

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 482**

51 Int. Cl.:

**G01C 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010 E 10792941 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015 EP 2513599**

54 Título: **Referenciación geométrica de datos multiespectrales**

30 Prioridad:

**18.12.2009 EP 09180052**

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

**21.07.2015**

73 Titular/es:

**VITO NV (VLAAMSE INSTELLING VOOR  
TECHNOLOGISCH ONDERZOEK NV) (100.0%)  
Boeretang 200  
2400 Mol, BE**

72 Inventor/es:

**BIESEMANS, JAN;  
DELAURÉ, BAVO y  
MICHIELS, BART**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 541 482 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

Referenciación geométrica de datos multiespectrales

### 5 **Campo de la invención**

La invención se refiere al campo de la captura de imágenes, por ejemplo, en la formación de imágenes aéreas o industriales. Más específicamente, la presente invención se refiere a los sistemas de detección para obtener imágenes multiespectrales, los sistemas de formación de imágenes correspondientes y los métodos para usarlos.

10

### **Antecedentes de la invención**

La formación de imágenes hiperespectrales es una forma de formación de imágenes espectrales en la que la información de todo el espectro electromagnético se recoge en muchas bandas espectrales estrechas y se procesa. A partir de las diferentes imágenes espectrales que se recogen, puede derivarse la información de los objetos que se representan en forma de imágenes. Por ejemplo, como ciertos objetos dejan firmas espectrales únicas en las imágenes que pueden incluso depender del estado del objeto, la información obtenida formando imágenes multiespectrales puede proporcionar información con respecto a la presencia y/o el estado de los objetos en una región en que se representan en forma de imágenes. Después de la selección de un intervalo espectral que se representará en forma de imágenes, como pueden adquirirse imágenes espectrales en este intervalo espectral, no se necesita haber detallado un conocimiento anterior de los objetos, y el postprocesado puede permitir obtener toda la información disponible.

15

20

Mientras que la detección remota hiperespectral originalmente se ha usado principalmente para la minería y la geología, otras aplicaciones tales como la ecología, la agricultura y la vigilancia también hacen uso de la técnica de formación de imágenes.

25

Se conocen algunas aplicaciones agrícolas y ecológicas en las que se usa la detección remota hiperespectral, por ejemplo, para monitorizar el desarrollo y la salud de los cultivos, la detección de la variedad de uva, para monitorizar las cubiertas forestales individuales, la detección de la composición química de las plantas, así como la detección temprana de los brotes de enfermedades, para monitorizar el impacto de la contaminación y otros factores ambientales, etc., son algunas de las aplicaciones agrícolas de interés. La formación de imágenes hiperespectrales también se usa para estudios de aguas interiores y costeras para detectar propiedades biofísicas. En la mineralogía, la detección de minerales valiosos como el oro o los diamantes puede realizarse usando la detección hiperespectral, pero también se prevén la detección de fugas de gas y petróleo de los oleoductos y los pozos naturales. La detección de la composición del suelo en la tierra o incluso en otros planetas, asteroides o cometas también son posibles aplicaciones de la formación de imágenes hiperespectrales. En la vigilancia, la formación de imágenes hiperespectrales puede, por ejemplo, realizarse para la detección de seres vivos.

30

35

En algunas aplicaciones, los datos multiespectrales pueden obtenerse recogiendo una imagen bidimensional completa de una región en un intervalo espectral de interés y recogiendo posteriormente otras imágenes bidimensionales completas de esa región en otros intervalos espectrales de interés con lo que los filtros espectrales se conmutan entre medias. Esta manera de recopilación de datos, sin embargo, no siempre es posible, especialmente cuando la región de interés y el sistema de formación de imágenes se someten a un gran movimiento relativo entre sí.

40

45

En vista del movimiento relativo, la determinación precisa de la información posicional es importante para una correcta interpretación de los diferentes datos espectrales recogidos. Los sistemas conocidos, tales como, por ejemplo, los descritos en el documento US 2003/0193589 A1, hacen uso de un sistema de posicionamiento global (GPS) y/o una unidad de medición inercial (IMU).

50

### **Sumario de la invención**

Es un objetivo de las realizaciones de la presente invención proporcionar buenos sistemas de detección para obtener imágenes multiespectrales de regiones de interés que proporcionen una información distinta con respecto a la región de interés para diferentes longitudes de onda o regiones de longitud de onda y buenos métodos para obtener tales imágenes espectrales de las regiones de interés.

55

Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que la información geométrica precisa, por ejemplo, la información posicional, pueda acoplarse de manera multiespectral, por ejemplo, de manera ventajosa a la información hiperespectral. Es una ventaja de algunas realizaciones de la presente invención que la información multiespectral pueda obtenerse con una buena, por ejemplo, alta, exactitud posicional. Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que la información multiespectral pueda obtenerse con la información geométrica adicional de los objetos en la región de interés, tal como, por ejemplo, su altura relativa.

60

65

5 Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que, por ejemplo, debido a la integración de los dos sensores en el mismo chip, pueda obtenerse un sistema de detección compacto. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que la integración en el mismo chip proporcione una alineación fija, lo que resulta en una información geométrica precisa a combinarse con los datos espectrales. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que se obtenga un sistema de detección de peso ligero, que pueda integrarse fácilmente en un vehículo aéreo no tripulado (UAV).

10 Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que pueda obtenerse un sistema de detección con gran anchura, de manera que pueda representarse en forma de imágenes para algunas aplicaciones una zona amplia.

Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que se obtengan sistemas de detección multiespectrales que combinan una compacidad y/o un bajo peso con la recogida de datos precisa.

15 Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que se necesite menos alineación para configurar un sistema de formación de imágenes, como parte de la alineación que se realiza durante el procesamiento del sensor multiespectral y del sensor de referencia geométrico, por ejemplo, proporcionando el sensor información geométrica con respecto a los objetos.

20 El objetivo anterior se logra mediante un método y un dispositivo de acuerdo con la presente invención, como se define por la reivindicación adjunta.

25 La presente invención se refiere a un dispositivo sensor para obtener datos de imágenes geométricas multiespectrales referenciadas de una región de interés en movimiento relativo con respecto al dispositivo de detección, comprendiendo el dispositivo de detección al menos un primer elemento sensor bidimensional, un filtro espectral y un segundo elemento sensor bidimensional, estando el dispositivo de detección adaptado para obtener imágenes multiespectrales posteriores durante dicho movimiento relativo de la región de interés con respecto al dispositivo de detección proporcionando por lo tanto una información espectral distinta para diferentes partes de una región de interés usando el primer elemento sensor, con lo que el filtro espectral y el primer elemento sensor están dispuestos para obtener una información espectral en una primera longitud de onda o intervalo de longitud de onda usando una parte del primer elemento sensor y para obtener una información espectral en una segunda longitud de onda o intervalo de longitud de onda usando otra parte del primer elemento sensor. El dispositivo sensor está adaptado para proporcionar, usando el segundo elemento sensor, una imagen para generar la información de referencia geométrica, para acoplarse a la información espectral. El elemento sensor primero y segundo, están integrados además en el mismo sustrato.

40 Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que el dispositivo de detección esté menos sujeto a imprecisiones debido a la carga térmica en el dispositivo de detección o debido a la influencia de las condiciones ambientales, especialmente en comparación con los dispositivos de detección que tienen una interfaz mecánica heterogénea que mantiene dos sensores independientes juntos. El primer elemento sensor puede estar provisto de un filtro espectral para obtener una información espectral distinta en al menos dos líneas o columnas o bloques diferentes del primer elemento sensor. El filtro espectral puede ser un filtro de paso que comprenda una pluralidad de bandas espectrales que permitan el filtrado espectralmente dependiente en diferentes posiciones en el primer elemento sensor. El filtro espectral puede ser un filtro variable lineal que permita el filtrado espectralmente dependiente en diferentes posiciones en el primer elemento sensor. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que pueda obtenerse un sistema compacto.

50 El sustrato en el que el primer elemento sensor y el segundo elemento sensor están integrados puede ser un mismo chip semiconductor. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que los elementos sensores puedan hacerse usando etapas de procesamiento similares en un único flujo de procesamiento evitando la necesidad de alineación de los elementos sensores.

55 El primer elemento sensor puede adaptarse para ser un sensor hiperespectral. El primer elemento sensor y el segundo elemento sensor pueden tener el mismo número de píxeles en al menos una dirección. Los píxeles del primer elemento sensor pueden estar alineados con los píxeles de la segundo elemento sensor.

El dispositivo de detección puede estar integrado en un sistema de formación de imágenes para obtener información de imágenes multiespectral.

60 El sistema de formación de imágenes puede comprender un procesador para acoplar la información de referencia geométrica a la información multiespectral.

65 El sistema de formación de imágenes puede comprender además un único elemento óptico para enfocar la radiación de la región de interés en cada uno de los elementos sensores.

El primer sensor puede configurarse para capturar sustancialmente de manera simultánea información de imágenes de una parte de la región de interés usando una parte del primer sensor y la información de imágenes de otra parte de la región de interés usando otra parte del segundo sensor, y el segundo sensor puede configurarse para capturar la información de imágenes de tanto dicha una parte de la región de interés como dicha otra parte de la región de interés sustancialmente de manera simultánea.

La presente invención también se refiere a un método para obtener datos de imágenes relativas a una región de interés en movimiento relativo con respecto a un dispositivo de detección, comprendiendo el método obtener un conjunto de datos multiespectrales con respecto a una región de interés usando un primer elemento sensor bidimensional obteniendo imágenes multiespectrales posteriores durante el movimiento relativo de la región de interés con respecto al dispositivo de detección, comprendiendo dicha obtención de un conjunto de datos espectrales distintos obtener una información espectral en una primera longitud de onda o intervalo de longitud de onda usando una parte del primer elemento sensor y obtener una información espectral en una segunda longitud de onda o intervalo de longitud de onda usando otra parte del primer elemento sensor, y obtener una imagen bidimensional de la región de interés usando un segundo elemento sensor integrado en el mismo sustrato que el primer elemento sensor, derivar la información de referencia geométrica de la imagen bidimensional de la región de interés, y correlacionar la información de referencia geométrica con los distintos datos multiespectrales con respecto a la región de interés para obtener los datos multiespectrales de referencia geométrica de la región de interés.

Los aspectos específicos y preferidos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a la realización(s) descrita a continuación en el presente documento.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista general esquemática de un dispositivo de detección para obtener datos multiespectrales georreferenciados de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 muestra una ilustración esquemática de la disposición de elementos sensores en el dispositivo de detección para obtener los datos multiespectrales georeferenciados de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3 ilustra un número de imágenes hiperespectrales como pueden usarse en un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 muestra un sistema de formación de imágenes que comprende un dispositivo de detección para obtener datos de imágenes multiespectrales georeferenciados de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un método ejemplar de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 6 ilustra un diagrama de flujo de un método ejemplar detallado de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 7 ilustra un ejemplo de un procesador que puede usarse para realizar un método o una parte del mismo de acuerdo con una realización de la presente invención.

Los dibujos son solamente esquemáticos y no limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede exagerarse y no dibujarse a escala con fines ilustrativos. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se interpretará como limitante del alcance. En los diferentes dibujos, los mismos signos de referencia se refieren a los mismos o análogos elementos.

### Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones específicas y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a los mismos sino solamente por las reivindicaciones. Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos usados de esta manera son intercambiables bajo circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento son capaces de funcionar en otras secuencias que las descritas o ilustradas en el presente documento.

Debe observarse que la expresión "que comprende", usada en las reivindicaciones, no debería interpretarse como que se restringe a los medios enumerados posteriormente; no excluye otros elementos o etapas. Por lo tanto, debe interpretarse como que especifica la presencia de las funciones de estado, números enteros, etapas o componentes a que se refiere, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras funciones, números enteros, etapas o componentes, o grupos de los mismos. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende medios A y B" no debería limitarse a los dispositivos que consisten solamente en los componentes A y B. Esto

significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

Los dispositivos y sistemas de acuerdo con diversas realizaciones, así como la fabricación y el uso de las diversas realizaciones se discuten a continuación en detalle. Sin embargo, debería apreciarse que la presente invención proporciona muchos conceptos inventivos aplicables, que pueden realizarse en una amplia variedad de contextos específicos. Las realizaciones específicas tratadas son simplemente ilustrativas de maneras específicas para fabricar y usar la invención, y no limitan el alcance de las reivindicaciones de la invención. Cuando en la presente invención se hace referencia a una imagen multiespectral bidimensional, se hace referencia a una imagen pixelada  $m \times n$  que comprende información con respecto a una parte de una región de interés que se representa en forma de imágenes en una longitud de onda o región espectral y que comprende información con respecto a al menos otra parte de una región de interés que se representa en forma de imágenes en una longitud de onda o región espectral diferente. Mientras que la información espectral obtenida dentro de una región espectral puede ser una línea, un grupo o una submatriz de píxeles, el sensor pixelado subyacente general normalmente es un sensor espectral bidimensional. Las realizaciones de acuerdo con la presente invención pueden ser aplicables en un amplio intervalo espectral de radiación electromagnética. Los intervalos específicos que pueden cubrirse son IR visuales y cercanos (VNIR), considerados en general para estar en el intervalo de 400 nm a 1000 nm), infrarrojos de onda corta, infrarrojos térmicos, etc., las realizaciones de la presente invención no están limitadas a los intervalos ejemplares proporcionados.

Cuando en las realizaciones de la presente invención se hace referencia a una imagen multiespectral o a unos datos de imágenes multiespectrales, se hace referencia a los datos que comprenden información por separado con respecto a una región de interés para al menos dos longitudes de onda o regiones de longitud de onda diferentes. Las imágenes hiperespectrales o datos de imágenes hacen referencia a los datos que comprenden información por separado de un gran número de longitudes de onda o regiones de longitudes de onda. Cuando en las realizaciones de acuerdo con la presente invención se hace referencia a la georreferenciación o referencia geométrica de un punto o un objeto en la región de interés, se hace referencia a la existencia del punto u objeto en una región de interés en el espacio físico. Esto hace referencia a establecer la localización en términos de proyecciones de mapas o sistemas de coordenadas. Esto último puede, por ejemplo, incluir información posicional, por ejemplo, la información posicional relativa. Tal información posicional puede ser la información de posición relacionada (x, y), pero también la información de posición relacionada z tal como la altura o la altura relativa. Esto no es aplicable únicamente a la fotografía aérea, a la formación de imágenes aéreas o a la formación de imágenes de satélite, en las que a menudo se denomina como georeferenciación, sino también a otras aplicaciones, como por ejemplo, en la inspección industrial.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo de detección para obtener datos de imágenes multiespectrales referenciados geométricos. El dispositivo de detección puede ser especialmente adecuado para las imágenes hiperespectrales, aunque las realizaciones de la presente invención no se limitan a las mismas. El dispositivo de detección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención es especialmente adecuado para obtener datos de imágenes multiespectrales referenciados geométricos, usando un dispositivo de detección y una región de interés en movimiento relativo con respecto a otra, que es por ejemplo el caso cuando se realiza la formación de imágenes desde el aire o cuando se realiza la formación de imágenes usando una vista en planta. El dispositivo de detección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención comprende un único sustrato, por ejemplo, un único chip. El sustrato puede ser cualquier tipo de sustrato, tal como por ejemplo un sustrato de vidrio, un sustrato de polímero, un sustrato semiconductor, etc. En algunas realizaciones ventajosas, el sustrato puede ser un chip semiconductor, que proporcione la posibilidad de usar etapas de procesamiento de semiconductor para la integración de los elementos sensores.

El único chip comprende al menos un primer elemento sensor bidimensional, con lo que el dispositivo de detección está adaptado para proporcionar información espectralmente diferente a diferentes partes de una región de interés usando el primer elemento sensor bidimensional. El único chip comprende también un segundo elemento sensor bidimensional, con lo que el dispositivo de detección está adaptado para proporcionar información de referencia geométrica de la región de interés usando el segundo elemento sensor. La información de referencia geométrica puede acoplarse de manera ventajosa a la información espectral obtenida por el dispositivo de detección. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que al menos un primer y un segundo elemento sensor se procesen en el mismo chip. Esto último permite la alineación precisa de los elementos sensores, de manera que se necesita poca o ninguna alineación posterior para posicionar los elementos sensores entre sí.

A modo de ilustración, no limitándose la presente invención a la misma, un dispositivo de detección ejemplar, así como un sistema de formación de imágenes que comprende un dispositivo de detección de este tipo se tratarán adicionalmente con referencia a la figura 1 a la figura 3, las realizaciones de la presente invención no están limitadas a los mismos.

En la figura 1 se muestra un dispositivo de detección 100 de acuerdo con una realización de la presente invención, en la que el dispositivo de detección 100 comprende al menos un primer elemento sensor 112 y un segundo elemento sensor 122 procesados en el mismo chip, es decir, procesados en el mismo sustrato 102. Por lo tanto, el primer elemento sensor 112 y el segundo elemento sensor 122 y los elementos sensores adicionales opcionales,

pueden ser elementos sensores procesados homogénea o heterogéneamente, procesados en el mismo sustrato 102. De manera ventajosa, los elementos sensores son elementos sensores procesados de forma homogénea 112, 122 en el mismo sustrato 102. Los elementos sensores 112, 122 pueden estar integrados en el mismo sustrato 102 con lo que las diferentes capas que constituyen los diferentes elementos sensores se procesan para ambos elementos sensores 112, 122 que usan la misma tecnología de procesamiento, por ejemplo - pero no limitada a – la tecnología de procesamiento CMOS. Los elementos sensores pueden comprender normalmente una pluralidad de píxeles. Los píxeles normalmente pueden estar dispuestos en forma de matriz en un número de columnas y filas, aunque la invención no se limita a los mismos. Los elementos sensores pueden denominarse como elementos sensores de trama, cuando los elementos sensores son elementos sensores bidimensionales, que comprenden, por ejemplo, una matriz de píxeles sensores  $m \times n$ . Los dos elementos sensores pueden seleccionarse de manera que al menos uno del número de píxeles en una fila o el número de píxeles en una columna sea el mismo para ambos sensores. En una realización ventajosa, los elementos sensores pueden comprender un gran número de píxeles en una dirección para formar imágenes de manera simultánea en una región de interés relativamente amplia. Si por ejemplo el dispositivo de detección se usa para detectar o monitorizar una región de interés usando un UAV, una anchura de exploración preferida puede ser de al menos 1000 m, más de manera ventajosa al menos 2000 m, más de manera ventajosa aún de al menos 3000 m. Teniendo en cuenta una resolución topográfica preferida de al menos 1 m, más de manera ventajosa de al menos 50 cm, más de manera ventajosa aún de al menos 30 cm, el número de píxeles en una dirección puede, en algunos ejemplos, ser de al menos 1000, en otros ejemplos de al menos 4000, en otros ejemplos más de 10000. A modo de ilustración, las realizaciones de la presente invención no están limitadas de esta manera, se muestra un ejemplo de una disposición para los elementos sensores 112, 122 en el sustrato en la figura 2. Los elementos sensores 112, 122 se alinean de manera ventajosa en superficie. La distancia entre los dos sensores puede ser menor que 1 mm, aunque las realizaciones de la presente invención no se limitan de esta manera.

El dispositivo sensor 100 comprende, además, una unidad y una circuitería de lectura para accionar los elementos sensores 112, 122. El accionamiento y la circuitería de lectura 130 pueden adaptarse para accionar de manera diferente los elementos sensores 112, 122 entre sí. Por ejemplo, el tiempo de integración en el que los píxeles de los elementos sensores 112, 122 están capturando información puede ser diferente. El accionamiento y la circuitería de lectura 130 pueden ser una unidad y un circuito de lectura como se conoce a partir de la técnica anterior, con lo que el accionamiento y la circuitería de lectura 130 pueden comprender componentes tales como amplificadores, conmutadores, buses, etc. En algunas realizaciones, el diseño de píxel, la estructura de columna y el controlador de bus están dispuestos de manera que puede evitarse un multiplexor que siga al bus, lo que resulta en una mejor calidad de imagen. El accionamiento y la circuitería de lectura pueden adaptarse también para leer los elementos sensores 112, 122. La lectura puede optimizarse para una lectura eficiente y rápida. Por ejemplo, en un sensor de  $10000 \times 1200$  la velocidad de trama a resolución completa puede ser al menos de 35 tramas por segundo, por ejemplo, al menos 50 tramas por segundo. El accionamiento y la lectura pueden realizarse también por diferentes componentes, es decir, pueden proporcionarse una circuitería de accionamiento individual y una circuitería de lectura individual. Los sensores pueden estar equipados con obturadores de manera que puede obtenerse un cierre rápido, por ejemplo, un cierre electrónico. Los elementos sensores, así como la circuitería de accionamiento y de lectura pueden procesarse en el mismo chip o matriz usando el procesamiento de semiconductor, tal como, por ejemplo, la tecnología CMOS, las realizaciones de la invención no están limitadas a la misma. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que la integración y la fabricación en el mismo chip pueden resultar en un comportamiento térmico similar al de los al menos dos sensores, que pueden ser de importancia significativa como para las UAV de peso ligero, normalmente no puede proporcionarse una compensación de las cargas térmicas en los sistemas en vista del peso. Un comportamiento térmico similar de los sensores también puede ser ventajoso en otras aplicaciones, cuando se necesita ninguna o poca compensación de carga térmica.

Mientras que las realizaciones de la presente invención se han escrito haciendo referencia a la tecnología CMOS, la invención no está limitada a la misma. El dispositivo de detección puede fabricarse usando cualquier tipo adecuado de procesamiento, tal como por ejemplo, usando el procesamiento de semiconductor, el procesamiento de semiconductor III-V, haciendo uso de una tecnología de transistor diferente, usando la tecnología MOS, etc. En algunas realizaciones de acuerdo con la presente invención, también pueden usarse dispositivos acoplados de carga CCD.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, el dispositivo de detección está adaptado para proporcionar información espectral diferente para diferentes partes de una región de interés usando el primer elemento sensor bidimensional. El dispositivo de detección puede, por lo tanto, adaptarse para generar una imagen multiespectral. En algunas realizaciones, el dispositivo sensor puede estar adaptado para generar datos hiperespectrales, es decir, en muchas bandas espectrales estrechas. Como el primer elemento sensor de acuerdo con las realizaciones de la presente invención es un elemento sensor bidimensional y como se captura información espectral diferente, normalmente, parte del elemento sensor puede usarse para obtener información espectral en una primera longitud de onda o en una primera región de longitud de onda de una parte de la región de interés, y al menos otra parte del elemento sensor puede usarse para obtener información espectral en al menos una segunda longitud de onda o en al menos una segunda región de longitud de onda para al menos otra parte de la región de interés. En algunas realizaciones, pueden usarse diferentes líneas del elemento sensor para recopilar datos en diferentes longitudes de onda espectrales o en diferentes regiones de longitud de onda espectrales. En otras

realizaciones, por ejemplo, pueden usarse diferentes bloques del elemento sensor para detectar diferentes datos espectrales o pueden usarse diferentes columnas para detectar diferentes datos espectrales. Con el fin de capturar información espectral diferente, un filtro multiespectral 114, un filtro de manera ventajosa hiperespectral, pueden estar presentes. El filtro multiespectral 114 forma junto con el primer elemento sensor 112 y el accionamiento y la circuitería de lectura o parte del mismo para controlar el primer elemento sensor 112, el primer sensor. El filtro multiespectral puede aplicarse directamente al primer elemento sensor, por ejemplo, comportándose mecánicamente como un único elemento. Como alternativa, los dos componentes pueden estar separados entre sí, pero configurados o dispuestos de manera que se obtenga el filtrado apropiado. A modo de ilustración, se tratan ahora algunos ejemplos de sensores multiespectrales.

De acuerdo con un ejemplo específico, el sensor multiespectral puede adaptarse para la formación de imágenes multiespectrales o de manera ventajosa hiperespectrales usando un filtro variable lineal (LVF). El filtro variable lineal puede ser, por ejemplo, un sustrato recubierto con un filtro de interferencia con diferentes, por ejemplo, espesores que aumentan a lo largo de una dirección. La aplicación de un filtro de este tipo delante del primer elemento sensor, por ejemplo, sobre la superficie del primer elemento sensor, da como resultado en el pico de la curva de transmisión que varía con el espesor. De esta manera diferentes partes del sensor pueden detectar diferentes intervalos espectrales del espectro electromagnético. Para evitar transmisiones de orden superior, por ejemplo, las transmisiones de segundo orden, podrían usarse diferentes sensores con diferente sensibilidad, por ejemplo, un sensor sensible en el intervalo de 400 nm a 700 nm y un sensor sensible en el intervalo de 700 nm y 1000 nm. El filtro variable lineal puede proporcionar un cambio que varíe de manera continua sustancialmente en longitud de onda de transmisión. En un ejemplo, un filtro LVF de este tipo puede variar a través del espectro visual NIR. Es una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que el uso de un filtro variable lineal pueda proporcionar un sensor multiespectral único que sea compacto y de bajo peso. Como alternativa, puede usarse un filtro de transmitancia inducida.

En otro ejemplo específico, el sensor multiespectral se obtiene proporcionando diferentes filtros espectrales sobre las diferentes zonas del elemento de detección de manera que se obtengan diferentes sub-imágenes espectrales. Los diferentes filtros espectrales pueden ser los recubrimientos aplicados a las diferentes zonas del elemento de detección. Los diferentes filtros espectrales pueden estar dispuestos como un filtro de paso de tal manera que un número de líneas del elemento de detección están cubiertas por un filtro que filtra una longitud de onda espectral o un intervalo de longitud de onda espectral, un número de líneas vecinas del elemento de detección están cubiertas por un filtro que filtra en una segunda longitud de onda o en un segundo intervalo de longitud de onda espectral, un número adicional de líneas vecinas del elemento de detección están cubiertas por un filtro que filtra en una tercera longitud de onda o en un tercer intervalo de longitud de onda espectral, etc.

A modo de ilustración, se muestra un conjunto de datos hiperespectrales que pueden obtenerse usando un sensor de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención en la figura 3. Mientras que se haga referencia a los datos hiperespectrales, esto último también se aplica a los datos multiespectrales. La figura 3 ilustra una pluralidad de imágenes hiperespectrales posteriores registradas en  $m$  periodos de tiempo posteriores, con lo que los espectros se registran para un movimiento relativo entre la región de interés y el sistema de detección o de formación de imágenes correspondiente con un desplazamiento total sobre una distancia  $x_m - x_1$  recorrida durante el total de los periodos de tiempo posteriores.

La figura 3 ilustra  $m$  imágenes hiperespectrales, comprendiendo cada imagen  $m$  líneas, en las que la línea  $L_i$  comprende información de la longitud de onda  $\lambda_i$  o por ejemplo de la banda espectral  $\lambda_i - \lambda_{i-1}$ . Las diferentes imágenes se graban dentro de  $m$  tramas de tiempo posteriores. A modo de ilustración, la formación de imágenes de una posición física en las coordenadas  $x_p$  y  $y_q$  de la región de interés se indica a través de las diferentes imágenes hiperespectrales. Por ejemplo, puede verse que en la información con respecto a la posición física en la coordenada  $x_1$  para diferentes coordenadas  $y_q$  de la región de interés está en la primera imagen hiperespectral  $HI_1$  encontrada en la línea 1, en la segunda imagen hiperespectral  $HI_2$  encontrada en la línea 2, en la tercera imagen hiperespectral  $HI_3$  encontrada en la línea 3, ... y en la  $m$ -ésima imagen hiperespectral  $HI_m$  encontrada en la línea  $m$ . En cada una de estas imágenes hiperespectrales esta información se representa en forma de imágenes para una longitud de onda o región de longitud de onda diferente. Visto de una manera alternativa, la información con respecto a la región de interés representada en forma de imágenes en la longitud de onda  $\lambda_m$  o en una banda espectral correspondiente  $\lambda_m - \lambda_{m-1}$ , puede encontrarse combinando la información en línea  $m$  de las imágenes hiperespectrales posteriores como líneas de imagen adyacentes, formando el conjunto sobre las  $m$  imágenes hiperespectrales una imagen  $m \times n$  de la región de interés representada en forma de imágenes en la longitud de onda  $\lambda_m$  o en una banda espectral correspondiente  $\lambda_m - \lambda_{m-1}$ . Del mismo modo, las otras líneas de  $m$  imágenes hiperespectrales posteriores contienen información con respecto a una región de interés en una longitud de onda diferente o en una banda espectral diferente. Esto último ilustra cómo las imágenes hiperespectrales proporcionan información con respecto a diferentes longitudes de onda espectrales o en diferentes bandas espectrales y cómo las imágenes hiperespectrales posteriores registradas durante el movimiento relativo de la región de interés y el sistema de detección pueden proporcionar una imagen de la región de interés total para diferentes longitudes de onda o en diferentes bandas espectrales. Debe observarse, que mientras que el principio se ilustra para las líneas posteriores que cubren diferentes longitudes de onda, las realizaciones de la presente invención no se limitan a las mismas, y la variedad de

información espectral pueden obtenerse también en otras direcciones, por ejemplo, variando la información espectral de las columnas posteriores. Además, mientras que el principio se ilustra para un sensor en el que cada línea se corresponde con una longitud de onda diferente o región espectral, las realizaciones de la presente invención no se limitan a las mismas y varias líneas de la imagen espectral pueden corresponderse con la misma longitud de onda o región espectral. Es una característica de una imagen espectral que la imagen comprenda información con respecto a al menos dos longitudes de onda diferentes o regiones espectrales. La captura de información usando el principio como se ha descrito anteriormente tiene la ventaja de que usando un elemento sensor bidimensional, las imágenes bidimensionales se registran en diferentes longitudes de onda o regiones espectrales, es decir, que da como resultado una información de tres dimensiones (dos dimensiones posicionales, una dimensión espectral). En otras palabras, en algunas realizaciones de acuerdo con la presente invención, el elemento sensor de los datos espectrales puede usarse como un conjunto de sub-elementos de detección de líneas o bloques grabando cada sub-elemento la información posicional para una longitud de onda dada o en una región espectral, con lo que la grabación a lo largo del tiempo durante el movimiento relativo de la región de interés con respecto al elemento sensor se corresponde con la exploración de diferentes posiciones de una región de interés.

Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de detección 100 comprende además un segundo elemento sensor bidimensional 122 que forma, junto con el accionamiento y la circuitería de lectura o parte de la misma para accionar el segundo elemento sensor bidimensional 122, el segundo sensor 120. El segundo sensor 120 puede adaptarse para obtener una imagen de la región de interés a partir del cual puede obtenerse la información de georreferenciación. El segundo sensor 120 puede estar adaptado para proporcionar una imagen de alta resolución, por ejemplo, en la escala de grises, proporcionando la información geométrica detallada, por ejemplo, la información geográfica, con respecto a la región de interés. Las imágenes obtenidas a través del segundo sensor 120 pueden permitir derivar los puntos de enlace en la región de interés representada en forma de imágenes. La frecuencia a la que las imágenes se capturan con el segundo sensor puede ser de tal manera que una superposición de la imagen, por ejemplo, con al menos un 10 %, más de manera ventajosa con al menos un 25 %, aún más de manera ventajosa con al menos un 50 %, tal como por ejemplo, se establece con una superposición del 60 % con la imagen anterior, de tal manera que puede detectarse la información con respecto al cambio relativo en la orientación del instrumento entre las imágenes posteriores. La información obtenida con respecto a la rotación puede usarse como una información de referencia geométrica, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, para acoplarse a los datos multispectrales obtenidos usando el primer sensor 110, de tal manera que puedan obtenerse los datos multispectrales georreferenciados.

Las realizaciones de la presente invención se refieren también a un sistema de formación de imágenes. Una representación esquemática de un sistema de formación de imágenes 200 que comprende un sistema de detección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se muestra en la figura 4 a modo de ejemplo. El sistema de formación de imágenes 200 comprende un dispositivo de detección 100 como el que se ha descrito para el ejemplo anterior. El sistema de formación de imágenes 200 comprende además elementos ópticos para guiar la radiación a los dos elementos de detección del dispositivo de detección 100. Los elementos ópticos de este tipo pueden comprender, por ejemplo, al menos una lente 210 para capturar la radiación a recogerse y enfocar la radiación sobre los elementos sensores. En algunas realizaciones, una sola lente 210 puede usarse para recoger la radiación para los dos elementos sensores, mientras que en otras realizaciones pueden usarse diferentes lentes para los diferentes elementos sensores. En algunas realizaciones de acuerdo con la presente invención, la radiación recogida puede dividirse para los dos elementos sensores usando un divisor de radiación, como por ejemplo un divisor de haz 220. Como alternativa, o además del mismo, la configuración de los elementos sensores 112, 122 procesada en el mismo sustrato 102 puede permitir tomar en cuenta la información posicional entre los elementos sensores cuando se correlacionan las imágenes obtenidas usando los dos elementos sensores.

El sistema de formación de imágenes puede comprender además un procesador de imagen 230 para correlacionar las imágenes obtenidas con el primer sensor 110 y el segundo sensor 120. El procesador de imagen puede, por ejemplo, correlacionar la información geométrica, por ejemplo, la información de posición, obtenida con el segundo sensor 120 con la información espectral obtenida en diferentes canales espectrales en el primer sensor 110, de tal manera que se obtenga una información hiperespectral exacta. Tal procesamiento de imágenes puede realizarse en un solo procesador o en una pluralidad de procesadores. El procesamiento puede realizarse después de que se haya capturado todo el conjunto de imágenes, aunque en algunas realizaciones puede realizarse sustancialmente el procesamiento directo, tan pronto como se captura toda la información con respecto a la misma región de interés en ambos sensores 110, 120. Una descripción más detallada del procesamiento de imágenes que puede realizarse por un procesador 230 de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se tratará más adelante con referencia a la figura 6, que ilustra las etapas convencionales y opcionales de un ejemplo de un método para la detección de acuerdo con una realización de la presente invención.

El dispositivo de formación de imágenes puede comprender además un sistema de posicionamiento global para proporcionar datos de GPS y/o una unidad de medición inercial para proporcionar datos de inercia con respecto al sistema de formación de imágenes. Tales componentes pueden ayudar a proporcionar datos de geo-referenciación aproximados que pueden ayudar a derivar los datos espectrales georreferenciados basándose en la imagen obtenida con el segundo sensor 120.

En un aspecto, la presente invención, por lo tanto, se refiere también a un sistema de formación de imágenes como



se ha descrito anteriormente, que comprende un dispositivo de detección como se ha descrito anteriormente. En otro aspecto, la presente invención también se refiere a un sistema industrial o vehículo aéreo no tripulado (UAV) que comprende un sistema de formación de imágenes del tipo para monitorizar, formar imágenes o para la inspección. Es por lo tanto una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que el dispositivo de detección comprenda los dos elementos de detección en el mismo sensor, de tal manera que la carga térmica debida a la variación de temperatura o de tal manera que las condiciones ambientales tengan menos influencia sobre el resultado obtenido.

En otro aspecto más, la presente invención se refiere a un método para obtener datos de imágenes con respecto a una región de interés. Es por lo tanto una ventaja de las realizaciones de acuerdo con la presente invención que los datos multiespectrales de una región de interés puedan obtenerse con alta precisión geométrica, por ejemplo, la precisión geográfica, por ejemplo, una precisión geométrica que es significativamente mayor que la que puede obtenerse usando el posicionamiento global y/o solo los sistemas de medición inercial. El método es especialmente adecuado en aplicaciones en las que se obtienen datos multiespectrales de una región de interés usando el dispositivo de detección que se someten a un movimiento relativo con respecto a la región de interés, tal como, por ejemplo, en el caso en que se realiza la formación de imágenes aéreas o, por ejemplo durante la inspección industrial de productos que se mueven. En el caso de formación de imágenes aéreas, el método, además, es especialmente adecuado también para su uso en vehículos aéreos no tripulados (UAV), ya que el método puede realizarse usando componentes de bajo peso, que es un requisito importante si los vehículos aéreos no tripulados son para usarse durante un tiempo más largo. Más específicamente, cuanto menor es el peso a transportar, menor será el consumo de energía necesaria y mayores los tiempos de vuelo que pueden obtenerse con los vehículos aéreos no tripulados.

Con referencia a la figura 5, que indica un diagrama de flujo de un método de realización de acuerdo con la presente invención, el método 300 para obtener datos de imágenes comprende en una primera etapa 310 obtener un conjunto de datos multiespectrales, datos hiperespectrales de manera ventajosa, con respecto a una región de interés usando un primer elemento sensor y obtener una imagen bidimensional de la región de interés usando un segundo elemento sensor. Por lo tanto, obtener tales datos puede comprender adquirir los datos usando sensores, por ejemplo, como se ha descrito en un sistema anteriormente. Como alternativa, obtener datos puede comprender también recibir datos a través de un puerto de entrada en un sistema de procesamiento, con lo que, por ejemplo, los datos pueden haberse registrado anteriormente. Obtener datos de este modo es obtener datos a partir de un elemento sensor primero y segundo, estando ambos elementos sensores integrados en el mismo chip, estando por lo tanto posicionados en el mismo sustrato. La información obtenida de este modo puede correlacionarse a través de la configuración de elementos sensores como los integrados en el mismo chip. En una etapa posterior 320, la información de referencia geométrica, puede derivarse a partir de la imagen bidimensional de la región de interés, como la obtenida en la primera etapa 310. De manera ventajosa, la imagen bidimensional de la región de interés obtenida puede ser una imagen precisa de alta resolución. Esta última puede ser por ejemplo una imagen sin color que puede capturarse rápidamente, de tal manera que sufre poco el movimiento relativo entre el sistema de detección y la región de interés a representarse en forma de imágenes. El método comprende además la etapa 330 de correlacionar la información de referencia geométrica obtenida con los datos multiespectrales con respecto a la región de interés, para obtener de esta manera los datos multiespectrales referenciados geométricos de la región de interés. La correlación puede tener en cuenta también la información del sistema de posicionamiento global y la información de la unidad de medición inercial.

Con el fin de ilustrar adicionalmente las funciones convencionales y opcionales de un método de acuerdo con una realización de la presente invención, la figura 6 ilustra un diagrama de flujo detallado de un método ejemplar para obtener datos de imágenes. De ese modo, el método ejemplar está adaptado para capturar al menos una imagen en dos dimensiones de la región de interés para derivar la información de referencia geométrica, y para capturar imágenes hiperespectrales usando un sistema como el descrito anteriormente. Más específicamente, en el presente ejemplo, las diferentes imágenes hiperespectrales se obtienen durante el movimiento relativo de la región de interés con respecto al sistema de formación de imágenes.

Usando un sensor, se realiza la adquisición de imágenes para obtener una imagen bidimensional de una región de interés en la etapa 430. Tal adquisición de imágenes incluye la adquisición de al menos una imagen, pero puede dar como resultado en la adquisición de un conjunto de imágenes de trama  $FL_1, FL_2, \dots, FL_n$ , con lo que se capturan  $n$  imágenes, como se indica en la etapa 432. Las imágenes tienen de manera ventajosa un solapamiento significativo de manera que la información geométrica, por ejemplo, la información geográfica, en una imagen puede transferirse a una imagen capturada anterior o posteriormente y de manera que puedan detectarse los cambios de orientación relativos. La superposición normalmente puede seleccionarse en el orden de 60 %, aunque las realizaciones de la presente invención no se limitan al mismo. A partir de la superposición de al menos dos imágenes, pueden generarse los puntos de enlace, tal como se indica en la etapa 434. Tales puntos de enlace son puntos que aparecen en la superposición de las imágenes y que permiten de este modo determinar un cambio en la orientación del instrumento entre la adquisición de las imágenes posteriores. Además, algunos puntos de control topográficos pueden estar disponibles, proporcionado información geográfica que indica una correlación geográfica entre los objetos en la región de interés y su imagen en la imagen bidimensional, por ejemplo, a través de GPS, a través de una lista de imágenes grabadas anteriormente, etc. El método puede comprender una etapa de calibración, en la

que se realiza el ajuste del haz como se indica en 442, basándose en los puntos de enlace generados, indicado en 438, en las coordenadas de posicionamiento global, indicado en 440 y en los parámetros de cámara iniciales 436. Esta etapa permite el procesamiento posterior para obtener una orientación exterior más precisa, como se indica en 444, y que puede usarse a continuación para obtener imágenes de trama corregidas que tienen una orientación exterior precisa, como se indica en la etapa 460. Opcionalmente, pueden usarse también los puntos de objeto precisos y los parámetros de cámara de trama. Los puntos de objeto precisos y los parámetros de cámara de trama de calibración exactos, así como los productos del modelo digital de elevación (DEM) convencional pueden obtenerse como se indica en las etapas 446, 448, 480.

Por otro lado, usando otro sensor, la adquisición de imágenes de cámara espectral, por ejemplo, la adquisición de imágenes de cámara hiperespectral se realiza en la etapa 410, lo que da como resultado en un conjunto de imágenes espectrales como se indica en la etapa 412, con lo que, en el presente ejemplo cada imagen espectral consiste en una pluralidad de líneas y cada línea contiene información de una banda espectral específica. Como se expone con referencia a la figura 3, la información espectral completa con respecto a una región de interés para una longitud de onda dada o en una región de longitud de onda dada se distribuye en diferentes imágenes hiperespectrales normalmente representadas en forma de imágenes posteriormente, y usando una división espectral como se indica en 414, se obtiene la información del plano espectral para la región de interés total, como se indica en las etapas 416a, 416b. Usando la información de referencia geométrica obtenida en la etapa 460, puede obtenerse la información multispectral referenciada geométrica acoplando la información referenciada geométrica que incluye, por ejemplo, la información de orientación, para los datos de plano espectral, que incluye opcionalmente los parámetros de cámara hiperespectral calibrados como se indica en 462. Esto último da como resultado la información espectral referenciada geométrica, como se muestra en 418a, 418b.

Usando los datos obtenidos, puede realizarse una ortorrectificación de las imágenes como se indica en las etapas 420 y 450 para la imagen bidimensional multispectral y convencional respectivamente, que da como resultado una ortofoto tanto para la imagen bidimensional multispectral como la convencional, como se indica en las etapas 422 y 452 respectivamente. La ortorrectificación significa terreno corregido de referencia geométrica de la imagen usando, por ejemplo, los parámetros de orientación exterior de sensor, los parámetros de cámara de trama (también denominados como orientación interna) y los productos del modelo de elevación digital (DEM) convencionales. El resultado de esta operación es una ortofoto. La combinación de estas imágenes de ortofoto permite realizar el enfoque PAN de los datos multispectrales, como se indica en la etapa 470, de tal manera que puede obtenerse una ortofoto hiperespectral de enfoque PAN, como se indica en la etapa 472. La ortorrectificación de la imagen bidimensional convencional puede dar lugar a un modelo de superficie digital, como se indica en la etapa 454.

La vista general esquemática anterior ilustra algunas funciones y ventajas convencionales y opcionales de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Cuando los ejemplos de las realizaciones de la presente invención se refieren principalmente a la referencia geométrica para la fotografía aérea, la formación de imágenes aéreas o la formación de imágenes de satélite, como se ha indicado anteriormente, las realizaciones de la presente invención no se limitan a las mismas y pueden, por ejemplo, usarse también para la inspección industrial etc. En un ejemplo, puede usarse un dispositivo de detección por ejemplo para la inspección de mercancías sobre una cinta transportadora, por ejemplo para la detección de materiales extraños entre las mercancías o para detectar mercancías que se desvían. Tales materiales extraños o mercancías que se desvían normalmente mostrarán una imagen espectral que se desvía de la imagen espectral esperada. La información de referencia geométrica puede ser una posición lateral de los objetos o materiales, pero también puede ser una altura o una altura relativa. Una altura o la altura relativa de los objetos pueden, por ejemplo, determinarse a partir de la información de referencia geométrica basada en el ángulo de visión del sensor de referencia geométrica con respecto al objeto representado en forma de imágenes. La derivación de la información de la altura a partir de los datos de imagen basados en una posición de sensor conocida y a un ángulo de visión con respecto a la región general de interés a representarse en forma de imágenes se conoce por los expertos en la materia.

En un aspecto, la presente invención se refiere también a un sistema de procesamiento en el que el método para detectar o formar imágenes o parte de tal método como se describe en las realizaciones de los aspectos anteriores se implementan de una manera basada en software. La figura 7 muestra una configuración de un sistema de procesamiento 500 que incluye al menos un procesador programable 503 acoplado a un subsistema de memoria 505 que incluye al menos una forma de memoria, por ejemplo, RAM, ROM, y así sucesivamente. Debe observarse que el procesador 503 o los procesadores pueden ser de propósito general, o un procesador de propósito especial, y pueden ser para su inclusión en un dispositivo, por ejemplo, un chip que tiene otros componentes que realizan otras funciones. Por lo tanto, uno o más aspectos de las realizaciones de la presente invención pueden implementarse en una circuitería electrónica digital, o en hardware, firmware, software de ordenador o en combinaciones de los mismos. El sistema de procesamiento puede incluir un subsistema de almacenamiento 507 que tenga al menos una unidad de disco y/o una unidad de CD-ROM y/o una unidad de DVD. En algunas implementaciones pueden incluirse, un sistema de visualización, un teclado, y un dispositivo de puntero como parte de un subsistema de interfaz de usuario 509 para proporcionar a un usuario información de entrada de manera manual. Los puertos de entrada y salida de datos también pueden incluirse. Más elementos tales como conexiones de red, interfaces para

diversos dispositivos, y así sucesivamente, pueden incluirse, pero no se ilustran en la figura 7. Los diversos elementos del sistema de procesamiento 500 pueden acoplarse de diversas maneras, incluyendo a través de un subsistema de bus 513 mostrado en la figura 7 por simplicidad como un solo bus, pero se entenderá por los expertos en la materia que incluye un sistema de al menos un bus. La memoria del subsistema de memoria 505 puede, en algún momento contener parte o la totalidad (en cualquier caso mostrado como 511) de un conjunto de instrucciones que cuando se ejecutan en el sistema de procesamiento 500 implementan las etapas de las realizaciones del método descritas en el presente documento. Por lo tanto, mientras que un sistema de procesamiento 500 tal como el mostrado en la figura 7 es una técnica anterior, un sistema que incluye las instrucciones para implementar los aspectos de los métodos para detectar o formar imágenes no es técnica anterior, y por lo tanto la figura 7 no se etiqueta como técnica anterior.

La presente invención también incluye un producto de programa de ordenador que proporciona la funcionalidad de cualquiera de los métodos de acuerdo con la presente invención cuando se ejecuta en un dispositivo informático. Tal producto de programa de ordenador puede realizarse de manera tangible en un medio portador que lleve el código legible por máquina para su ejecución mediante un procesador programable. Por lo tanto, la presente invención se refiere a un medio de soporte que lleva un producto de programa de ordenador que, cuando se ejecuta en medios informáticos, proporciona instrucciones para ejecutar cualquiera de los métodos como se han descrito anteriormente. El término "medio portador" se refiere a cualquier medio que participa en proporcionar instrucciones a un procesador para su ejecución. Un medio de este tipo puede tomar muchas formas, incluyendo, pero no limitado a, medios no volátiles y medios de transmisión. Los medios no volátiles incluyen, por ejemplo, discos ópticos o magnéticos, tales como un dispositivo de almacenamiento que es parte de un almacenamiento masivo. Las formas comunes de medios legibles por ordenador incluyen, un CD-ROM, un DVD, un disco flexible o disquete, una cinta, un chip o cartucho de memoria o cualquier otro medio a partir del cual un ordenador pueda leer. Diversas formas de medios legibles por ordenador pueden estar involucradas en la realización de una o más secuencias de una o más instrucciones a un procesador durante su ejecución. El producto de programa de ordenador puede transmitirse también a través de una onda portadora en una red, tal como una LAN, una WAN o Internet. Los medios de transmisión pueden tomar la forma de ondas acústicas o luminosas, tales como las generadas durante las comunicaciones de datos por ondas de radio y por infrarrojos. Los medios de transmisión incluyen cables coaxiales, alambre de cobre y fibra óptica, incluyendo los cables que componen un bus dentro de un ordenador.

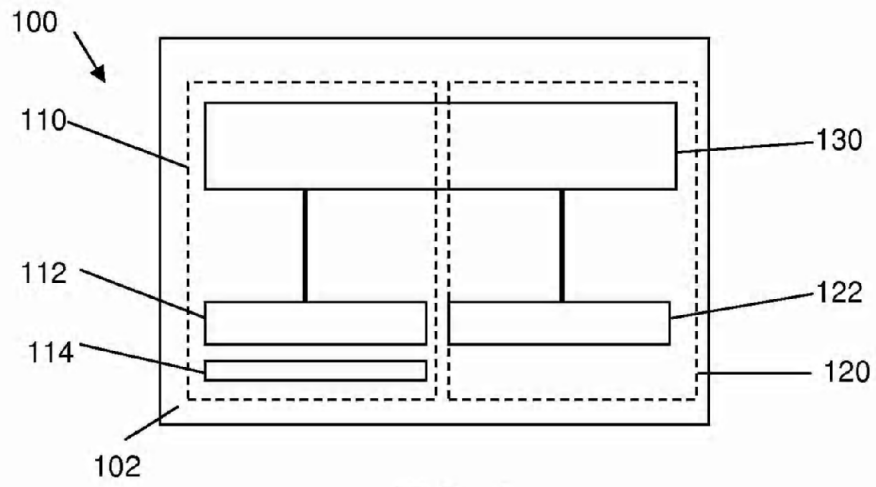
Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas. La invención no se limita a las realizaciones descritas. Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden entenderse y efectuarse por aquellos expertos en la materia en la práctica de la invención reivindicada. La descripción anterior detalla ciertas realizaciones de la invención. Se apreciará, sin embargo, que no importa lo detallado que aparezca lo anterior en el texto, la invención puede ponerse en práctica de muchas maneras, y por lo tanto no se limita a las realizaciones divulgadas. Debería observarse que el uso de terminología específica cuando se describen ciertas funciones o aspectos de la invención no debería tomarse para implicar que la terminología se está redefiniendo en el presente documento a estar restringida para incluir cualquier característica específica de las funciones o aspectos de la invención con la que esa terminología está asociada.

Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios elementos citados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se citen en las reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse de manera ventajosa. Un programa de ordenador puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse de otras formas, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones inalámbricas o por cable. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como que limita el alcance.

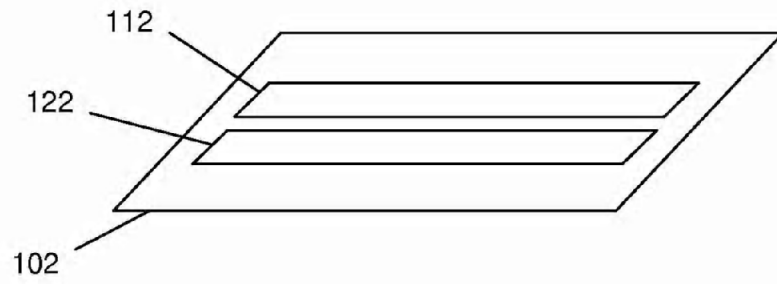
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un dispositivo de detección (100) para obtener datos de imágenes multispectrales referenciadas geométricas de una región de interés en movimiento relativo con respecto al dispositivo de detección (100), comprendiendo el dispositivo de detección (100)
- 10 - al menos un primer elemento sensor bidimensional (112), y un filtro espectral (114)  
 - estando el dispositivo de detección (100) adaptado para obtener imágenes multispectrales posteriores durante dicho movimiento relativo de la región de interés con respecto al dispositivo de detección proporcionando de esta forma una información espectral distinta para las diferentes partes de una región de interés usando el primer elemento sensor (112) con lo que el filtro espectral y el primer elemento sensor están dispuestos para obtener información espectral en una primera longitud de onda o un primer intervalo de longitud de onda usando una parte del primer elemento sensor (112) y para obtener información espectral en una segunda longitud de onda o un segundo intervalo de longitud de onda usando otra parte del primer elemento sensor (112),
- 15 **caracterizado por que** el dispositivo de detección (100) comprende un segundo elemento sensor bidimensional (122),  
**y por que** el dispositivo de detección (100) está adaptado para proporcionar, usando el segundo elemento sensor (122), una imagen de la región de interés para generar información de referencia geométrica para acoplarse a la información espectral distinta,
- 20 **y por que** el primer elemento sensor (112) y el segundo elemento sensor (122) están integrados en el mismo sustrato.
- 25 2. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el filtro espectral (114) se proporciona en el primer elemento sensor (112) para obtener información espectral distinta en al menos dos líneas o columnas o bloques diferentes del primer elemento sensor (112).
- 30 3. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el filtro espectral es un filtro de paso que comprende una pluralidad de bandas espectrales que permiten el filtrado espectralmente dependiente en diferentes posiciones en el primer elemento sensor (112).
- 35 4. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el filtro espectral (114) es un filtro variable lineal que permite el filtrado espectralmente dependiente en diferentes posiciones en el primer elemento sensor (112).
- 40 5. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato es un chip semiconductor.
- 45 6. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer elemento sensor (112) está adaptado para ser un sensor hiperespectral.
- 50 7. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los píxeles del primer elemento sensor (112) están alineados con los píxeles del segundo elemento sensor (122).
- 55 8. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando el dispositivo de detección (100) integrado en un sistema de formación de imágenes (200) para obtener información de imágenes multispectral.
9. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el sistema de formación de imágenes (200) comprende un procesador (230) para acoplar la información de referencia geométrica a la información multispectral.
10. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que el sistema de formación de imágenes (200) comprende además un único elemento óptico (210) para enfocar la radiación de la región de interés en cada uno de los elementos sensores (112, 122).
- 60 11. Un dispositivo de detección (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el primer sensor está configurado para capturar sustancialmente de manera simultánea información de imágenes de una parte de la región de interés usando una parte del primer sensor e información de imágenes de otra parte de la región de interés usando otra parte del primer sensor, y en el que el segundo sensor está configurado para capturar sustancialmente de manera simultánea información de imágenes tanto de dicha una parte de la región de interés como de dicha otra parte de la región de interés.
- 65 12. Un método (300) para obtener datos de imágenes con respecto a una región de interés en movimiento relativo con respecto a un dispositivo de detección, comprendiendo el método

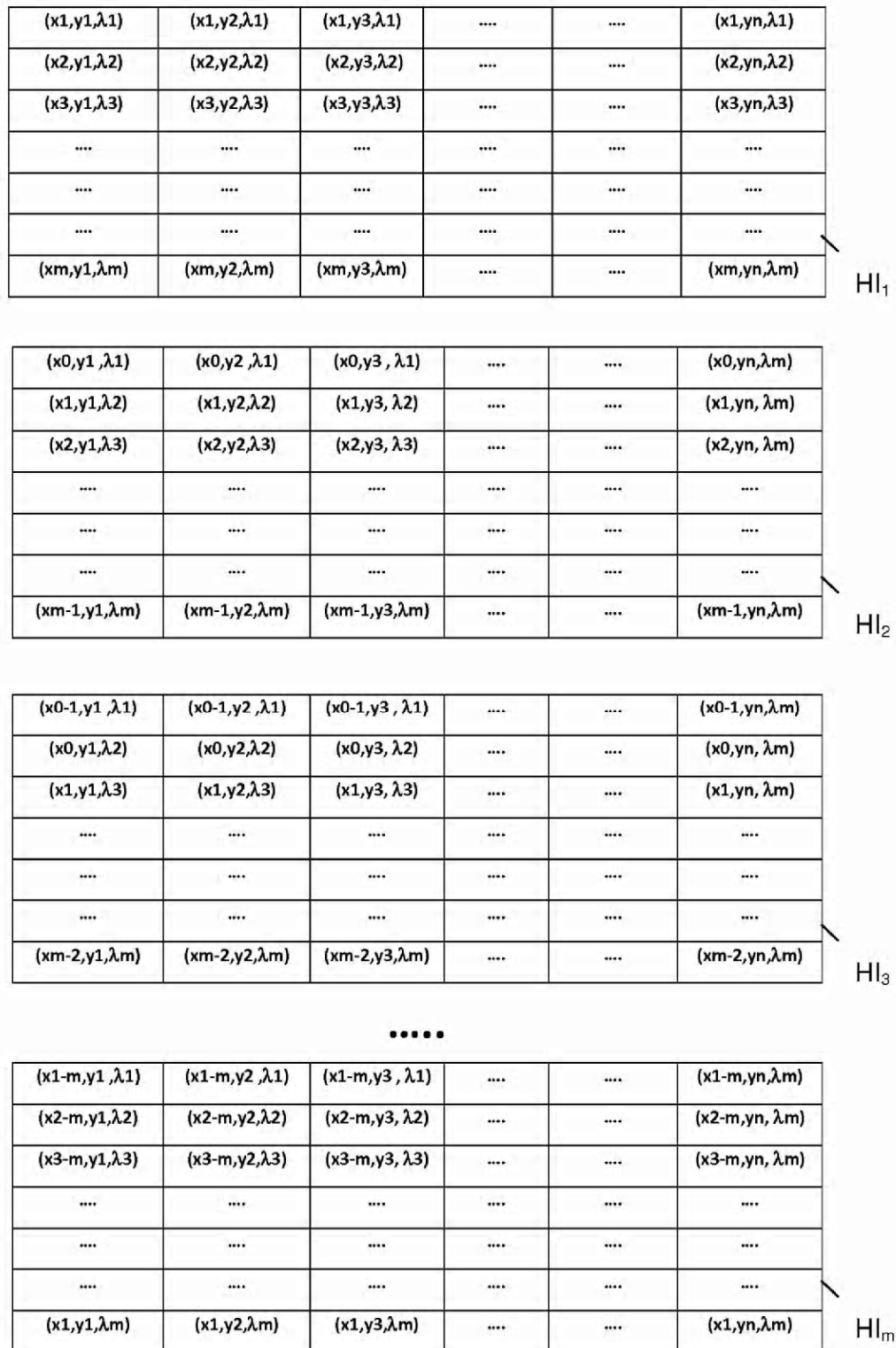
- 5 - obtener (310) un conjunto de datos espectrales distintos con respecto a una región de interés usando un primer elemento sensor bidimensional obteniendo imágenes multiespectrales posteriores durante el movimiento relativo de la región de interés con respecto al dispositivo de detección, comprendiendo dicha obtención de un conjunto de datos espectrales distintos obtener información espectral en una primera longitud de onda o un primer intervalo de longitud de onda usando una parte del primer elemento sensor y obtener información espectral en una segunda longitud de onda o un segundo intervalo de longitud de onda usando otra parte del primer elemento sensor, y
- caracterizado por que** comprende además
- 10 - obtener una imagen bidimensional de la región de interés usando un segundo elemento sensor integrado en el mismo sustrato que el primer elemento sensor,
- derivar (320) la información de referencia geométrica de la imagen bidimensional de la región de interés, y
- correlacionar (330) la información de referencia geométrica con los distintos datos espectrales con respecto a la región de interés para obtener datos multiespectrales de referencia geométrica de la región de interés.



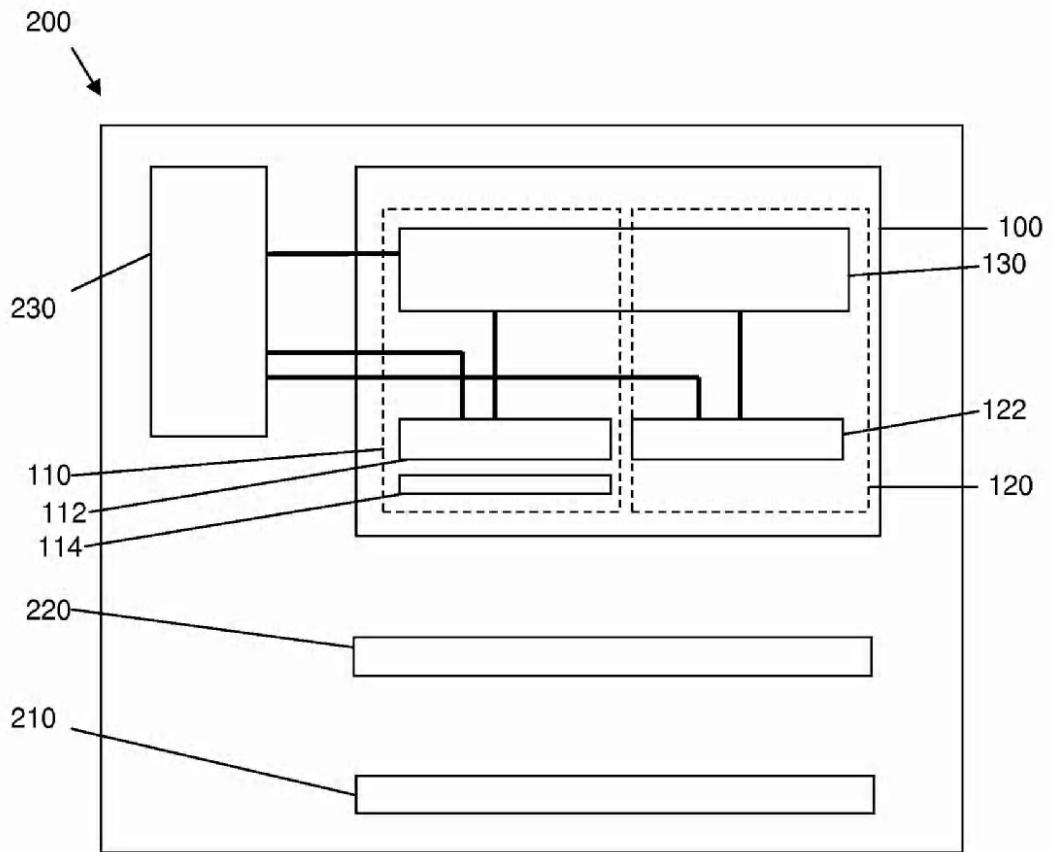
**FIG. 1**



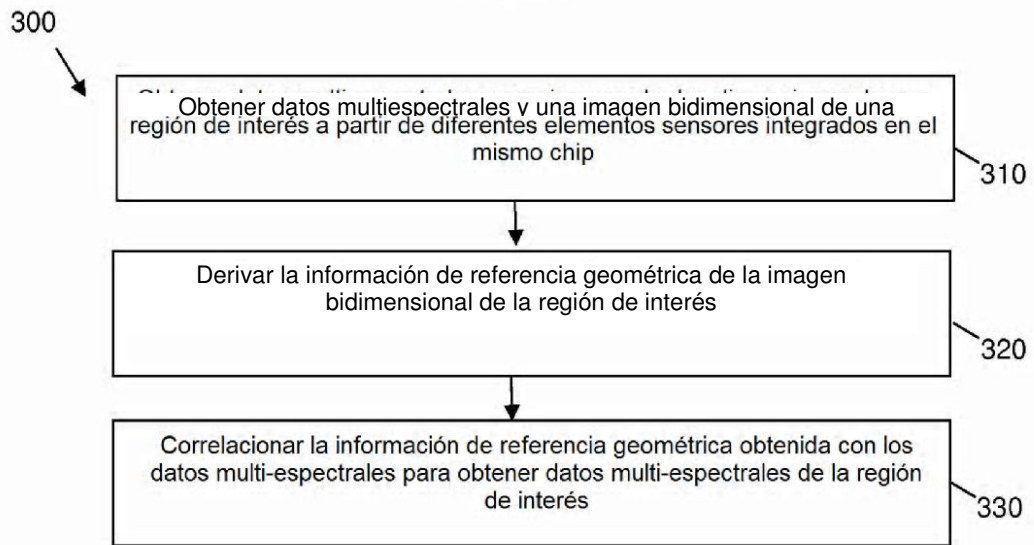
**FIG. 2**



**FIG. 3**

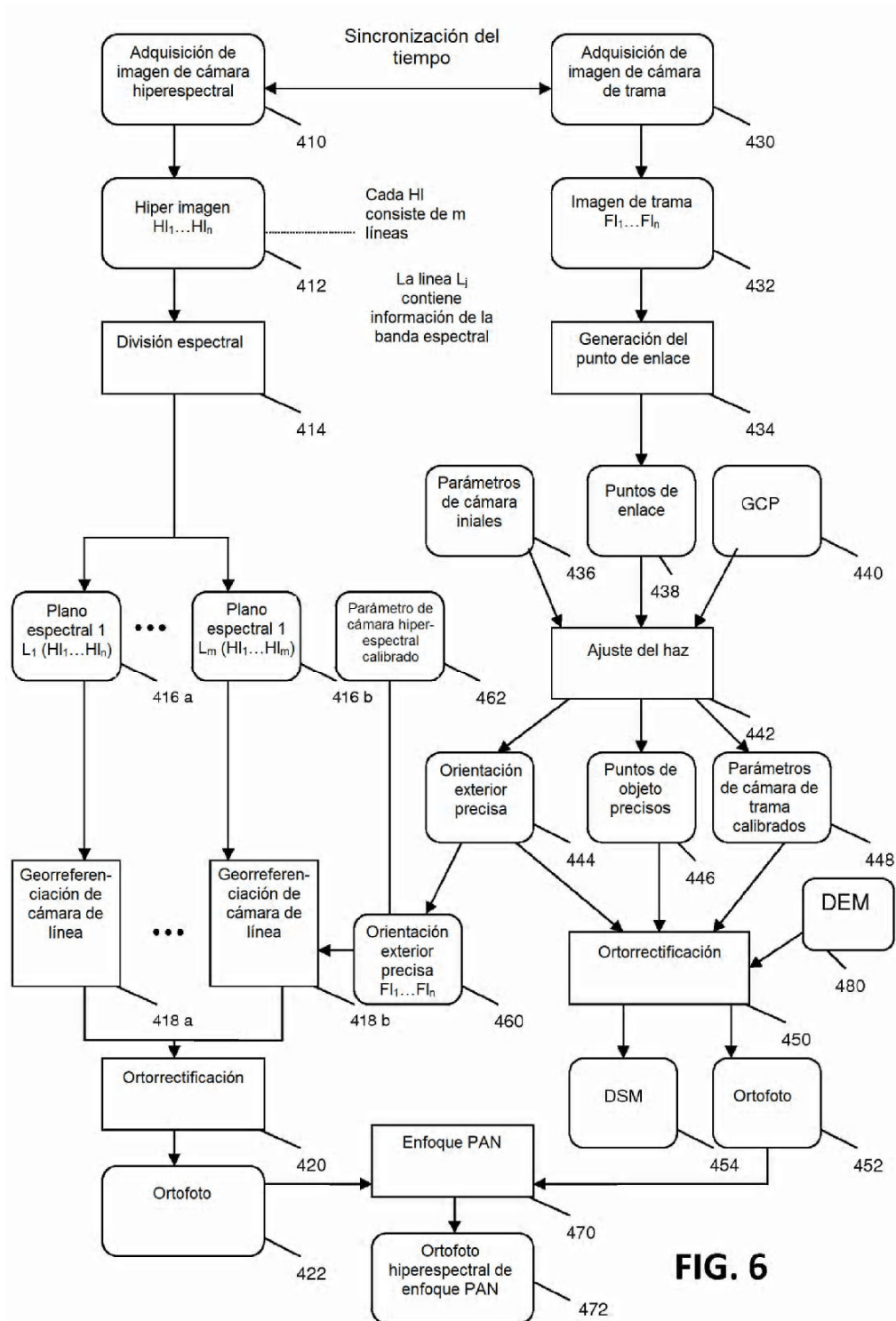


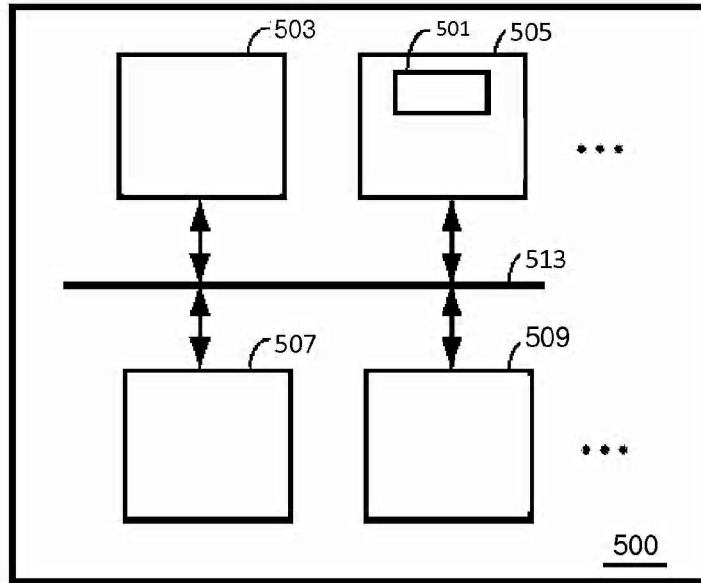
**FIG. 4**



**FIG. 5**







**FIG. 7**