



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 665**

51 Int. Cl.:
G02B 27/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05107653 .7**

96 Fecha de presentación : **19.08.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1630589**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

54 Título: **Instrumento de observación con síntesis de apertura óptica y campo de observación y/o resolución, variable.**

30 Prioridad: **31.08.2004 FR 04 51939**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2011

73 Titular/es: **THALES**
45, rue de Villiers
92200 Neuilly-sur-Seine, FR

72 Inventor/es: **Thomas, M. Eric y**
Falzon, M. Frédéric

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 362 665 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

Instrumento de observación con síntesis de apertura óptica y campo de observación, y/o resolución, variable

La invención se refiere al campo de los instrumentos de observación denominados “de síntesis de apertura óptica” y fundamentalmente a los embarcados en unos satélites.

- 5 Existen instrumentos con síntesis de apertura óptica tales como los descritos especialmente en el documento de Glindenmann A. y col.: “The VLT Interferometer : a unique instrument for high resolution astronomy” artículo de Internet en línea de marzo de 2000, XP002324455, el documento “Après-Midi : aperture synthesis in the mid-IR with the VLTI”, por B. López y col., XP2324456, o el documento de Unwin S. C. y col.: “The Space Interferometry Mission” Proceedings of SPIE, Interferometry for optical astronomy, vol. 4006, julio de 2000, páginas 754-761, XP002324457.
- 10 Todos estos diferentes sistemas presentan el inconveniente de estar adaptados para una detección de objetos celestes a partir de la observación de franjas de interferencia y no permiten proporcionar unas imágenes que permitan la observación de escenas extensas.

- 15 Como es sabido por el experto en la técnica, la observación de escenas (u orígenes) extensos, como por ejemplo la Tierra o una parte de ésta, con alta resolución desde el espacio y en particular desde órbitas elevadas, necesita unos telescopios de gran diámetro, típicamente superior a 10 metros para una resolución métrica desde una órbita geostacionaria. Ahora bien, la dificultad de realización de los espejos así como su peso aumenta con su diámetro. Por otro lado, la capacidad de los lanzadores (determinada principalmente por el volumen de su carga) que limita naturalmente el tamaño de los instrumentos embarcados, hace difícil por tanto proyectar la construcción de instrumentos de observación de gran tamaño basados en la utilización de espejos monolíticos.

- 20 Para solucionar tales inconvenientes, se ha propuesto realizar unos instrumentos de observación con síntesis de apertura óptica. Tales instrumentos están formados por al menos dos medios de captura de la luz, como por ejemplo unos “pequeños” espejos, generalmente planos, o de partes de un “gran” espejo, o aún mejor de unos telescopios, que reenvían los haces luminosos capturados por ellos y que provienen de la escena observada, hacia una óptica de combinación de haces del tipo interferométrico que suministra un haz de observación destinado a un detector.

- 25 El interés de este tipo de instrumento, además del hecho de que puede estar embarcado, reside en el hecho de que su detector puede proporcionar unas imágenes cuya resolución es mejor (y por tanto ofrece más detalles) de la que podría ofrecer cada medio de captura de la luz tomado por separado y comparable a la que podría ofrecer un espejo monolítico de gran diámetro.

- 30 Los medios de captura, que forman la pupila del instrumento de observación, deben disponerse por supuesto según una geometría particular definida por unas reglas de sustitución energética en el plano de las frecuencias. Esto impone por lo tanto el respeto a requisitos tales como la isotropía (o la casi isotropía) de la función de transferencia óptica (o FTO), la ausencia de zonas de anulación en la FTO y la minimización de la redundancia de las frecuencias observadas.

- 35 Sin embargo, cuando el instrumento está embarcado, para cumplir una misión de observación elegida, deben igualmente tenerse en cuenta otros parámetros importantes.

- 40 En efecto, un parámetro tal como el campo de observación del instrumento es fuertemente dependiente del tipo de medios de captura de la luz y del tipo de medios de recombinación. Se puede comprobar principalmente como más pequeño que el presentado por un instrumento clásico (que comprende un gran espejo monolítico). Este es principalmente el caso en el que los medios de captura de la luz y los medios de recombinación definen un interferómetro del tipo Michelson, debido a las aberraciones introducidas por las numerosas piezas ópticas y al hecho del principio de recombinación.

La saturación es otro parámetro importante más a tener en cuenta. Así, la utilización de medios de captura de la luz y de medios de recombinación que definen un interferómetro del tipo Fizeau permite obtener un campo de observación comparable al de un instrumento clásico, pero para una saturación elevada.

- 45 El número de medios de captura de la luz utilizados constituyen además otro parámetro importante. En efecto, la probabilidad de avería es función de la complejidad del instrumento de observación y por lo tanto del número de medios de captura de la luz.

Ningún instrumento de observación conocido proporciona una satisfacción completa, la invención tiene por tanto por objetivo mejorar la situación.

- 50 Se propone con este fin un instrumento de observación de síntesis de apertura óptica, que comprende, por un lado, al menos dos dispositivos de observación independientes que comprenden cada uno al menos dos medios de captura de la luz que suministran unos haces ópticos y presentan un campo de observación y una resolución elegidas, y, por otro lado, unos medios de recombinación encargados de recombinar de manera interferométrica los haces ópticos proporcionados por los diferentes dispositivos a fin de suministrar un haz óptico final asociado a una
- 55 resolución mejor que, o equivalente a, la más pequeña resolución de los dispositivos y/o con un campo de

observación inferior o igual al campo de observación más grande de los dispositivos.

Se entiende aquí por “mejor resolución” una resolución de valor inferior, es decir que permite diferenciar unos elementos de dimensiones más pequeñas.

5 El instrumento de acuerdo con la invención puede comprender otras características que se podían tomar por separado o en combinación, y principalmente:

- un detector principal colocado sensiblemente en un plano de enfoque del haz final,
- al menos tres dispositivos,
- cada dispositivo puede comprender al menos tres medios de captura de la luz,
- cada medio de captura de la luz puede ser un espejo, una parte de un espejo o un telescopio,
- 10 - cada dispositivo de observación puede disponer de su propio plano focal y comprende unos medios de recombinación encargados de recombinar de manera interferométrica una parte al menos de los haces ópticos que son proporcionados por sus medios de captura de la luz con el fin de proporcionar al menos un haz óptico de observación,

15 ➤ cada dispositivo puede comprender un detector auxiliar encargado de recoger la parte de los haces recombinados de manera interferométrica por sus medios de recombinación, con el fin de proporcionar una imagen,

20 ■ cada dispositivo puede comprender unos medios de interceptación encargados de extraer una parte al menos de los haces que se suministran por cada uno de sus medios de captura de la luz a fin de orientar la parte capturada hacia sus medios de recombinación. En este caso, los medios de interceptación comprenden por ejemplo unas láminas separadoras implantadas respectivamente en cada uno de los medios de captura de la luz. Como variante, cada lámina se puede sustituir por un espejo solidario con unos medios de desplazamiento que pueden tomar al menos una primera posición en la cual permiten al espejo asociado extraer la integridad del haz proporcionado por el medio de captura de la luz correspondiente y una segunda posición en la que permiten al espejo asociado dejar pasar el haz proporcionado por el medio de captura de la luz correspondiente de manera que pueda recombinarse por los medios de recombinación,

25 ➤ en variante, cada dispositivo puede comprender unos medios de interceptación que extraen una parte al menos de los haces ópticos de observación, proporcionados por los medios de recombinación, con el fin de orientarles hacia el detector auxiliar,

30 ■ los medios de interceptación comprenden por ejemplo una lámina separadora de extracción implantada en un sitio elegido en el trayecto de los haces ópticos de observación. Como variante, esta lámina se puede sustituir por un espejo solidario con unos medios de desplazamiento encargados de adoptar al menos una primera posición en la que permiten al espejo extraer la integridad de los haces suministrados por los medios de recombinación y una segunda posición en la que se permite al espejo dejar pasar los haces proporcionados por los medios de recombinación a fin de que se puedan recombinar por los medios de recombinación.

35 La invención está adaptada particularmente bien, aunque de manera no exclusiva, para la observación de escenas extendidas por medio de satélites que efectúan unos vuelos en formación y sobre los que están embarcados los diferentes componentes de un instrumento de observación del tipo que se ha presentado anteriormente. Sin embargo, la invención está adaptada igualmente a una arquitectura conectada en la que los diferentes componentes están ligados entre sí por una estructura rígida o desplegable.

Otras características y ventajas de la invención surgirán con el examen de la descripción detallada a continuación y los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 - la figura 1 ilustra de manera muy esquemática un ejemplo de configuración de un instrumento de observación de acuerdo con la invención, que comprende tres dispositivos de observación comprendiendo cada uno tres medios de captura de la luz,
- la figura 2 ilustra de manera esquemática, en una vista en sección transversal, un primer ejemplo de realización de una parte de un instrumento de observación de acuerdo con la invención, en el que los dispositivos forman unos interferómetros del tipo Michelson,
- 50 - la figura 3 ilustra de manera esquemática, en una vista en sección transversal, un segundo ejemplo de realización de una parte de un instrumento de observación de acuerdo con la invención, en el que los dispositivos forman unos interferómetros del tipo Fizeau, y
- la figura 4 ilustra de manera esquemática un ejemplo de la FTO de un instrumento de observación de acuerdo con la invención, estando materializado el soporte de la función de transferencia de modulación (FTM) por el disco de puntos que materializa la semifrecuencia de muestreo (o frecuencia de Nyquist) que fija la frecuencia
- 55 más grande observada en un paisaje.

Los dibujos adjuntos podrían no solamente servir para completar la invención, sino también contribuir a su definición, llegado el caso.

La invención tiene por objeto permitir la realización de instrumentos de observación de síntesis de apertura óptica en el campo de la observación y/o resolución variable(s).

- 5 Se hace referencia en primer lugar a la figura 1 para presentar un instrumento de observación de síntesis de apertura óptica I, de acuerdo con la invención.

El instrumento I comprende al menos dos dispositivos de observación D_i independientes, embarcados sobre unos satélites independientes o sobre una estructura conectada, y unos medios de recombinación de haces MR, igualmente embarcados sobre otro satélite o sobre la misma estructura. En el ejemplo ilustrado, el instrumento
10 comprende tres dispositivos de observación D_i ($i = 1$ a 3), pero puede comprender más de tres o bien solamente dos.

Cada dispositivo de observación D_i comprende al menos dos medios de captura de la luz (de aquí en adelante llamados colectores) C_{ij} que proporcionan los haces de luz, representativos de la (o de las) escena(s) (o fuente(s)) que ellos observan, y presenta un campo de observación CO_i y una resolución R_i elegidas. En el ejemplo ilustrado,
15 cada dispositivo de observación D_i comprende tres colectores C_{ij} ($j = 1$ a 3), pero puede comprender más de tres o bien solamente dos. Por otro lado, el número y el tamaño de los colectores C_{ij} que pertenecen a cada dispositivo de observación D_i puede variar de un dispositivo a otro.

Es importante notar que los colectores C_{ij} de un dispositivo de observación D_i pueden estar embarcados eventualmente sobre unos satélites diferentes.

20 Los medios de recombinación MR se disponen de manera que se combinen de manera interferométrica los haces ópticos que son proporcionados por los diferentes dispositivos de observación D_i , con el fin de suministrar un haz óptico final al que están asociadas una resolución R mejor que, o equivalente a, la más pequeña resolución R_i de los dispositivos de observación D_i y/o un campo de observación CO que es inferior o igual al campo de observación CO_i más grande de los dispositivos de observación D_i .

25 Preferentemente, el instrumento I comprende igualmente un detector principal DP implantado en la salida (o más abajo) de unos medios de recombinación MR, como se ilustra en las figuras 2 y 3 sobre las que se volverá más tarde, y encargado de proporcionar unas imágenes de la (o de las) escena(s) observada(s) por los diferentes dispositivos D_i , a partir de un haz óptico final proporcionado por los dichos medios de recombinación MR. Este detector principal DP se instala preferentemente en el plano focal del instrumento I.

30 Igualmente preferentemente, cada dispositivo D_i comprende unos medios de recombinación MC_i encargados de recombinar de una manera interferométrica los haces de luz que son proporcionados por sus colectores C_{ij} con el fin de proporcionar al menos un haz óptico de observación. Por ello, cada dispositivo D_i constituye un interferómetro que presenta su propio plano focal, y el instrumento I de acuerdo con la invención constituye una combinación interferométrica de N ($i = 1$ a N) (sub) instrumentos D_1 a D_N .

35 Por otro lado, cada dispositivo D_i comprende preferentemente un detector auxiliar DA_i implantado en la salida (o más adelante) de sus medios de recombinación MC_i , como se ilustra en las figuras 2 y 3, y encargado de proporcionar unas imágenes de la escena observada por los colectores C_{ij} asociados, a partir del haz óptico de observación proporcionado por los dichos medios de recombinación MC_i .

40 Cuando el instrumento I dispone de un detector principal DP y de detectores auxiliares DA_i , está en condiciones de funcionar de acuerdo con al menos tres modos.

Un primer modo corresponde a una situación en la que todos los dispositivos D_i del instrumento I funcionan simultáneamente y proporcionan unos haces de luz que provienen de la (o de las) escena(s) que observan. En este caso, el instrumento I es la combinación interferométrica de sus diferentes dispositivos (" $I = D_1 + D_2 + \dots + D_N$ ") y las imágenes que proporciona su detector principal DP corresponden a una resolución R (de valor) inferior (y por tanto mejor) a cada una de las resoluciones R_i de los diferentes dispositivos D_i .
45

Por ejemplo, en presencia de tres dispositivos D_i sensiblemente idénticos que ofrecen un campo de observación CO_i y una resolución R_i de alrededor de 3 metros, el instrumento I presenta un campo de observación CO igual a aproximadamente $CO_i/3$ y una resolución R igual a aproximadamente $R_i/3$, es decir de aproximadamente 1 metro.

Un segundo modo corresponde a una situación en la que sólo uno de los dispositivos D_i del instrumento I funciona y proporciona uno o varios haces de luz que provienen de la escena que observa. En este caso, el instrumento I es equivalente al único dispositivo D_i que funciona (" $I = D_i$ ") y las imágenes que proporciona son las suministradas por el detector auxiliar DA_i del dispositivo D_i , que corresponden a la resolución R_i (de valor) superior a R (y por ello menos buena) y al campo de observación CO_i superior a CO.
50

Este segundo modo puede ser el resultado de una elección deliberada y momentánea o bien de un mal funcionamiento surgido al nivel de al menos uno de los dispositivos del instrumento I o al nivel de dicho instrumento I (por ejemplo debido a un problema del espejo de reenvío o de captura). La invención es aquí ventajosa porque permite continuar haciendo funcionar el instrumento I con una resolución (de valor) superior (y por lo tanto menos buena) en caso de avería parcial.

Un tercer modo corresponde a una situación en la que al menos dos dispositivos D_i y D_i' del instrumento I funcionan (o son utilizados) simultáneamente y proporcionan unos haces de luz que provienen de escenas sensiblemente idénticas que observan respectivamente. En este caso, el instrumento I es equivalente a la suma de los dispositivos que funcionan y las imágenes que proporciona son las suministradas por separado por los detectores auxiliares DA_i y DA_i' de los dispositivos D_i y D_i' , los cuales corresponden respectivamente a unas resoluciones R_i y R_i' (de valores) superiores a R (y por ello menos buenas) y a los campos de observación CO_i y CO_i' superiores a CO , y/o a la combinación interferométrica de los dispositivos D_i y D_i' y las imágenes que proporciona su detector principal DP que corresponden a una resolución R' (de valor) superior a R (y por ello menos buena) pero (de valor) inferior a (y por lo tanto mejor que) cada una de las resoluciones R_i y R_i' de los diferentes dispositivos D_i , para un campo de observación CO' superior a CO .

Este tercer modo puede ser el resultado de una elección deliberada y momentánea o bien de un mal funcionamiento surgido al nivel de al menos uno de los dispositivos del instrumento I o al nivel del dicho instrumento I (por ejemplo debido a un problema del espejo de reenvío o de captura). Por otro lado, este tercer modo permite aumentar el campo de observación CO' cuando los dispositivos que funcionan (o son utilizados) observan unas escenas diferentes pero contiguas (efecto de mosaico) y por ello el instrumento no funciona en modo interferométrico. Este tercer modo permite igualmente supervisar N zonas o escenas (o fuentes) diferentes no contiguas en paralelo (aparte del modo interferométrico). Por otro lado este tercer modo puede permitir suministrar a la vez unas imágenes de buena resolución por medio del detector principal DP (plano grande o "zoom") y unas imágenes de resolución menos buena, de una zona de interés particular, por medio del detector auxiliar de uno de los dispositivos.

El número de dispositivos de observación D_i elegidos, el número de colectores C_{ij} elegidos para cada dispositivo D_i , el tipo de cada colector C_{ij} , las dimensiones L_1 de los colectores C_{ij} , las distancias L_2 entre los colectores C_{ij} , las distancias L_3 entre los "bordes" de los dispositivos D_i y las distancias L_4 entre los centros de los dispositivos D_i son elegidos de manera que el instrumento I presente, como se ilustra en la figura 4, una función de transferencia óptica (o FTO) isótropa (o casi isótropa), una FTO desprovista de la zona de anulación y de unas frecuencias observadas cuya redundancia se minimiza.

Más precisamente, se trata aquí de optimizar conjuntamente la configuración de las pupilas del instrumento I que debe proporcionar una imagen de alta resolución, y la configuración de pupilas de cada dispositivo (o interferómetro) D_i colocado sobre una de las vías interferométricas del instrumento I.

La elección del tipo de dispositivos (o interferómetros) D_i es función principalmente de la saturación, de la complejidad, de la resolución R y de los campos de observación CO y CO_i . Esta elección se puede hacer por ejemplo entre unos interferómetros del tipo Michelson o Fizeau.

Una parte de un instrumento de observación I, que comprende unos dispositivos D_i que constituyen unos interferómetros de campo grande del tipo Michelson, se ilustra esquemáticamente en una vista en sección en la figura 2. En este ejemplo sólo dos dispositivos D_1 y D_2 se combinan en unos medios de recombinación MR en base a la vista en sección transversal. Sin embargo, el instrumento puede comprender tres o cuatro dispositivos D_i , incluso más. Igualmente, en este ejemplo sólo dos colectores (C_{11} , C_{12}), (C_{21} , C_{22}) aparecen combinados en unos medios de recombinación MC1, MC2, en base a la vista en sección transversal. Sin embargo, cada dispositivo D_i puede comprender tres o cuatro colectores C_{ij} , incluso más.

Cada dispositivo D_i (por ejemplo D_1), del tipo Michelson, comprende al menos dos colectores C_{11} y C_{12} dispuestos cada uno en la forma de un telescopio. Cada telescopio C_{11} o C_{12} captura la luz que proviene de la escena hacia la que él apunta y proporciona un haz que se destina a su transmisión a los medios de recombinación MR y/o a los medios de recombinación MC1. Con este fin, se prevé en el telescopio C_{11} o C_{12} una lámina separadora o un espejo MB (por ejemplo del tipo plano) susceptible de ser inclinado por unos medios de desplazamiento (no representados) entre al menos una primera posición en la que el dicho espejo MB puede extraer la integridad del haz capturado para que sea recombinado por los medios de recombinación MC1 con el otro haz capturado, y una segunda posición en la que el dicho espejo MB deja pasar el haz capturado para que pueda ser recombinado por los medios de recombinación MR con el otro haz capturado.

Los medios de recombinación MC1 combinan los haces extraídos por los espejos MB a fin de proporcionar un haz óptico de observación que se orienta hacia el detector auxiliar DA1 destinado a proporcionar unas imágenes de baja resolución R_1 y de campo de observación CO_1 . Para hacer esto, los medios de recombinación MC1 comprenden por ejemplo un espejo parabólico, pero pueden ser más complejos.

La parte del haz, capturada por un colector C_{11} o C_{12} , se dirige en la dirección de los medios de recombinación MR por medio de una óptica OR, tal como, por ejemplo, un espejo plano. Las ópticas OR están embarcadas sobre el

mismo satélite o sobre la misma estructura que el dispositivo D1 o D2.

Los medios de recombinación MR comprenden unas ópticas OD, tales como, por ejemplo, unos espejos planos, en un número igual al número de colectores Cij de los diferentes dispositivos de observación Di con el fin de dirigir cada uno de los haces capturados, proporcionados por los diferentes colectores Cij, hacia una óptica de recombinación OS, tal como, por ejemplo, un espejo parabólico. La óptica de recombinación OS se encarga de la recombinación de los diferentes haces, capturados por los colectores Cij de los diferentes dispositivos de observación Di, con el fin de proporcionar un haz óptico final, preferentemente en el detector principal DP implantado sobre su satélite en el plano focal del instrumento de observación I. Pueden ser necesarios aunque no estén representados en la figura 2, unos dispositivos suplementarios, encargados de equilibrar la longitud de los caminos ópticos de cada uno de los brazos de los interferómetros Di y del instrumento de observación I.

Se hace referencia ahora a la figura 3 para describir una parte de un instrumento de observación I que comprende unos dispositivos Di que constituyen unos interferómetros de campo grande del tipo Fizeau. En este ejemplo sólo se combinan dos dispositivos D'1 y D'2 en unos medios de recombinación MR en base a la vista en sección transversal. Sin embargo, el instrumento puede comprender tres o cuatro dispositivos D'i, incluso más. Igualmente, en este ejemplo sólo aparecen combinados dos colectores (C'11, C'12), (C'21, C'22) en unos medios de recombinación MC1', MC2', en base a la vista en sección transversal. Sin embargo, cada dispositivo D'i puede comprender tres o cuatro colectores C'ij, incluso más.

Cada dispositivo D'i (por ejemplo D'1), del tipo Fizeau, comprende al menos dos colectores C'11 y C'12 dispuestos cada uno en la forma de un espejo convexo. Cada colector C'11 o C'12 captura la luz que proviene de la escena hacia la que él apunta y proporciona un haz que está destinado a su transmisión a los medios de recombinación MC1'.

Los medios de recombinación MC1' recombinan los haces capturados por los colectores C'11 y C'12 con el fin de proporcionar unos haces ópticos de observación. Para hacer esto, los medios de recombinación MC1' comprenden por ejemplo un espejo cóncavo o un dispositivo más complejo. Cuando el dispositivo de observación C'i comprende un detector auxiliar DA1, destinado a proporcionar unas imágenes de baja resolución R1 y de campo de observación CO1, se prevé sobre el trayecto del haz óptico de observación una lámina separadora que permite el paso de una primera parte de los haces ópticos de observación hacia los medios de recombinación MR y la extracción de una segunda parte complementaria de dichos haces ópticos de observación para alimentar al detector auxiliar DA1, o un espejo plano susceptible de ser inclinado por unos medios de desplazamiento (no representados) entre al menos una primera posición en la que el dicho espejo MB puede extraer la integridad de los haces ópticos de observación para que se dirijan hacia el detector auxiliar DA1 y una segunda posición en la que el dicho espejo MB deja pasar los haces ópticos de observación para que se puedan recombinar por los medios de recombinación MR con los otros haces ópticos de observación que provienen de los otros dispositivos de observación D'2.

La parte de los haces ópticos de observación proporcionada por un dispositivo D'1 se dirige en dirección a unos medios de recombinación MR por medio de una óptica OR', tal como un espejo parabólico o un dispositivo más complejo. Las ópticas OR' están embarcadas sobre el mismo satélite o sobre la misma estructura que el dispositivo D'1 o D'2. Los medios de recombinación MR comprenden unas ópticas OD, tales como unos espejos planos o unos dispositivos más complejos, por ejemplo en número igual al número de dispositivos de observación D'i con el fin de dirigir cada uno de los haces ópticos de observación, proporcionados por los medios de recombinación MD'i, hacia una óptica de recombinación OS, tal como un espejo parabólico o un dispositivo más complejo. La óptica de recombinación OS se encarga de recombinar los diferentes haces ópticos de observación, proporcionados por los medios de recombinación MCi' de los diferentes dispositivos de observación D'i, con el fin de proporcionar un haz óptico final, preferentemente en el detector principal DP implantado sobre su satélite o sobre la misma estructura en el plano focal del instrumento de observación I.

Pueden ser necesarios unos dispositivos suplementarios encargados de equilibrar la longitud de los caminos ópticos de cada uno de los brazos de los interferómetros D'i y del instrumento de observación I, aunque no se hayan representado en la figura 3.

Gracias a la invención, es posible adquirir simultáneamente unas imágenes de alta y de baja resolución, que permiten además tener un efecto de zoom instantáneo confiriendo eficacia y flexibilidad. Por otro lado, la invención permite efectuar unas observaciones simultáneas con un gran campo de observación en unas direcciones diferentes, lo que es particularmente ventajoso cuando se efectúan unas observaciones en órbita elevada (por ejemplo geoestacionaria). Además, el hecho de que la invención permita una ampliación del campo de observación mediante un efecto de mosaico instrumental directo es igualmente ventajosa por el hecho de que las imágenes resultantes no presentan un efecto de paralelaje importante en una órbita elevada. Finalmente, la invención permite salvar una misión de observación tras una pérdida de uno o varios dispositivos de observación del instrumento de observación I, lo que es particularmente ventajoso, en particular en el caso de un vuelo en formación.

La invención no se limita a los modos de realización del instrumento de observación descrito anteriormente, solamente a modo de ejemplo, sino que engloba todas las variantes que pueda concebir el experto en la técnica en el marco de las reivindicaciones a continuación.

Así, en lo que precede se ha descrito un ejemplo de la puesta en práctica de la invención en el que el instrumento de observación estaba repartido sobre varios satélites que volaban en formación. Sin embargo, la invención no está limitada a esta aplicación. El instrumento de observación puede en efecto estar embarcado integralmente sobre una única estructura conectada (fija) o desplegable, como por ejemplo un único satélite.

- 5 Por otro lado, el instrumento de observación de acuerdo con la invención no está destinado exclusivamente a la generación de imágenes. Puede en efecto servir igualmente para la detección. En este caso, se relajan los requisitos de isotropía y de minimización de la redundancia de frecuencias.

REIVINDICACIONES

1. Instrumento de observación con síntesis de apertura óptica (1), que comprende, por un lado, al menos dos dispositivos de observación (Di; D'i) independientes que proporcionan unos haces ópticos y presentan un campo de observación (COi) y una resolución (Ri) elegidas, y por otro lado, unos primeros medios de recombinación (MR) dispuestos para recombinar de manera interferométrica los haces ópticos proporcionados por dichos dispositivos (Di; D'i) de manera que se proporcione un haz óptico final asociado a una resolución (R) mejor o equivalente a la resolución más pequeña de dichos dispositivos (Di; D'i) y/o a un campo de observación (CO) inferior o igual al campo de observación más grande de dichos dispositivos (Di; D'i) y un detector principal (DP) colocado sensiblemente en un plano de enfoque de dicho haz final para proporcionar una primera imagen de una escena observada, **caracterizado porque**:
- cada dispositivo de observación (Di; D'i) es un interferómetro que presenta un plano focal propio y comprende al menos dos medios de captura de la luz (Cij; C'ij) y unos segundos medios de recombinación propios (MCi; MCi') dispuestos para combinar de manera interferométrica una parte al menos de los haces ópticos proporcionados por sus dos medios de captura de la luz (Cij; C'ij) de manera que proporcione al menos un segundo haz óptico de observación.
 - cada dispositivo (Di; D'i) comprende un detector auxiliar (DA') propio para capturar dicha parte de los haces recombinados de manera interferométrica por dichos segundos medios de recombinación (MCi; MCi'), de manera que proporcione una segunda imagen de la escena observada.
2. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada dispositivo (Di) comprende unos medios de intercepción (MB) dispuestos para extraer una parte al menos de los haces proporcionados por cada uno de sus medios de captura de la luz (Cij), de manera que se oriente dicha parte extraída hacia sus medios de recombinación (MCi).
3. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichos medios de intercepción (MB) comprenden unos espejos de extracción implantados respectivamente en cada uno de dichos medios de captura de la luz (Cij).
4. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dichos medios de intercepción (MB) son unas láminas separadoras.
5. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada uno de dichos espejos (MB) es solidario con unos medios de desplazamiento dispuestos para adoptar al menos una primera posición en la que permiten al espejo (MB) asociado extraer la integridad del haz proporcionado por el medio de captura de la luz (Cij) correspondiente y una segunda posición en la que permiten al espejo (MB) asociado dejar pasar el haz proporcionado por el medio de captura de la luz (Cij) de manera que se pueda recombinar por dichos medios de recombinación (MR).
6. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada dispositivo (Di) comprende unos medios de intercepción (MB) dispuestos para extraer una parte al menos de los haces ópticos de observación proporcionados por dichos medios de recombinación (MCi'), de manera que se les oriente hacia el dicho detector auxiliar (DAi).
7. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dichos medios de intercepción (MB) comprenden una lámina separadora implantada en un sitio elegido sobre el trayecto de los haces ópticos de observación.
8. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dichos medios de intercepción (MB) comprenden un espejo de extracción implantado en un sitio elegido sobre el trayecto de los haces ópticos de observación.
9. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** dicho espejo (MB) es solidario con unos medios de desplazamiento dispuestos para tomar al menos una primera posición en la que permiten a dicho espejo (MB) extraer la integridad del haz proporcionado por dichos medios de recombinación (MCi') y una segunda posición en la que permiten a dicho espejo (MB) dejar pasar el haz proporcionado por dichos medios de recombinación (MCi') de manera que se pueda recombinar por dichos medios de recombinación (MR).
10. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** comprende al menos tres dispositivos (Di, D'i).
11. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** cada dispositivo (Di, D'i) comprende al menos tres medios de captura de la luz (Cij; C'ij).
12. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** cada medio de captura de la luz (Cij; C'ij) está elegido entre un grupo que comprende al menos un espejo, una parte de un espejo y un telescopio.

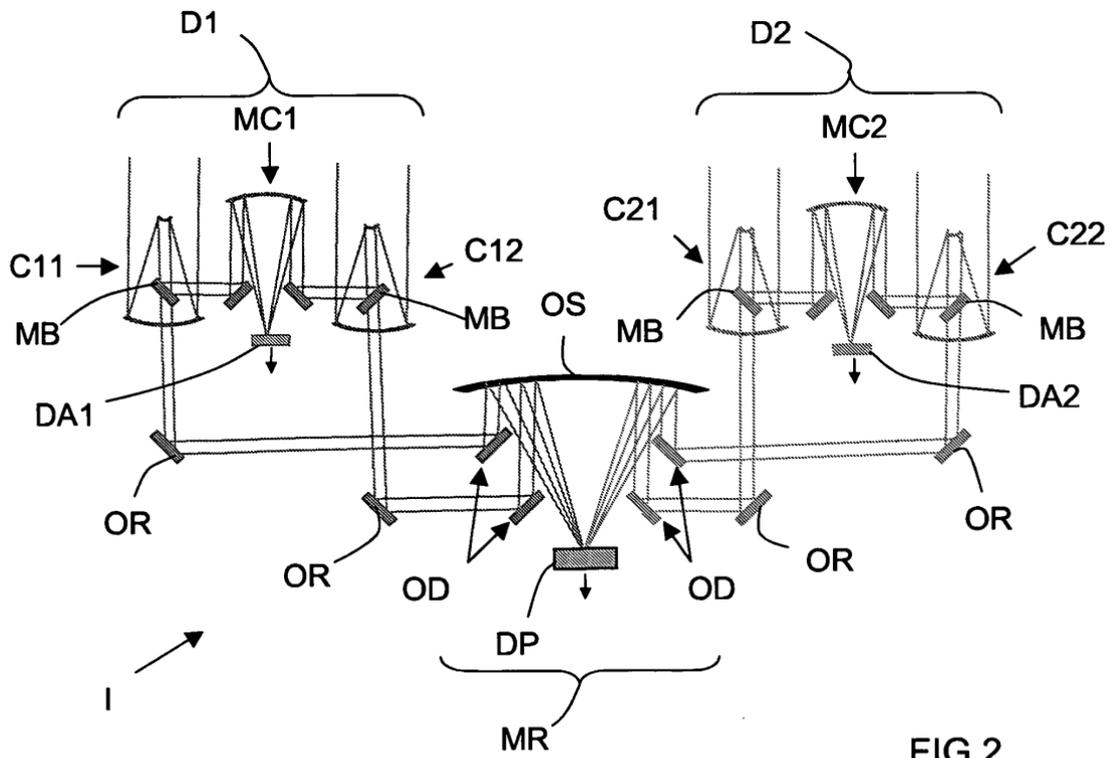
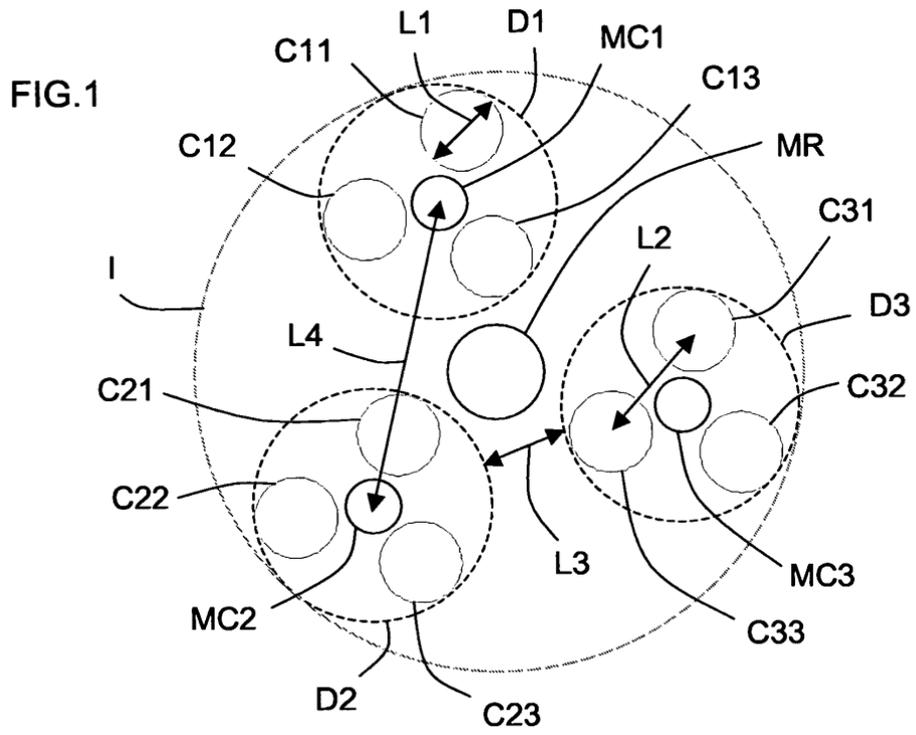
13. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** dichos dispositivos (Di, D'i) y dichos medios de recombinación (MR) están embarcados sobre unos satélites diferentes destinados a efectuar un vuelo en formación.

5 14. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** dichos dispositivos (Di, D'i) y dichos medios de recombinación (MR) están embarcados sobre una estructura conectada.

15. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** dichos dispositivos (Di, D'i) y dichos medios de recombinación (MR) están embarcados sobre una estructura desplegable.

16. Instrumento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** comprende una función de transferencia óptica (FTO) desprovista de zona de anulación.

10



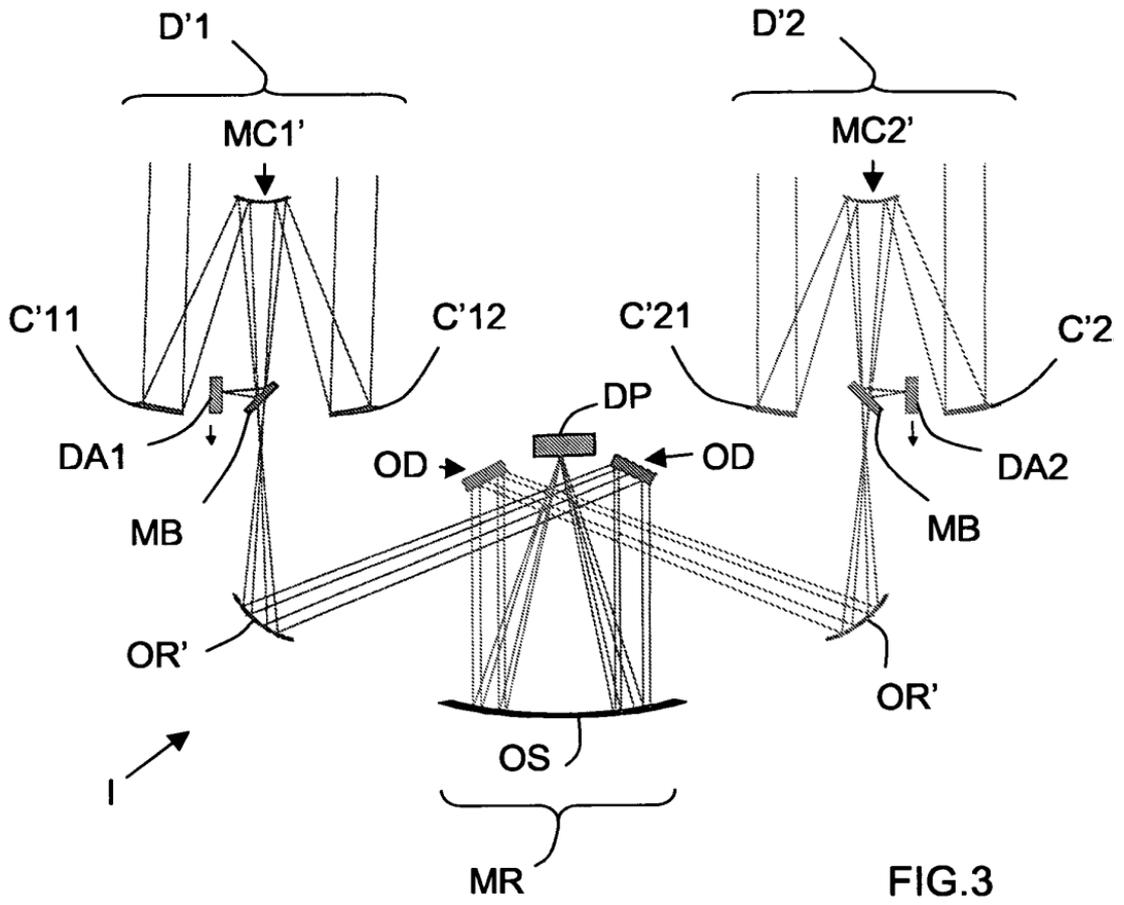


FIG.3

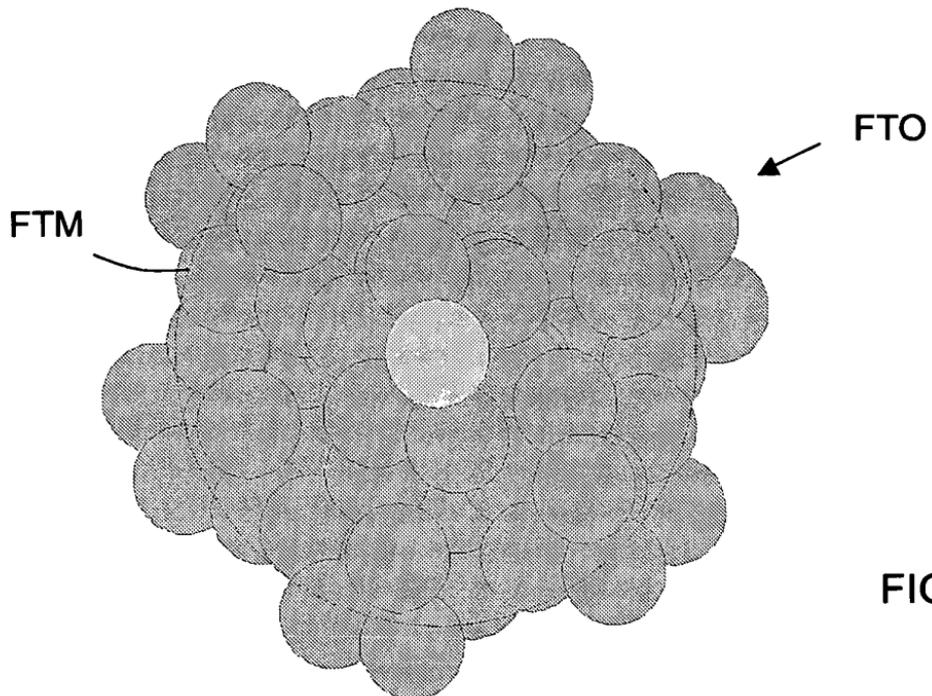


FIG.4