



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 265 273**

② Número de solicitud: 200501127

⑤ Int. Cl.:
H01L 27/148 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **11.05.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2007**

Fecha de la concesión: **29.11.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.12.2007**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

⑰ Titular/es:
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas
c/ Serrano, 117
28006 Madrid, ES
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial**

⑱ Inventor/es: **Castro Tirado, Alberto Javier**

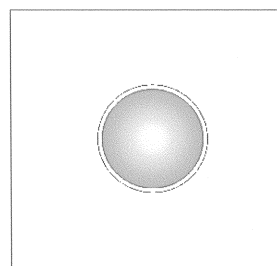
⑳ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Cámara digital nocturna y sus aplicaciones para la observación automática de todo el cielo.**

⑦ Resumen:

Cámara digital nocturna y sus aplicaciones para la observación automática de todo el cielo.

El objeto de la invención es una cámara digital de registro de todo el cielo nocturno ultrasensible en el rango entre 4.000 y 9.500 ångströms. El uso de esta cámara permite la detección de imágenes nocturnas de la bóveda celeste como cuerpos celestes y fenómenos astrofísicos transitorios en el firmamento, estrellas fugaces y bólidos, nubes nocturnas, aeronaves y satélites artificiales.



Planta



Alzado

Figura 1

ES 2 265 273 B1

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

ES 2 265 273 B1

DESCRIPCIÓN

Cámara digital nocturna y sus aplicaciones para la observación automática de todo el cielo.

5 Sector de la técnica

Tecnología Física. Dispositivo opto-electrónico para la observación del cielo nocturno de manera continuada con diversas aplicaciones (astrofísicas, meteorológicas y del ámbito de defensa).

10 Estado de la técnica

Hasta la fecha, los únicos productos que se conocen para el registro nocturno del cielo de manera continuada son los dos siguientes:

- 15 1) la cámara CONCAM de la Universidad de Michigan (EE.UU.) que se utiliza en varios observatorios astronómicos del globo que utiliza un detector de 1.024 x 1.024 píxeles para detectar estrellas, con una resolución temporal de 3 minutos, de hasta magnitud 5.5. (R. J. Nemiroff y J. Bruce Raffert 1999, *Towards a continuous record of the sky*, PASP 111, 886, <http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/9809403>).
- 20 2) La cámara Skibotn (ver más detalles en la dirección <http://www.dcs.lancs.ac.uk/iono/scasi/>) cuyo objetivo es la detección de nubes, detectando estrellas de hasta magnitud 3. Hace uso de un detector CCD de tamaño reducido (512 x 512 o 1.024 x 1.024 píxeles, no se especifica) y de óptica de espejo para conseguir un campo de 180° (Kosch, M. J. 0 1999, *The Skibotn CCD All-Sky Imager (SCASI) and Real Time Networking onto the World Wide Web*. MPAE-T-010-99-12. Max-Planck-Institut für Aeronomie. Lindau, Germany).

25 Por tanto, existe una gran necesidad de un dispositivo digital para la observación nocturna de mayor sensibilidad, de mayor resolución espacial y de mayor resolución temporal.

Descripción de la invención

30 Descripción breve

Un objeto de la invención es una cámara digital de registro de todo el cielo nocturno con una elevada sensibilidad y resolución angular y temporal y que comprende los siguientes componentes:

- 35 a) una cámara CCD astronómica de alta resolución como detector de las imágenes que opere en el rango óptico con al menos 2.000 x 2.000 píxeles y un tamaño de píxel de no más de 9 micras, con una eficiencia cuántica promedio por encima del 50%, y sensible en todo el rango espectral visible, entre 4.000 y 9.500 ångströms,
- 40 b) una lente de ojo de pez de alta luminosidad como lente objetivo, situada encima de la cámara, para poder registrar todo el cielo en el detector CCD de a),
- c) una interfaz diseñada ex profeso que se utiliza para acoplar la lente objetivo a la cámara CCD,
- 45 d) un receptáculo de dimensiones adecuadas donde se ubica el conjunto de detector CCD, interfaz y lente, y
- e) un software específico que controle la adquisición de imágenes en la cámara desde la puesta hasta la salida del sol, la coordinación de los distintos componentes y el envío de la información a un periférico adecuado.

50 Un objeto particular de la presente invención consiste en un sistema de cámara nocturna de todo el cielo que está constituida por dos o más cámaras nocturnas de la presente invención en la misma posición de tal forma que mientras esté en fase de exposición, la segunda lea y grave los datos, y viceversa.

55 Otro objeto particular de la presente invención consiste en un sistema de cámara nocturna de todo el cielo que está constituida por dos o más cámaras nocturnas de la presente invención alejadas entre sí al menos 10 kilómetros y que adquieran imágenes de manera simultánea. Ello serviría para determinar la trayectoria, por efecto de paralaje, de cualquier objeto que se desplace a menos de unos 5.000 km. de distancia de la superficie terrestre, lo que en el caso de bólidos, permitiría determinar la zona de la corteza terrestre donde podrían haber caído los correspondientes fragmentos (meteoritos).

60 Otro objeto de la presente invención lo constituye el uso de la cámara de la presente invención para la detección de imágenes nocturnas de la bóveda celeste en condiciones adecuadas correspondientes a objetos, a título ilustrativo y sin que limite el objeto de la invención, pertenecientes al siguiente grupo: cuerpos celestes y fenómenos astrofísicos transitorios en el firmamento (astronomía), registro de estrellas fugaces y bólidos que pudieran dar lugar a meteoritos susceptibles de ser recuperados (astronomía, geología), registro de nubes nocturnas (meteorología), registro de aeronaves que sobrevuelen el espacio aéreo y paso de satélites artificiales sobre un determinado lugar (defensa).

Descripción detallada de la invención

La invención se enfrenta al problema de proporcionar nuevos dispositivos optoelectrónicos para la observación y detección nocturna de cuerpos celestes.

5

La solución proporcionada por esta invención se basa en que los inventores han observado que es posible desarrollar una cámara o sistema de observación nocturna de todo el cielo ("cámara *all-sky*") de elevadas prestaciones técnicas mediante la combinación de un detector CCD de gran formato y una lente ojo de pez, a través de un interfaz y un software específico. Las ventajas de este dispositivo optoelectrónico es que permite observar todo el cielo con una sensibilidad y una resolución angular superior a las existentes (con magnitudes ópticas de al menos $V = 10$ en el cenit, y de al menos $V = 8$ en el horizonte), pudiendo ser alcanzables valores mayores. A título descriptivo, V es la magnitud obtenida con un filtro centrado en 5.500 \AA (donde el ojo humano tiene la máxima sensibilidad) y con una anchura de banda de unos 900 \AA . A modo de ejemplo, las estrellas más débiles que se pueden discernir a simple vista en una noche oscura lejos de núcleos urbanos tienen magnitud $V = 5$. Una magnitud límite de $V = 10$ implica poder detectar estrellas $2,512^{10-5} = 2,512^5 = 100$ veces más débiles que a simple vista.

10

15

En comparación con los dispositivos existentes, descritos en el estado de la técnica, esto supone:

20

1) una sensibilidad entre 60 y 600 mayor que las cámaras descritas en el estado de la técnica, respectivamente, lo que significa una detección de estrellas hasta magnitud 10 en el cenit (100 veces más débiles de lo que registra el ojo humano), así como bólidos, estrellas fugaces, satélites artificiales y aviones.

25

2) una precisión 4-10 veces mayor para localizar cualquier objeto o fenómeno celeste en el firmamento. Esto se traduce, en el caso de su uso para el registro de bólidos, conjuntamente con otra cámara similar a al menos 10 km. de distancia, en una notable reducción del área de impacto en la superficie terrestre donde eventualmente se podrían encontrar meteoritos para el caso de la aplicación de localización de la caída de objetos (unos pocos kilómetros cuadrados).

30

Con la ayuda del programa informático desarrollado por el inventor, y al alcance de cualquier experto en el sector de la técnica, se puede controlar la toma automática de imágenes de la cámara en función de la duración de la noche a lo largo del año y de otros parámetros adecuados.

35

La tecnología se puede aplicar en diversos campos: astronomía (detección de cuerpos celestes y fenómenos astrofísicos transitorios en el firmamento); registro de estrellas fugaces y bólidos que pudieran dar lugar a meteoritos susceptibles de ser recuperados; meteorología (registro de nubes nocturnas); defensa (registro de aeronaves que sobrevuelan el espacio aéreo y paso de satélites artificiales sobre un determinado lugar), etc.

40

La adquisición de imágenes nocturnas que puedan cubrir la totalidad de la bóveda celeste es uno de las demandas de los observatorios astronómicos que operan en la actualidad. El poder tener un registro de la bóveda celeste para constatar la presencia de nubes que impidan realizar la observación astronómica en una determinada dirección del cielo, permitirá optimizar el tiempo de observación. El poder registrar fenómenos esporádicos como el caso brillantes bólidos (meteoros) surcando el cielo, es algo sin duda que reportará importantes resultados científicos. En este último caso, se debe combinar dos o más cámaras de la invención para permitir mediante triangulación el localizar el punto exacto de la posible caída de los fragmentos y recuperación - en ese caso - de los correspondientes meteoritos.

45

Por lo tanto, un objeto de la invención es una cámara digital de registro de todo el cielo nocturno, en adelante cámara nocturna de la presente invención, con una elevada sensibilidad y resolución angular y que comprende los siguientes componentes:

50

a) una cámara digital de tipo CCD (dispositivo de carga acoplado, "Charge Coupled Device") astronómica de alta resolución espacial, como detector de las imágenes que opere en el rango óptico, con al menos 2.000 x 2.000 píxeles y un tamaño de pixel no superior a 9 micras, de alta resolución, con una eficiencia cuántica promedio por encima del 50%, y sensible en todo el rango espectral visible, entre 4.000 y 9.500 \AA ,

55

b) una lente de ojo de pez de alta luminosidad como lente objetivo, situada encima de la cámara, para poder registrar todo el cielo en el detector CCD de a),

60

c) una interfaz diseñada ex profeso que se utiliza para acoplar la lente objetivo a la cámara CCD,

d) un receptáculo de dimensiones adecuadas donde se ubica el conjunto de detector CCD, interfaz y lente, y

e) un software específico que controle la adquisición de imágenes en la cámara desde la puesta hasta la salida del sol, la coordinación de los distintos componentes y el envío de la información a un periférico adecuado.

65

La cámara CCD astronómica utilizada para la cámara de la presente invención es una cámara digital con un rango de al menos 14 bits (i.e. para proporcionar una escala de grises) que puede seleccionarse entre las existentes en el mercado (ver ejemplo I), así como con una alta resolución con escala de pixel no superior a 9 micras/pixel, de acuerdo con las especificaciones necesarias indicadas anteriormente. Una cámara de la invención con una muy alta

ES 2 265 273 B1

resolución espacial puede obtenerse con una cámara CCD de 4.096 x 4.096 pix, de 16 millones de píxeles y escala de 9 micras/píxel, con un tamaño total de 36 mm de lado o incluso con una de mayores prestaciones.

Por otro lado, esta cámara debe permitir el registro de la bóveda celeste a intervalos de lectura de 60 segundos o incluso menores de forma totalmente autónoma y remota. La utilización de intervalos de tiempo o resolución temporal menores, por ejemplo, a intervalos de 30 segundos, o preferentemente a intervalos de 15 segundos, y más preferentemente a intervalos de 1 segundo o menos, dependerá de las prestaciones técnicas de las nuevas cámaras de gran formato que se desarrollen en un futuro próximo basadas en la tecnología de transferencia de imágenes ("Frame Transfer CCD") y de multiplicación de electrones ("Electron Multiplication CCD"). La gran ventaja de la cámara de la invención es que con un tiempo de lectura de 1 segundo o menos, no hará falta tener otra cámara tomando imágenes en paralelo para no perder información temporal y, lo que es más importante, permitirá estimar la velocidad de cualquier objeto, cosa que ahora es más complicado debido a los elevados tiempos de exposición (30 s). Actualmente estas cámaras FT CCD o EM CCD ya mencionadas anteriormente presentan unas prestaciones de 1.004 x 1002 pix con un millón de píxeles con escala de 8 micras/píxel y 8 mm de lado (como la de la casa Andor, modelo IXON DV885), aunque en los próximos años se espera alcanzar niveles de unos 2.000 x 2.000 pix y 16 mm de lado, e incluso de 4.000 x 4.000 pix y 32 mm de lado a más largo plazo. De esta manera, una realización particular de la invención es una cámara de la invención con un alto número de píxeles (2.000 x 2.000 pix) implicando una alta resolución espacial y al mismo tiempo con un tiempo de lectura de 1 segundo o menos. De forma similar, podrán elaborarse otras realizaciones particulares de la cámara de la invención en función de las necesidades concretas para cada aplicación y de las capacidades tecnológicas existentes en el mercado, por ejemplo, para detectar nubes que no precisan tanta resolución o para detectar cuerpos que se desplazan a gran velocidad o que requieren una máxima resolución.

Por otro lado, otra opción técnica es encontrar una lente adecuada para un tamaño de detector más reducido (como pueden ser la Nikon 10.5 mm f/2.8 que proporciona un campo circular de 36 mm de diámetro o la Coastal 4.88 mm f/5.6 que proporciona un campo circular de 15 mm de diámetro).

La lente de ojo de pez de alta luminosidad utilizada en la cámara de la invención como lente objetivo presenta una apertura máxima de f/5.6, aunque preferentemente podría ser f/3.5, o incluso de f/2.8. El objetivo fotográfico seleccionado debe ser un objetivo único que sobre el detector de esta cámara pueda proporcionar una imagen de toda la bóveda celeste. Además, esta lente se ha modificado rebajando el parasol adosado 1 cm para evitar la aparición de sombras en la imagen. Opcionalmente, puede instalarse un calefactor alrededor de la lente con el objeto de evitar la condensación de la humedad cuando ésta sobrepase el 95%.

Para unir los dos componentes anteriores de la cámara - lente objetivo y la cámara CCD - que inicialmente no son compatibles, se debe realizar una interfaz diseñada ex profeso para cada una de las posibles combinaciones. Además, el conjunto de todos estos elementos deben ser instalados en un receptáculo hermético de tamaño y forma adecuada en cada caso. Adicionalmente, se puede añadir una protección hemisférica totalmente transparente (de calidad óptica) que permita el funcionamiento de la cámara nocturna a la intemperie incluso en condiciones climatológicas adversas.

Todo el sistema se controla con un software desarrollado en distintos lenguajes (por ejemplo, en C bajo entorno Linux, ver Ejemplo 1) operando en un ordenador personal (por ejemplo, tipo Pentium o similar) sin requerimientos especiales. Las imágenes se pueden adquirir con un tiempo de exposición de 30 s lo que unido al tiempo de lectura necesario de otros 30 s, supone un tiempo real para escudriñar la bóveda celeste del 50%. Para lograr el registro nocturno de la bóveda celeste con un 100% de efectividad, es necesario el uso de una segunda cámara de modo que mientras una esté en fase de exposición, la segunda lea y grabe los datos, y viceversa.

Un objeto particular de la presente invención consiste en un sistema de cámara nocturna de todo el cielo que está constituida por dos o más cámaras nocturnas de la presente invención en la misma posición de tal forma que mientras una esté en fase de exposición, la segunda lea y grabe los datos, y viceversa. El número de cámaras estará en función del intervalo de apertura y análisis de la información precisos en cada cámara.

Otro objeto particular de la presente invención consiste en un sistema de cámara nocturna de todo el cielo que está constituida por dos o más cámaras nocturna de la presente invención al menos, preferentemente, a 10 kilómetros de distancia entre sí y que adquieran imágenes de manera simultánea. Ello serviría determinar la trayectoria, por efecto de paralaje, de cualquier objeto que se desplace a menos de unos 5000 km. de distancia de la superficie terrestre, lo que en el caso de bólidos, permitirá determinar la zona de la corteza terrestre donde podrían haber caído los correspondientes fragmentos (por ejemplo, meteoritos).

Otra realización particular de la presente invención consiste en una cámara nocturna de la invención en la que la cámara astronómica consiste en una cámara CCD que hace uso de un detector de 4.096 x 4.096 píxeles que subtiende un área de 36.86 mm x 36.86 mm teniendo cada píxel un tamaño de 9 micras, refrigerado mediante un sistema Peltier, conjuntamente con un objetivo único de 16 mm a f/2.8 modificado rebajando el parasol adosado 1 cm para evitar la aparición de sombras en la imagen con un interfaz desarrollado en forma de una placa anular de 2 mm de altura, con 50 mm de diámetro externo y 40 mm de diámetro interno ajustados a la cabeza de la cámara CCD e instalado en un habitáculo hermético - de 20 x 20 x 7 cm -en el que se ha practicado en su cara superior una abertura central para instalar el objetivo y en su cara inferior se practicaron dos aberturas, una para permitir la ventilación de la cámara y la otra para conectar el correspondiente cable de transmisión de datos (ver Ejemplo 1; Figura 1 y 2). La cámara CCD utilizada en la presente invención se refrigera a unos 35-40 grados por debajo de la temperatura ambiente manteniendo

las condiciones de operación del sistema en un rango de temperatura entre -15°C a +35°C y de humedad entre el 30% y el 95%, de acuerdo a sus propias características y a las condiciones del fabricante.

Otro objeto de la presente invención lo constituye el uso de la cámara de la presente invención para la detección de imágenes nocturnas de la bóveda celeste en condiciones adecuadas correspondientes a objetos, a título ilustrativo y sin que limite el objeto de la invención, pertenecientes al siguiente grupo: cuerpos celestes y fenómenos astrofísicos transitorios en el firmamento (astronomía), registro de estrellas fugaces y bólidos que pudieran dar lugar a meteoritos susceptibles de ser recuperados (astronomía y geología), registro de nubes nocturnas (meteorología), registro de aeronaves que sobrevuelan el espacio aéreo y paso de satélites artificiales sobre un determinado lugar (defensa).

Descripción de las figuras

Figura 1.- *Esquema descriptivo de la cámara nocturna.*

Figura 2.- *Prototipo de la cámara "all-sky".* La figura muestra una imagen real de un prototipo de la cámara de la invención que se ubica en la Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt) del Centro de Experimentación del Arenosillo (INTA-CEDEA) en Mazagón (Huelva).

Figura 3.- *Imagen de todo el cielo obtenida con la cámara de la invención.* La figura muestra una imagen de todo el cielo, con 30 s de exposición, con el cenit en el centro de la imagen y el horizonte en los extremos. La Vía Láctea atraviesa la imagen en diagonal, con Júpiter emergiendo sobre el horizonte junto a algunos cirros (izquierda de la imagen). También se aprecia contaminación lumínica por parte de las cercanas Mazagón (10 Km.) y Huelva (30 Km.) en el ángulo superior derecho de la imagen.

Figura 4.- *Imagen de un bólido.* La figura muestra una parte de una imagen de todo el cielo, mostrando un brillante bólido atravesando la imagen durante los 30 s de exposición realizados sobre la bóveda celeste, en la que destaca el esplendor de nuestra galaxia, la Vía Láctea, atravesando el campo.

Figura 5.- *Imagen de un avión y un bólido.* La figura muestra parte de una imagen de la cámara "all-sky" en la que se muestran el registro luminoso dejado por un avión (trazo intermitente en la esquina superior izquierda de la imagen) y un bólido aparecido de manera simultánea (centro de la imagen, parte superior). El bólido tiene una duración mucho más corta y se aprecia la evolución de su luminosidad a lo largo de la trayectoria.

Figura 6.- *Imagen de las antenas de un satélite.* La figura muestra una fulguración producida por las antenas altamente reflectantes de uno de los 72 satélites de la serie *Iridium* que situados a 780 Km. de altura, atraviesan el campo de visión.

Ejemplos de realización

En los ejemplos que se exponen a continuación se detalla la experimentación necesaria para desarrollar esta patente aunque no deben de entenderse como limitativos de la misma.

Ejemplo 1

Construcción de la cámara nocturna de todo el cielo y detección de cuerpos celestes

La fabricación del prototipo de la cámara de la invención se ha desarrollado de la siguiente forma:

a) una cámara CCD astronómica refrigerada como detector de las imágenes que opere en el rango óptico de gran formato, al menos 35 mm x 35 mm, y preferiblemente con más de 16 millones (de 4.096 x 4.096 píxeles o más), con una eficiencia cuántica por encima del 50%, y sensible en todo el rango espectral visible, entre 4.000 y 9.500 ångströms,

b) una lente de ojo de pez de alta luminosidad de 10.5 mm de distancia focal y de apertura f/2.8 como lente objetivo, situada encima de la cámara, para poder registrar todo el cielo en el detector CCD de a),

c) una interfaz diseñada ex profeso basada en un anillo de 50 mm de diámetro y 2 mm de grosor que se utiliza para acoplar la lente objetivo a la cámara CCD,

d) un receptáculo con dimensiones de 30 x 30 x 10 cm donde se ubica el conjunto de detector CCD, interfaz y lente, y

e) un software específico que controle la adquisición de imágenes en la cámara desde la puesta hasta la salida del sol, la coordinación de los distintos componentes y el envío de la información a un periférico adecuado.

Para la realización de esta cámara particular se usó una cámara CCD como la fabricada por la casa estadounidense Apogee, modelo AP16E que hace uso de un detector de 4.096 x 4.096 píxeles desarrollado por Kodak (modelo KAF-16801E) que subtiende un área de 36.86 mm x 36.86 mm teniendo cada pixel un tamaño de 9 micras.

ES 2 265 273 B1

El objetivo fotográfico seleccionado debe ser un objetivo único que sobre el detector de esta cámara pueda proporcionar una imagen de toda la bóveda celeste. El objetivo fotográfico utilizado en esta realización particular de la invención fue el objetivo fotográfico Nikkor AF Fisheye de 16 mm a f/2.8 desarrollado por la casa japonesa Nikon. El objetivo se ha modificado rebajando el parasol adosado 1 cm para evitar la aparición de sombras en la imagen.

5 Por otro lado, el anillo adaptador que se utiliza para acoplar el objetivo a las cámaras fotográficas convencionales se desmontó y fue sustituido por un interfaz desarrollado a tal fin: una placa anular de 2 mm de altura, con 50 mm de diámetro externo y 40 mm de diámetro interno que se ajustó a la cabeza de la cámara CCD con unos tornillos ligeramente más largos (1.5 mm) que los que trae de serie el objetivo.

10 Todo este conjunto se instaló en un habitáculo construido ex profeso para ello, basado en una caja hermética de dimensiones de 200 mm x 200 mm x 70 mm sobre la que se practicó en su cara superior una abertura central para instalar el objetivo y en su cara inferior se practicaron dos aberturas, una para permitir la ventilación de la cámara y la otra para conectar el correspondiente cable de transmisión de datos (Figura 1 y 2).

15 Todo el sistema se controla con el software desarrollado en C bajo entorno Linux operando en un ordenador personal tipo Pentium o similar.

20 La cámara nocturna de todo el cielo elaborada según se describe previamente (ver Figura 2) se utilizó para la detección de distintos cuerpos celestes desde su localización en la Estación de Sondeos Atmosféricos (ESAt) del Centro de Experimentación del Arenosillo (INTA-CEDEA) en Mazagón (Huelva).

25 Las imágenes siguientes se adquirieron con un tiempo de exposición de 30 s lo que unido al tiempo de lectura necesario de otros 30 s, supone un tiempo real para escudriñar la bóveda celeste del 50%. El detector se enfrió a 40°C por debajo de la temperatura ambiente mediante un sistema Peltier, manteniendo las condiciones de operación del sistema en un rango de temperatura entre -15°C a +35°C y de humedad entre el 30% y el 95%, de acuerdo a sus propias características y a las condiciones del fabricante.

30 La Figura 3 muestra una imagen completa del cielo, con 30 s de exposición, con el cenit en el centro de la imagen y el horizonte en los extremos. La Vía Láctea atraviesa la imagen en diagonal, con Júpiter emergiendo sobre el horizonte junto a algunos cirros (izquierda de la imagen). También se aprecia contaminación lumínica por parte de las cercanas Mazagón (10 km.) y Huelva (30 km.) en el ángulo superior derecho de la imagen.

35 La Figura 4 muestra una parte de una imagen de todo el cielo, mostrando un brillante bólido atravesando la imagen durante los 30 segundos de exposición realizados sobre la bóveda celeste, en la que destaca el esplendor de nuestra galaxia, la Vía Láctea, atravesando el campo.

40 La Figura 5 muestra parte de una imagen de la cámara “all-sky” en la que se muestran el registro luminoso dejado por un avión (trazo intermitente en la esquina superior izquierda de la imagen) y un bólido aparecido de manera simultánea (centro de la imagen, parte superior). El bólido tiene una duración mucho más corta y se aprecia la evolución de su luminosidad a lo largo de la trayectoria.

45 Finalmente, la Figura 6 muestra una fulguración producida por las antenas altamente reflectantes de uno de los 72 satélites de la serie *Iridium* atravesando el campo de visión.

50

55

60

65

ES 2 265 273 B1

REIVINDICACIONES

1. Cámara digital nocturna **caracterizada** porque comprende los siguientes componentes:

5 a) una cámara CCD astronómica como detector de las imágenes que opere en el rango óptico de gran formato, de alta resolución, y con una eficiencia cuántica promedio por encima del 50%, y sensible en todo el rango espectral visible, entre 4.000 y 9.500 ångströms,

10 b) una lente de ojo de pez de alta luminosidad como lente objetivo, situada encima de la cámara, para poder registrar todo el cielo en el detector CCD de a),

c) una interfaz diseñada ex profeso que se utiliza para acoplar la lente objetivo a la cámara CCD,

15 d) un receptáculo de dimensiones adecuadas donde se ubica el conjunto de detector CCD, interfaz y lente, y

e) un software específico que controle la adquisición de imágenes en la cámara desde la puesta hasta la salida del sol, la coordinación de los distintos componentes y el envío de la información a un periférico adecuado.

20 2. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la cámara de a) presenta una resolución de al menos 2.000 x 2.000 píxeles y por tanto de 4.000.000 píxeles con tamaño total de más de 16 mm de lado.

25 3. Cámara digital nocturna según la reivindicación 2 **caracterizada** porque la cámara CCD de a) presenta una resolución de 4.096 x 4.096 píxeles, de 16.777.216 píxeles y con un tamaño total de 36,86 mm de lado.

4. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la cámara de a) permite la utilización de intervalos de tiempo de lectura de 30 segundos o menor.

30 5. Cámara digital nocturna según la reivindicación 4 **caracterizada** porque la cámara de a) permite la utilización de un intervalo de tiempo de 1 segundo.

35 6. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la cámara de a) es una cámara con una resolución de 4.096 x 4.096 píxeles y al mismo tiempo permite la utilización de un intervalo de tiempo de lectura de 1 segundo.

7. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la lente de ojo de pez de b) presenta una apertura de f/5.6 o menor.

40 8. Cámara digital nocturna según la reivindicación 7 **caracterizada** porque la apertura es de f/2.8.

9. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque tiene, opcionalmente, instalado un 1 calefactor alrededor de la lente.

45 10. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque sobre el receptáculo hermético de d) se adosa una cúpula hemisférica de calidad óptica para operar a la intemperie.

50 11. Cámara digital nocturna según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la cámara astronómica consiste en una cámara CCD que hace uso de un detector de 4.096 x 4.096 píxeles que subtiende un área de 36.86 mm x 36.86 mm teniendo cada píxel un tamaño de 9 micras, refrigerado mediante un sistema Peltier, conjuntamente con un objetivo único de 16 mm a f/2.8 modificado rebajando el parasol adosado 1 cm para evitar la aparición de sombras en la imagen con un interfaz desarrollado en forma de una placa anular de 2 mm de altura, con 50 mm de diámetro externo y 40 mm de diámetro interno ajustados a la cabeza de la cámara CCD e instalado en un habitáculo hermético - de 20 x 20 x 7 cm -en el que se ha practicado en su cara superior una abertura central para instalar el objetivo y en su cara inferior se practicaron dos aberturas, una para permitir la ventilación de la cámara y la otra para conectar el correspondiente cable de transmisión de datos.

60 12. Sistema de cámara digital nocturna de todo el cielo **caracterizado** porque está constituido por dos o más cámaras digitales nocturnas según las reivindicaciones 1 a la 11 en la misma posición de tal forma que mientras una esté en fase de exposición, otra lea y grabe los datos, y viceversa.

13. Sistema de cámara digital nocturna de todo el cielo **caracterizado** porque está constituido por dos o más cámaras según las reivindicaciones 1 a la 11 con al menos 10 kilómetros de distancia entre sí para permitir la localización y recuperación de meteoritos u otros cuerpos en la superficie de la Tierra.

65 14. Uso de la cámara digital nocturna y sistema de cámara digital nocturna según las reivindicaciones 1 a la 12 para la detección de imágenes nocturnas de la bóveda celeste.

ES 2 265 273 B1

15. Uso de la cámara digital nocturna según la reivindicación 14 **caracterizado** porque las imágenes corresponden a objetos pertenecientes al siguiente grupo: cuerpos celestes, fenómenos astrofísicos transitorios en el firmamento, nubes nocturnas, aeronaves que sobrevuelan el espacio aéreo y satélites artificiales.

5 16. Uso del sistema de cámara digital nocturna según la reivindicación 13 para la detección en el cielo, seguimiento y recuperación de meteoritos en la superficie de la Tierra.

10

15

20

25

30

35

40

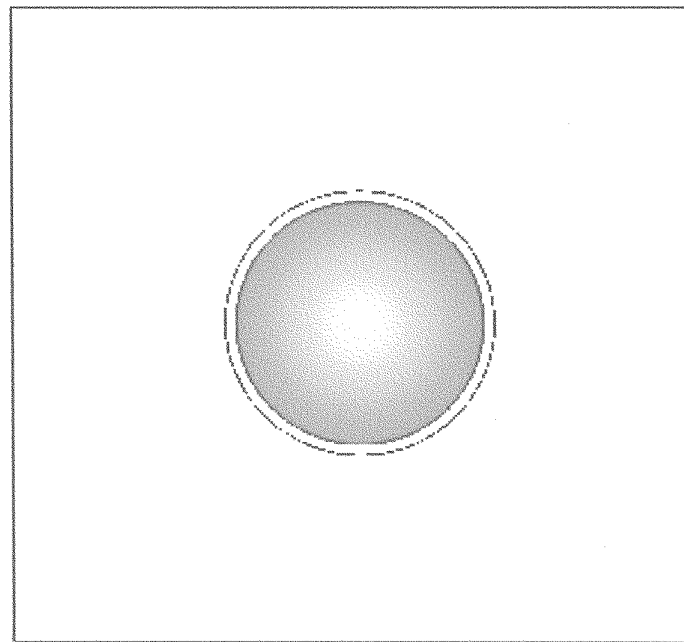
45

50

55

60

65



Planta

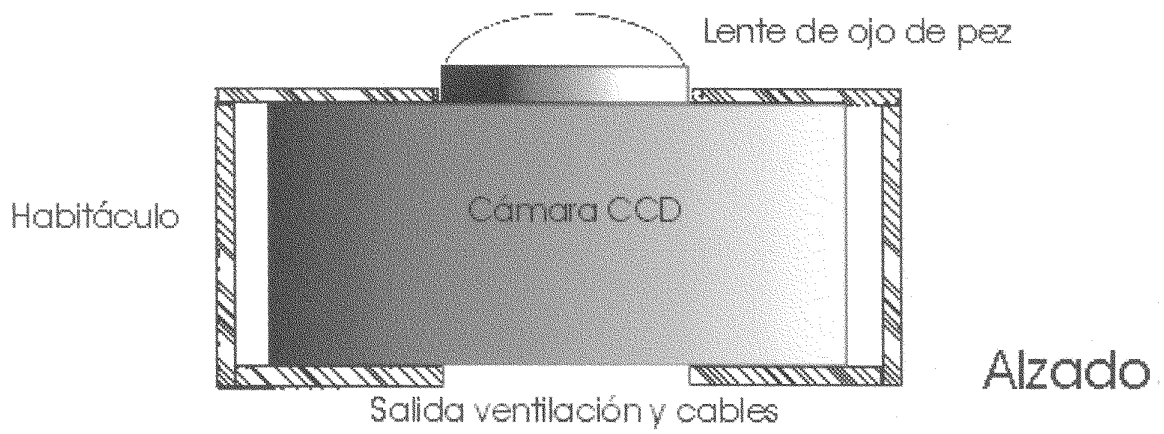


Figura 1



Figura 2

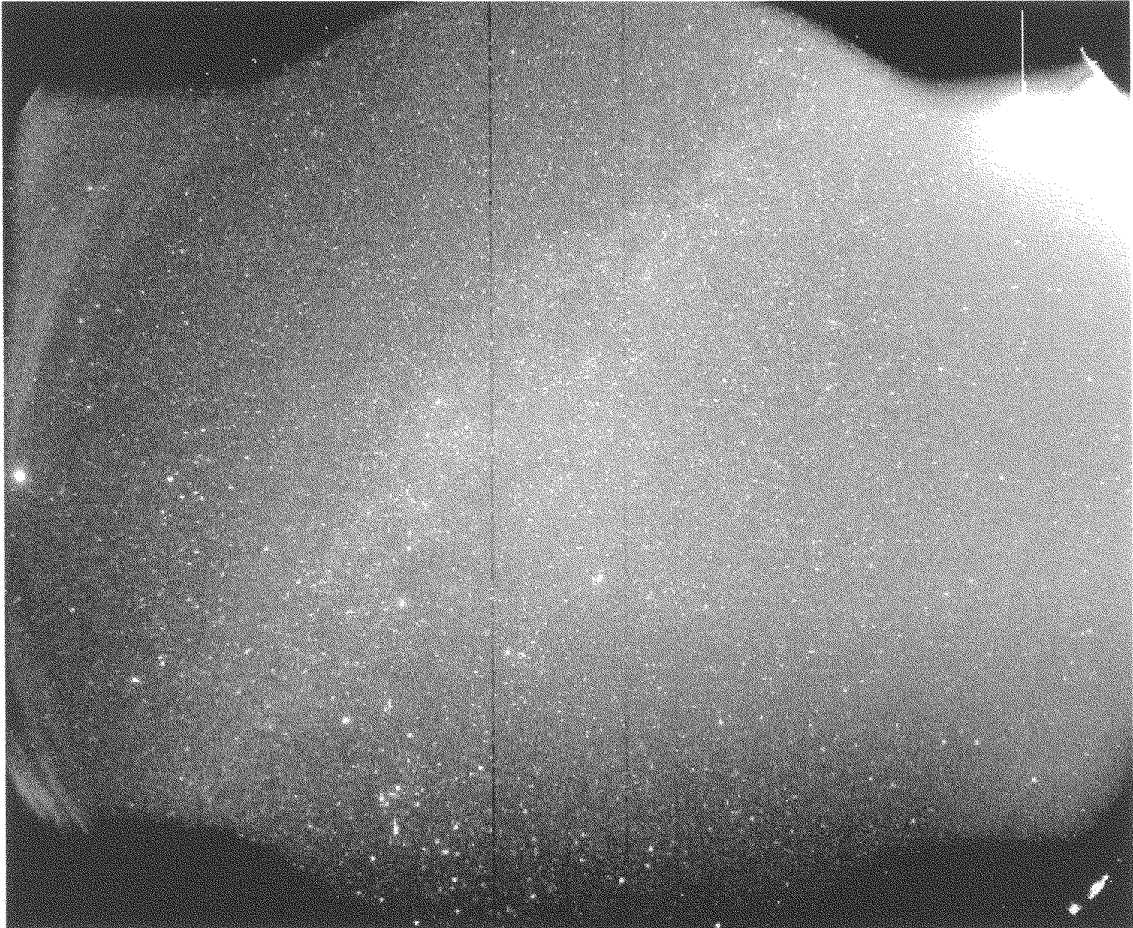


Figura 3

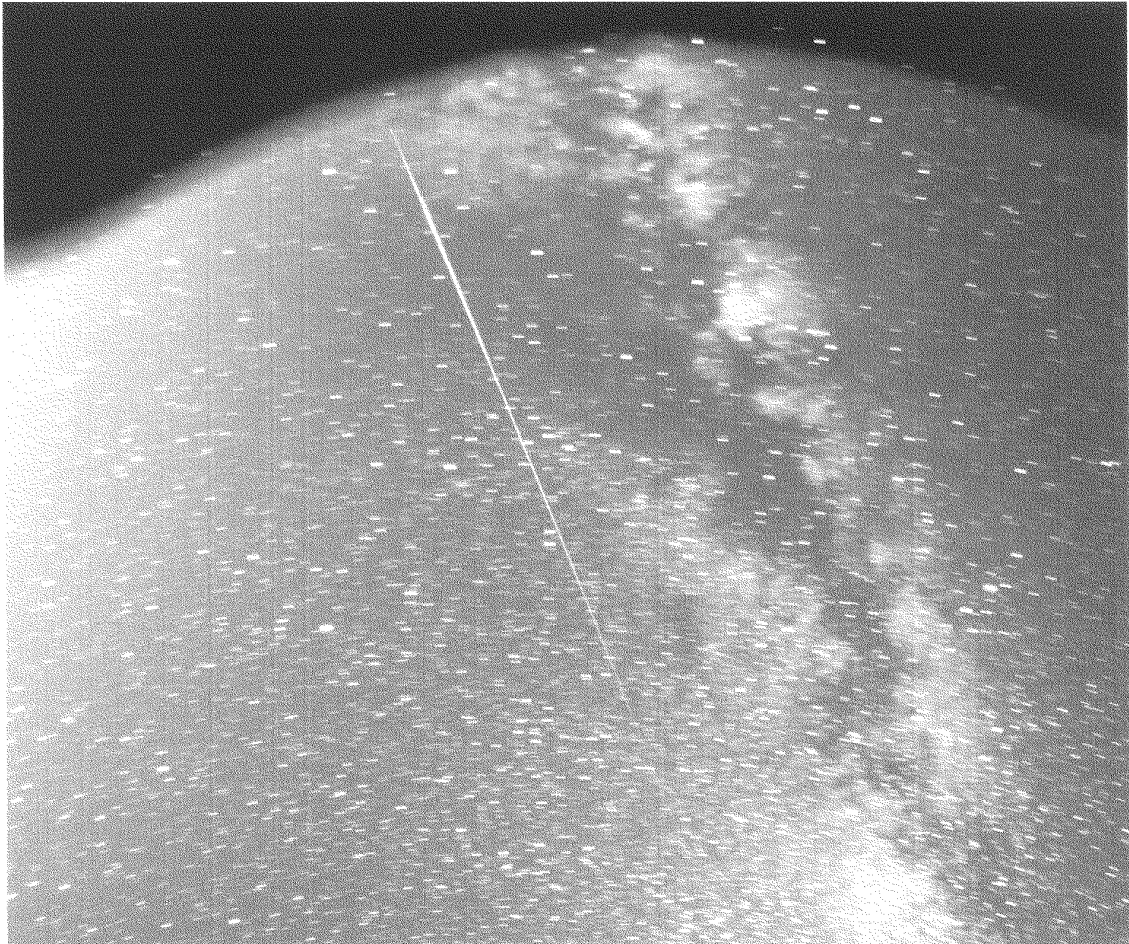


Figura 4



Figura 5



Figura 6



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 265 273

② Nº de solicitud: 200501127

③ Fecha de presentación de la solicitud: 11.05.2005

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: H01L 27/148 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5563650 A (POELSTRA, T.) 08.10.1996, resumen; columna 1, líneas 38-64; columna 2, líneas 8-18,38-52; columna 3, línea 17 - columna 4, línea 29; figuras.	1-10,12,13,16
Y		14,15
A	JP 2004153203 A (DAIDO METAL KOGYO, KK; DAIDO TOKUSHUKO, KK) 27.05.2004, todo el documento.	1
Y		14,15
X	US 20030103063 A1 (MOJAVER, M. et al.) 05.06.2003, todo el documento.	1,7-9,14,15
A		2,3

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

04.01.2007

Examinador

O. González Peñalba

Página

1/1