

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 604**

51 Int. Cl.:

G01C 11/02 (2006.01)

H04N 5/341 (2011.01)

H04N 5/225 (2006.01)

G03B 37/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2014** **PCT/FR2014/052876**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015** **WO15071588**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2014** **E 14814917 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017** **EP 3069198**

54 Título: **Aparato fotográfico de muy alta resolución y de gran tamaño de imagen**

30 Prioridad:

14.11.2013 FR 1361097

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2018

73 Titular/es:

IMAO (100.0%)
81 Avenue de l'Aéroport
87100 Limoges, FR

72 Inventor/es:

GIOLITO, DAMIEN y
MARDIVIRIN, DAVID

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 662 604 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato fotográfico de muy alta resolución y de gran tamaño de imagen

5 El presente invento de refiere a un aparato fotográfico de muy alta resolución, que posee un muy gran tamaño de imagen, adaptado particularmente para la adquisición de imágenes aéreas verticales, para aplicaciones de mediciones geométricas aero-soportadas. De manera ya conocida, un aparato fotográfico adaptado para tales aplicaciones comprende un cuerpo óptico en el cual está situada al menos una cámara óptica equipada con una lente óptica y al menos un detector matricial.

10 En el campo de la fotogrametría aérea, se utiliza un aparato fotográfico instalado en un avión concebido especialmente, cuya estructura ha sido adaptada para incluir un orificio, practicado en la parte inferior del fuselaje en la vertical del cual está posicionado el cuerpo óptico del aparato fotográfico.

El orificio practicado en el fuselaje del avión puede ser circular, rectangular, cuadrado o más complejo. En el plano dimensional, el orificio tiene un diámetro o un lado del orden de 450 a 500 mm. La distancia entre el piso interno del avión y su fuselaje externo, que corresponde a la altura del orificio, varía de 80 a 250 mm.

15 Cualquiera que sea su forma, el orificio permite disponer allí de un cilindro con un diámetro comprendido entre 450 y 500 mm y una altura comprendida entre 80 y 250 mm.

El aparato fotográfico está situado al nivel del piso del avión. Está fijado sobre una plataforma estabilizada en inclinación, móvil en rotación según tres ejes, con el fin de compensar el desalineamiento del avión con respecto a su posición de vuelo ideal debido especialmente al entorno de navegación (vientos, altitudes, etc.)

20 En funcionamiento, el cuerpo óptico del aparato fotográfico es móvil en el orificio del avión y efectúa movimientos llamados a partir de ahora movimientos de giro-estabilización inscritos en un cono del orden de 7° con respecto a la vertical.

Durante estos movimientos de giro-estabilización, el cuerpo óptico no debe ponerse en contacto con el borde periférico del orificio y el campo de visión óptico del aparato no debe ser interrumpido por este borde periférico o por cualquier otra parte del avión.

25 En consecuencia, el cuerpo óptico debe tener un diámetro de 350 mm máximo, inferior al del orificio. Además, el cuerpo óptico debe tener una altura de al menos 340 mm, superior a la altura del orificio que varía de 80 a 250 mm, aumentada con la altura de la plataforma estabilizada del orden de 190 mm y disminuida del orden de 100 mm máximo para permitir la no perturbación de los campos ópticos.

30 Estas limitaciones dimensionales iniciales que afectan al cuerpo óptico constituyen un primer límite si se busca mejorar las prestaciones del aparato fotográfico, especialmente en materia de dimensiones de la imagen y en resolución.

Por otra parte, la mejora de las prestaciones se ve constreñida igualmente por las limitaciones tecnológicas. Así, la adquisición de imágenes se realiza con la ayuda de detectores matriciales de tipo CCD (por Charged Coupled Device, en inglés).

35 Las características del detector matricial deben ser coherentes con las de la lente óptica. En consecuencia, mejorar las prestaciones de los detectores matriciales implica mejorar las de las lentes, lo que induce a un desarrollo propio para las lentes complejo, delicado y costoso. Sin embargo, las lentes de la técnica anterior proponen prestaciones limitadas para la fotografía de gran formato (con un círculo de imagen inferior o igual a 150 mm), con unas funciones de transferencia en modulación muy pequeñas (inferiores a 20%) para unas potencias de resolución que no exceden de 40 pl/mm (par de líneas por milímetro).

40 En materia del aparato fotográfico con detectores matriciales, existen aparatos que incluyen cada uno varias lentes y un solo detector matricial asociado a cada lente. Este tipo de aparatos permite alcanzar una resolución del orden de 250 Megapíxeles como máximo.

45 Se conoce según el documento WO2007/014293, correspondiente al documento US 2009/0268983 A1, un aparato que incluye varias cámaras ópticas cada una con una lente y varios detectores matriciales. Según este documento, una imagen final está compuesta por varias sub-imágenes elementales procedentes cada una de un detector matricial, que son ensambladas gracias a un tratamiento informático.

50 En este documento, según un modo de realización, el aparato incluye cuatro cámaras ópticas cada una con una lente y cuatro detectores matriciales. Las cámaras ópticas tienen ejes paralelos y desfasados entre sí. Los detectores matriciales están desfasados con respecto a los ejes, de una cámara a otra, de tal manera que cada una capta una parte de la zona fotografiada. De esta manera, cada detector matricial capta una parte de la zona fotografiada que corresponde a una sub-imagen. Las sub-imágenes son todas diferentes y permiten, gracias a un tratamiento informático, reconstituir una imagen que corresponde a la superficie total fotografiada.

Como para los aparatos que incluyen varias lentes y un solo detector matricial por lente, este tipo aparato incluyen varias lentes y varios detectores matriciales por lente está limitado actualmente a una resolución máxima de 250 Megapíxeles. Según este concepto, para aumentar el tamaño de las imágenes, una solución consiste en esperar a que la tecnología de los detectores matriciales CCD proponga unas zonas foto-sensibles más pequeñas. Sin embargo, una reducción del tamaño de las zonas foto-sensibles tiene como efecto disminuir la sensibilidad de los detectores matriciales que es necesaria para la calidad de la imagen destinada a un uso fotogramétrico.

El presente invento trata de mejorar las prestaciones de un aparato fotográfico que incluya varias cámaras ópticas cada una con una lente y varios detectores matriciales.

A estos efectos, el invento tiene como objeto un aparato fotográfico según la revisión independiente 1. La combinación de sus características conduce a optimizar el alargamiento de la superficie de la imagen de la zona fotografiada.

Otras características y ventajas surgirán de la descripción que va a seguir a continuación del invento, descripción dada únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos anexos en los cuales:

- La figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de fotografía que ilustra el invento,

- La figura 2 es una vista del aparato de la figura 1 que ilustra la disposición de los detectores matriciales,

- La figura 3 es una vista del aparato de la figura 1 sin tapa, que ilustra las tres cámaras ópticas,

- La figura 4 es una vista desde abajo del aparato de la figura 1,

- La figura 5 es un esquema que ilustra la disposición de las tres cámaras ópticas de un aparato fotográfico según el invento,

- La figura 6 es un plano que indica la posición relativa de los detectores matriciales de las tres cámaras ópticas según el invento, y

- La figura 7 es una vista de una imagen reconstituida a partir de sub-imágenes tomadas por los detectores matriciales.

En las figuras, se ha representado con un 10 un aparato fotográfico. Este último está adaptado de una manera más particular para realizar imágenes aéreas verticales de una zona fotografiada.

Incluye un chasis medio 12, por ejemplo, bajo la forma de un anillo que soporta en la parte inferior varias cámaras ópticas A, B, C y en la parte superior un platillo 14 que soporta los detectores matriciales.

El chasis medio 12 es susceptible de ser solidario con la estructura de una aeronave, directamente o a través de una plataforma intermedia de giro estabilización o de estabilización, o por parte de cualquier otro medio apropiado, de tal manera que las cámaras ópticas A, B, C estén dispuestas en la vertical de un orificio 31 (véase la figura 6) practicado en la estructura de la aeronave. El aparato fotográfico incluye una tapa inferior 16, llamado igualmente armazón óptico, que rodea las cámaras ópticas, de forma aproximadamente cilíndrica y solidaria de manera desmontable con el chasis medio 12. Teniendo en cuenta las dimensiones del orificio 31, el cuerpo óptico debe tener un diámetro inferior o igual a 350 mm y una altura del orden de 340 mm.

Incluye igualmente una tapa superior 18 que rodea el platillo 14, de forma aproximadamente cilíndrica y solidario de manera desmontable con el chasis 12.

Cada cámara óptica A, B, C está delimitada por una pared con la forma de un conducto aproximadamente cilíndrico e incluye una lente 20, un obturador 22 y unos detectores matriciales M.

De manera ya conocida, cada cámara óptica incluye un sistema de obturación óptico que permite generar una oscuridad total en la cámara óptica entre dos tomas de imagen y una abertura durante un tiempo de exposición durante el cual la luz se deposita en los elementos de los detectores matriciales M.

Preferentemente, los obturadores 22 son de tipo mecánico. Estos obturadores tienen una abertura que puede variar del orden de 1 a 30 mm y una velocidad de obturación del orden de 2 milisegundos a 1 segundo.

El aparato incluye un medio para compensar el movimiento de avance del avión (materializado por la flecha 26) y de una manera más precisa el hilo.

Según un modo de realización, el platillo 14 está unido al chasis por una unión 24 que incluye una pletina móvil y un sistema de guiado en translación, como unos railes, por ejemplo. Un sistema motorizado permite generar el movimiento de translación de la platina a lo largo del sistema de guiado. Este sistema motorizado permite un posicionamiento en translación con una precisión inferior a una micra.

Ventajosamente, para cada cámara óptica, la lente 20 tiene un gran círculo de imagen superior a 200 mm, preferentemente superior a 220 mm.

Esta característica tiene como efecto maximizar la resolución del aparato, especialmente aumentando el número de píxeles que es proporcional al círculo de imagen, para un tamaño de una zona fotosensible dado.

- 5 Teniendo en cuenta unas dimensiones de las zonas fotosensibles de 6 μm , un tamaño total de la imagen deseada de 30000 x 22000 píxeles se corresponde, con una cámara óptica única, con una superficie fotosensible de 180 mm x 132 mm, o sea una diagonal del orden de 220 mm. En consecuencia, para un tamaño de imagen deseado de 30000 x 22000 píxeles, es imperativo que las lentes respeten un mínimo círculo de imagen de 220 mm. De una manera ventajosa, para cada cámara óptica, la lente 20 tiene una tasa de transferencia del orden del 40% para un poder de resolución de 42 pl/mm con una distancia de 110 mm del centro de la imagen. Esta característica tiene como efecto permitir una buena transmisión de la imagen por parte de las lentes hacia los detectores matriciales, con un ruido óptico y unas perturbaciones suficientemente pequeñas.

Ventajosamente, para cada cámara óptica, la lente 20 tiene un diámetro exterior inferior o igual a 135 mm.

- 15 Esta característica tiene como efecto permitir el posicionamiento de tres cámaras ópticas A, B, C en el cuerpo óptico 16 (de diámetro inferior o igual a 350 mm), sus ensamblajes y el añadido de los sistemas de obturación óptica.

De una manera ventajosa, para cada cámara óptica, la lente 20 lleva un ensamblaje mecánico con una distancia entre el puerto de entrada óptico y el plano focal superior o igual a 373 mm, o sea una distancia superior a la altura del cuerpo óptico del orden de 340 mm. Esta disposición permite obtener una superficie de la imagen obtenida a partir de tres lentes combinadas más importante que el diámetro del cuerpo óptico.

- 20 Por puerto de entrada óptico, se entiende la cara óptica de la lente que recibe la luz desde el exterior, a través del cono correspondiente del cuerpo óptico.

De una manera ventajosa, para cada cámara óptica, la distancia focal de la lente es superior o igual a 185 mm.

- 25 Generalmente, un dispositivo de toma de imagen aérea se utiliza con un campo de visión inferior o igual a 60°. Este punto corresponde a la optimización de la cobertura de la medición con la precisión de los datos, que se debilita con un ángulo de incidencia demasiado importante superior a 30°.

En la medida en la que el campo de visión debe ser inferior o igual a 60°, el hecho de elegir una distancia focal superior o igual a 185 mm permite tener un círculo de imagen superior o igual a 200 mm lo que permite poder disponer del orden de 600000 píxeles con un tamaño de pixel de 6 μm .

- 30 Según un modo de realización, la distancia focal de la lente es del orden de 185 mm. Este valor proviene de un compromiso entre las limitaciones dimensionales de construcción de las lentes y el círculo de imagen de las lentes que debe permanecer superior a 200 mm.

Los detectores matriciales M pueden ser detectores del tipo CCD (Charge Coupled Device) o CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor).

Según un modo de realización privilegiado, los detectores matriciales M son del tipo CCD.

- 35 Los detectores matriciales CCD son preferidos a los detectores matriciales CMOS porque en su estado poseen una mayor sensibilidad y son de mayores tamaños.

Según un modo de realización privilegiado, cada detector matricial tiene una diagonal del orden de 61,3 mm y unas zonas fotosensibles de 6 μm .

- 40 Esta elección es un compromiso entre las prestaciones de toma de imagen del detector y la resolución final de las imágenes. En efecto, una elección de fotogramas más pequeños implicaría una disminución de la sensibilidad de detección luminosa y un aumento de las prestaciones de las lentes ópticas.

- 45 Cada detector matricial M permite obtener una sub-imagen de la zona fotografiada como está ilustrado en la figura 7. Una imagen 28 de la zona fotografiada (en trazo mixto en la figura 7) se reconstituye a partir de sub-imágenes con la ayuda de un tratamiento informático. Como está ilustrado en la figura 7, las sub-imágenes están dispuestas unas al lado de otras con unas zonas de superposición al nivel de sus bordes. Estas zonas de superposición son utilizadas por el tratamiento informático con el fin de posicionar las sub-imágenes unas con respecto a otras, cerca de un pixel, de tal manera que se forme la imagen 28. El tratamiento informático no ha sido descrito pues es conocido ya por el experto.

- 50 Cada sub-imagen incluye una parte central 30 rectangular, correspondiendo la imagen 28 a la yuxtaposición borde a borde de las citadas partes centrales 30 de las sub-imágenes. Las zonas de superposición de las sub-imágenes permiten hacer el ensamblaje de la imagen final por parte del tratamiento informático. A título indicativo, las zonas de superposición tienen una anchura que varía de 700 a 900 píxeles.

- 5 Cada detector matricial M tiene una superficie fotosensible recubierta de zonas foto-sensibles, siendo capaz la citada superficie fotosensible de captar una sub-imagen. Esta superficie fotosensible es sensiblemente rectangular. De una manera ventajosa, las superficies fotosensibles son coplanarias. Según un modo de realización, deben estar dispuestas sobre una superficie con una planidad del orden de 50µm de tal manera que todas las zonas fotosensibles puedan estar posicionadas aproximadamente en un mismo y único plano correspondiente al plano focal de las lentes 20.
- Según una característica del invento, los detectores matriciales permiten captar una sub-imagen rectangular del orden de 49,1 mm x 36,8 mm, o sea una resolución de 8176 x 6132 pixeles.
- 10 Cada detector matricial lleva una cajera que integra la superficie fotosensible. Esta cajera tiene unas dimensiones exteriores del orden de 60 mm x 50 mm superiores a las de la superficie fotosensible, lo que impide la continuidad de las superficies fotosensibles de los diferentes detectores. En consecuencia, es necesario prever varias cámaras ópticas que vean la misma escena, que lleven cada una varios detectores matriciales que capten sub-imágenes SI que son ensambladas con la ayuda de un tratamiento informático de tal manera que se obtenga la imagen de la escena fotografiada.
- 15 Según una característica del invento, los detectores matriciales tienen una relación entre las dimensiones de la superficie foto-sensible y las dimensiones externas de la cajera que no excede de 1,5 y que es preferentemente inferior a 1,3.
- Según un modo de realización privilegiado, los detectores matriciales son unos detectores CCD con unas superficies fotosensibles con un filtro de Bayer. Esta solución tiene la ventaja de restituir directamente el color por desmatrizado de la imagen bruta. Se distingue de los aparatos ya existentes que utilizan detectores matriciales CCD pancromáticos para obtener una imagen nativa o de los detectores matriciales CCD con un filtro de color cuya resolución es más pequeña, lo que tiene como efecto degradar el color.
- 20 Según otra ventaja, la utilización de detectores matriciales CCD con un filtro de Bayer permite reducir el poder de resolución a 42 pl/mm para el rojo y el azul y a 59 pl/mm para el verde mientras que un detector matricial CCD con unas zonas fotosensibles de 6µm tiene un poder de resolución nativo de 84 pl/mm. De esta manera, los detectores matriciales tienen unas características coherentes con las lentes. Una lente con un poder de resolución de 42 pl/mm con una función de transferencia en modulación de 40% transmitirá una imagen neta a los detectores matriciales.
- 25 Según una característica esencial del invento, el aparato fotográfico 10 incluye tres cámaras ópticas A, B, C cada una con una lente de gran círculo de imagen y varios detectores matriciales M repartidos al tresbolillo, siendo la disposición de los detectores matriciales en las tres cámaras tal que las sub-imágenes SI producidas por los detectores matriciales están situadas unas al lado de otras con unas zonas de superposición al nivel de sus bordes para obtener la imagen 28 de la zona fotografiada.
- 30 La combinación de las características relativas a la distancia focal de las lentes superior o igual a 185 mm, al número de cámaras ópticas igual a tres y la disposición de los detectores matriciales de cada cámara óptica conduce a optimizar el alargamiento de la superficie fotográfica de la imagen 28.
- 35 Los centros de las cámaras ópticas A, B, C cilíndricas están situados al nivel del vértice de un triángulo equilátero. El centro de una cámara óptica corresponde con la intersección del eje óptico de la cámara óptica con el plano de las superficies fotosensibles de los detectores matriciales M.
- 40 Esta disposición permite obtener una imagen 28 lo más grande posible con un tamaño reducido que permite tomar imágenes a través del orificio de la aeronave 31 que tiene un diámetro o un lado del orden de 450 a 500 mm.
- Según otro aspecto, el hecho de prever un aparato fotográfico 10 con tres cámaras ópticas A, B, C permite obtener una calidad óptica para la lente y una calidad numérica para los detectores matriciales, coherentes.
- 45 El hecho de limitar el número de cámaras ópticas a tres permite limitar los efectos parásitos debidos a las diferencias de una cámara óptica a otra [diferencia de distorsiones, de la función de transferencia de modulación (MTF por Modulation Transfer Function, en inglés), de poder de resolución, de aberración cromática, etc.].
- El hecho de prever tres cámaras ópticas ofrece la posibilidad de poder integrar hasta cuatro detectores suplementarios, tres detectores en las zonas 32, 34, 36 entre dos cámaras ópticas y en el exterior de las citadas cámaras y un cuarto detector en la zona 38, entre las tres cámaras ópticas.
- 50 Según otra ventaja, esta disposición permite obtener un círculo de imagen y un número de zonas fotosensibles máximo.
- Según un modo de realización privilegiado, cada cámara óptica lleva seis detectores matriciales M.
- De manera no limitativa, con tres cámaras ópticas que disponen cada una de seis detectores matriciales, es posible alcanzar una resolución de 660 Megapíxeles.

Para la cámara A, los detectores matriciales están referenciados Ma1, Ma2, Ma3, Ma4, Ma5 y Ma6.

Para la cámara B, los detectores matriciales están referenciados Mb1, Mb2, Mb3, Mb4, Mb5 y Mb6.

Para la cámara C, los detectores matriciales están referenciados Mc1, Mc2, Mc3, Mc4, Mc5, y Mc6.

Para cada cámara, los detectores están situados al tresbolillo.

- 5 Para la continuación de la descripción, una fila corresponde a un alineamiento perpendicular a la dirección de avance 26. Una columna corresponde a un alineamiento paralelo a la dirección de avance 26.

Para la cámara A, los detectores Ma1 y Ma5 están repartidos sobre una primera fila, el detector Ma3 sobre una segunda fila, los detectores Ma2 y Ma6 sobre una tercera fila y el detector Ma4 sobre una cuarta fila.

- 10 Las filas tienen una anchura inferior a la anchura de la superficie fotosensible de un detector matricial M para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Los detectores Ma1 y Ma2 están alineados según una primera columna, los detectores Ma3 y Ma4 están alineados según una segunda columna y los detectores Ma5 y Ma6 están alineados según una tercera columna.

- 15 Las columnas tienen una anchura inferior a la longitud de la superficie fotosensible de un detector matricial M, y están separadas una distancia tal que las superficies fotosensibles de los detectores matriciales estén separadas una distancia inferior a 49/2 mm entre dos columnas para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Para la cámara B, los detectores Mb1 y Mb5 están repartidos sobre una primera fila, el detector Mb3 sobre una segunda fila, los detectores Mb2 y Mb6 sobre una tercera fila y el detector Mb4 sobre una cuarta fila.

- 20 Las filas tienen una anchura inferior a la anchura de la superficie fotosensible de un detector matricial M para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Los detectores Mb1 y Mb2 están alineados según una primera columna, los detectores Mb3 y Mb4 están alineados según una segunda columna y los detectores Mb5 y Mb6 están alineados según una tercera columna.

- 25 Las columnas tienen una anchura inferior a la longitud de la superficie fotosensible de un detector matricial M, y están separadas una distancia tal que las superficies fotosensibles de los detectores matriciales estén separadas una distancia inferior a 49/2 mm entre dos columnas para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Para la cámara C, el detector Mc3 está situado según una primera fila, los detectores Mc1 y Mc5 sobre una segunda fila, el detector Mc4 sobre una tercera fila y los detectores Mc2 y Mc6 sobre una cuarta fila.

- 30 Las filas tienen una anchura inferior a la anchura de la superficie fotosensible de un detector matricial M para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Los detectores Mc1 y Mc2 están alineados según una primera columna, los detectores Mc3 y Mc4 están alineados según una segunda columna y los detectores Mc5 y Mc6 están alineados según una tercera columna.

- 35 Las columnas tienen una anchura inferior a la longitud de la superficie fotosensible de un detector matricial M, y están separadas una distancia tal que las superficies fotosensibles de los detectores matriciales estén separadas una distancia inferior a 49/2 mm entre dos columnas para obtener unas zonas de recubrimiento entre las superficies fotosensibles (como está ilustrado en la figura 7).

Los centros Ca y Cb de las cámaras ópticas A y B están situados sobre una recta perpendicular a la dirección de avance 26.

- 40 El centro Ca está situado en las proximidades del ángulo de la superficie fotosensible del detector Ma3, previsto al nivel del límite entre la segunda y la tercera fila y al nivel del límite de la segunda columna cerca de la tercera columna.

El centro Cb está situado en las proximidades del ángulo de la superficie fotosensible del detector Mb3, previsto al nivel del límite entre la segunda y a tercera filas y al nivel del límite de la segunda columna cerca de la primera columna.

- 45 El centro Cc está situado en las proximidades de la mitad del lado de la superficie activa del detector Mc4, previsto al nivel del límite de la segunda y la tercera filas.

Según un modo de realización, el centro Cc está situado sobre la recta paralela a la dirección de avance 26, que pasa por el centro C31 del orificio 31. Los centros Cc y C31 están separados una distancia del orden de 67 mm.

Por centro C31, se entiende el centro de un círculo cuando el orificio 31 es circular y la intersección de las diagonales cuando el orificio 31 es cuadrado o rectangular.

5 De una manera ventajosa, los centros ópticos de las tres cámaras ópticas están dispuestas de tal manera que el centro C31 del orificio 31 esté situado al nivel del centro de gravedad del triángulo equilátero formado por los centros ópticos de las tres cámaras ópticas. De esta manera, los centros Ca, Cb, Cc están equidistantes del centro C31. Esta configuración permite optimizar el reparto de masas sobre el platillo 14 y el posicionamiento de las cámaras ópticas en el cuerpo óptico.

Los centros Ca y Cb son sensiblemente simétricos con respecto a la recta paralela a la dirección de avance 26, que pasa por el centro C31.

10 Según esta disposición, las mitades de los detectores Ma1, Ma2, Mb5 y Mb6 más alejados de la recta paralela a la dirección de avance 26, que pasa por el centro C31, no son utilizadas para reconstituir la imagen 28.

15 Como está ilustrado en la figura 7, la imagen 28 incluye cuatro filas de sub-imágenes SI. Partiendo de arriba, la primera fila incluye de izquierda a derecha las sub-imágenes de los detectores Ma1, Mb1, Mc3, Ma5, Mb5 (siendo utilizadas solo una mitad de las sub-imágenes de los detectores Ma1 y Mb5), la segunda fila incluye de izquierda a derecha las sub-imágenes de los detectores Mc1, Ma3, Mb3, Mc5, la tercera fila incluye de izquierda a derecha las sub-imágenes de los detectores Ma2, Mb2, Mc4, Ma6 y Mb6 (siendo utilizadas solo una mitad de las imágenes de los detectores Ma2 y Mb6), la cuarta fila incluye las sub-imágenes de los detectores Mc2, Ma4, Mb4, Mc6.

El invento permite obtener un aparato fotográfico de muy alta resolución y de gran tamaño de imagen, adaptado a las dimensiones reducidas de un orificio de un avión de fotografía aérea, a pesar de los siguientes inconvenientes:

- 20
- El tamaño de las electrónicas alrededor de las superficies fotosensibles,
 - La posibilidad física de crear lentes ópticas de pequeño tamaño que posean un círculo de imagen y un poder de resolución suficientes para ser adaptado a las aplicaciones fotogramétricas,
 - La necesidad de utilizar para las superficies fotosensibles zonas fotosensibles con un tamaño aceptable para dotar a la imagen de la sensibilidad buscada.

25

REIVINDICACIONES

1. Aparato fotográfico para la adquisición de imágenes aéreas verticales, que incluye varias cámaras ópticas (A, B, C) cada una con una lente y varios detectores matriciales (M), caracterizado por que incluye únicamente tres cámaras ópticas (A, B, C) cuyos centros (Ca, Cb, Cc) están situados a los vértices de un triángulo equilátero, incluyendo cada cámara óptica (A, B, C):
 - una lente con un gran círculo de imagen y una distancia focal superior o igual a 185 mm, y
 - varios detectores matriciales (M) situados al tresbolillo, siendo apto cada detector matricial para captar una sub-imagen (SI) de una zona fotografiada, siendo ensambladas las citadas sub-imágenes (SI) gracias a un tratamiento informático de tal manera que se obtenga una imagen (28) de la zona fotografiada.
2. Aparato fotográfico según la reivindicación 1, caracterizado por que, para cada cámara óptica, la lente (20) tiene un círculo superior a 200 mm.
3. Aparato fotográfico según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que, para cada cámara óptica, la lente (20) está situada de tal manera que la distancia entre el puerto de entrada óptico y el plano focal sea superior o igual a 373 mm.
4. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, para cada cámara óptica, la lente (20) tiene una tasa de transferencia en modulación del orden del 40% para un poder de resolución de 42 pl/mm con una distancia de 110 mm del centro de la imagen.
5. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada cámara óptica incluye seis detectores matriciales (M).
6. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los detectores matriciales (M) son del tipo CCD.
7. Aparato fotográfico según la reivindicación 6, caracterizado por que cada detector matricial tiene una diagonal del orden de 61,3 mm y unas zonas fotosensibles de 6µm.
8. Aparato fotográfico según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por que los detectores matriciales tienen una relación entre las dimensiones de la superficie fotosensibles y las dimensiones externas de la caja del detector que no excede de 1,5.
9. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que los detectores matriciales son detectores del tipo CCD con un filtro de Bayer.
10. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, adaptado para la realización de imágenes aéreas verticales y situado en la vertical de un orificio (31) practicado en una estructura de una aeronave que se desplaza según una dirección de avance (26), caracterizado por que los centros (Ca, Cb) de una primera cámara óptica (A) y de una segunda cámara óptica (B) están situados sobre una recta perpendicular a la dirección de avance (26) y por que el centro (Cc) de una tercera cámara (C) está situado sobre una recta paralela a la dirección de avance (26) y pasando por el centro del orificio (C31) del orificio (31).
11. Aparato fotográfico según la reivindicación 10, caracterizado por que los centros (Ca, Cb, Cc) de las tres cámaras ópticas (A, B, C) están situados a equidistancia del centro (C31) del orificio (31).
12. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera cámara (A) incluye un primer detector (Ma1) y un segundo detector (Ma2) alineados según una primera columna, un tercer detector (Ma3) y un cuarto detector (Ma4) alineados según una segunda columna y un quinto detector (Ma5) y un sexto detector (Ma6) alineados según una tercera columna, estando repartidos el primer detector (Ma1) y el quinto detector (Ma5) sobre una primera fila, el tercer detector (Ma3) sobre una segunda fila, el segundo detector (Ma2) y el sexto detector (Ma6) sobre una tercera fila y el cuarto detector (Ma4) sobre una cuarta fila, estando situado el centro (Ca) de la primera cámara óptica (A) en las proximidades de un ángulo de la superficie fotosensible del tercer detector (Ma3), previsto al nivel del límite entre las segunda y tercera filas y al nivel de la segunda columna próxima a la tercera columna.
13. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la segunda cámara óptica (B) incluye un primer detector (Mb1) y un segundo detector (Mb2) alineados según una primera columna, un tercer detector (Mb3) y un cuarto detector (Mb4) alineados según una segunda columna y un quinto detector (Mb5) y un sexto detector (Mb6) alineados según una tercera columna, estando repartidos el primer detector (Mb1) y el quinto detector (Mb5) sobre una primera fila, el tercer detector (Mb3) sobre una segunda fila, el segundo detector (Mb2) y el sexto detector (Mb6) sobre una tercera fila y el cuarto detector (Mb4) sobre una cuarta fila, estando situado el centro (Cb) de la segunda cámara óptica (B) en las proximidades de un ángulo de la superficie activa del tercer detector (Mb3), previsto al nivel del límite entre la segunda y la tercera filas y al nivel del límite de la segunda columna próxima a la primera columna.

- 5 14. Aparato fotográfico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la tercera cámara (C) incluye un primer detector (Mc1) y un segundo detector (Mc2) alineados según una primera columna, un tercer detector (Mc3) y un cuarto detector (Mc4) alineados según una segunda columna y un quinto detector (Mc5) y un sexto detector (Mc6) alineados según una tercera columna, estando sobre una primera fila el tercer detector (Mc3) el primer detector (Mc1) y el quinto detector (Mc5) sobre una segunda fila, el cuarto detector (Mc4) sobre una tercera fila y el segundo detector (Mc2) y el sexto detector (Mc6) sobre una cuarta fila, estando situado el centro (Cc) de la tercera cámara óptica (C) en las proximidades de la mitad de un lado de la superficie activa del detector (Mc4), previsto al nivel del límite de la segunda y tercera filas.

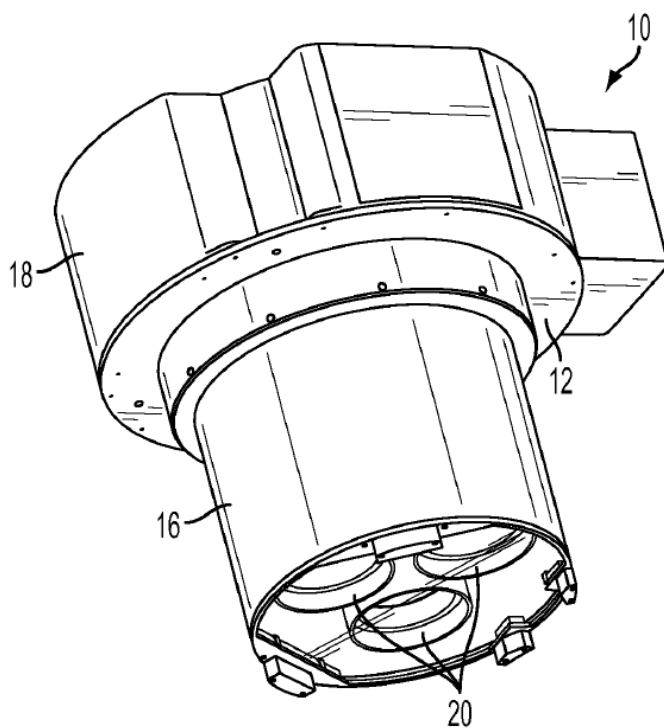


FIG. 1

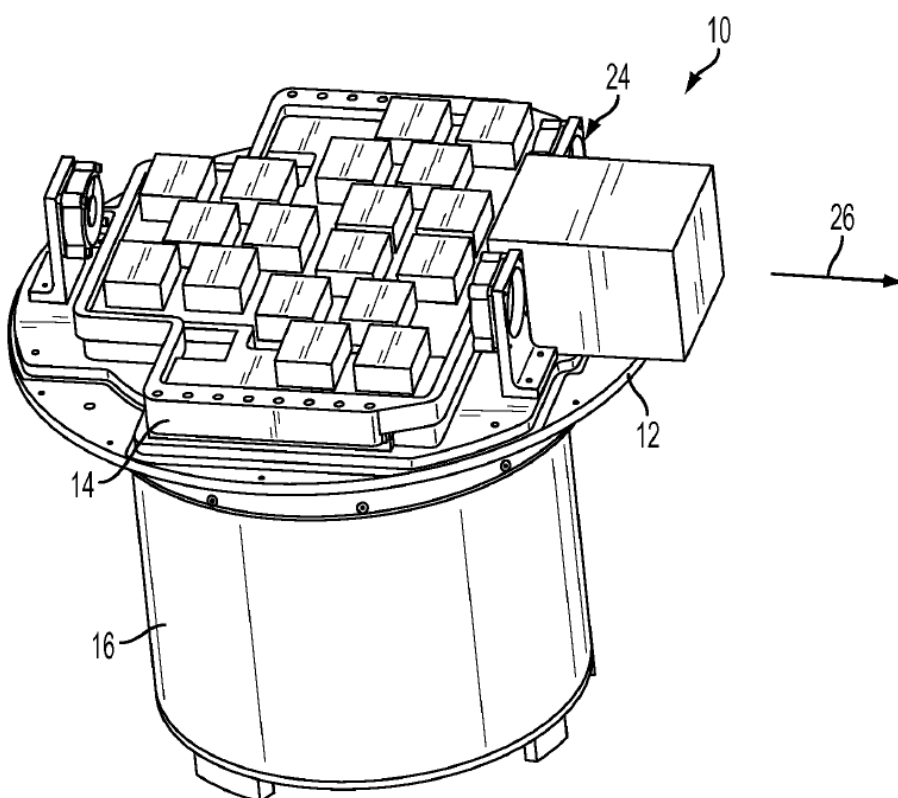


FIG. 2

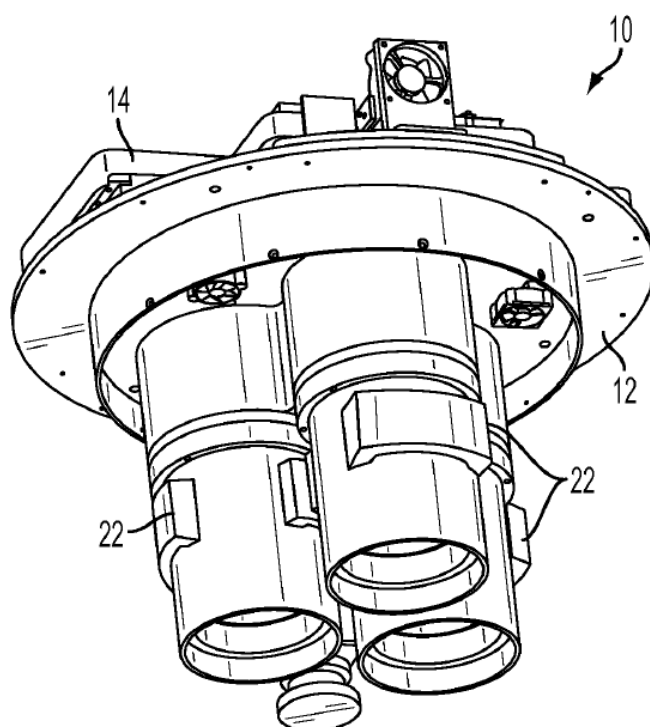


FIG. 3

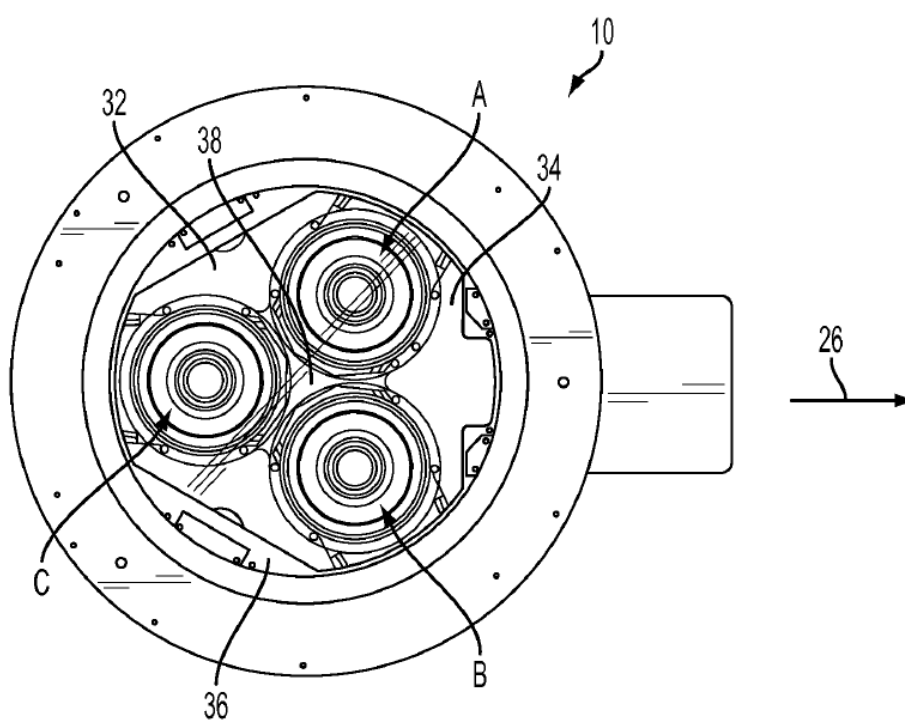


FIG. 4

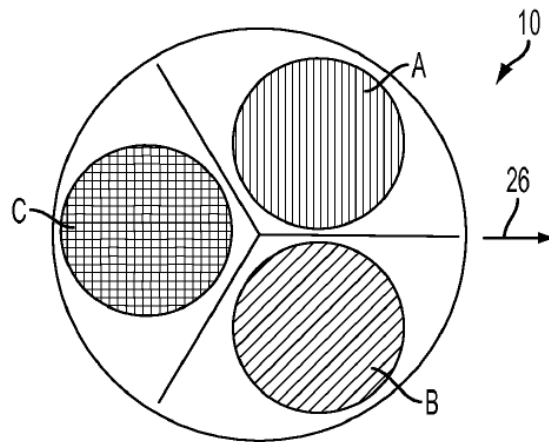


FIG. 5

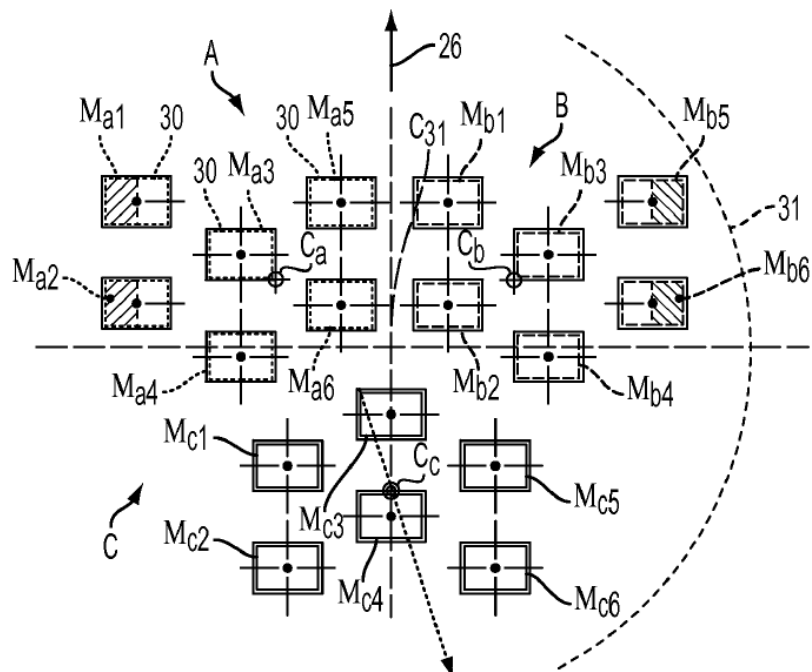


FIG. 6

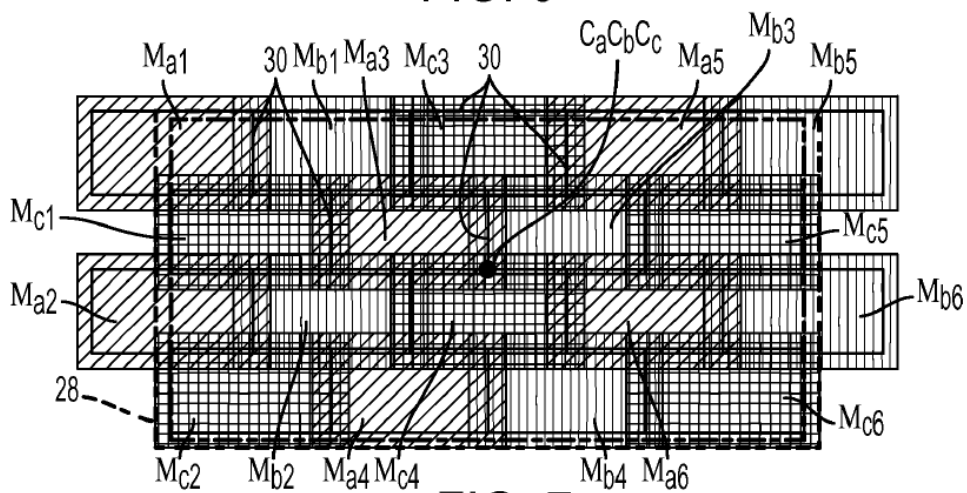


FIG. 7