

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 614**

51 Int. Cl.:

G02B 23/06 (2006.01)

G02B 26/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2014** **E 14184511 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017** **EP 2851732**

54 Título: **Telescopio que comprende un espejo activo y medios de supervisión interna de dicho espejo activo**

30 Prioridad:

20.09.2013 FR 1302187

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

14.09.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**BLANC, JEAN-FRANÇOIS;
HOUAIRI, KAMEL;
BERNOT, MARC y
GARIN, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 632 614 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

Telescopio que comprende un espejo activo y medios de supervisión interna de dicho espejo activo

El campo general de la invención es el de los telescopios que constan de un espejo primario y de un espejo activo de corrección de los defectos del espejo primario.

5 Un telescopio consta tradicionalmente de un espejo primario que puede ser de grandes dimensiones y de una óptica de recuperación que puede constar de varios espejos y que forma desde la imagen intermedia al foco del espejo primario una imagen secundaria en unos medios de fotodetección. En un cierto número de aplicaciones, la óptica de recuperación consta de un espejo deformable que permite corregir los defectos del espejo primario. De este modo, se pueden corregir de forma permanente los defectos causados, por ejemplo, por las variaciones térmicas.

10 El documento US 7 289 739 representa el estado de la técnica. El espejo deformable consta de unos actuadores que permiten deformar su superficie según una ley predeterminada. Es esencial que, entre dos correcciones del espejo primario, la deformación impuesta al espejo deformable sea perfectamente estable. El orden de magnitud de la estabilidad buscada es del orden de 5 nanómetros. Ahora bien, para ciertos tipos de instrumentos instalados, el intervalo entre dos correcciones sucesivas puede ser muy grande, del orden del mes. Se entiende que es difícil, por
15 tanto, garantizar una estabilidad tan elevada durante unos periodos tan largos.

Existen unos medios que permiten controlar la superficie de un espejo E deformable. Se puede, por ejemplo, como se representa en la figura 1, utilizar un interferómetro I específico para esta supervisión y que funcione con una incidencia diferente a la de utilización del espejo E deformable. Sin embargo, la integración de dichos medios no es necesariamente simple. Ahora bien, los telescopios activos constan de uno medios internos que permiten supervisar
20 la calidad global de la óptica. Estos medios constan por lo general de un analizador de frente de onda. El telescopio según la invención utiliza estos medios adaptándolos para garantizar también la supervisión del único espejo deformable.

De manera más precisa, la invención tiene por objeto un telescopio que consta al menos de un sistema óptico y unos medios de análisis de la superficie de onda dispuestos en el plano de focalización de dicho sistema óptico,
25 comprendiendo el sistema óptico una óptica de focalización y una óptica de aumento, constando la óptica de aumento de un espejo deformable con deformación controlada, caracterizado porque el telescopio consta de unos medios de control del espejo deformable, constando dichos medios de control de una fuente dispuesta de forma que la imagen de dicha fuente, tras la reflexión sobre, al menos, el espejo deformable se focaliza sobre los medios de análisis de la superficie de onda.

30 De manera ventajosa, la fuente está dispuesta en el plano focal intermedio de la óptica de focalización.

De manera ventajosa, un corrector de aberración está implantado a la altura de la fuente o a la altura de los medios de análisis de superficie de onda.

De manera ventajosa, los medios de control constan de un espejo móvil que tiene dos posiciones fijas, la primera posición fija situada fuera del sistema óptico, siendo la segunda posición fija de control tal que el espejo móvil oculta
35 toda o parte de la radiación procedente de la óptica de focalización, la imagen de la fuente, tras la reflexión al menos sobre el espejo deformable y focalizándose el espejo móvil sobre los medios de análisis de la superficie de onda.

De manera ventajosa, el espejo móvil es un espejo esférico cóncavo, estando la fuente dispuesta cerca del plano de focalización del sistema óptico.

40 De manera ventajosa, los medios de control constan de un espejo fijo situado fuera del sistema óptico y previsto de forma que, estando el espejo móvil dispuesto en su segunda posición, la imagen de la fuente, tras la reflexión al menos sobre el espejo deformable, el espejo móvil y el espejo fijo se focalice sobre los medios de análisis de la superficie de onda.

De manera ventajosa, el espejo móvil es un espejo plano y el espejo fijo, un espejo cóncavo que puede ser, por ejemplo, elíptico.

45 De manera ventajosa, la fuente está dispuesta cerca del plano de focalización del sistema óptico.

De manera ventajosa, el espejo fijo es un espejo cóncavo, por ejemplo, elíptico, estando la fuente, de preferencia puntual, dispuesta en el foco de dicho espejo.

De manera ventajosa, la óptica de focalización consta de un espejo primario cóncavo y de un espejo secundario convexo.

50 De manera ventajosa, la óptica de aumento consta del espejo deformable con deformación controlada y al menos de un espejo plano.

Se entenderá mejor la invención y se mostrarán otras ventajas con la lectura de la descripción que viene a continuación, dada a título no limitativo y por medio de las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 representa los medios de control de un espejo deformable según la técnica anterior;
- la figura 2 representa la óptica de un telescopio que consta de un espejo deformable según la técnica anterior;
- 5 las figuras 3, 4, 5 y 6 representan cuatro formas de realización de unos medios de control de un telescopio según la invención;
- la figura 7 es un ejemplo de punto aberrante en el foco intermedio de un telescopio.

10 A título de ejemplo, la figura 2 representa la óptica de un telescopio que no consta de unos medios de control óptico. Consta esencialmente de dos partes que son, por una parte, una óptica de focalización y, por otra parte, una óptica de aumento. La óptica de focalización consta de un primer gran espejo E1 parabólico cóncavo y de un espejo E2 convexo, el conjunto de estos dos espejos forma de un objeto en el infinito una imagen en un plano P1 focal intermedio.

15 La óptica de aumento consta de cuatro espejos con las referencias E3, E4, E5 y E6 replegados dentro de una estructura compacta. Los espejos E3 y E6 son unos espejos planos, el espejo E4 es un espejo cóncavo esférico. El espejo E5 es un espejo sustancialmente plano deformable con deformación controlada, es decir un espejo cuya forma es dirigible mediante unos actuadores. Un detector D está dispuesto en el plano P2 focal del telescopio. Este detector analiza la superficie de onda. Esto puede ser un analizador de superficie de onda específico o un detector de misión utilizado para analizar la superficie de onda.

20 El objeto de la invención es disponer en el interior de la óptica de aumento anterior unos medios de control que permiten verificar la calidad óptica del espejo deformable. Con esta finalidad, los medios de control constan de una fuente dispuesta de forma que la imagen de la fuente, tras la reflexión sobre el espejo deformable se focaliza sobre los medios de análisis de la superficie de onda. La fuente puede estar directamente dispuesta en la óptica de aumento. También se puede desplazar por medio de una fibra óptica. Esta fuente puede ser puntual o casi puntual.

25 En las figuras 3 a 6 se representan unos medios de control. En estas diferentes figuras, la fuente F se representa con un círculo blanco, los medios ASO de análisis de la superficie de onda con un círculo negro, los rayos luminosos procedentes de la fuente con unas líneas de flecha y los medios ópticos específicos para el control con unas líneas dobles.

30 La figura 3 representa un antecedente técnico. En este ejemplo, los medios de control constan de un espejo E7 cóncavo esférico y de un espejo E8 plano móvil que ocupa dos posiciones. La fuente F está dispuesta cerca del plano focal del telescopio. En una primera posición de "reposo", el espejo E8 está dispuesto fuera de la combinación óptica del telescopio, se representa con línea de puntos en la figura 3, no se lleva a cabo ningún control del espejo E5 deformable, la fuente F está apagada.

35 En una segunda posición denominada de "control", el espejo E8 se desplaza delante del espejo E4 deflector. La fuente F está encendida. La disposición de los espejos E5, E6, E7 y E8 es tal que la imagen de la fuente F mediante reflexiones sucesivas en los E5, E6, E7 y E8 está situada en los medios ASO de análisis de la superficie de onda. Basta con seleccionar correctamente la ubicación de los espejos E7 y E8, su inclinación y la curvatura del espejo E7 esférico.

40 En una primera variante del antecedente técnico representada en la figura 4, se suprime el espejo E7 fijo y se sustituye el espejo E8 plano móvil por un espejo E9 esférico móvil. La fuente F se mantiene dispuesta cerca del plano focal del telescopio. La disposición de los espejos E5, E6 y E9 es tal que la imagen de la fuente F mediante reflexiones sucesivas sobre los E5, E6 y E9 está situada en los medios ASO de análisis de la superficie de onda. Basta con seleccionar correctamente la ubicación, la inclinación y la curvatura del espejo E9 esférico.

45 En una segunda variante del antecedente técnico representada en la figura 5, se conserva el espejo E7 cóncavo y el espejo E8 plano móvil, pero se dispone la fuente F en el foco del espejo E7 que puede ser un espejo parabólico. Es posible sustituir el espejo parabólico por una lente, la fuente F se encuentra por tanto en el foco de esta lente. La disposición de los espejos E5, E6, E7 y E8 es tal que la imagen de la fuente F mediante reflexiones sucesivas sobre los E5, E6, E7 y E8 está situada en los medios ASO de análisis de la superficie de onda. Basta con seleccionar correctamente la ubicación de los espejos E7 y E8, su inclinación y la curvatura del espejo E7 esférico.

50 Las formas de realización del antecedente técnico necesitan el empleo de un espejo móvil que se debe poder posicionar en la posición de control con una gran precisión en orientación si se trata de un espejo plano y una gran precisión en posición y en orientación si se trata de un espejo cóncavo que tiene potencia óptica. Igualmente, en una forma de realización representada en la figura 6, los medios de control constan simplemente de una fuente F dispuesta cerca del foco intermedio y cerca del campo del detector que analiza la superficie de onda. El punto de la imagen de la fuente F es aberrante ya que está colocado aguas arriba del espejo E4 que corrige las aberraciones del telescopio de cabeza constituido por los espejos E1 y E2.

55

Esto no altera en nada las mediciones del espejo deformable que se pueden obtener igual con una imagen aberrante. En la figura 7 se da un ejemplo de aspecto de punto de imagen aberrante en el plano focal del

instrumento. El punto de la figura 7 es en forma de penacho simétrico, las franjas están causadas por la difracción.

5 De manera ventajosa, se puede colocar un elemento corrector, por ejemplo, una lámina de fase, para reducir la aberración y limitar el ensanchamiento del punto adquirido por el analizador de superficie de onda. Este elemento corrector se puede colocar bien en la entrada del analizador de superficie de onda o en un espejo deflector a la altura de la fuente.

El campo óptico del detector que analiza la superficie de onda debe sobredimensionarse ligeramente para pasar a la vez la imagen procedente del telescopio y la imagen de la fuente.

Esta última solución presenta las ventajas de necesitar solo unas adaptaciones mínimas de la óptica del telescopio, de no necesitar el desplazamiento del espejo y de permitir un seguimiento permanente del espejo deformable.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Telescopio que comprende al menos un sistema óptico y medios (D) de análisis de la superficie de onda dispuestos en el plano de focalización de dicho sistema óptico, comprendiendo el sistema óptico una óptica (E1, E2) de focalización y una óptica (E3, E4, E5, E6) de aumento, comprendiendo la óptica de aumento un espejo (E5) deformable con deformación controlada, **caracterizado porque** la óptica de aumento comprende un único espejo (E4) cóncavo esférico diseñado para corregir las aberraciones de la óptica de focalización y dos espejos (E3, E6) planos y **porque** el telescopio comprende unos medios de control del espejo deformable, comprendiendo dichos medios de control una fuente (F) dispuesta cerca del foco intermedio de forma que la imagen de dicha fuente es focalizada por la óptica de aumento sobre los medios de análisis de la superficie de onda dispuestos en el plano (P2) focal del telescopio, siendo el punto de imagen de la fuente aberrante a causa de la acción del espejo cóncavo esférico.
- 10 2. Telescopio según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fuente (F) está dispuesta en el plano (P1) focal intermedio de la óptica de focalización.
- 15 3. Telescopio según la reivindicación 2, **caracterizado porque** un corrector de aberración está implantado a la altura de la fuente o a la altura de los medios de análisis de superficie de onda.
4. Telescopio según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la óptica de focalización comprende un espejo (E1) primario cóncavo y un espejo (E2) secundario convexo.

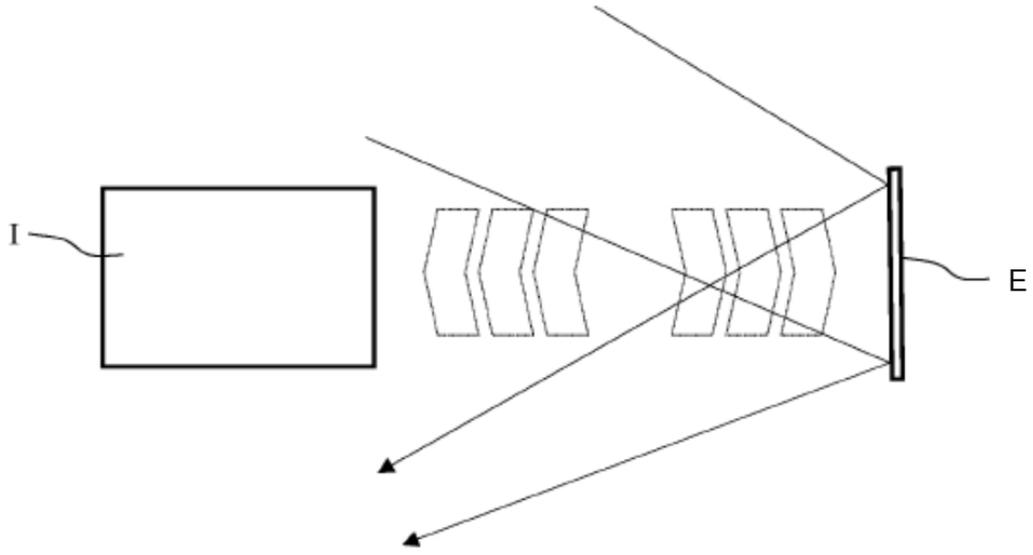


FIG. 1

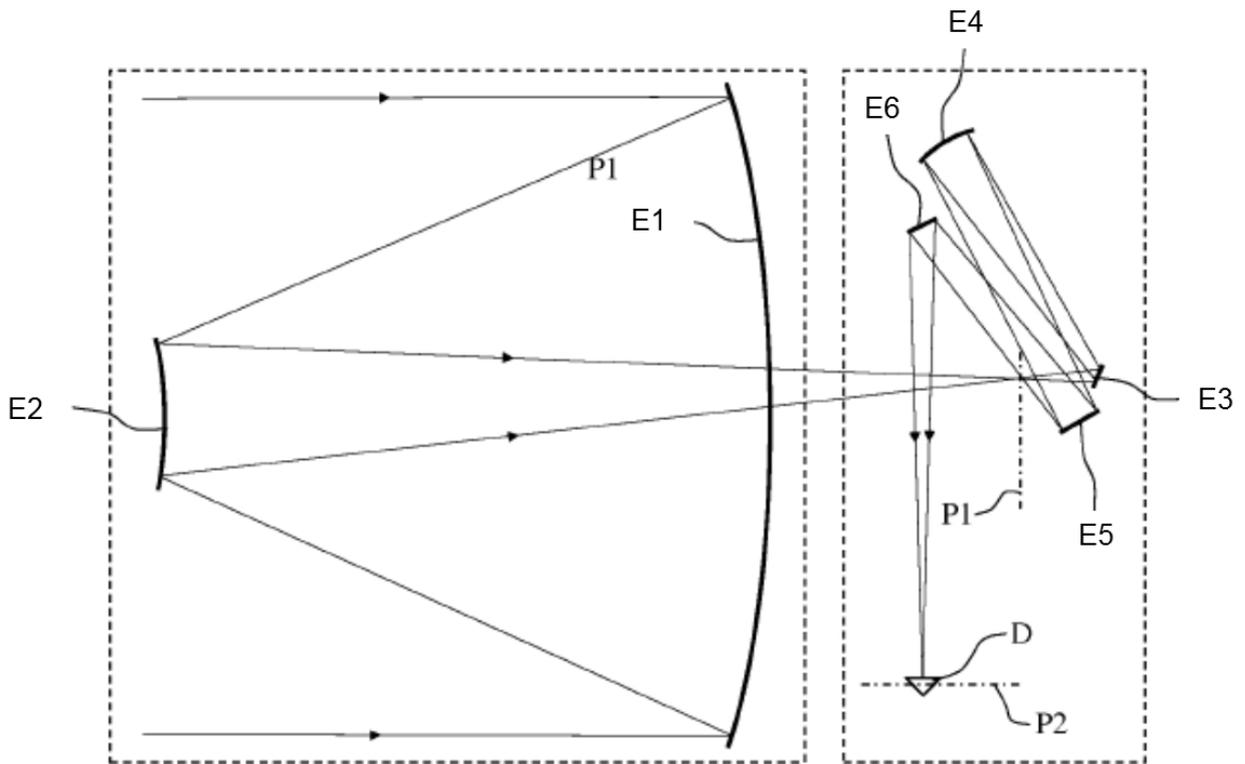


FIG. 2

FIG. 3

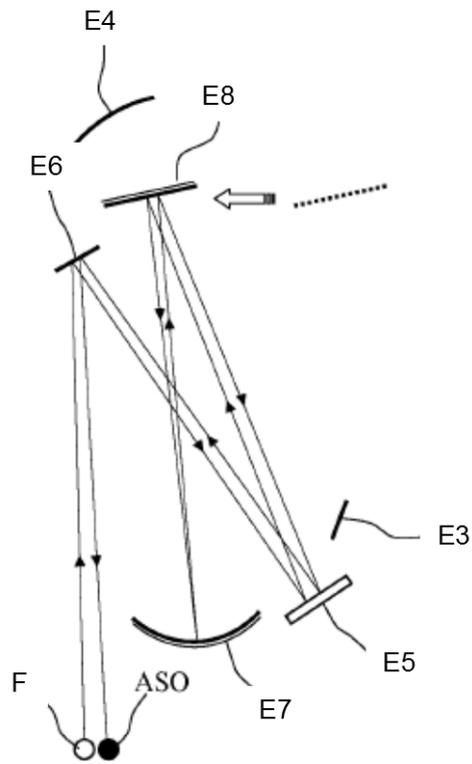


FIG. 4

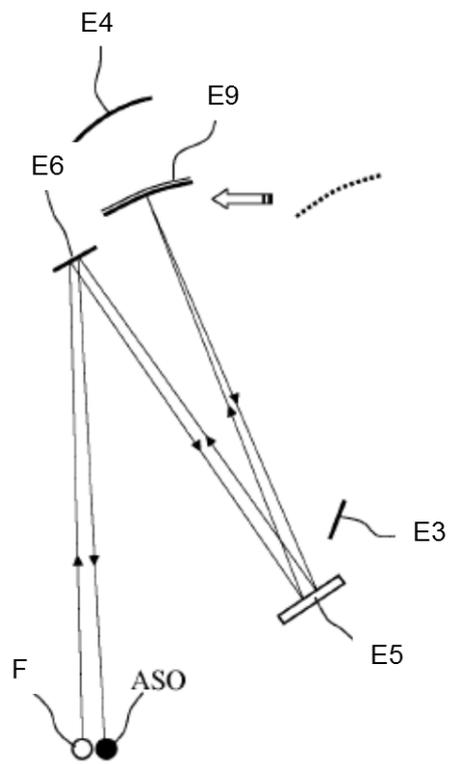


FIG. 5

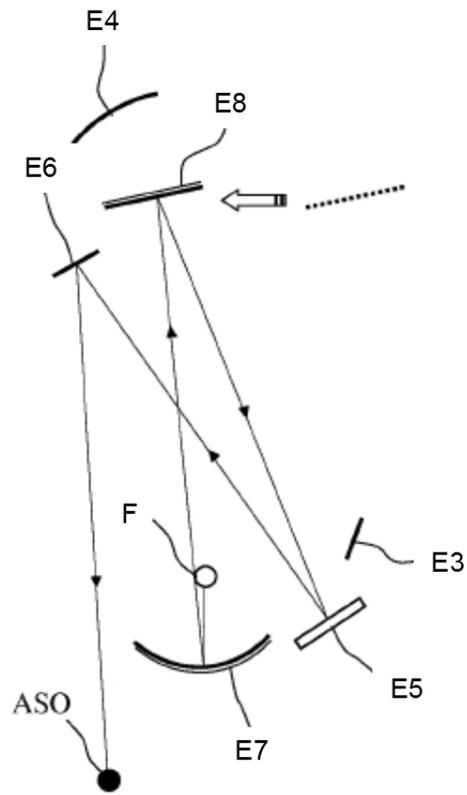
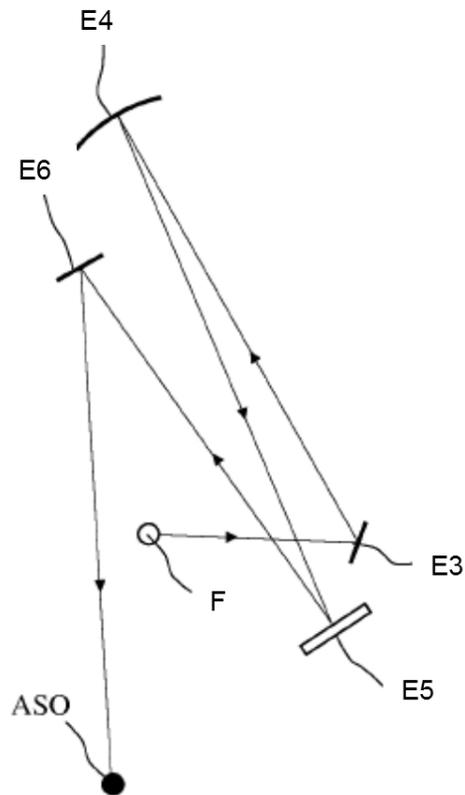


FIG. 6



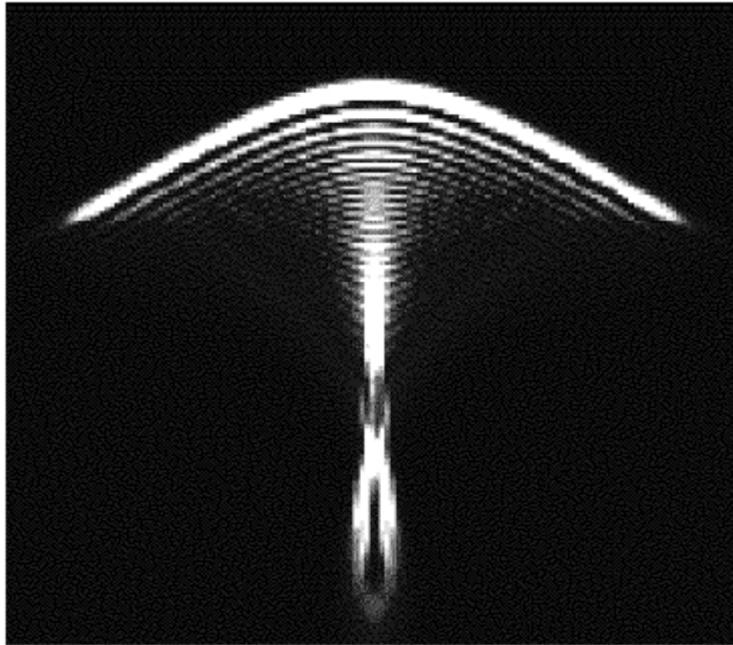


FIG. 7