



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 700**

51 Int. Cl.:  
**G01J 3/28** (2006.01)  
**G01J 3/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07109913 .9**  
96 Fecha de presentación : **08.06.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1867969**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Sistema de formación de imágenes espectral.**

30 Prioridad: **13.06.2006 FR 06 05252**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2009**

73 Titular/es: **SAGEM Défense Sécurité  
Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Pealat, Michel**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 313 700 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

Sistema de formación de imágenes espectrométrico.

5 La presente invención se refiere a un sistema de formación de imágenes espectrométrico, que es capaz de producir una imagen de un objeto situado en un campo de observación así como una característica espectral de la radiación recibida en cada punto de la imagen. La invención se refiere asimismo a las utilizaciones de dicho sistema.

10 A veces resulta necesario registrar una imagen y disponer además de un análisis espectral de ésta, para interpretar correctamente la imagen o para detectar la presencia de objetos particulares en el campo de observación. En efecto, algunos objetos pueden no ser visibles en una imagen que está formada a partir de una radiación que tiene una primera longitud de onda, y ser visibles en una imagen que está formada a partir de una radiación a una segunda longitud de onda distinta de la primera. Entonces resulta necesario conocer la intensidad de la radiación recibida en cada punto de la imagen para varias longitudes de onda, y correlacionar los motivos detectados en las diferentes longitudes de onda.  
15 Dicho modo operativo es útil, en particular, para revelar la presencia de un objeto disimulado, o camuflado, o para revelar la presencia de una nube gaseosa, por ejemplo una nube de gas tóxico.

20 Para responder a esta necesidad, es posible, por ejemplo, realizar varias tomas de vista sucesivas con un sistema que es sensible a varias longitudes de onda, variando la longitud de onda de sensibilidad entre dos tomas de vista sucesivas. Dicho funcionamiento puede ser obtenido cambiando un filtro que está dispuesto delante del objetivo de una cámara. Pero las múltiples tomas de vista sucesivas que son entonces necesarias cambiando el filtro a cada toma de vista no permite observar correctamente un objeto móvil. Además, los cambios de filtros necesitan prever un dispositivo con piezas móviles, que es complejo, voluminoso y oneroso.

25 Es también posible utilizar un sistema de formación de imágenes espectrométrico que es capaz de registrar, para cada punto de una ranura de entrada, una característica de distribución espectral, y barrer un campo de entrada desplazando la ranura. Pero el registro de datos espectrométricos para cada posición de la ranura de entrada está también mal adaptado para la observación de un objeto móvil. Además, un dispositivo con piezas móviles es también necesario para desplazar la ranura de entrada.

30 Por último, el documento US 2002 012120 da a conocer un sistema de formación de imágenes espectrométrico que está constituido por una cámara y por un filtro fijo dispuesto delante del objetivo de la cámara, y cuyo filtrado depende del ángulo de incidencia de los rayos que corresponden a los puntos de una imagen registrada. Un campo amplio puede entonces ser observado por barrido girando el sistema y realizando simultáneamente unas tomas de vista sucesivas que se solapan en parte. La radiación que procede de cada punto situado en el campo de observación es entonces tomada en varias tomas con unos ángulos de incidencia variables, y por tanto con unas características de filtrado variables. De esta manera, una imagen completa de un amplio campo de observación y una característica de la distribución espectral de radiación en cada punto de este campo se obtienen simultáneamente, combinando las tomas de vista sucesivas que se solapan con un desplazamiento creciente. Pero el filtro comprende a su vez dos prismas,  
40 dos objetivos y una máscara de filtrado. Es por tanto voluminoso, pesado y oneroso, lo que reduce las aplicaciones de dicho sistema.

45 La invención propone por lo tanto un sistema de formación de imágenes espectrométrico simplificado y robusto, que permite adquirir simultáneamente una imagen en dos dimensiones de un amplio campo de observación así como una característica de la distribución espectral de la radiación procedente de cada punto del campo.

Para ello, la invención propone un sistema de formación de imágenes espectrométrico que comprende:

- 50 - una cámara que comprende a su vez un objetivo y una matriz de fotosensores, y que está dispuesta para tomar una imagen formada a través del objetivo sobre la matriz;
- un dispositivo interferencial de Fabry-Pérot que comprende dos laminas paralelas separadas en una distancia fija, siendo cada lámina a la vez transparente y reflectante; y
- 55 - un soporte móvil en rotación alrededor de un eje de rotación perpendicular al eje óptico del objetivo por una parte, y al eje del dispositivo de Fabry- Pérot por otra parte.

60 El dispositivo de Fabry-Pérot está dispuesto delante del objetivo de la cámara. Está orientado de manera que el eje de este dispositivo, que es perpendicular a las dos láminas, forme con el eje óptico del objetivo, un ángulo fijo superior a un semiángulo de apertura de un campo de entrada correspondiente a cada imagen tomada. Además, la cámara y el dispositivo de Fabry-Pérot están montados sobre el soporte de manera que estén fijos uno con respecto al otro durante una rotación del soporte, y de manera que una imagen tomada por la cámara sea formada a partir de rayos que han atravesado el espacio entre las láminas del dispositivo de Fabry-Pérot.

65 Así, con un sistema según la invención, se barre un amplio campo de observación, cuando tiene lugar una rotación del soporte, por una ventana de adquisición en dos dimensiones que corresponde al campo de entrada de la cámara. Un filtrado variable está asociado a una dirección de la ventana que es paralela a la dirección del barrido. Cuando el barrido es realizado de manera que unas imágenes registradas sucesivamente se solapan, la radiación que sale de un

## ES 2 313 700 T3

mismo punto del campo de observación es tomado bajo unos ángulos de incidencia diferentes cuando tienen lugar las tomas de vista sucesivas. Así se detecta con unas características de filtrado variables, y una característica de su distribución espectral puede ser reconstituida combinando las intensidades detectadas en las imágenes que contienen este punto.

5 El filtrado variable a lo largo de la ventana es producido por el dispositivo de Fabry-Pérot que está dispuesto en una posición inclinada con respecto al eje óptico de la cámara. Dos bordes opuestos de la matriz de fotosensores, paralelos al eje de rotación del soporte, corresponden por tanto a unas características de filtrado diferentes, y el filtrado varía continuamente entre los dos bordes. La orientación del dispositivo de Fabry-Pérot con respecto a la cámara, con un  
10 ángulo entre sus ejes respectivos que es superior al semiángulo de apertura del campo de entrada de la cámara, asegura que ningún dato espectral es adquirido de forma redundante. De esta manera, se obtiene una información espectral, que es máxima.

15 Un sistema según la invención combina por tanto la realización de un barrido para registrar una escena en un amplio campo de observación con la adquisición de la distribución espectral de la radiación producida por cada punto de la escena. Aparte del soporte rotativo, el sistema no comprende elementos móviles. Es por tanto simple de realizar y poco frágil. En particular, está poco perturbado por choques o vibraciones transmitidos al soporte. Dicho de otro modo, un sistema de formación de imágenes espectrométrico según la invención es particularmente robusto.

20 Además, la adquisición de las imágenes sucesivas durante el barrido puede ser rápida, puesto que ningún mecanismo móvil es activado entre dos tomas de vista, aparte de la rotación del soporte. Un sistema según la invención puede por tanto permitir observar correctamente un objeto móvil, incluso si la velocidad de este objeto es importante.

25 Los elementos constitutivos de un sistema según la invención, a saber una cámara, un dispositivo de Fabry-Pérot y un soporte rotativo están disponibles comercialmente o pueden ser producidos utilizando unas técnicas bien controladas actualmente. Además, estos elementos son poco onerosos y su ensamblaje para constituir el sistema de formación de imágenes espectrométrico es relativamente simple.

30 Finalmente, un sistema según la invención es muy compacto y poco voluminoso. Está por tanto muy adaptado para unas utilidades a bordo de aparatos móviles de observación en el suelo, a bordo de aeronaves o a bordo de satélites, en particular en el marco de misiones científicas, espaciales o militares.

35 En particular, puede ser utilizado para detectar, en el campo de observación, un objeto cuya presencia no puede ser distinguida o es poco perceptible en por lo menos una longitud de onda. Dicha detección a veces se denomina descamflaje, en el sentido de que tiene por objeto revelar un objeto que está disimulado para una visión en un campo espectral reducido. Por ejemplo, el objeto puede estar disimulado para una visión en luz visible, o para una observación efectuada en un intervalo reducido de longitud de onda infrarroja.

40 El sistema puede también ser utilizado para revelar una nube de gas presente en una zona determinada. Puede tratarse en particular de buscar la presencia de un gas de contaminación, de un gas tóxico o de un gas de combate.

45 La invención se refiere asimismo a un procedimiento de detección de un objeto y de obtención de una característica espectral de este objeto, según el cual varias imágenes del objeto son tomadas sucesivamente por medio de un sistema tal como el descrito anteriormente, girando el soporte entre dos imágenes sucesivas.

50 Preferentemente, cuando los fotosensores de la matriz están dispuestos en líneas y en columnas respectivamente paralelas al plano de rotación y al eje de rotación del soporte, las imágenes son tomadas durante la rotación del soporte a unos intervalos de tiempo que son determinados de manera que dos imágenes sucesivas están desplazadas de una columna sobre la matriz de fotosensores.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de dos ejemplos de realización no limitativos, con referencia a los planos adjuntos, en los que:

- 55 - la figura 1 representa un sistema según un primer modo de realización de la invención; y
- las figuras 2a y 2b ilustran el principio de adquisición de datos de un sistema según la invención;
- la figura 3 ilustra un segundo modo de realización de la invención.

60 Por razones de claridad, las dimensiones de los elementos representados en las figuras no están en proporción con unas dimensiones o unas relaciones de dimensiones reales. Además, unas referencias idénticas en unas figuras diferentes designan unos elementos idénticos o que tienen unas funciones idénticas.

65 De acuerdo con la figura 1, una cámara 1 y un dispositivo interferencial 4 están fijados sobre un soporte 10 móvil en rotación alrededor de un eje C-C.

El soporte 10, que está representado simbólicamente por un disco, puede ser de un tipo cualquiera que permita una rotación  $\rho$  alrededor del eje C-C. Para una utilización terrestre del sistema, el eje C-C puede estar orientado

## ES 2 313 700 T3

verticalmente. La rotación  $\rho$  es producida por un motor no representado y es controlada realizando un condicionado angular, de una forma conocida por el experto en la materia.

La cámara 1 puede ser de un tipo comercial, que comprende en particular un objetivo 2 y una matriz de fotosensores 3. El objetivo 2 está representado de una forma simplificada en forma de una lente convergente única, pero cualquier objetivo conocido adaptado al campo de longitud de onda interesado puede ser utilizado alternativamente. A título de ejemplo, la matriz 3 puede estar constituida por 288 líneas horizontales de fotosensores, que están superpuestos verticalmente par formar además unas columnas de fotosensores paralelas al eje C-C. Cada línea comprende 384 fotosensores. La matriz 3 está situada en el plano focal de imagen del objetivo 2, correspondiente a una distancia focal f de 20 mm (milímetros) por ejemplo. Cuando la matriz 3 tiene un paso horizontal y un paso vertical iguales cada uno a 25  $\mu\text{m}$  (micrómetros), la cámara 1 tiene un campo de abertura angular  $\Delta\theta \times \Delta\varphi = 27^\circ \times 20^\circ$ , donde  $\theta$  y  $\varphi$  son respectivamente los ángulos de azimut y de altura referenciados con respecto al eje óptico A-A del objetivo 2.

El dispositivo interferencial 4 es del tipo designado habitualmente por Fabry-Pérot. Comprende dos láminas semirreflectantes referenciadas 5 y 6 en la figura, que están dispuestas verticalmente y paralelamente una a la otra. De manera conocida, cada lámina 5, 6 comprende un sustrato transparente plano que está recubierto, sobre su cara vuelta hacia la otra lámina, por una estructura de capas a la vez reflectante y transparente, y sobre la otra cara por una estructura de capas antirreflectantes. Dicha constitución de un dispositivo de Fabry-Pérot se supone conocida, y no será repetida en la presente memoria. Se hará referencia ventajosamente a una de las numerosas obras especializadas que detallan este tipo de dispositivos interferenciales. El dispositivo de Fabry-Pérot 4 puede presentar una finura que está comprendida entre 10 y 500, que puede ser sustancialmente igual a 25 ó 40, por ejemplo.

El dispositivo 4 está dispuesto sobre el soporte 10 en una posición fija con respecto a la cámara 1, delante del objetivo 2. La distancia d entre el dispositivo 4 y el objetivo 2 puede ser seleccionada de manera que el dispositivo 4 esté situado en la vertical de una pupila de entrada de la cámara 1. En este caso, el dispositivo 4 puede tener unas dimensiones mínimas sin reducir el campo de entrada de la cámara. B-B designa un eje perpendicular a las láminas 5 y 6, denominado eje del dispositivo de Fabry-Pérot. El dispositivo 4 está preferentemente fijado sobre el soporte 10 de manera que los ejes A-A y B-B formen un ángulo  $\theta_0$  comprendido entre 30 y 60 grados, o comprendido entre 40 y 50 grados. El ángulo  $\theta_0$  es por tanto superior al semiángulo de abertura del campo de entrada de la cámara 1, siendo este último igual a  $\Delta\theta/2$ .

A título de ejemplo, la cámara 1 y el dispositivo de Fabry-Pérot 4 pueden estar adaptados de manera que cada imagen tomada por la cámara es una imagen infrarroja. Más particularmente, cada fotosensor de la matriz 3 puede producir una señal que corresponde a un energía de radiación recibida en la banda de longitud de zona comprendida entre 8  $\mu\text{m}$  y 12  $\mu\text{m}$ . En este caso, cuando las imágenes tomadas por la cámara 1 están formadas por unos rayos que atraviesan el dispositivo 4, el ángulo  $\theta_0$  entre los ejes A-A y B-B puede ser igual a 41 grados y el dispositivo 4 puede tener un espesor óptico e de 6,85  $\mu\text{m}$ . Para las características de la cámara 1 que han sido indicadas más arriba, el dispositivo 4 transmite las longitudes de onda de 7,99  $\mu\text{m}$  y 12,08  $\mu\text{m}$ , respectivamente para unos rayos que llegan sobre los dos bordes verticales y opuestos 3a y 3b de la matriz 3. Entre los bordes 3a y 3b, la longitud de onda central  $\lambda$  de la radiación que es transmitida por el dispositivo 4 para un ángulo de incidencia  $\theta$  referenciado con respecto al eje óptico A-A de la cámara 1 es entonces:

$$\lambda(\theta) = \frac{2e \cos(\theta + \theta_0)}{k + \varepsilon(\lambda)/\pi} \quad (1)$$

en la que k es el orden de interferencia y  $\varepsilon(\lambda)$  es el salto de fase en las interfaces de las láminas 5 y 6. Para los valores numéricos citados más arriba, k es igual a 1. El espesor e y el ángulo  $\theta_0$  pueden por tanto ser variados para adaptar la banda de longitud de onda correspondiente al filtrado realizado por el dispositivo 4. Por otra parte, los inventores mencionan que la longitud de onda que es dada por la fórmula 1 corresponde rigurosamente a una altura angular  $\varphi$  que es nula. Esta longitud de onda varía cuando la altura  $\varphi$  no es nula, de una manera que puede ser deducida de cálculos de interferencias supuestos conocidos. Dicha variación, que puede corresponder a la anchura de tres columnas de la matriz 3, puede ser tomada en cuenta y/o corregida fácilmente cuando tiene lugar un tratamiento de las imágenes tomadas.

La figura 2a ilustra un paisaje observado con un sistema tal como el descrito anteriormente. El paisaje es registrado en forma de una sucesión de tomas de vista  $P_1, P_2 \dots P_N$ , siendo N un número entero que puede ser igual a 400, por ejemplo. Las tomas de vista sucesivas son tomadas durante una rotación  $\rho$  del soporte 10 y constituyen un barrido del paisaje paralelamente a la dirección de variación del ángulo de azimut  $\theta$ . El campo de observación puede entonces ser reconstituido superponiendo todas las imágenes registradas cuando tienen lugar las tomas de vista  $P_1, P_2 \dots P_N$  con unos desplazamientos que corresponden a la rotación  $\rho$ .

Un objeto que está situado en un punto cualquiera en el campo de observación aparece con unos desplazamientos variables cuando tienen lugar tomas de vista sucesivas, según la dirección de variación de  $\theta$ , entre los extremos opuestos de la imágenes que corresponden a los dos bordes 3a y 3b de la matriz 3. Por ejemplo, el coche 100 aparece en el campo de entrada de la cámara 1 en la toma de vista  $P_2$ . El mismo aparece en el borde 3b de la matriz 3 y es detectado a la longitud de onda de 12,08  $\mu\text{m}$ . El mismo es a continuación detectado progresivamente a unas longitudes de onda decrecientes para las tomas de vista siguientes, hasta 7,99  $\mu\text{m}$  cuando, durante el barrido, el coche 100 aparece en el

## ES 2 313 700 T3

borde 3a en la toma de vista anotada  $P_i$ . Así, si el coche 100 no es discernible en luz visible, porque posee un color idéntico al del paisaje de fondo, o si no es discernible en la toma de vista  $P_1$  porque no produce radiación a  $12,08 \mu\text{m}$ , el mismo puede ser revelado en la imagen correspondiente a la toma de vista  $P_i$  si produce una radiación de  $7,99 \mu\text{m}$ . De la misma manera, el coche 100 puede ser revelado en cualquier imagen correspondiente a una toma de vista intermedia entre  $P_1$  y  $P_i$ .

En las figuras 2a y 2b,  $\delta\theta$  designa el incremento de la rotación  $\rho$  del soporte 10 entre dos tomas de vista sucesivas. La distribución espectral de la radiación procedente de cada punto del campo de observación está caracterizada con una resolución máxima cuando el incremento  $\delta\theta$  corresponde al paso de una columna de la matriz 3 a una columna adyacente. Una resolución espectral de  $7 \text{ cm}^{-1}$ , o  $7 \text{ nm}$ , es así obtenida para el sistema de formación de imágenes espectrométrico que se describe en detalle en la presente memoria.

La figura 2b ilustra el principio de una adquisición de datos a la vez de formación de imágenes y espectrales, tal como se realiza utilizando un sistema según la invención. En un espacio en tres dimensiones referenciado por dos ejes que corresponden respectivamente a las variaciones de los ángulos de azimut  $\theta$  y de la altura  $\varphi$ , y por un tercer eje de longitud de onda  $\lambda$ , cada toma de vista  $P_1, P_2, \dots, P_N$  corresponde a un corte de este espacio según un plano paralelo al eje  $\varphi$  y orientado al bies con respecto a los ejes  $\theta$  y  $\lambda$ . El barrido  $\rho$  corresponde entonces a un desplazamiento de este plano de corte paralelamente al eje  $\theta$ . Las tomas de vista sucesivas  $P_1, P_2, \dots, P_N$  proporcionan entonces los valores espectrales de la intensidad de la radiación en unos puntos de una malla de este espacio en tres dimensiones. Esta malla está fijada, paralelamente a los ejes  $\theta$  y  $\varphi$ , por los pasos horizontal y vertical de los fotosensores de la matriz 3, respectivamente. Según el eje  $\lambda$ , el paso medio de la malla es sustancialmente igual a  $(2e \text{ sen}\theta_0) \times \delta\theta$  y está limitado, en valor inferior, por la anchura de las columnas de la matriz 3.

El sistema de formación de imágenes espectrométrico según la invención que acaba de ser descrito corresponde a una utilización del dispositivo de Fabry-Pérot 4 en modo de transmisión. Dicho de otro modo, la cámara 1 y el dispositivo de Fabry-Pérot 4 están dispuestos de manera que cada imagen tomada por la cámara 1 es formada a partir de rayos que han atravesado el dispositivo 4.

Según otra disposición posible de la cámara 1 y del dispositivo de Fabry-Pérot 4, cada imagen tomada por la cámara puede estar formada a partir de rayos que son reflejados por el dispositivo de Fabry-Pérot. El dispositivo de Fabry-Pérot es entonces utilizado en modo de reflexión. La figura 3 es una representación de principio de dicho sistema por reflexión, visto por encima. De una forma que será comprendida por el experto en la materia, la disposición de un sistema según la invención en el que se utiliza el dispositivo de Fabry-Pérot 4 en modo de reflexión puede ser deducida de la disposición del sistema por transmisión que está ilustrado en la figura 1, plegando el eje óptico A-A del objetivo 2. El eje A-A es plegado de acuerdo a las leyes de Descartes de la reflexión, a nivel de las láminas 5 y 6. Aparte de la apariencia de las imágenes registradas, el funcionamiento de un sistema basado en la utilización en reflexión del dispositivo de Fabry-Pérot es sustancialmente idéntico al que ha sido descrito más arriba.

Las características espectrales de un dispositivo de Fabry-Pérot que es utilizado en transmisión y en reflexión son diferentes, siendo al mismo tiempo complementarias. La característica espectral en transmisión está formada por una sucesión de picos estrechos de valores elevados. Cada imagen registrada por medio de un sistema de acuerdo con la figura 1 -es decir en modo de transmisión- está por tanto formada por una sucesión de bandas de imágenes verticales que corresponden respectivamente a unas longitudes de onda casi puras. De modo diferente, cada imagen que es registrada por medio de un sistema de acuerdo con la figura 3 -es decir en modo de reflexión- está formada por una sucesión de bandas de imágenes verticales que corresponden al conjunto de la banda espectral analizada en la que una o varias longitudes de onda son suprimidas. Por esta razón, una ventaja de un sistema que está basado en la utilización de un dispositivo de Fabry-Pérot en modo de reflexión reside en la obtención de imágenes que constituyen cada una, individualmente, una mejor representación de una escena observada.

Resulta evidente que los valores numéricos que han sido citados para los modos de realización de la invención descritos en detalle anteriormente sólo tienen un fin ilustrativo. En particular, la invención puede ser utilizada para realizar unas detecciones en otros campos espectrales que la banda comprendida entre  $8$  y  $12 \mu\text{m}$ . Con la lectura de la descripción de la invención, el experto en la materia sabrá adaptar cada valor numérico a la aplicación prevista para el sistema.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de formación de imágenes espectrométrica, que comprende:

- 5 - una cámara (1) que comprende un objetivo (2) y una matriz de fotosensores (3), dispuesta para tomar una imagen formada a través del objetivo sobre la matriz;
- 10 - un dispositivo interferencial de Fabry-Pérot (4), que comprende dos láminas (5, 6) paralelas separadas por una distancia fija, siendo cada lámina a la vez transparente y reflectante, estando dicho dispositivo de Fabry-Pérot dispuesto delante del objetivo de la cámara y orientado de manera que un eje de dicho dispositivo de Fabry-Pérot (B-B), perpendicular a las dos láminas, forme, con un eje óptico de dicho objetivo (A-A), un ángulo fijo ( $\theta_0$ ) superior a un semiángulo de apertura de un campo de entrada correspondiente a cada imagen tomada; y
- 15 - un soporte (10) móvil en rotación alrededor de un eje de rotación (C-C) perpendicular al eje óptico del objetivo (A-A) por una parte, y al eje del dispositivo de Fabry-Pérot (B-B) por otra parte,

estando la cámara (1) y el dispositivo de Fabry-Pérot (4) montados sobre el soporte (10) de manera que estén fijos uno con respecto al otro durante una rotación del soporte, y de manera que una imagen tomada por la cámara está formada a partir de rayos que han atravesado el espacio entre las láminas (5, 6) del dispositivo de Fabry-Pérot.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el ángulo entre el eje del dispositivo de Fabry-Pérot y el eje óptico del objetivo ( $\theta_0$ ) está comprendido entre 30 y 60 grados.

25 3. Sistema según la reivindicación 2, en el que el ángulo entre el eje del dispositivo de Fabry-Pérot y el eje óptico del objetivo ( $\theta_0$ ) está comprendido entre 40 y 50 grados.

30 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la cámara (1) y el dispositivo de Fabry-Pérot (4) están dispuestos de manera que una imagen tomada por la cámara está formada a partir de rayos que han atravesado el dispositivo de Fabry-Pérot, en modo de transmisión de dicho dispositivo.

35 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la cámara (1) y el dispositivo de Fabry-Pérot (4) están dispuestos de manera que una imagen tomada por la cámara está formada a partir de rayos reflejados por el dispositivo de Fabry-Pérot, en modo de reflexión de dicho dispositivo.

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara (1) y el dispositivo de Fabry-Pérot (4) están adaptados de manera que una imagen tomada por la cámara es una imagen infrarroja.

40 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que la cámara (1) y el dispositivo de Fabry-Pérot (4) están adaptados de manera que cada fotosensor de la matriz (3) produce una señal correspondiente a una energía de radiación recibida en la banda de longitud de onda comprendida entre  $8 \mu\text{m}$  y  $12 \mu\text{m}$ .

45 8. Sistema según la reivindicación 7 considerada junto con la reivindicación 4, en el que el ángulo entre el eje del dispositivo de Fabry-Pérot y el eje óptico del objetivo ( $\theta_0$ ) es sustancialmente igual a 41 grados y un espesor óptico (e) del dispositivo de Fabry-Pérot es sustancialmente igual a  $6,85 \mu\text{m}$ , y el campo de entrada correspondiente a cada imagen tiene un ángulo de apertura sustancialmente igual a 27 grados en un plano que contiene el eje óptico del objetivo (A-A) y el eje del dispositivo de Fabry-Pérot (B-B).

50 9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de Fabry-Pérot (4) posee una finura comprendida entre 10 y 500.

55 10. Procedimiento de detección de un objeto y de obtención de una característica espectral de dicho objeto, según el cual varias imágenes del objeto son sucesivamente tomadas por medio de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, girando el soporte (10) entre dos imágenes sucesivas.

60 11. Procedimiento según la reivindicación (10), según el cual los fotosensores de la matriz (3) están dispuestos en líneas y en columnas respectivamente paralelas al plano de rotación y al eje de rotación del soporte (10), y según el cual las imágenes son tomadas durante la rotación del soporte a unos intervalos de tiempo determinados de manera que dos imágenes sucesivas están desplazadas en una columna sobre la matriz de fotosensores.

12. Utilización de un procedimiento según la reivindicación 10 u 11, para detectar, en un campo de observación, un objeto cuya presencia no puede ser distinguida o es poco perceptible a por lo menos una longitud de onda.

65 13. Utilización de un procedimiento según la reivindicación 10 u 11, para revelar, en un campo de observación, una nube de gas cuya presencia no puede ser distinguida o es poco perceptible a por lo menos una longitud de onda.

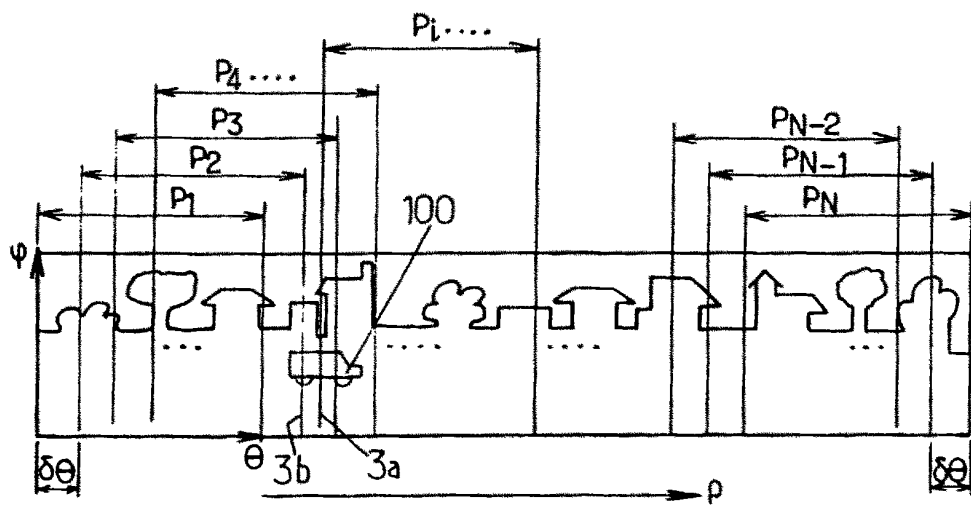
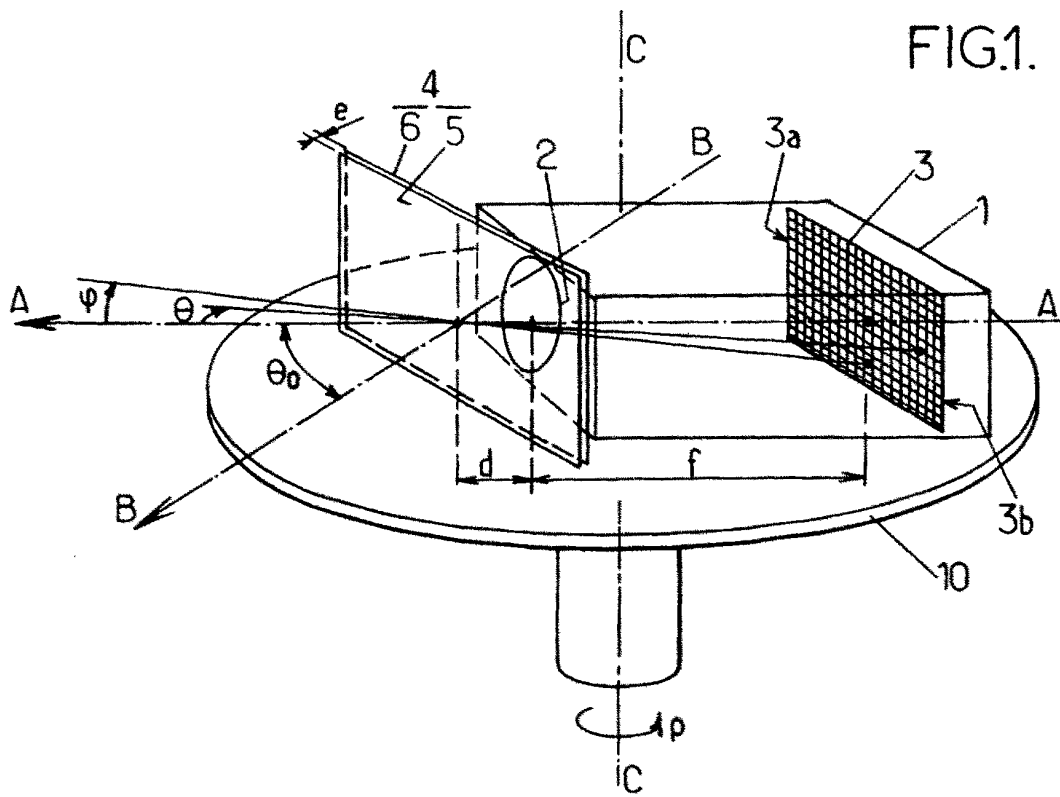


FIG.2b.

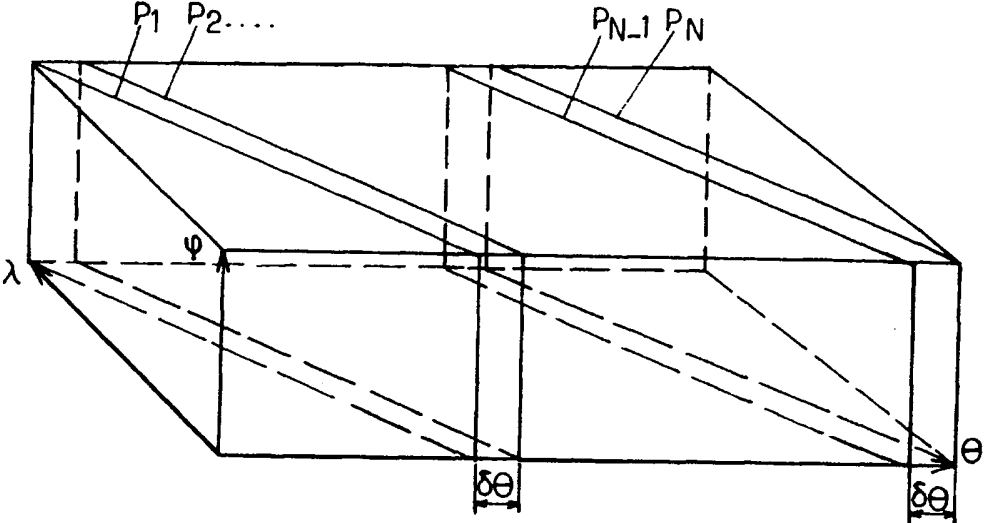


FIG.3.

