

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 171 097**

② Número de solicitud: 009901375

⑤ Int. Cl.⁷: G02F 1/29

H01L 31/02

H01L 31/0232

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **21.06.1999**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2002**

Fecha de concesión: **02.10.2003**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **01.11.2003**

④ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.11.2003

⑦ Titular/es: **UNIVERSIDAD DE SEVILLA**
Valparaíso, 5 - 2ª planta
41013 Sevilla, ES

⑦ Inventor/es: **Quero Reboul, José Manuel;**
García Franquelo, Leopoldo y
García Ortega, Juan

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sensor electrónico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente.**

⑤ Resumen:

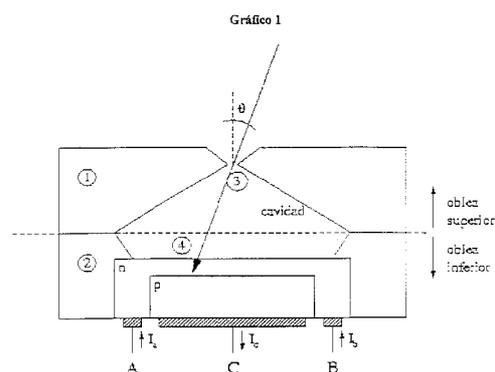
Sensor electrónico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente.

La presente invención se refiere a un sensor electrónico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente respecto de su vertical consistente en dos obleas de silicio atacadas con reactivos de forma anisotrópica.

En una de ellas (2) se difunden los dopajes necesarios para construir un diodo PN (4) lateral y, seguidamente, se efectúa un ataque anisotrópico por su parte inferior, con parada en la zona n.

La otra oblea (1) es atacada anisotrópicamente para realizar un orificio (3). Las dos obleas son soldadas, de manera que formen una cavidad en su interior.

Por el orificio (3) entra un rayo de luz que incide sobre el diodo que está polarizado inversamente. Por efecto fotoeléctrico aparecen portadores en el punto de incidencia del rayo de luz con la región de deserción de la unión (4). Como resultado aparecen corrientes por los electrodos A y B que permiten determinar el punto de incidencia del rayo, y por consiguiente el ángulo (θ) con la vertical.



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

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 - 28036 Madrid

ES 2 171 097 B1

DESCRIPCION

Sensor electrónico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un sensor electrónico que tiene como objetivo la medida del ángulo existente entre un objeto luminiscente y la vertical respecto al centro del sensor. El sensor consiste en un diodo lateral sobre el que incide un rayo de luz que atraviesa un agujero realizado en una oblea que sirve de tapadera. La precisión de la medida viene dada por las características dimensionales del dispositivo.

La invención tiene una aplicación directa en el campo de la generación eléctrica por energía solar, donde resulta vital el posicionamiento óptimo de los espejos en los heliostatos o de los paneles fotovoltaicos respecto al sol.

El dispositivo en cuestión simplificaría el control de posicionamiento de los elementos anteriores, abaratando los costes de instalación y mantenimiento, además de posibilitar su autonomía respecto a un sistema de control centralizado.

Estado de la técnica

Actualmente, el problema de la localización de un objeto luminiscente se realiza mediante la utilización de dos células fotovoltaicas colocadas simétricamente respecto a un plano vertical, de manera que ambas formen el mismo ángulo con dicho plano.

La localización de objetos luminosos se realiza consiguiendo situar el sensor en una posición tal que las corrientes de las dos células sean iguales.

Descripción general de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo electrónico sensor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto a la vertical de dicho dispositivo.

Consta de dos obleas de silicio que son atacadas con reactivos de forma anisotrópica para crear una depresión en ambas, así como un orificio en una de ellas, siendo soldadas posteriormente.

Además de esto, a una se le realiza los dopajes necesarios para incluir un diodo PN en la cara no expuesta al ataque.

Las dos obleas encajarán de manera que el conjunto forme una cavidad en su interior, donde podrá entrar un rayo de luz a través del agujero superior.

El punto de incidencia depende del ángulo con la vertical.

La corriente que se inyecta por el terminal conectado a la zona p se recoge por los dos terminales conectados a la zona n.

La diferencia entre las corrientes de estos dos últimos terminales determina el punto de incidencia del rayo luminoso, y de aquí se puede deducir el ángulo de incidencia de dicho rayo.

Explicación de las figuras

Gráfico 1

Características del sensor eléctrico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente

1. Oblea superior de silicio, atacada por ambos lados anisotrópicamente.
2. Oblea inferior de silicio, atacada solo por un

lado anisotrópicamente y con un diodo PN lateral en la parte inferior de ésta.

3. Orificio de entrada del rayo luminoso en la oblea superior.

5 4. Punto de incidencia del rayo luminoso en el diodo PN lateral situado en el fondo de la cavidad.

10 N Zona dopada tipo n constituyente del diodo PN lateral.

P Zona dopada tipo p constituyente del diodo PN lateral.

A Terminal de recogida de la corriente Ia.

15 B Terminal de recogida de la corriente Ib.

C Terminal de recogida de la corriente Ic.

Ia Porción de la corriente total del diodo PN, derivada al terminal A.

20 Ib Porción de la corriente total del diodo PN, derivada al terminal B.

Ic Corriente total del diodo PN, recogida por el terminal C.

Gráfico 2

25 *Procedimiento de medida de la posición angular de un objeto luminiscente*

N Zona dopada tipo n constituyente del diodo PN lateral.

30 P Zona dopada tipo p constituyente del diodo PN lateral.

A Terminal de recogida de la corriente Ia.

B Terminal de recogida de la corriente Ib.

35 C Terminal de recogida de la corriente Ic.

Ia Porción de la corriente total del diodo PN, derivada al terminal A.

Ib Porción de la corriente total del diodo PN, derivada al terminal B.

40 Ic Corriente total del diodo PN, recogida por el terminal C

La Distancia del punto de incidencia X hasta el terminal A.

45 Lb Distancia del punto de incidencia X hasta el terminal B.

Lc Distancia entre los dos terminales A y B; anchura del diodo lateral.

50 Descripción detallada de la invención

Las características más sobresalientes del sensor electrónico para la medida de la posición angular de un objeto luminiscente y el método de medición correspondiente se pueden ver en el gráfico 1 y 2.

En el gráfico 1 se detalla la estructura general del sensor.

Se puede ver que está compuesto por dos obleas de silicio superpuestas.

60 Para fabricar ambas estructuras, se parte de dos substratos de silicio, sobre los cuales se realiza una cavidad atacando desde una de las caras con un reactivo adecuado.

65 Mediante la utilización de máscaras se consigue que la apertura de la cavidad sea la adecuada. Por otra parte, el ataque de una estructura cristalina se realiza de forma anisotrópica, es decir, no por igual en todas las direcciones.

Como resultado, se consigue una determinado ángulo en las paredes laterales de la cavidad.

En la oblea superior se puede distinguir como, además, se realiza un ataque por la otra cara, con una apertura mucho más pequeña. El resultado de la intersección es un agujero localizado muy cerca de una de las caras.

En la oblea inferior, es necesario realizar previamente al ataque una difusión n y otra p por la cara no expuesta, de manera que formen una estructura rectificadora. La propia difusión n es la encargada de limitar la profundidad de la cavidad.

Una vez fabricadas las dos obleas por separado se procede a enfrentarlas de manera que en su interior se forma una cavidad prácticamente cerrada, y solo accesible desde el exterior a través del agujero superior.

La incidencia de un rayo de luz se realizará por dicho agujero, con un determinado ángulo respecto a la vertical. Esto determinará que un punto muy concreto de la unión resulte iluminado.

Las dimensiones típicas del diámetro del agujero son de 10 micras.

La máxima desviación del rayo con la vertical que podrá medir el sensor vendrá determinada por el ángulo conseguido por el ataque químico en la oblea superior de silicio. Este suele ser de unos 54 grados aproximadamente.

La altura de la cavidad determinará la mínima dimensión del diodo lateral.

$$L_c = H \cdot \operatorname{tg}(54)$$

Donde L_c es la anchura mínima del diodo situado en el fondo de la cavidad, necesaria para que pueda medir el máximo ángulo de inclinación (54 grados), y H la altura de la cavidad.

Si se polariza inversamente la unión PN de la oblea inferior, en ausencia de iluminación se

puede suponer que existirá una corriente prácticamente nula ($I_c=0$).

Como se puede ver en el gráfico 2, como consecuencia del rayo de luz incidente, aparecerá una corriente elevada localizada en dicho punto.

Dicha corriente será recogida por el terminal C en su totalidad.

Sin embargo, debido a la estructura de la zona n, la corriente anterior se verá suministrada tanto por el terminal A como por el B, de manera que ($I_a+I_b=I_c$).

La diferencia entre I_a e I_b es función de la coordenada horizontal de incidencia del rayo, ya que ambas corrientes son inversamente proporcionales a las distancias que separan dicho punto de los terminales A y B respectivamente.

Matemáticamente se puede observar que las corrientes I_a e I_b dependen de las distancias L_b y L_a respectivamente.

$$I_a = \frac{L_b}{L_c} \cdot (I_a+I_b)$$

$$I_b = \frac{L_a}{L_c} \cdot (I_a+I_b)$$

Definiendo x como la distancia del punto de incidencia al centro del dispositivo resulta:

$$x = \frac{(L_b-L_a)}{2} = \frac{L_c}{2} \cdot \frac{(I_a-I_b)}{(I_a+I_b)}$$

El ángulo de incidencia se puede relacionar con las corrientes a partir de la relación anterior.

$$\theta = \operatorname{arctg} \left(\frac{x}{H} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{L_c}{2H} \cdot \left(\frac{I_a-I_b}{I_a+I_b} \right) \right)$$

REIVINDICACIONES

1. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical, **caracterizado** por estar compuesto por dos obleas de silicio, una superior en la que se practica un agujero en su parte superior y otra inferior en la que se difunden los dopajes necesarios para construir un diodo PN lateral.

2. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical según reivindicación 1, **caracterizado** porque las dos obleas son soldadas, de manera que formen una cavidad en su interior.

3. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque las dos obleas están atacadas con reactivos anisotrópicamente.

4. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque en la oblea inferior se efectúa un ataque anisotrópico por su parte inferior con parada en la zona n.

5. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical según reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque el diodo PN convierte la luz recibida en dos corrientes que están relacionadas con las coordenadas del punto de incidencia del rayo de luz.

6. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente res-

pecto de la vertical según reivindicaciones 1-5, **caracterizado** porque la coordenada del punto de incidencia del rayo en el diodo lateral (X) está relacionada con la altura de la cavidad interior (H) y el ángulo de incidencia (θ) según:

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

7. Sensor electrónico medidor de posicionamiento angular de un objeto luminiscente respecto de la vertical según reivindicaciones 1-6, **caracterizado** porque la anchura mínima del diodo lateral (Lc) es:

$$Lc = 2H \cdot \operatorname{tg}(\theta) \quad (54)$$

8. Método de medición del ángulo de un objeto luminoso respecto de la vertical, consistente en utilizar un sensor electrónico según reivindicaciones 1 a 7, y relacionar dicho ángulo con la corriente recogida en el diodo PN del sensor.

9. Método de medición del ángulo de un objeto luminoso respecto de la vertical según reivindicación 8, **caracterizado** porque la relación entre el ángulo de incidencia (θ) y las corrientes (I_a e I_b) recogidas en los terminales del sensor cumple que:

$$\theta = \operatorname{arctg} \left(\frac{x}{H} \right) = \operatorname{arctg} \left(\frac{Lc}{2H} \cdot \left(\frac{I_a - I_b}{I_a + I_b} \right) \right)$$

donde (Lc) es la anchura del diodo PN, (H) la altura de la cavidad y (X) la coordenada del punto de incidencia del rayo sobre dicho diodo, con origen en el centro de éste.

Gráfico 1

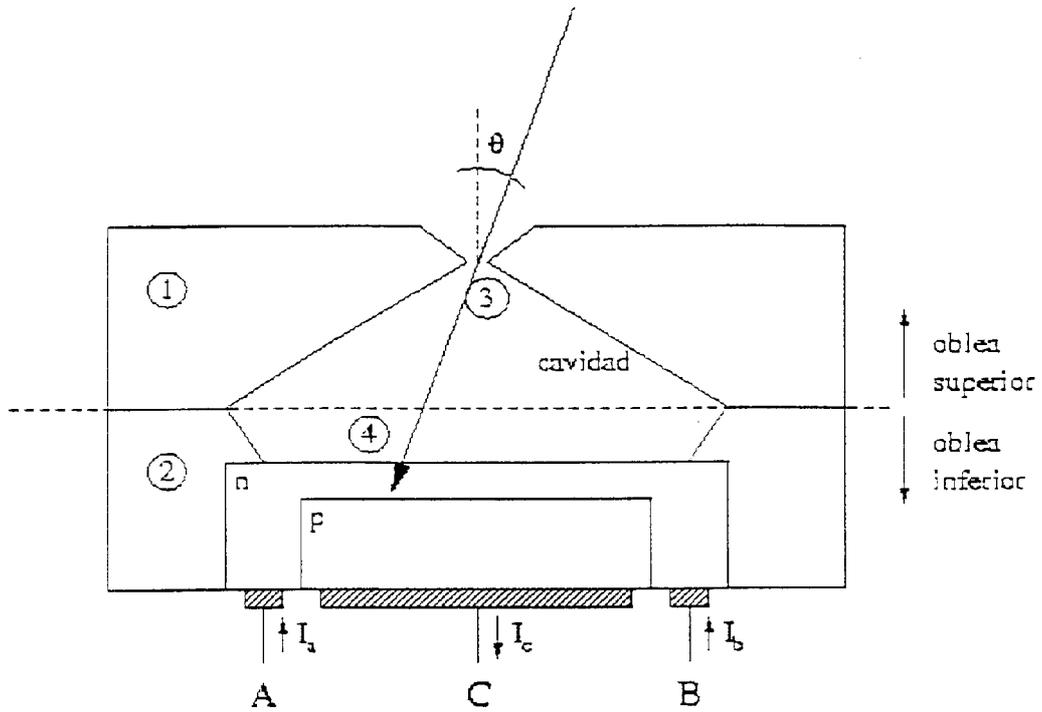
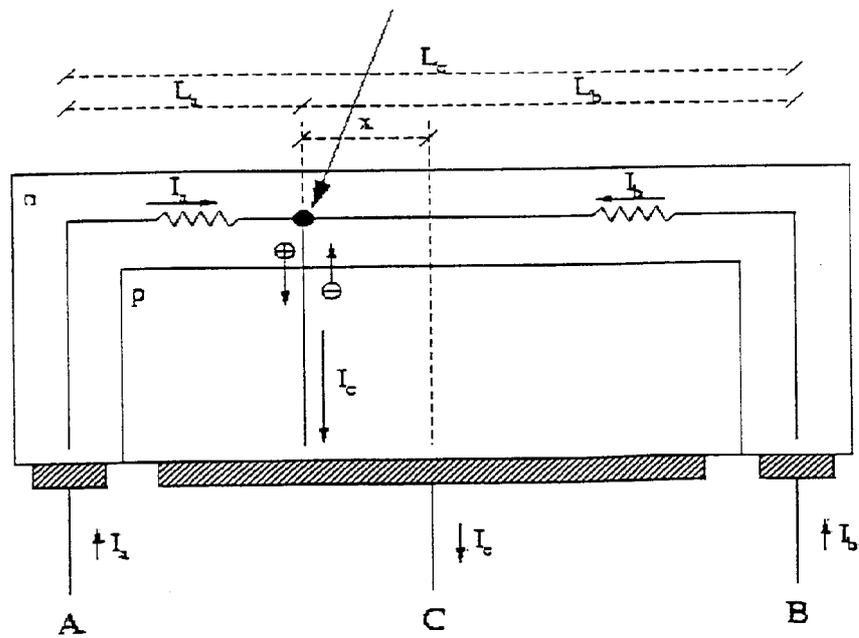


Gráfico 2





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ① ES 2 171 097
② N.º solicitud: 009901375
③ Fecha de presentación de la solicitud: 21.06.1999
④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.⁷: G02F 1/29, H01L 31/02, 31/0232

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 0340412 A (KANEGAFUCHI CHEMICAL IND) 08.11.1989, columna 7, línea 19 - columna 10, línea 50; columna 15, línea 12 - columna 16, línea 40; figuras 1-3,10-12.	1,8,9
A		2,3,5
A	ES 2003965 A (SANTA BARBARA RESEARCH) 01.12.1988, columna 2, línea 14 - columna 4, línea 16; figuras 1,2.	6,7
A	US 5747864 A (KITATANI et al.) 05.05.1998	

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 n.º:

Fecha de realización del informe

15.07.2002

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1