 1.

Los diodos se polarizan inversamente o en cortocircuito para que las corrientes generadas por efecto fotoeléctrico entren por los terminales conectados a las regiones de emisor (1) y (2), y se recojan en el terminal común de la región de base (3). La corriente fotogenerada en cada diodo es proporcional al área iluminada que a su vez depende del ángulo de incidencia de la luz. La diferencia entre las corrientes de los dos fotodiodos permite deducir el ángulo de incidencia del rayo luminoso.

En la Figura 2 se pueden ver las características geométricas más relevantes del dispositivo. La anchura ( $W$ ) de la ventana así como la altura ( $H$ ) a la que se encuentra de los fotodiodos están comprendidas entre unas  $100 \mu\text{m}$  hasta unos pocos milímetros dependiendo de la aplicación y sensibilidad requerida. La máxima desviación ( $\theta_{\text{max}}$ ) del rayo que podrá medir el sensor con respecto su dirección vertical vendrá determinada por el tamaño de la ventana y el espesor de la capa transparente según la expresión:

$$\theta_{\text{max}} = \arctan\left(\frac{W/2}{H}\right)$$

Un valor típico para  $\theta_{\text{max}}$  en esta configuración oscila entre  $10^\circ$  y  $120^\circ$ .

Si la luz incidente es perpendicular, las áreas iluminadas en ambos fotodiodos es la misma, por lo que la resta de fotocorrientes será nula. Si en cambio existe un cambio en el ángulo de incidencia, dichas áreas diferirán, y la resta de fotocorrientes nos proporciona una medida de la tangente del ángulo de incidencia. Según la Figura 3, si el ángulo de incidencia es ( $\theta$ ), entonces en los fotodiodos aparecen un incremento y una disminución del área iluminada respectivamente. La longitud ( $X$ ) en la que varía el área iluminada está relacionada con la altura ( $H$ ) de la tapadera. Despreciando la separación de los fotodiodos frente a las dimensiones de los mismos se tiene:

$$X = H \operatorname{tg}(\theta)$$

La superficie total iluminada en cada fotodiodo viene dada por:

$$S_A = \left(\frac{W}{2} + X\right)e = \left(\frac{W}{2} + H \operatorname{tg}(\theta)\right)e$$

$$S_B = \left(\frac{W}{2} - X\right)e = \left(\frac{W}{2} - H \operatorname{tg}(\theta)\right)e$$

siendo  $e$  la dimensión de los fotodiodos perpendicular a la sección representada.

Dado que las fotocorrientes son proporcionales a la intensidad de la radiación, se puede tener una medida del ángulo que no dependa de dicha radiación calculando el cociente entre la resta y la suma de ambas fotocorrientes. Además, la dimensión  $e$  puede determinarse para alcanzar un rango de fotocorrientes deseado.

La relación entre el ángulo de incidencia ( $\theta$ ) y las corrientes  $I_A$  e  $I_B$  recogidas en los terminales del sensor es:

$$\theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{X}{H}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{W}{2H} \frac{I_A - I_B}{I_A + I_B}\right)$$

En esta expresión destaca que el cociente  $\frac{H}{W}$  se comporta como un factor que amplifica estructuralmente la sensibilidad del dispositivo.

## ES 2 337 327 B1

Cuando varía la el ángulo de incidencia, el incremento de área iluminada en uno de los fotodiodos es exactamente igual al decremento de área iluminada en el otro fotodiodo, o lo que es lo mismo, para cualquier ángulo de incidencia la suma de las áreas iluminadas en ambos fotodiodos permanece constante. Por consiguiente, la suma de las fotocorrientes generadas es constante y proporcional a la radiación incidente.

5

De las ecuaciones anteriores se deduce que el comportamiento del sensor es no lineal. Además, en el planteamiento anterior se ha despreciado la distancia entre las fotocélulas, el espesor de la capa de material opaco y el efecto de disminución de radiación neta de entrada por la ventana cuando aumenta el ángulo de inclinación. Para compensar todos estos efectos se puede definir una planta no rectangular en los fotodiodos para conseguir su linearización.

10

Para aplicaciones en los que el sensor va a recibir la luz con una inclinación lateral mínima, la posición relativa de la ventana respecto de los fotodiodos puede desplazarse para conseguir que ambos fotodiodos reciban una radiación similar.

15

Las características del dispositivo planteado hacen que sea un sensor muy fiable y de bajo coste. Para aplicaciones espaciales, el material transparente que forma la tapadera puede elegirse para proteger los fotodiodos de radiaciones de alta energía. El material transparente de la cubierta puede sustituirse por un material translúcido que permita reducir la radiación incidente y evitar la saturación de las células.

20

Cuando el ángulo de incidencia es elevado, la luz que incide lateralmente en el sensor puede penetrar por las paredes laterales de la cubierta (4) y puede interferir con los fotodiodos. Para evitar este hecho, la lámina de material opaco (5) puede cubrir las paredes laterales de la tapadera.

25

El dispositivo puede opcionalmente integrar en la misma oblea semiconductora los circuitos electrónicos para la adaptación de señal, procesamiento y comunicaciones mostrados en la Figura 5.

El dispositivo puede integrar dos sensores como el descrito anteriormente para posibilitar la medida de los ángulos de incidencia respecto los ejes X e Y mostrados en la Figura 6.

30

### **Modo de realización de la invención**

En lo que sigue se explica un ejemplo de modo de realización de la presente invención que no pretende ser ni exhaustivo ni limitar el campo que cubre la presente invención, y sólo se incluye a modo ilustrativo. La definición del dispositivo viene dada por las reivindicaciones que se exponen al final de esta patente.

35

Al tratarse de técnicas estándar de fabricación de microistemas, las dimensiones óptimas para este método de fabricación van desde pocos micrómetros hasta unos pocos milímetros.

40

Para los fotodiodos el proceso de fabricación utiliza un sustrato u oblea semiconductora, típicamente silicio. La secuencia de fabricación, tal como se muestra en Figura 7, contemplaría los siguientes pasos:

1.a. Crecimiento o depósito de un material apantante sobre una oblea semiconductora.

45

2.a. Definición de las regiones de emisor mediante proceso fotolitográfico o equivalente.

2.b. Introducción de dopante mediante difusión o implantación iónica.

3.a. Eliminación del material apantante.

50

4.a. Crecimiento o depósito de un material apantante, y aislante.

5.a. Definición de las regiones de contacto de base de los fotodiodos por fotolitografía o equivalente.

55

5.b. Opcionalmente, introducción de dopante del mismo tipo del sustrato semiconductor.

6.a. Definición de las regiones de contacto de emisor de los fotodiodos por fotolitografía o equivalente.

7.a. Depósito selectivo o no de una capa de metal.

60

7.b. Opcionalmente (depósito no selectivo), definición de los electrodos mediante fotolitografía o equivalente.

8.a. Recocido del metal.

65

9. Corte de la oblea para el aislamiento de los diferentes dispositivos.

## ES 2 337 327 B1

Para las cubiertas de metal se parte de un sustrato aislante translúcido (por ejemplo pyrex). Su proceso de fabricación, seguiría la siguiente secuencia:

- 1a. Depósito selectivo o no de un material opaco a la luz en el sustrato translúcido
- 2a. Opcionalmente (en el caso de un depósito no selectivo), definición de una rendija para el paso de luz mediante fotolitografía o equivalente
- 3a. Corte del sustrato translúcido con la cubierta de metal

En la Figura 8 se muestra, como ejemplo, los diferentes pasos en la fabricación de la tapadera utilizando un depósito no selectivo de metal, en conjunción con la denominada técnica lift-off utilizada para su grabado.

Finalmente, para unir los fotodiodos con la cubierta metálica se puede utilizar cualquier técnica de pegado o soldado usual en los procesos de fabricación de microsistemas, como pueden ser el glue bonding o el anodic bonding.

La dimensión  $W$  es del orden de 1 mm y la separación entre fotodiodos de unos  $10 \mu\text{m}$ , por lo que puede despreciarse esta última. A modo de ejemplo, para conseguir medir un ángulo de incidencia máximo de  $30^\circ$ , la dimensión  $H$  debe ser

$$H = \frac{W/2}{\text{tg}(\theta)} = \frac{1/2}{\text{tg}(30^\circ)} = 0.866\text{mm}$$

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la medida del ángulo de incidencia de una radiación luminiscente, **caracterizado** por estar compuesto por dos fotodiodos integrados en una oblea semiconductor y una tapadera de material transparente sobre la que se ha depositado una lámina de material opaco con una ventana para dejar entrar la radiación.
- 10 2. Dispositivo según reivindicación 1 **caracterizado** porque la deposición de la lámina de material opaco también se realiza sobre las paredes laterales de la tapadera.
- 15 3. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la ventana no está dispuesta simétricamente respecto de los fotodiodos para mejorar la respuesta del dispositivo cuando la radiación incide formando un cierto ángulo mínimo.
- 20 4. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque el tamaño relativo los fotodiodos respecto de la ventana permite medir el ángulo de incidencia respecto al eje Y, pero ser insensible respecto del ángulo que forme con el eje X.
- 25 5. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la tapadera está realizada en material cover-glass para protección contra radiaciones de partículas de alta energía.
- 30 6. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la tapadera está realizada en material trans-lúcido.
- 35 7. Dispositivo según reivindicación 1 **caracterizado** porque la oblea semiconductor y la capa de material transparente son unidas mediante fusion-bonding, anodic-bonding, o blue-bonding.
- 40 8. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque los fotodiodos convierten la luz recibida en dos corrientes proporcionales a las áreas iluminadas por la radiación incidente que entra por la ventana superior.
- 45 9. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por permitir la medida de la radiación directa a partir de la suma de las corrientes generadas por los fotodiodos.
- 50 10. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por integrar dos sensores para poder medir los ángulos que forman la radiación con respecto los ejes X e Y.
- 55 11. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por incluir los amplificadores integrados para la conversión fotocorriente-tensión.
- 60 12. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por integrar un convertidor analógico digital y un microcontrolador para el procesamiento digital de las tensiones e incluir curvas de calibración.
- 65 13. Dispositivo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por integrar dos pares de fotodiodos y tapaderas a distinta altura que permita trabajar con distintos ángulos de visión y precisión de la medida del ángulo de incidencia de la radiación.

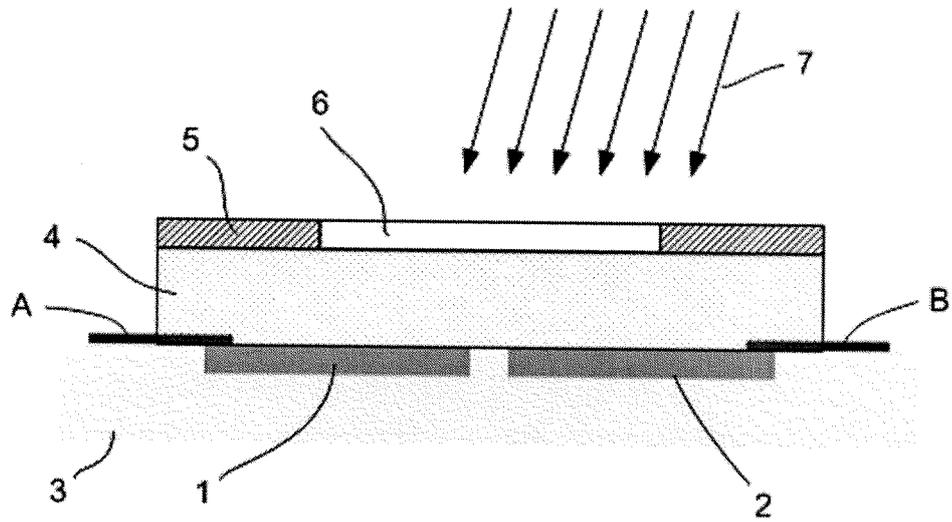


Figura 1

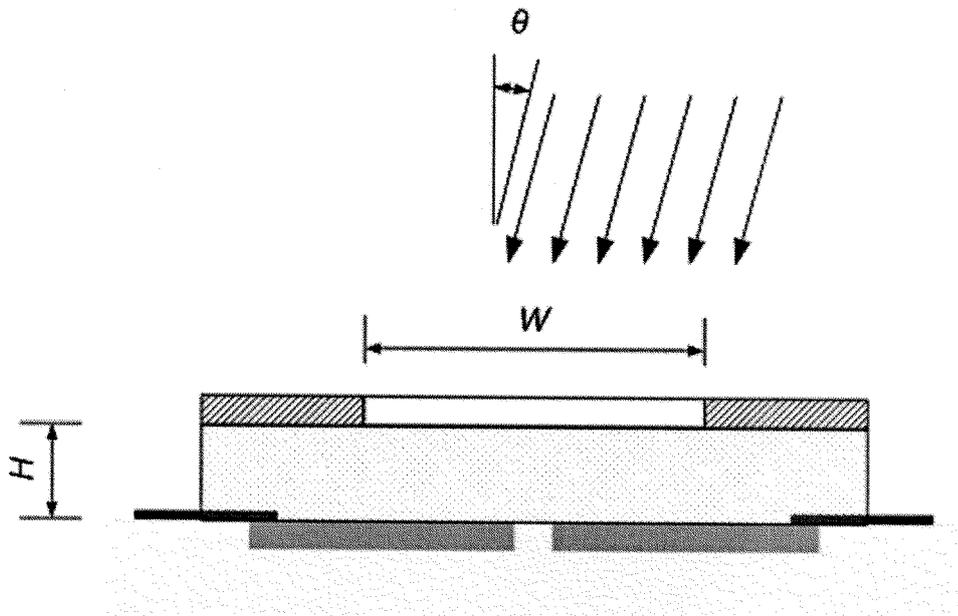


Figura 2

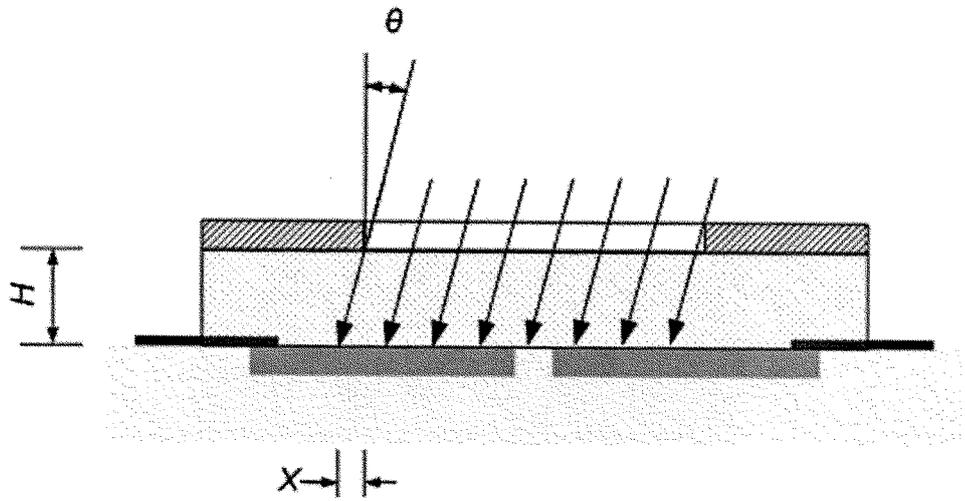


Figura 3

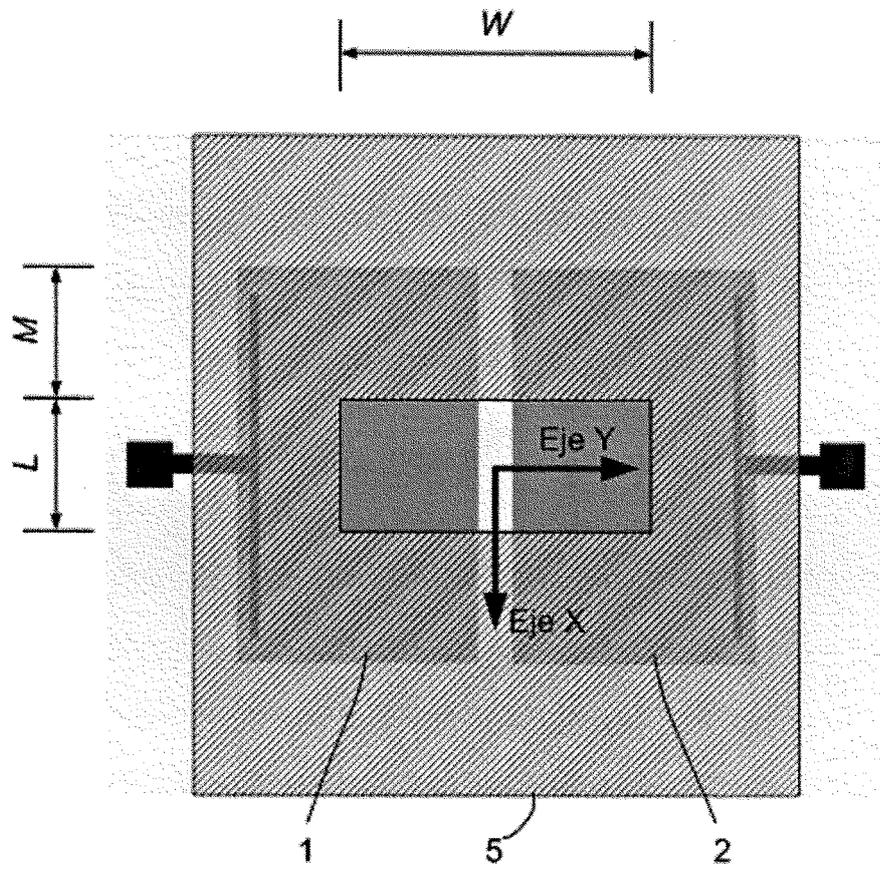


Figura 4

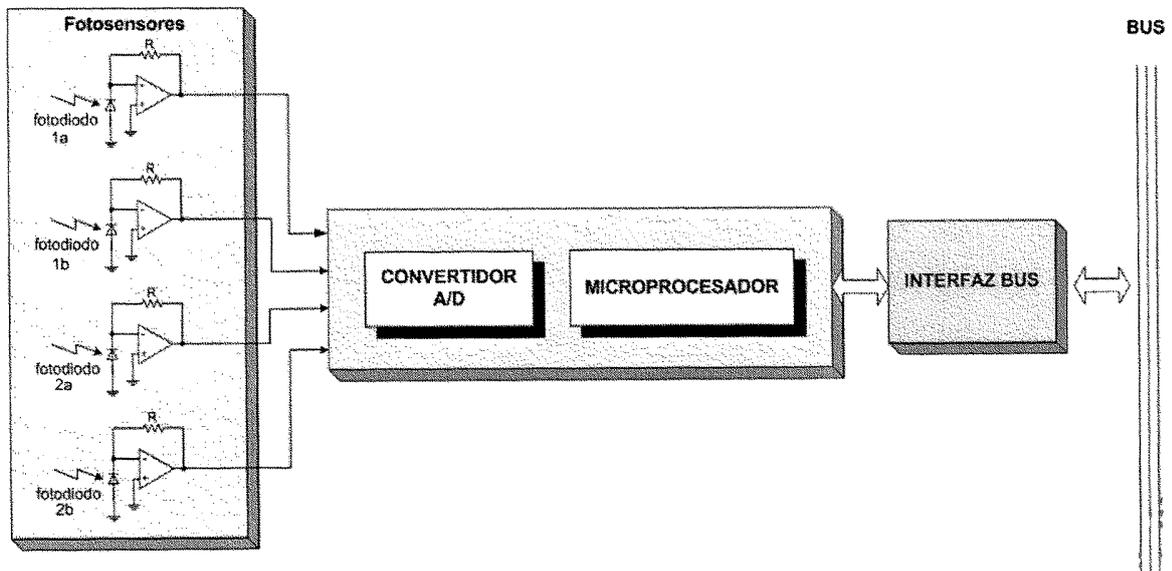


Figura 5

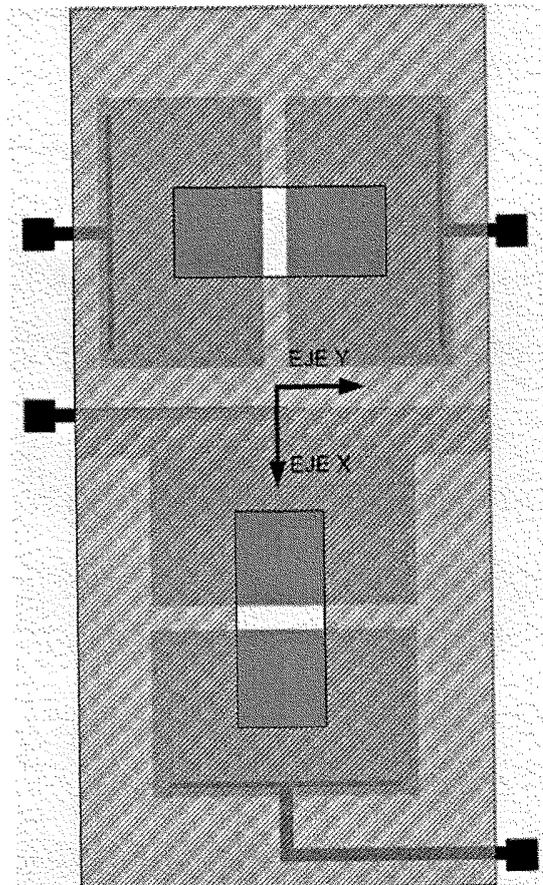


Figura 6

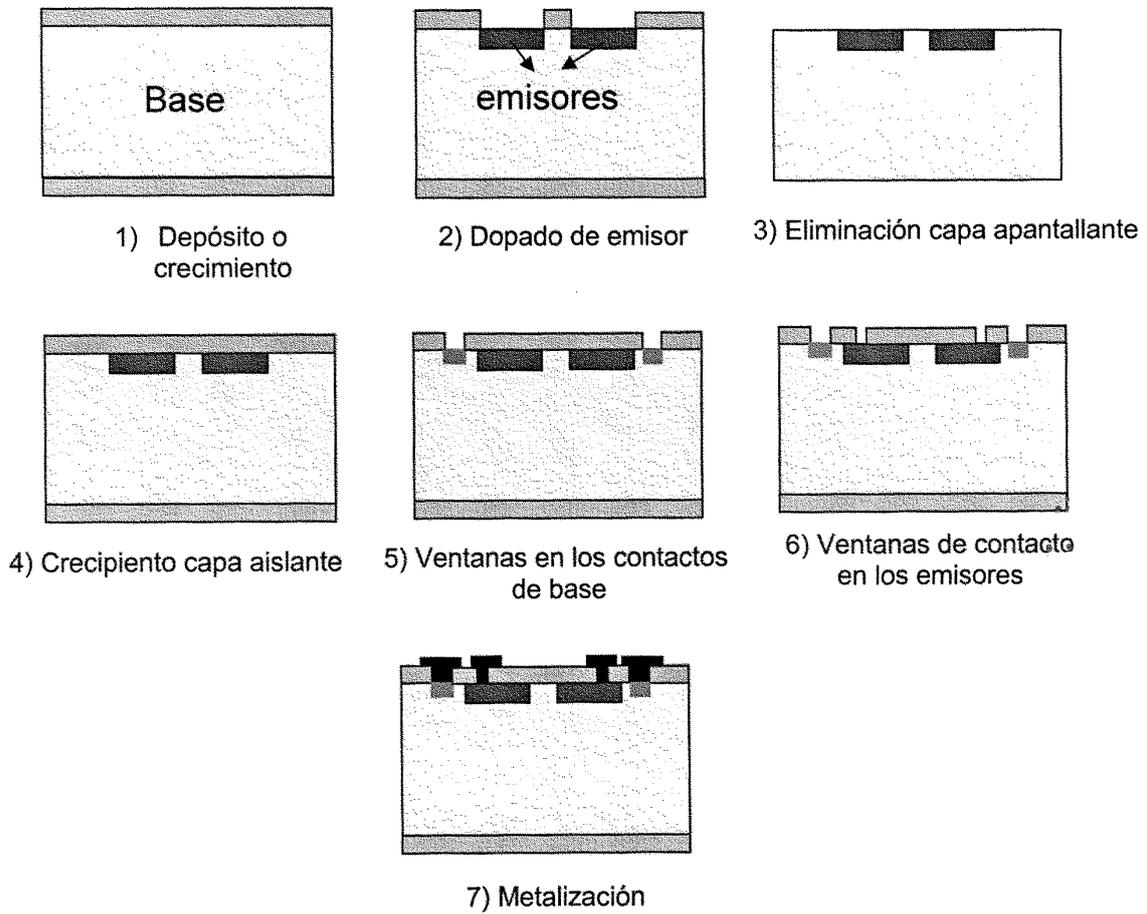


Figura 7

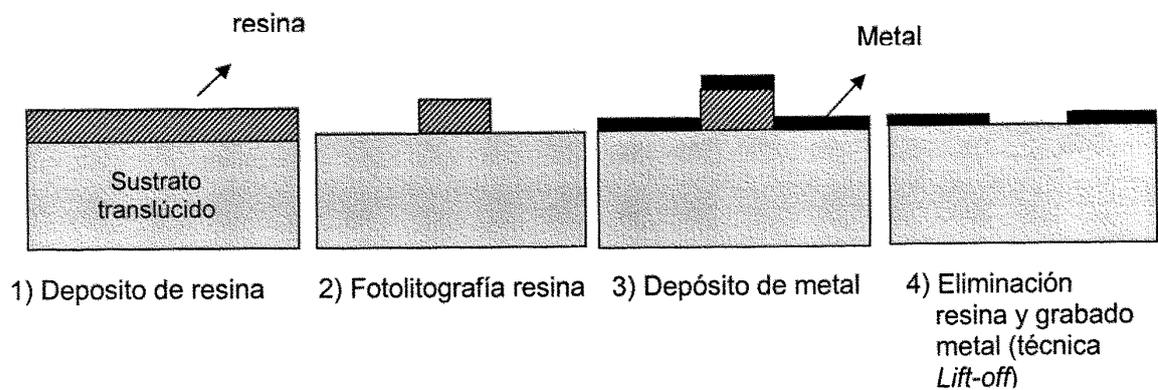


Figura 8



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 337 327

② Nº de solicitud: 200800999

③ Fecha de presentación de la solicitud: 09.04.2008

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01S 3/784** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB 2316482 A (ALPS ELECTRIC CO LTD) 25.02.1998, páginas 25-73; dibujos.	1-4
Y		5-12
Y	US 4909856 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 20.03.1990, columnas 3-4; figura 1.	5-12
X	US 2002053635 A1 (JENA OPTRONIK GMBH) 09.05.2002, párrafos [22],[34-37],[39-49]; dibujos.	1,2
X	US 4874937 A (TOSHIBA KK) 17.10.1989, todo el documento.	1,2
X	CA 2119330 A1 (SHIH ISHIANG et al.) 18.09.1995, todo el documento.	1
X	US 5771092 A (UNITED KINGDOM GOVERNMENT) 23.06.1998, columna 4, línea 21 - columna 11, línea 11; figuras 1,3.	1

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

08.04.2010

Examinador

P. Tauste Ortiz

Página

1/6

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT, NPL, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 08.04.2010

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	5-12	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	1-4	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones		<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	1-12	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión:**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

**Consideraciones:**

Los documentos de la solicitud de patente sobre los que se basa esta Opinión Escrita son el resultado de las modificaciones efectuadas durante el proceso de examen formal y técnico de la solicitud de patente.

**1. Documentos considerados:**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB2316482 A	25-02-1998
D02	US2002053635 A1	09-05-2002
D03	US4909856 A	20-03-1990

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la invención recogido en la reivindicación 1 ha sido divulgado idénticamente en los documentos D01 ó D02, que anticipan el contenido técnico y de diseño de dichas características y/o elementos en las siguientes partes:

En D01 pg.25, 26 y 69 y Fig.2, 3 y 28 se ilustra un dispositivo para la medición del ángulo de incidencia de una radiación luminosa que contiene en una misma oblea uno o más pares de fotodiodos ("detecting section Ai and A-i"; ref.5 ó 202; fig.2) en uno (x) o dos ejes (x-y) según realización (fig.3-8 y 32). Si bien expresamente no se cita que dichos fotodiodos estén "integrados en una oblea semiconductora", forma parte de los conocimientos técnico-prácticos comunes en el sector, conocidos por tanto por cualquier experto en la materia, la formación de fotodiodos a partir de la técnica tradicional de fotolitografía sobre base semiconductora (tradicionalmente Si), tal y como se realiza en el dispositivo de D02 (parr.22). Dichos fotodiodos se encuentran cubiertos por una tapadera transparente (ref.7 "cutoff-filter", transparente para ciertas radiaciones; figuras 2, 3 y 5) sobre la que existe una lámina opaca con una ventana (ref.6 "iris portion/section"; fig.1, 2 y 4) que deja pasar la radiación (en este caso IR "infrared Light" procedente de la fuente luminosa "light emission apparatus 2"). En la realización correspondiente a las fig.2 y 3 se observa que la anchura de los fotodiodos en dirección perpendicular (X) a la de su alineamiento (Y) es mayor que la de los lados del área de luz proyectada (spot light S) y por lo tanto respecto de los lados de la ventana en esa misma dirección, dado que la proyección (spot light S) es mayor que la propia ventana (ref.6 "iris portion/section"; fig.2 y 3).

En D02 dichos mismos elementos se describen en las siguientes partes: El dispositivo de medida (sun sensor) está compuesto por 2 fotodiodos (photodiode arrays 13A y 13B. En este caso se trata de fotodiodos fraccionados o cadenas de fotodiodos, CCD's, etc; parr.34, 45 y 46) alineados en un eje (fig.9) e integrados en una oblea semiconductora (common chip 4; parr.37 y 45), cubiertos por una tapadera de material transparente (transparent carrier plate; parr.36) sobre la que se ha depositado una lámina de material opaco (opaque coating; parr.36) con una ventana (Slot 21; fig.1, parr.36). La anchura de los fotodiodos en dirección perpendicular a la de su alineamiento es mayor que la de la ventana por cada lado de esa misma dirección (fig.9; parr.34 y 49).

Es por ello que tal reiv.1ª carece de novedad (Art.6 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.4 Directrices OEPM).

Respecto a la reiv.2ª: En fig.16 y 17 del documento D01 (ver tb. pg.42) se ilustra el dispositivo completamente envuelto o recubierto de un material opaco en todo su contorno (ref.55) excepto por su abertura o ventana (colimador de luz ref.6). Análogamente, en D02 (parr.46: Exclusion of light is ensured by additionally covering the detector shutter plate 23, which is completely enclosed in the site).

Respecto a la reiv.3ª: En D01 el centro de la abertura puede estar desplazado respecto de los fotodiodos ("opening shifted by de"; pg.27 y 28).

Respecto a la reiv.4ª: En D01 la anchura de los fotodiodos en dirección perpendicular (X) a la de su alineamiento (Y) es mayor que la de los lados del área de luz proyectada (spot light S) y por lo tanto respecto de los lados de la ventana en esa misma dirección, dado que la proyección (spot light S) es mayor que la propia ventana (ref.6 "iris portion/section"; fig.2 y 3). La medida se hace así independiente del ángulo que forme la proyección respecto del eje (Y en fig.3) perpendicular al de alineamiento (X en Fig.3).

Por ello tales reiv.2ª-4ª carecen de novedad (Art.6 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.4 Directrices OEPM).

Hoja adicional

No se ha encontrado en una sola divulgación o documento el contenido de la reivindicación 5ª (dependiente de las reiv.1-4), dado que no se menciona al vidrio como material de la tapadera transparente a ciertas radiaciones de D01 (cutoff-filter 7), por lo que la reivindicación 5ª y todas las que de ella dependen (reiv.6 a 10) son nuevas (Art.6 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.4 Directrices OEPM).

Los efectos técnicos de las características técnicas/elementos diferenciales de tal reivindicación 5ª respecto de D01 atienden a la solución del siguiente problema técnico objetivo: Cómo proteger al dispositivo de radiaciones de alta frecuencia (no aprovechable y/o excesiva) dejando pasar a su vez el resto de la luz del espectro visible a fin de evitar sobrecalentamientos inútiles y perjudiciales para su funcionamiento.

Solución aportada: Utilizando una tapadera en vidrio como filtro solar.

En relación al mencionado problema destaca el documento D03. En él se detalla la construcción de un dispositivo fotovoltaico utilizando láminas de vidrio ("coverglass") como filtro solar (col.3 ln.11-24 "coverglass system 40"). El experto en la materia podría por lo tanto considerar como opción normal de diseño incluir estas características en el dispositivo de medición descrito en D01, específicamente diseñado para la medida de un tipo particular de radiación (IR), de cara a su adaptación para medida de ángulos de para resolver los mismos problemas técnicos objetivo planteados, por lo que tal reivindicación 5ª carece de actividad inventiva (Art.8 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.5 Directrices OEPM).

Nuevamente, aplicando el mismo razonamiento que el expuesto para la reiv.5ª, se obtiene la misma conclusión respecto de las restantes reivindicaciones de aparato 6ª a 10ª, al estar presentes tales características en el propio D01 ó D03 en las siguientes partes:

Reiv.6ª: En D03 (Col.4 ln.14-16) sobre la/s lámina/s de vidrio ("coverglass") del dispositivo puede aplicarse una superficie antirreflectante o translúcida ("antireflective coating").

Reiv.7ª: En D01 Fig.2 y 3; pg.25 y 26. Realización mediante dos pares de fotodiodos (sensores) en sendos ejes x-y.

Reiv.8ª: En D01 Fig.9, 11 y 26; ref.21 ó 132 "converter" & 23 ó 133 "amplifier"; pg.38, 39 y 45.

Reiv.9ª: D01 Fig.10; ref.28 "A/D converter" y "controller" o "microcomputer"; pg.39.

Reiv.10ª: En D01 es posible variar la distancia "d" o altura ventana-células (pag.29 y 30) y contemplar la posible colocación de más pares de sensores para mejorar la precisión según rango de ángulos deseado (fig.31 y 32; "receiving portions" o "detecting sections" ref.202; pg.65, y 69-71). Si bien en los ejemplos de realización de D01 no se comenta la realización de las dos soluciones en un mismo dispositivo esta es una mera consecuencia de aplicar a la vez ambas configuraciones contempladas en el propio D01, sin que se desprenda un efecto técnico sorprendente o distinto al esperado y ya divulgado en D01.

Es por lo que tales reivindicaciones 6ª a 10ª carecen de actividad inventiva (Art.8 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.5 Directrices OEPM).

Respecto de las reivindicaciones procedimentales (reiv. independientes 11ª y 12ª):

En el procedimiento de medida de D01 no se utiliza un medidor con las características de las reiv.5 y 6, por lo que el procedimiento de medida de la reiv.11ª es nuevo (Art.6 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.4 Directrices OEPM).

No obstante en D01 se suman las corrientes generadas en los fotodiodos para medir la radiación (consecuencia de las expresiones 19 y 20 en pg.68; ver fig.29) radicando la única diferencia en que el dispositivo utilizado en dicho procedimiento de medida de D01 no incorpora las características de las reivindicaciones 5 y 6, irrelevantes en relación a los efectos técnicos del procedimiento, por lo que tal reivindicación 11ª carece de actividad inventiva (Art.8 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.5 Directrices OEPM).

Dado que el dispositivo de las reiv.1-7 es nuevo, su procedimiento de fabricación según reiv.12ª también es nuevo (Art.6 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.4 Directrices OEPM).

Hoja adicional

En D01 no se menciona la utilización de ninguna de dichas técnicas de cara a la unión oblea-capa transparente. No obstante se trata de técnicas conocidas por cualquier experto en el sector (conocimientos técnico-prácticos comunes), tal y como se refleja en D03, dispositivo cuya cubierta o filtro de vidrio se encuentra unido de manera fundida a la oblea semiconductor (Col.3 ln.48-52 "electrostatic fusion") portadora de los fotodiodos. Es por lo que tal reivindicación 12ª carece de actividad inventiva (Art.8 Ley de Patentes 11/86, Art.29.6 Reglamento y Apto.6.5 Directrices OEPM).