

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 365 471**

21 Número de solicitud: 201030437

51 Int. Cl.:

G01J 1/00

(2006.01)

G01W 1/00

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **24.03.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **06.10.2011**

Fecha de la concesión: **23.08.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **04.09.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
04.09.2012

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE HUELVA
DR. CANTERO CUADRADO 6
21071 HUELVA, ES**

72 Inventor/es:

MADIEDO GIL, JOSÉ MARÍA

74 Agente/Representante:

Pons Ariño, Ángel

54 Título: **APARATO Y PROCEDIMIENTO PARA RASTREAR LA BÓVEDA CELESTE.**

57 Resumen:

Aparato y procedimiento para rastrear la bóveda celeste.

La invención describe un aparato (1) para rastrear la bóveda celeste con el objeto de detectar fuentes de contaminación lumínica, que comprende: un fotómetro (2) adecuado para cuantificar la luz procedente de una región concreta de la bóveda celeste; una base móvil (3) a la que está fijado el fotómetro (2), adecuada para dirigir dicho fotómetro (2) hacia cualquier región de la bóveda celeste; y un medio de procesamiento conectado al fotómetro (2) y a la base móvil (3), capaz de controlar la orientación de la base móvil (3) y de detectar las fuentes de contaminación lumínica a partir de los datos de luminosidad obtenidos por el fotómetro (2).

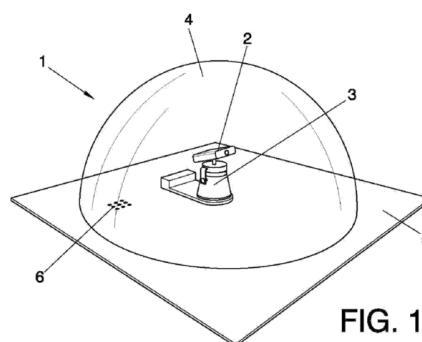


FIG. 1

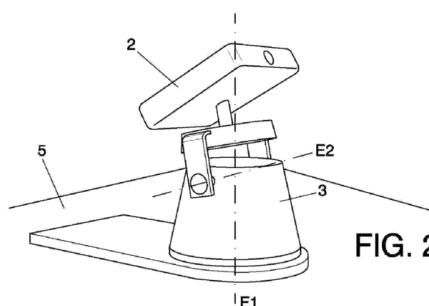


FIG. 2

ES 2 365 471 B1

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

DESCRIPCIÓN

Aparato y procedimiento para rastrear la bóveda celeste.

5 Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es un aparato para rastrear la bóveda celeste con el objeto de localizar fuentes de contaminación lumínica y realizar un seguimiento de la evolución de las mismas. Otro objeto de la invención es un procedimiento para operar el aparato anterior.

Estado de la técnica

En ciertos entornos existe la necesidad de cuantificar la contaminación lumínica nocturna procedente de la bóveda celeste. Es el caso, por ejemplo, de entornos naturales protegidos afectados contaminación lumínica proveniente de núcleos urbanos cercanos u otras fuentes de contaminación lumínica. Actualmente, un modo de medir la contaminación lumínica es utilizar desde tierra un fotómetro que mide los niveles de luminosidad globales. Sin embargo, este método no permite identificar dónde se encuentran las fuentes de contaminación lumínica para poder tomar acciones correctivas en caso necesario.

También existen algunos sistemas que operan desde satélites artificiales, como por ejemplo el descrito en el documento “Naked eye star visibility and limiting magnitude mapped from DMSP-OLS satellite data”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 323, 34-46 (2001). Sin embargo, la información obtenida vía satélite tampoco es representativa de la problemática relativa a la contaminación lumínica presente al nivel del suelo.

Descripción de la invención

El procedimiento de la invención describe un aparato que no sólo es capaz de medir la contaminación lumínica global de un lugar, sino que detecta fuentes de contaminación lumínica individuales, así como su contribución a la contaminación lumínica global del lugar y su evolución con el tiempo. La invención es especialmente útil para realizar una evaluación y seguimiento de las fuentes de contaminación lumínica que afectan a entornos naturales protegidos.

Según un aspecto de la invención, se describe un aparato para rastrear la bóveda celeste que comprende un fotómetro, una base móvil y un medio de procesamiento. A continuación se describen estos elementos:

a) *Un fotómetro*

A diferencia de los fotómetros utilizados en la técnica anterior, que están configurados para cuantificar la luminosidad global que llega a un punto, el fotómetro de la invención es adecuado para cuantificar la luz procedente de una región concreta de la bóveda celeste. Dicho de otro modo, se trata de un fotómetro direccional. Como se explicará con mayor detalle en las siguientes páginas, el uso de un fotómetro de este tipo permite determinar la localización de fuentes individuales de contaminación lumínica.

Además, según una realización preferida la región de la bóveda celeste cuya luminosidad cuantifica el fotómetro es esencialmente puntual. Por ejemplo, podrían utilizarse fotómetros con una longitud focal mínima de 70 mm. Según otra realización preferida, el fotómetro es un fotodiodo o un dispositivo CCD.

b) *Una base móvil*

El fotómetro está fijado a una base móvil, que está configurada para dirigir dicho fotómetro hacia cualquier región de la bóveda celeste. Preferentemente se trata de un dispositivo de tipo altazimutal (en inglés, “pan and tilt”), análogo a los utilizados habitualmente para soportar cámaras de circuito cerrado de TV, que normalmente comprenden un primer eje giratorio 360° en un plano sobre el cual una cabeza puede inclinarse hacia arriba o abajo alrededor de un segundo eje. Sin embargo, cualquier tipo de base móvil es posible siempre que sea adecuada para orientar el fotómetro hacia cualquier punto del espacio de la bóveda celeste.

Preferentemente, la base móvil está instalada sobre un panel de color blanco para minimizar el efecto del calentamiento producido por el sol durante todo el día.

c) *Un medio de procesamiento*

El medio de procesamiento está conectado a la base móvil y al fotómetro, y sirve para controlar la orientación de la base móvil y para detectar la posición de fuentes de contaminación lumínica a partir de los datos de luminosidad obtenidos por el fotómetro. En el presente contexto, se entiende que el medio de procesamiento

comprende además unos medios de almacenamiento que servirán para almacenar los datos obtenidos en rastreos sucesivos. Por ejemplo, podría tratarse de un ordenador equipado con disco duro, aunque también sería posible emplear microcontroladores, microprocesadores, DSP's, FPGA's, ASIC's o combinaciones de los mismos.

5

Según una realización preferida, el aparato comprende además una cúpula transparente que protege el fotómetro y la base móvil. Por ejemplo, puede tratarse de una cúpula semiesférica de vidrio o metacrilato de alta calidad óptica adecuada para soportar fenómenos meteorológicos adversos como la lluvia o el viento. Adicionalmente, para evitar que se produzca condensación sobre la cúpula transparente, el panel preferentemente comprende unas perforaciones de ventilación que permiten la salida de la humedad de la cúpula.

10

Según un segundo aspecto de la invención, se describe un procedimiento para rastrear la bóveda celeste utilizando el aparato descrito anteriormente que comprende los siguientes pasos:

15 1) Operar la base móvil para que el fotómetro realice un rastreo de la bóveda celeste. Durante el rastreo, se registra en cada punto la luminosidad del cielo, que normalmente se traduce en niveles de brillo.

2) A continuación, almacenar los datos de luminosidad obtenidos por el fotómetro.

20 3) Por último, detectar fuentes de contaminación lumínica presentes en la bóveda celeste.

La detección de fuentes de contaminación lumínica se puede hacer de diferentes formas, aunque según una realización preferida se compara la luminosidad de la bóveda celeste obtenida en un rastreo con la luminosidad de una bóveda celeste no contaminada que se toma como referencia. Así, si durante el rastreo se detecta una fuente lumínica que no existía en el cielo no contaminado, se puede determinar que se trata de una fuente contaminación lumínica. Este proceso de detección permite descartar como fuentes de contaminación lumínica fuentes de luz naturales como la luna, estrellas brillantes, etc.

25

30 Preferentemente, el procedimiento comprende además el paso de almacenar la posición de las fuentes de contaminación lumínica detectadas y su luminosidad.

Según otra realización preferente, el procedimiento comprende además el paso de determinar la evolución de dichas fuentes de contaminación lumínica comparando su luminosidad con la obtenida en rastreos anteriores.

35

En otra realización preferida más, el procedimiento de la invención comprende el paso de determinar la contribución a la contaminación lumínica total de cada una de las fuentes lumínicas detectadas.

Además, aunque la invención descrita incluye aparatos de ordenador y procesos ejecutados en tales equipos, la invención se extiende igualmente a los programas de ordenador, particularmente los programas de ordenador que se encuentran situados sobre o dentro de una portadora, adaptados para llevar a la práctica la invención. El programa puede tener la forma de código fuente, código objeto, una fuente intermedia de código y código objeto, por ejemplo, como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para uso en la puesta en práctica de los procesos según la invención. La portadora puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de soportar el programa.

40

Por ejemplo, la portadora podría incluir un medio de almacenamiento, por ejemplo, una memoria ROM, una memoria CD ROM o una memoria ROM de semiconductor, o un soporte de grabación magnética, por ejemplo, un disco flexible o un disco duro. Además, la portadora puede ser una portadora transmisible, por ejemplo, una señal eléctrica u óptica que podría transportarse a través de cable eléctrico u óptico, por radio o por cualesquiera otros medios.

50

Cuando el programa va incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, la portadora puede estar constituida por dicho cable u otro dispositivo o medio.

55 Como variante, la portadora podría ser un circuito integrado en el que va incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para ejecutar, o para ser utilizado en la ejecución de, los procesos correspondientes.

Breve descripción de las figuras

60

La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un aparato de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva más detallada de la base móvil y el fotómetro según la presente invención.

65

Descripción de una realización preferente

Se describe a continuación una realización preferente de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, que muestran sendas vistas en perspectiva de un ejemplo de aparato (1) para rastrear la bóveda celeste según la invención. Concretamente, se aprecia cómo el fotómetro (2) está fijado a la base móvil (3). El medio de procesamiento, que en este ejemplo es un ordenador equipado con un disco duro, no se muestra en las figuras. La base móvil (3) de este ejemplo comprende dos ejes de rotación, un primer eje (E1) vertical sirve para orientar el fotómetro a derecha o izquierda, mientras que un segundo eje (E2) horizontal permite orientar el fotómetro (2) hacia arriba o hacia abajo.

La Fig. 1 también muestra la cúpula (4) transparente que protege el fotómetro (2) y la base móvil (3) de condiciones climatológicas adversas. Además, se observa cómo la base móvil (3) está dispuesta sobre un panel (5) de color blanco que evita un calentamiento excesivo y que comprende unas perforaciones (6) para permitir la salida de humedad del interior de la cúpula (4) transparente.

Un ejemplo del procedimiento de la invención, por tanto, comprende los siguientes pasos:

- 1) El ordenador envía las órdenes adecuadas a la base móvil (3) para realizar un rastreo de la bóveda celeste. Para ello, con el fotómetro (2) mirando en dirección horizontal, se hace girar la base móvil (3) alrededor del eje vertical (E1) y se va aumentando paulatinamente el ángulo de elevación del eje horizontal (E2) hasta llegar a la vertical.
- 2) Se almacena en disco duro del ordenador el valor del brillo correspondiente de cada punto de la bóveda celeste.
- 3) El ordenador determina la posición de las fuentes de contaminación lumínica. Para ello, compara el brillo de cada punto de la bóveda celeste obtenido en el rastreo con un brillo de referencia correspondiente a una bóveda celeste no contaminada. Se entiende que la bóveda celeste no contaminada con la que se realiza la comparación corresponde a aproximadamente la misma hora y momento del ciclo lunar en que se ha realizado el rastreo. De este modo, no se confundirá la luna o algunas estrellas brillantes con fuentes de contaminación lumínica.
- 4) A continuación, se almacena en el disco duro del ordenador la posición de las fuentes detectadas y su brillo.

Este procedimiento se repite varias veces por noche a unas horas determinadas. A partir de estos datos, para cada fuente de contaminación lumínica el ordenador determina algunos parámetros útiles, como por ejemplo el valor promedio de la contaminación lumínica que arrojan o el valor máximo de dicha contaminación. Además, repitiendo el procedimiento durante noches sucesivas es posible evaluar la evaluación de las fuentes de contaminación lumínica, así como la contribución de cada una de ellas a la contaminación lumínica global.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) para rastrear la bóveda celeste, **caracterizado** porque comprende:

un fotómetro (2) adecuado para cuantificar la luz procedente de una región concreta de la bóveda celeste;

una base móvil (3) a la que está fijado el fotómetro (2), adecuada para dirigir dicho fotómetro (2) hacia cualquier región de la bóveda celeste; y

un medio de procesamiento conectado al fotómetro (2) y a la base móvil (3), capaz de controlar la orientación de la base móvil (3) y de detectar las fuentes de contaminación lumínica a partir de los datos de luminosidad obtenidos por el fotómetro (2).

2. Aparato (1) según la reivindicación 1, donde la región de la bóveda celeste cuya luminosidad cuantifica el fotómetro (2) es esencialmente puntual.

3. Aparato (1) según la reivindicación 2, donde la base móvil (3) está instalada sobre un panel (5) de color blanco.

4. Aparato (1) según la reivindicación 3, que además comprende una cúpula transparente (4) que protege el fotómetro (2) y la base móvil (3).

5. Aparato (1) según la reivindicación 4, donde el panel (5) tiene unas perforaciones (6) adecuadas para evitar la condensación sobre la cúpula transparente (4).

6. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el fotómetro (2) es un fotodiodo o un dispositivo CCD.

7. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la base móvil (3) es un dispositivo de tipo altazimutal.

8. Procedimiento para rastrear la bóveda celeste utilizando el aparato descrito en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado** porque comprende los siguientes pasos:

operar la base móvil (3) para que el fotómetro (2) realice un rastreo de la bóveda celeste;

almacenar los datos de luminosidad obtenidos por el fotómetro (2); y

detectar fuentes de contaminación lumínica presentes en la bóveda celeste.

9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde el paso de detectar fuentes de contaminación lumínica se realiza comparando la luminosidad de la bóveda celeste obtenida en un rastreo con la luminosidad de una bóveda celeste no contaminada.

10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-9, que además comprende el paso de almacenar la posición de las fuentes de contaminación lumínica detectadas y su luminosidad.

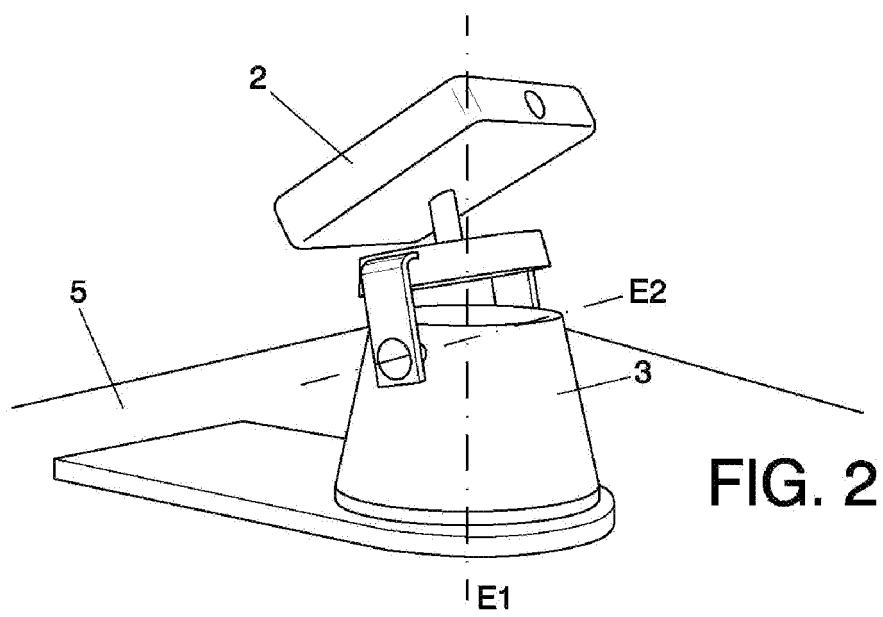
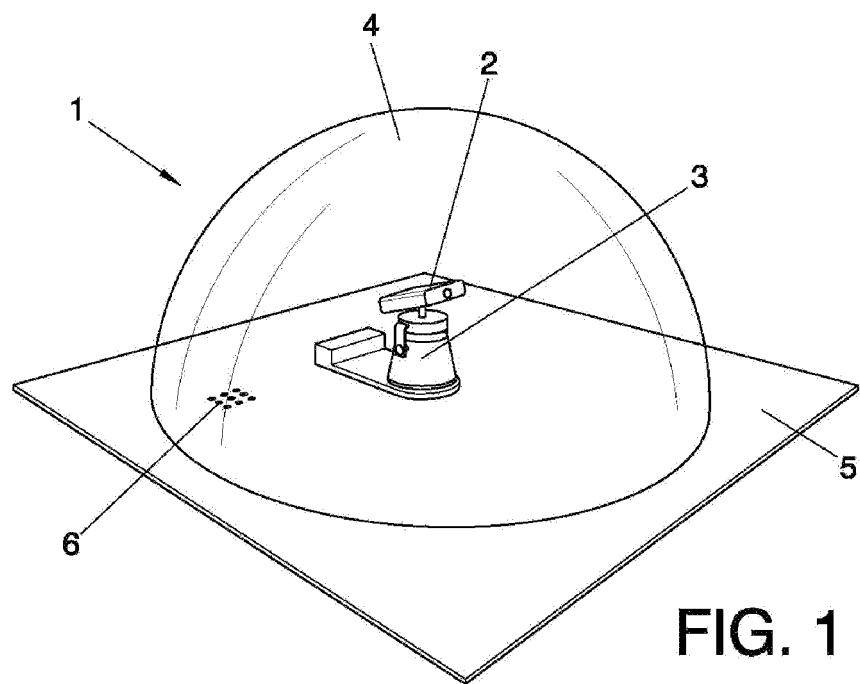
11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10, que además comprende el paso de determinar la evolución de dichas fuentes de contaminación lumínica comparando su luminosidad con la de rastreos anteriores.

12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que además comprende el paso de determinar la contribución a la contaminación lumínica total de cada una de las fuentes lumínicas detectadas.

13. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador lleve a la práctica el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8-12.

14. Programa de ordenador según la reivindicación 13, incorporado en medios de almacenamiento.

15. Programa de ordenador según la reivindicación 13, soportado en una señal portadora.





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030437

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.03.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01J1/00** (2006.01)
G01W1/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	REPORTE TÉCNICO. INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEFPIY CÁMARA ALL-SKY EN JICAMARCA. Radio Observatorio de Jicamarca. OSCAR A. VELIZ CASTILLO et al. 15.12.2009. Todo el Documento.	1-15
Y	Sky Quality Meter – Lens USB SQMLU Users manual. UNIHEDRON. 26.11.2009. Todo el documento.	1-15
A	ES 2265273 B1 (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICAS AEROESPACIAL.) 01.02.2007, todo el documento.	1-15

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 12.08.2011	Examinador G. Foncillas Garrido	Página 1/4
--	------------------------------------	---------------

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

G01J, G01W

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.08.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-15	NO

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 se publica.

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	CÁMARA ALL-SKY (OSCAR A. VELIZ CASTILLO), todo el documento	15.12.2009

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**Reivindicación 1**

El documento más próximo al objeto de la invención es D01, dicho documento presenta (Figura 1, 2) un instrumento capaz de clasificar y cuantificar la contaminación lumínica en la atmósfera provocada por los sistemas de iluminación artificial de pueblos y ciudades, con un campo de visión de 180 grados en todas las direcciones.

Es sistema comprende una cúpula acrílica que protege el objetivo de ojo de pez de suciedad o cualquier fenómeno meteorológico.

El sistema presenta un detector CCD para obtener la imagen del cielo generada por el objetivo. Todo el sistema está gobernado por un ordenador de control que tiene como función principal controlar el todos los elementos del hardware, así mismo dicho ordenador se encarga de la adquisición de las imágenes de la cámara CCD y su posterior análisis, mediante un software de control.

La diferencia con el objeto de la invención se basa en la utilización de un sistema móvil de fijación del fotómetro, no obstante el problema planteado que resuelve, también está solucionado en dicho documento al poder tomar muestras en todas las direcciones.

Y también respecto a la toma de diferentes medidas de la oscuridad del cielo de noche, para lo cual se considera necesario la combinación con D02.

Por tanto, dicha reivindicación es nueva (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 2-15

En base a lo indicado dichas reivindicaciones son nuevas (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).