

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 283**

51 Int. Cl.:

**G02B 23/16**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2013 E 13158788 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2639618**

54 Título: **Estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio**

30 Prioridad:

**14.03.2012 JP 2012057523**

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

**17.12.2015**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)  
7-3 Marunouchi 2-Chome Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**KATO, ATSUSHI y  
KAWAGUCHI, NOBORU**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 554 283 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

Estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio

Esta solicitud se refiere generalmente a una estructura de soporte de un espejo reflectante como se aplica a un telescopio óptico, un radiotelescopio, y similares, y más particularmente, a una estructura de soporte de un espejo primario y una unidad de telescopio que tiene la estructura de soporte del espejo primario.

Algunos telescopios grandes tradicionales, que tienen un diámetro de varias decenas de metros o más grande, utilizan un espejo primario (un espejo reflectante primario) formado al disponer múltiples espejos segmentados como se describe, por ejemplo, en la publicación internacional nº 2006/006240. Con el fin de impedir el deterioro en la precisión de espejo, se pueden utilizar dispositivos de accionamiento que corrigen la superficie de espejo desviada, como se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente japonesa Kokai pendiente de examen JP-A-2005-208 227. Documentos pertinentes adicionales son DE 35 27 826 A1, US 2005 / 0183377 A1, EP 1 852 727 A1 y GB 2 356 943. Los telescopios grandes, que tienen un diámetro de varias decenas de metros o más grande, tienen que prevenir la deformación por propio peso del espejo primario. En tales casos, el espejo primario está formado por espejos segmentados como se ha mencionado arriba y está soportado en muchos puntos con una estructura de soporte de espejo primario. Por lo tanto, la precisión de espejo de la superficie de espejo primario (superficie de espejo reflectante primario) se basa significativamente en la rigidez de la estructura de soporte de espejo primario.

En un telescopio grande, el cambio de orientación debido al cambio de ángulo de elevación puede provocar deformación o distorsión por propio peso de la estructura de soporte de espejo primario. Por ejemplo, algunas unidades de telescopio están diseñadas para tener una altura significativamente grande para reducir la deformación por propio peso en un intento de asegurar un gran segundo momento de área y reducir la deformación de la estructura de soporte de espejo primario.

Algunos telescopios emplean el concepto de diseño que reduce la cantidad de deformación por peso propio mediante la aportación de rieles semicirculares para impulsar el eje de ángulo de elevación directamente debajo de la estructura de soporte de espejo primario para reducir la distancia entre los puntos de soporte.

Sin embargo, en un telescopio en el que la estructura de soporte de espejo primario tiene una altura grande, el eje EL (eje de elevación) del telescopio se coloca significativamente alto por encima del plano del riel AZ. Entonces, el propio telescopio tiene una altura grande. Por consiguiente, el número de piezas aumenta y la cúpula para alojar el telescopio se hace más grande.

Además, la base recibe una mayor carga ya que se aumenta el tamaño, que presumiblemente conduce a la expansión a escala y el término extensión de todo el trabajo de construcción incluida la mejora de cimientos. Entonces, es necesario asegurar la precisión de espejo con menos piezas sin aumentar la altura de la estructura de telescopio. Entonces, con el fin de mantener pequeña la altura del eje EL y reducir el tamaño de cuerpo y cúpula de telescopio, se sugiere que "la altura del eje EL (eje de ángulo de elevación) del telescopio sea mantenida pequeña" y "en lugar de soportar la estructura de soporte de espejo primario directamente desde abajo, se proporciona una estructura de rotación EL (rieles semicirculares) en cada lado de la estructura de soporte de espejo primario y la estructura de soporte de espejo primario se coloca entremedio para soportar la estructura de soporte de espejo primario en ambos lados".

Sin embargo, por ejemplo, en el caso de fijar los extremos de la estructura de soporte de espejo primario en los extremos de la estructura de rotación EL que están separados entre sí por varias decenas de metros, la superficie de espejo primario se hunde significativamente en el centro debido a deformación por propio peso mientras virtualmente no se produce deformación en los extremos. Por consiguiente la precisión de espejo presumiblemente se deteriora.

Con el fin de corregir la superficie curvada de espejo primario (espejo primario), se pueden utilizar los dispositivos de accionamiento como se describe en la solicitud de patente japonesa Kokai pendiente de examen JP-A-2005-208 227. Sin embargo, esto no es perfecto debido a la restricción en la carrera y similares. En otras palabras, se debe prevenir la propia deformación de curvatura en la superficie de espejo primario debida al cambio de orientación de la estructura de soporte de espejo primario.

La presente invención se ha inventado para resolver el problema anterior y un objeto ejemplar de la presente invención es proporcionar una estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio capaces de prevenir la propia deformación de curvatura debida al cambio de orientación del espejo primario.

Con el fin de lograr el objetivo anterior, la estructura de soporte de espejo primario según la presente invención según la reivindicación 1 comprende una estructura de rotación EL (2) que incluye dos miembros con forma de arco (2a), un bastidor de estructura entramada (6), y una estructura de soporte (7) de espejo primario. Los dos miembros con forma de arco (2a) de la estructura de rotación EL (2) son dos miembros orientados uno hacia otro mediante el eje EL y que soportan el espejo primario (1), cada uno de los cuales rota alrededor del eje EL a lo largo de una superficie exterior dispuesta en la cara lateral de un cilindro alrededor del eje EL para hacer rotar el espejo primario (1) alrededor del eje EL. El bastidor de estructura entramada (6) se extiende entre los miembros con forma de arco (2a) y se conecta a cada uno de los miembros con forma de arco (2a) en los extremos. La estructura de soporte (7)

de espejo primario incluye múltiples miembros de soporte (7a, 7b) que conectan múltiples puntos en la circunferencia del espejo primario (1) proporcionados encima del bastidor de estructura entramada (6) al bastidor de estructura entramada (6) y hace que el bastidor de estructura entramada (6) aguante el propio peso del espejo primario para soportar el espejo primario (1), Al menos los miembros de soporte (7b) más cercanos a los miembros con forma de arco (2a) se conectan al bastidor de estructura entramada (6) en partes (6a) diferentes de los extremos en las que el bastidor de estructura entramada (6) se conecta a los miembros con forma de arco (2a).

La presente invención puede prevenir la propia deformación de curvatura debida al cambio de orientación del espejo primario.

### Breve descripción de los dibujos

10 Un entendimiento más completo de esta solicitud se puede obtener cuando se considere la siguiente descripción detallada junto con los siguientes dibujos, en los que:

La figura 1 es una vista perspectiva que muestra la estructura de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

15 La figura 2 es una vista en planta transparente que muestra el espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

La figura 3 es una vista lateral de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

20 La figura 4 es una vista ampliada del espejo primario que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

La figura 5 es una vista general que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

25 La figura 6 es una vista en planta transparente que muestra el espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio de un modelo de referencia mostrado para comparación con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

La figura 7 es una vista lateral de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio de un modelo de referencia dado para comparación con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención;

30 La figura 8 es una vista ampliada del espejo primario que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio de un modelo de referencia mostrado para comparación con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención; y

35 La figura 9 es una vista general que muestra esquemáticamente la desviación de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio de un modelo de referencia dado para comparación con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención.

### Descripción de realizaciones preferidas

40 Una realización de la presente invención se describirá a continuación con referencia a las figuras 1 a 9. En los dibujos, las figuras 1 a 5 muestran la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización, las figuras 6 a 9 muestran la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio de un modelo de referencia para comparación para explicar los efectos de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización. En las figuras, los números de referencia iguales representan piezas iguales o correspondientes y se omitirá la explicación detallada de los mismos.

45 Las líneas de trazos y puntos en las figuras indican un eje EL y/o un eje AZ. La naturaleza de la presente invención reside en una estructura característica que soporta un espejo reflectante grande (que en esta solicitud se denomina espejo primario). Por lo tanto, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización pueden tener un espejo secundario y/o un espejo terciario. Además, no hace falta decir, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio pueden comprender elementos que reciben luz (ondas de radio) recogidas por el espejo secundario o el espejo terciario.

50 En esta solicitud, se aplica el comportamiento básico de un telescopio convencional (unidad de telescopio) y se omite la explicación en este sentido.

En las figuras 1 a 9, un espejo primario 1 está constituido por un espejo primario (espejo reflectante) formado por combinación de múltiples espejos (espejos segmentados) o un solo espejo primario (espejo reflectante). Se

proporciona un mecanismo (en las figuras no se muestran detalles del mecanismo) para impedir la desviación del espejo primario en cierto grado mediante el uso de múltiples dispositivos de accionamiento para proporcionar un soporte sobre la superficie opuesta a la superficie de espejo del espejo primario 1. Los dispositivos de accionamiento se pueden proporcionar dentro de miembros de soporte 7a, 7b y 7c descritos más adelante.

- 5 Una estructura de rotación EL 2 hace rotar el espejo primario 1 en la dirección de eje EL (elevación). La estructura de rotación EL 2 incluye dos miembros con forma de arco 2a orientados uno hacia otro mediante el eje EL.

10 Cada uno de los miembros con forma de arco 2a, según una realización de la presente invención, tiene un cuerpo en forma de placa con forma de arco, que incluye una superficie exterior dispuesta en la cara lateral de un cilindro alrededor del eje EL y que tiene un recorte formado por el corte de una parte rectangular que contiene la parte central de la placa con forma de arco.

15 El cuerpo de cada uno de los miembros con forma de arco 2a según una realización de la presente invención es, en más detalle, un miembro de placa casi semicircular cuando se ve en la dirección de eje EL. El semicírculo es una parte de un círculo alrededor del eje EL visto en la dirección de eje EL. En otras palabras, la superficie exterior de cada uno de los miembros con forma de arco semicircular 2a vista en la dirección de eje EL corresponde a la superficie exterior dispuesta en la cara lateral de un cilindro alrededor del eje EL. El recorte del cuerpo de cada uno de los miembros con forma de arco 2a forma un recorte en la parte central que incluye parte del diámetro cuando se ve en la dirección de eje EL.

20 Por lo tanto, el eje EL no pasa a través de los cuerpos de los miembros con forma de arco 2a. En otras palabras, el eje EL es un eje virtual que sirve como centro de rotación cuando los cuerpos de los miembros con forma de arco 2a se deslizan a lo largo de sus superficies exteriores semicirculares (superficies de deslizamiento) cuando se ve en la dirección de eje EL.

Un espejo secundario 3 tiene un espejo secundario proporcionado en el punto focal del espejo primario 1. El punto focal se puede ajustar con el espejo secundario 3.

25 Un soporte 4 de espejo secundario está conectado al espejo secundario 3 en un extremo y a la estructura de rotación EL 2 en el otro extremo, soportando de ese modo el espejo secundario 3.

Una estructura de rotación AZ 5 soporta de manera deslizante los dos miembros con forma de arco 2a de la estructura de rotación EL 2 y hacer rotar el espejo primario 1 en la dirección de eje AZ (acimut).

30 En más detalle, la estructura de rotación AZ 5 comprende soportes 5a de estructura de rotación EL que soportan los miembros con forma de arco 2a de la estructura de rotación EL 2 de una manera que pueden deslizarse a lo largo de las superficies de deslizamiento y un soporte AZ 5b que soporta los soportes 5a de estructura de rotación EL y los hace rotar en la dirección de eje AZ. En otras palabras, la estructura de rotación EL 2 está refrenada por el soporte AZ 5b para deslizarse a lo largo de las superficies de deslizamiento y, entonces, puede rotar alrededor del eje EL.

Los círculos de trazos y puntos mostrados en las figuras 1, 2 y 6 son los trazados del contorno del soporte AZ 5b cuando la estructura de rotación AZ 5 (soporte AZ 5b) rota alrededor del eje AZ.

35 En las figuras 1 a 9, un bastidor de estructura entramada 6 es un bastidor que forma una estructura entramada que se extiende entre los dos miembros con forma de arco 2a debajo del espejo primario 1 y conectada a los miembros con forma de arco 2a en los extremos. El bastidor de estructura entramada 6 incluye múltiples miembros tubulares (como una placa) que forman una estructura entramada. En más detalle, los miembros tubulares (como una placa) se juntan (acoplan) entre sí en el extremo para formar una estructura bidimensional o tridimensional.

40 Aquí, el bastidor de estructura entramada 6 (y una estructura de soporte 7 de espejo primario descrita más adelante) es más deformable bajo carga que los miembros con forma de arco 2a. Esto es porque el bastidor de estructura entramada 6 (y la estructura de soporte 7 de espejo primario descrita más adelante) es un bastidor que consiste en miembros tubulares (como placas) mientras que los miembros con forma de arco 2a son miembros como placas con los que es fácil asegurar la fortaleza.

45 La estructura de soporte 7 de espejo primario tiene una estructura que soporta el espejo primario 1 y comprende múltiples miembros de soporte tubulares (como una placa) 7a, 7b y/o 7c proporcionados encima del bastidor de estructura entramada 6.

50 La estructura de soporte 7 de espejo primario según una realización de la presente invención soporta el espejo primario 1 de modo que el bastidor de estructura entramada 6 aguanta el peso muerto del espejo primario 1. En más detalle, la estructura de soporte 7 de espejo primario según una realización de la presente invención incluye múltiples miembros de soporte 7a y 7b proporcionados encima del bastidor de estructura entramada 6, que cada uno está conectado en algún sitio (uno o múltiples puntos) en la circunferencia del espejo primario 1 y al bastidor de estructura entramada 6).

Los miembros de soporte 7b que constituyen la estructura de soporte 7 de espejo primario según una realización de

la presente invención son los más cercanos a los miembros con forma de arco 2a entre los miembros de soporte 7a y 7b que constituyen la estructura de soporte 7 de espejo primario. Los miembros de soporte 7b están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en puntos diferentes de los extremos en los que el bastidor de estructura entramada 6 se acopla a los miembros con forma de arco 2a. La parte de conexión en la que se conecta un miembro de soporte 7b y el bastidor de estructura entramada 6 forma un separador 6a de estructura.

Aquí, la estructura de soporte 7 de espejo primario también soporta el espejo primario 1 en el centro y otros puntos que no están en la circunferencia con múltiples miembros de soporte 7a.

La estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención se describirán utilizando las figuras 1 a 5.

La figura 2 es una vista en planta transparente que muestra el espejo primario 1 de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización. En esta figura, las líneas de puntos gruesos indican el bastidor de estructura entramada 6 y miembros de soporte 7a y las líneas de puntos finos indican los miembros de soporte 7b. En la figura 3, las líneas de puntos (líneas de puntos finos) indican los miembros de soporte 7b. Además, en la misma figura, los puntos negros indican los puntos en los que está soportado el espejo primario 1 (puntos de soporte).

Los miembros de soporte 7a y 7b no están conectados a los miembros con forma de arco 2a (estructura de rotación EL 2). Por lo tanto, el propio peso del espejo primario 1 es aguantado por los miembros con forma de arco 2a (estructura de rotación EL 2) mediante los miembros de soporte 7a y 7b y el bastidor de estructura entramada 6, no por los miembros con forma de arco 2a (estructura de rotación EL 2) únicamente mediante los miembros de soporte 7a y 7b.

La figura 4 es una vista ampliada del espejo primario 1 de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización, que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario 1. La línea de trazos y puntos en la figura indica la forma del espejo primario 1 antes de la deformación por propio peso, es decir la forma del espejo primario 1 cuando se desprecia la deformación por propio peso. La línea continua en la figura indica la forma del espejo primario 1 después de la deformación por propio peso, es decir la forma del espejo primario 1 cuando se tiene en cuenta la deformación por propio peso.

La figura 5 es una vista general de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización, que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario 1. La línea de trazos y puntos en la figura indica la forma del bastidor de estructura entramada 6 antes del hundimiento bajo carga hacia abajo del propio peso del espejo primario 1, en otras palabras, la forma cuando se desprecia la deformación por propio peso del espejo primario 1. Las líneas continuas en la figura indican la forma del bastidor de estructura entramada 6 después del hundimiento bajo carga hacia abajo del peso muerto del espejo primario 1, es decir la forma cuando se tiene en cuenta la deformación por propio peso del espejo primario 1. Las líneas de puntos (líneas de puntos finos) en la figura indican los miembros de soporte 7b. Las flechas hacia abajo en la figura indican esquemáticamente la carga aplicada en el espejo primario 1 debido a su propio peso. Los puntos negros en la figura indican los puntos en los que está soportado el espejo primario 1 (puntos de soporte).

La estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización se describirán en detalle.

Como se muestra en las figuras 1 a 3, el espejo primario 1 la estructura de rotación EL 2 no están conectados directamente mediante los miembros de soporte 7a y 7b. Están conectados mediante los miembros de soporte 7a y 7b y el bastidor de estructura entramada 6. Por lo tanto, la estructura de rotación EL 2 hacer rotar el espejo primario 1 alrededor del eje EL mediante los miembros de soporte 7a y 7b y el bastidor de estructura entramada 6.

El espejo secundario 3 y la estructura de rotación EL 2 están conectados directamente mediante el soporte 4 de espejo secundario. Por lo tanto, la estructura de rotación EL 2 hacer rotar el espejo secundario 3 mediante el soporte 4 de espejo secundario.

Por otro lado, la estructura de rotación AZ 5 soporta la estructura de rotación EL 2 con el soporte 5a de estructura de rotación EL. Por lo tanto, como se entiende de la relación entre la estructura de rotación EL 2, el espejo primario 1 y el espejo secundario 3, la estructura de rotación AZ 5 puede hacer rotar el espejo primario 1 y el espejo secundario 3 alrededor del eje AZ.

Como se muestra en las figuras 2 y 3, los miembros de soporte 7a están conectados a la parte inferior del espejo primario 1 en un extremo. Los miembros de soporte 7a se extienden debajo del espejo primario 1 desde ese extremo. Los miembros de soporte 7a están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en el otro extremo.

Los miembros de soporte 7b que son los miembros de soporte más cercanos a los miembros con forma de arco 2a están conectados a la parte inferior del espejo primario 1 en un extremo. Los miembros de soporte 7b se extienden debajo del espejo primario 1 desde ese extremo. Los otros extremos de los miembros de soporte 7b están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en los separadores 6a de estructura. Los separadores 6a de estructura son partes del bastidor de estructura entramada 6 y diferentes de "los extremos en los que el bastidor de

estructura entramada 6 se conecta a los miembros con forma de arco 2a”.

Con la estructura anterior, la carga del espejo primario 1 soportada por los miembros de soporte 7b más cercanos a los miembros con forma de arco 2a no se aplica directamente a la estructura de rotación EL 2 (miembros con forma de arco 2a).

5 Además, los separadores 6a de estructura, descritos antes, del bastidor de estructura entramada 6 en los que están conectados los otros extremos de los miembros de soporte 7b también son partes en las que múltiples miembros tubulares (como una placa), que forman el bastidor de estructura entramada 6, se juntan (acoplan) entre sí en el extremo. De esta manera, los miembros de soporte 7b pueden formar otra estructura entramada ramificada desde el bastidor de estructura entramada 6 que tiene una estructura entramada (una doble estructura entramada). Entonces, los miembros de soporte 7b pueden tener suficiente fortaleza.

Por ejemplo, cada miembro de soporte 7b se extiende hacia abajo a lo largo del miembro con forma de arco 2a con una distancia predeterminada desde el miembro con forma de arco 2a. En el extremo extendido, el miembro de soporte 7b se ramifica en tres (suficientemente, dos o más) y gira alejándose de “el extremo en el que el bastidor de estructura entramada 6 se conecta al miembro con forma de arco 2a”.

15 En otras palabras, el miembro de soporte 7b forma una estructura entramada con múltiples miembros tubulares (como una placa) que se juntan (acoplan) entre sí en el extremo para formar una estructura bidimensional o tridimensional. Por tanto, el miembro de soporte 7b y el bastidor de estructura entramada 6 pueden formar fácilmente la doble estructura entramada mencionada antes, en la que los miembros con forma de arco 2a y el bastidor de estructura entramada 6 se juntan (acoplan) en los separadores 6a de estructura.

20 En, y cerca de, los puntos en los que los miembros tubulares (como una placa), que constituyen los miembros de soporte 7b, se juntan (acoplan) entre sí en el extremo, cada miembro de soporte 7b “se extiende hacia abajo a lo largo del miembro con forma de arco 2a con una distancia dada desde el miembro con forma de arco 2a y, en el extremo extendido, se ramifica en tres (suficientemente, dos o más) y gira”.

25 Entonces, la carga del espejo primario 1 soportada por los miembros de soporte 7b más cercanos a los miembros con forma de arco 2a no es aplicada directamente a los miembros con forma de arco 2a. La carga del espejo primario 1 soportada por los miembros de soporte 7b es aplicada principalmente al bastidor de estructura entramada 6 entre los miembros con forma de arco, orientados, 2a mediante los separadores 6a de estructura en dirección hacia dentro del bastidor de estructura entramada 6. Por lo tanto, como se muestra en las figuras 4 y 5, la estructura de soporte 7 de espejo primario, que consiste en múltiples miembros de soporte 7a y miembros de soporte 7b, transmite la carga desde el espejo primario 1 del bastidor de estructura entramada 6.

Entonces, asumiendo que la distancia sobre la que el centro del espejo primario 1 baja debido a su propio peso es  $\delta$  como se muestra en la figura 4, al aportar los miembros de soporte 7b, la distancia sobre la que las partes más cercanas del espejo primario 1 a los miembros con forma de arco 2a bajan puede ser fácilmente no muy diferente a  $\delta$ .

35 Al tener la estructura de soporte 7 de espejo primario descrita antes, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización pueden impedir que la curvatura del espejo primario (o la superficie de espejo primario que es la superficie de espejo del mismo) del espejo primario 1 cambie debido al cambio de orientación del espejo primario 1. Entonces, incluso si se proporciona un mecanismo de rotación EL, tal como la estructura de rotación EL 2, el espejo primario 1 puede ser soportado mientras se impide que el espejo primario 1 se desvíe o deforme en la medida que los dispositivos de accionamiento para corregir el espejo primario curvado no pueden corregirlo.

45 Los miembros de soporte 7b se ramifican para formar una estructura entramada y, en los extremos ramificados, se conectan al bastidor de estructura entramada 6. Por lo tanto, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización tiene una doble estructura entramada que comprende una primera estructura entramada formada por el bastidor de estructura entramada 6 (y los miembros de soporte 7a posiblemente incluidos) y una segunda estructura entramada formada por los miembros de soporte 7b. En este sentido, los miembros de soporte 7b se pueden denominar miembros dobles de estructura entramada 7b. Aquí, la estructura de soporte 7 de espejo primario y el bastidor de estructura entramada 6 se puede denominar estructura de soporte de espejo primario.

50 Los miembros de soporte 7b que forman una estructura entramada se acoplan al bastidor de estructura entramada 6. Por lo tanto, es posible impedir la reducción de la frecuencia de vibración natural de la superficie de espejo primario del espejo primario 1 y asegurar la rigidez de la estructura de soporte de espejo primario.

55 La estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización puede reducir la diferencia de hundimiento entre el centro de la superficie de espejo primario y los lados de la superficie de espejo primario (las partes del espejo primario cerca de los miembros con forma de arco 2a) del espejo primario 1, que deteriora la precisión de espejo del espejo primario 1.

Además, la superficie de espejo primario del espejo primario 1 simplemente hace movimientos de desvío (desplazamiento paralelo) mientras virtualmente mantiene la precisión de espejo (curvatura). Por lo tanto, ajustando el punto focal con el espejo secundario 3 se puede corregir el punto focal desplazado como resultado del cambio posicional de la superficie de espejo primario del espejo primario 1.

- 5 Las figuras 6 a 9 muestran un modelo de referencia de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio. Este modelo de referencia se da para comparación con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización para explicar los efectos de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según esta realización.

10 La figura 6 es una vista en planta transparente que muestra el espejo primario 1 de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio del modelo de referencia. En la figura, las líneas de puntos gruesos indican el bastidor de estructura entramada 6 y miembros de soporte 7a. En la figura, los miembros con una flecha y notación "CONECTADO" son miembros de soporte 7c, que están conectados a los miembros con forma de arco 2a (estructura de rotación EL 2).

15 El propio peso del espejo primario 1 es aguantado por los miembros con forma de arco 2a (estructura de rotación EL 2) únicamente mediante los miembros de soporte 7c. En la figura 7, los miembros de soporte 7c están indicados por las líneas de trazos. Los miembros de soporte 7c están entre los miembros de soporte que forman la estructura de soporte 7 de espejo primario del modelo de referencia y miembros similares a los miembros de soporte 7a. En las figuras 6 y 7, los puntos indican los puntos en los que está soportado el espejo primario 1 (puntos de soporte).

20 La figura 8 es una vista ampliada del espejo primario 1 que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio del modelo de referencia. La línea de trazos y puntos en la figura indica la forma del espejo primario 1 antes de la deformación por propio peso, es decir la forma del espejo primario 1 cuando se desprecia la deformación por propio peso. La línea continua en la figura indica la forma del espejo primario 1 después de la deformación por propio peso, es decir la forma del espejo primario 1 cuando se tiene en cuenta la deformación por propio peso.

25 La figura 9 es una vista general que muestra esquemáticamente la desviación del espejo primario de la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio del modelo de referencia. La línea de trazos y puntos en la figura indica la forma del bastidor de estructura entramada 6 antes del hundimiento bajo carga hacia abajo del propio peso del espejo primario 1, en otras palabras, la forma cuando se desprecia la deformación por propio peso del espejo primario 1. Las líneas continuas en la figura indican la forma del bastidor de estructura entramada 6 después del hundimiento bajo carga hacia abajo del peso muerto del espejo primario 1, es decir la forma cuando se tiene en cuenta la deformación por propio peso del espejo primario 1. Los puntos negros en la figura indican los puntos en los que está soportado el espejo primario 1 (puntos de soporte), y particularmente los puntos 7c indican los puntos en los que el espejo primario 1 está soportado por los miembros de soporte 7c. Las flechas hacia abajo en la figura indican esquemáticamente la carga aplicada en el espejo primario 1 debido a su propio peso.

35 La estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio del modelo de referencia dados para comparación se describirán en detalle.

En este modelo de referencia, el espejo primario 1 y la estructura de rotación EL 2 están conectados directamente mediante los miembros de soporte 7c. Por lo tanto, la estructura de rotación EL 2 hace rotar el espejo primario 1 alrededor del eje EL mediante los miembros de soporte 7a y 7c y el bastidor de estructura entramada 6.

40 El espejo secundario 3 y la estructura de rotación EL 2 están conectados directamente mediante el soporte 4 de espejo secundario. Por lo tanto, la estructura de rotación EL 2 hace rotar el espejo secundario 3 mediante el soporte 4 de espejo secundario.

45 Por otro lado, la estructura de rotación AZ 5 soporta la estructura de rotación EL 2 con el soporte 5a de estructura de rotación EL. Por lo tanto, como se entiende de la relación entre la estructura de rotación EL 2, el espejo primario 1 y el espejo secundario 3, la estructura de rotación AZ 5 puede hacer rotar el espejo primario 1 y el espejo secundario 3 alrededor del eje AZ.

Como se muestra en las figuras 6 y 7, los miembros de soporte 7a están conectados a la parte inferior del espejo primario 1 en un extremo. Los miembros de soporte 7 se extienden debajo del espejo primario 1 desde ese extremo. Los miembros de soporte 7a están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en el otro extremo.

50 Los miembros de soporte 7c que son los miembros de soporte más cercanos a los miembros con forma de arco 2a están conectados también a la parte inferior del espejo primario 1 en un extremo. Extendiéndose hacia abajo, los miembros de soporte 7c están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en el otro extremo. En más detalle, los otros extremos de los miembros de soporte 7c están conectados al bastidor de estructura entramada 6 en "los extremos en los que el bastidor de estructura entramada 6 se conecta a los miembros con forma de arco 2a".

55 Los extremos de los miembros de soporte 7c se pueden conectar directamente a los miembros con forma de arco 2a cerca de "los extremos en los que el bastidor de estructura entramada 6 se conecta a los miembros con forma de

arco 2a". Además, las posiciones de los miembros con forma de arco 2a se pueden utilizar para funcionar como los miembros de soporte 7c. En tal caso, los miembros con forma de arco 2a soportan directamente el espejo primario 1 en las partes más cercanas al mismo. Entonces, la carga del espejo primario 1 soportada por los miembros de soporte 7c más cercanos a los miembros con forma de arco 2a o una carga equivalente a la misma es aplicada a la estructura de rotación EL 2 (miembros con forma de arco 2a).

Con la estructura anterior, la carga del espejo primario 1 soportada por los miembros de soporte 7c más cercanos a los miembros con forma de arco 2a es aplicada directamente a los miembros con forma de arco 2a. Por tanto, como se muestra en las figuras 8 y 9, la estructura de soporte 7 de espejo primario, que consiste en múltiples miembros de soporte 7a y miembros de soporte 7c, transmite la carga desde el espejo primario 1 del bastidor de estructura entramada 6.

Entonces, asumiendo que la distancia sobre la que el centro del espejo primario 1 baja debido a su propio peso es  $\delta$  como se muestra en la figura 8, al aportar los miembros de soporte 7c (miembros con forma de arco 2a), la distancia sobre la que las partes más cercanas del espejo primario 1 a los miembros con forma de arco 2a bajan es más pequeña que  $\delta$ .

Esto es porque la estructura de soporte 7 de espejo primario, que consiste en múltiples miembros de soporte 7a y miembros de soporte 7c y el bastidor de estructura entramada 6 son más deformables bajo carga que los miembros con forma de arco 2a; por lo tanto, los miembros con forma de arco 2a están sometidos a relativamente menos deformación bajo la carga del espejo primario 1.

En otras palabras, la estructura de soporte 7 de espejo primario se acopla y se fija a la estructura de rotación EL 2 en cada lado (las partes del espejo primario 1 cerca de los miembros con forma de arco 2a) y, por consiguiente, los extremos del espejo primario 1 también se acoplan a la estructura de rotación EL 2. Entonces, la cantidad de deformación por propio peso del espejo primario 1 está restringida por la estructura de rotación EL 2.

Si la estructura anterior rota alrededor del eje EL y la estructura de soporte 7 de espejo primario se deforma debido a su propio peso, el espejo primario 1 apenas se deforma en los extremos pero se deforma en el centro. Por consiguiente, el espejo primario del espejo primario 1 se deforma de manera que la parte central baja más que los extremos, desviándose de una superficie de espejo ideal (véase la figura 9) y deteriorando la precisión de espejo.

En otras palabras, la superficie de espejo primario del espejo primario 1 no puede mantener la precisión de espejo debido a una diferencia significativa entre la curvatura R1 antes de la deformación por propio peso y la curvatura R2 después de la deformación por propio peso (véase la figura 8). Entonces, debido a la diferencia en deformación por propio peso del espejo primario 1, el espejo primario (o la superficie de espejo primario que es la superficie de espejo del mismo) del espejo primario 1 tiene la curvatura cambiada y se desvía de una superficie de espejo ideal. Tal deterioro en la precisión de espejo no puede ser corregido incluso si se ajusta el punto focal con el espejo secundario 3.

Por otro lado, en la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención, la estructura de soporte 7 de espejo primario no se acopla ni se fija a la estructura de rotación EL 2 en cada lado (las partes del espejo primario 1 cerca de los miembros con forma de arco 2a). En otras palabras, en la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención, los puntos de soporte de espejo primario por parte de la estructura de rotación EL 2 y de los miembros de soporte 7b están separados. Además, la estructura de rotación EL 2 y los miembros de soporte 7b no están acoplados. Por lo tanto, no se produce el problema anterior con la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según el modelo de referencia dado para comparación.

En más detalle, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención comprende una estructura que hace pequeña la diferencia relativa en deformación entre el centro y los lados de la estructura de soporte 7 de espejo primario. En otras palabras, se proporcionan los miembros de soporte 7b que soportan el espejo primario en los puntos de soporte de espejo primario en los lados del espejo primario 1. Entonces, los miembros de soporte 7b están separados de la estructura de rotación EL 2 (de modo que no se transfiere directamente fuerza) y forman una estructura de soporte ramificada de espejo primario. De esta manera, una estructura entramada que soporta el espejo primario 1 (la superficie de espejo primario) está formada sin restricción a partir de la estructura de rotación EL 2.

Entonces, los miembros originales de una doble estructura se fijan a la estructura de rotación EL 2 cuando se usan y, por lo tanto, no se reduce la rigidez de la estructura de soporte 7 de espejo primario. Además, los miembros de soporte 7b, que son miembros adicionales para una doble estructura entramada, también forman una estructura entramada de los separadores 6a de estructura, impidiendo la reducción de rigidez.

La estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención comprenden la estructura característica anterior. Incluso si el espejo primario o la superficie de espejo primario se deforman debido a su propio peso, la estructura de soporte 7 de espejo primario no se ve influenciada por la restricción de la estructura de rotación EL 2. El espejo primario o la superficie de espejo primario se deforman o

5 hunden de manera relativamente igual en el centro y en los lados como con la doble estructura entramada. Por consiguiente, la superficie de espejo primario casi no experimenta diferencia entre la curvatura R1 antes de la deformación por propio peso y la curvatura R2 después de la deformación por propio peso. La superficie de espejo primario hace movimientos de desvío (desplazamiento paralelo) mientras mantiene la precisión de espejo (véase la figura 4). Con el punto focal ajustado con el espejo secundario 3 en este estado, se puede obtener un nivel predeterminado de precisión. Entonces, la deformación por propio peso del espejo primario 1 no será muy diferente entre los puntos del mismo, no desviándose de una superficie de espejo ideal.

10 El uso de la estructura en la que la estructura de soporte 7 de espejo primario se proporciona a la estructura de rotación EL 2 (entre los miembros con forma de arco 2a) permite a la estructura de telescopio mantener la altura pequeña. Incluso con esta estructura, la estructura de soporte de espejo primario y unidad de telescopio según una realización de la presente invención pueden mantener pequeña la deformación por propio peso y mantener virtualmente la precisión de espejo. Por consiguiente, fácilmente se hará posible reducir la carrera de dispositivo de accionamiento para ajustar la superficie de espejo primario del espejo primario 1, simplemente la estructura de soporte de espejo primario (la estructura no necesita un alto nivel de rigidez), reduce el número de piezas estructurales, reduce la altura del eje EL, y/o reduce de tamaño de la cúpula que aloja la unidad de telescopio.

15 La presente invención se utiliza adecuadamente para estructuras de soporte de espejo primario que soportan un espejo primario grande que tiene un diámetro de varias decenas de metros o más grande y telescopios que comprenden un espejo primario grande.

20 Habiendo descrito e ilustrado los principios de esta solicitud por referencia a una realización preferida, debe ser evidente que la realización preferida se puede modificar en disposición y detalle sin alejarse de los principios descritos en esta memoria y que se pretende que la solicitud sea interpretada como que incluye todas tales modificaciones y variaciones en tanto que se encuentre dentro del alcance del tema de discusión definido en las reivindicaciones.

**Lista de signos de referencia**

- 1 = espejo primario
- 2 = estructura de rotación EL
- 2a = miembro con forma de arco
- 3 = espejo secundario
- 4 = soporte de espejo secundario
- 5 = estructura de rotación AZ
- 5a = Soporte de estructura de rotación EL
- 5b = Soporte AZ
- 6 = bastidor de estructura entramada
- 6a = separador de estructura
- 7 = estructura de soporte de espejo primario
- 7a = miembro de soporte
- 7b = miembro de soporte
- 7c = miembro de soporte
- AZ = acimut
- EL = elevación

**REIVINDICACIONES**

5 1. Una estructura de soporte de espejo primario que soporta un espejo primario (1) de manera que la estructura de rotación EL (2) que incluye dos miembros con forma de arco (2a) orientados uno hacia otro y que cada uno tiene una superficie exterior para deslizar a lo largo de una superficie de deslizamiento dispuesta en la cara lateral de un cilindro alrededor del eje EL hace rotar el espejo primario (1) alrededor del eje EL,

caracterizada por comprender:

- una estructura entramada que forma un bastidor (6) que se extiende entre los dos miembros con forma de arco (2a), debajo del espejo primario (1) y conectada a los miembros con forma de arco (2a) en los extremos; y
- 10 - una estructura de soporte (7) de espejo primario que incluye múltiples miembros de soporte (7a, 7b), conectando cada uno de los múltiples miembros de soporte (7a, 7b) un punto o múltiples puntos en la circunferencia del espejo primario (1) al bastidor de estructura (6) y haciendo que el bastidor de estructura entramada (6) aguante el propio peso del espejo primario para soportar el espejo primario (1),

15 en donde al menos los miembros de soporte (7b) más cercanos a los miembros con forma de arco (2a) están conectados al bastidor de estructura entramada (6) en partes (6a) diferentes de los extremos en los que el bastidor de estructura entramada (6) está conectado a los miembros con forma de arco (2a), de modo que la carga del espejo primario (1) soportada por los miembros de soporte (7b) más cercanos a los miembros con forma de arco (2a) no es aplicada directamente a los miembros con forma de arco (2), y

20 el propio peso del espejo primario es aguantado por los miembros con forma de arco (2a) a través de los miembros de soporte (7a, 7b) y el bastidor de estructura entramada (6) reduciendo así la diferencia de hundimiento entre el centro de la superficie de espejo primario y los lados de la superficie de espejo primario.

2. La estructura de soporte de espejo primario según la reivindicación 1,

caracterizada por que:

25 el bastidor de estructura entramada (6) y la estructura de soporte (7) de espejo primario son más deformables bajo carga que los miembros con forma de arco (2a).

3. La estructura de soporte de espejo primario según la reivindicación 1 o 2,

caracterizada por que:

30 los miembros de soporte (7b) más cercanos a los miembros con forma de arco (2a) giran alejándose de los extremos en los que el bastidor de estructura entramada (6) está conectado a los miembros con forma de arco (2a), y se conectan al bastidor de estructura entramada (6) en partes (6a) diferentes de los extremos en las que el bastidor de estructura entramada (6) está conectado a los miembros con forma de arco (2a).

4. La estructura de soporte de espejo primario según la reivindicación 3,

caracterizada por que:

35 los miembros de soporte (7b) más cercanos a los miembros con forma de arco (2a) se extienden hacia abajo a lo largo de los miembros con forma de arco (2a) con una distancia desde los miembros con forma de arco (2a), se ramifican y giran alejándose de los extremos en los que el bastidor de estructura entramada (6) está conectado a los miembros con forma de arco (2a) en el extremo extendido, y se conectan al bastidor de estructura entramada (6) en partes diferentes de los extremos en los que el bastidor de estructura entramada (6) está conectado a los miembros con forma de arco (2a).

40 5. Una unidad de telescopio, que comprende:

- la estructura de soporte de espejo primario

según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; y

- un espejo primario (1),

45 en donde la estructura de soporte de espejo primario comprende además una estructura de rotación AZ (5) que soporta y desliza los dos miembros con forma de arco (2a) de la estructura de rotación EL (2) para hacer rotar el espejo primario (1) alrededor del eje AZ.

FIG.1

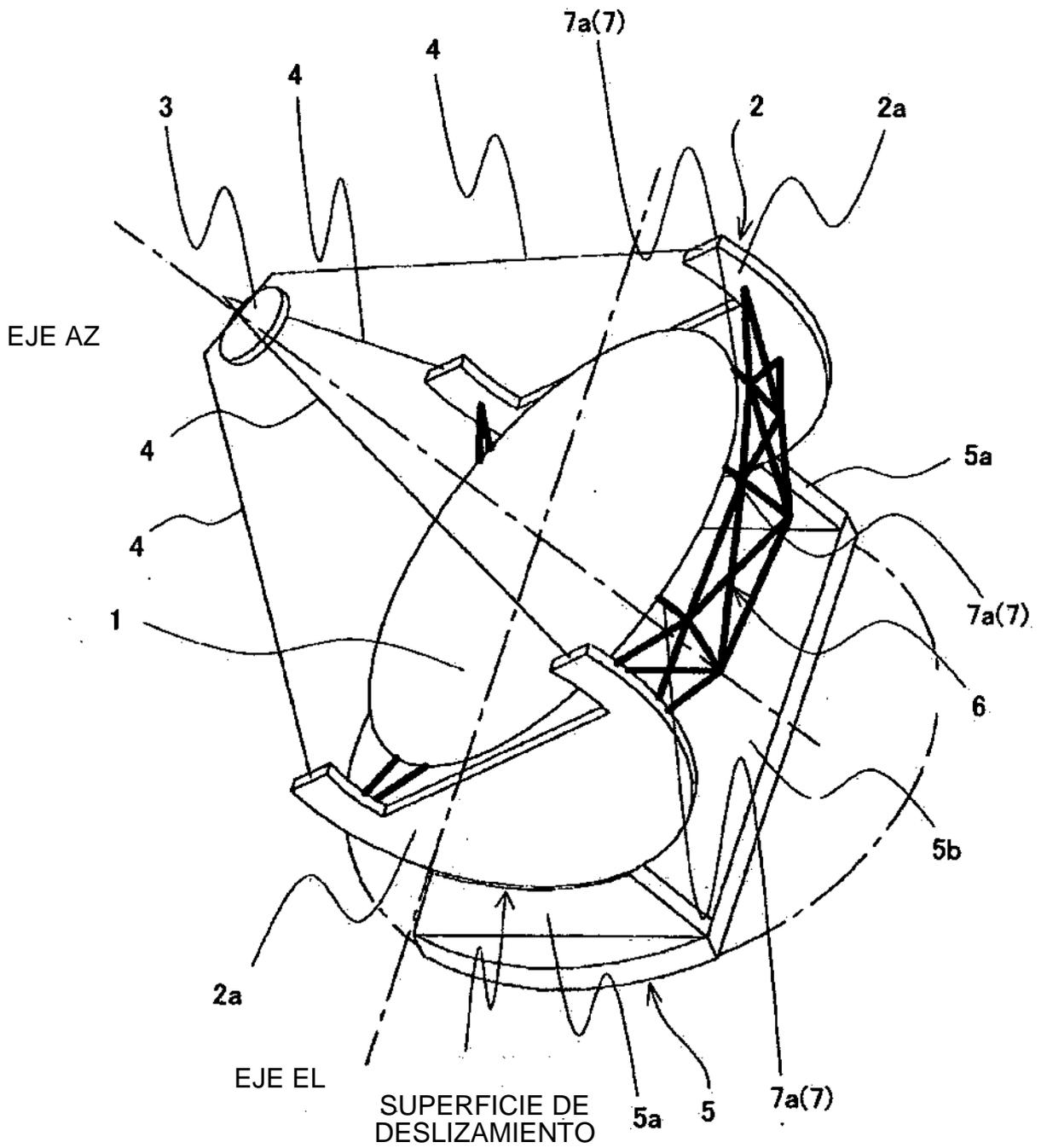


FIG.2

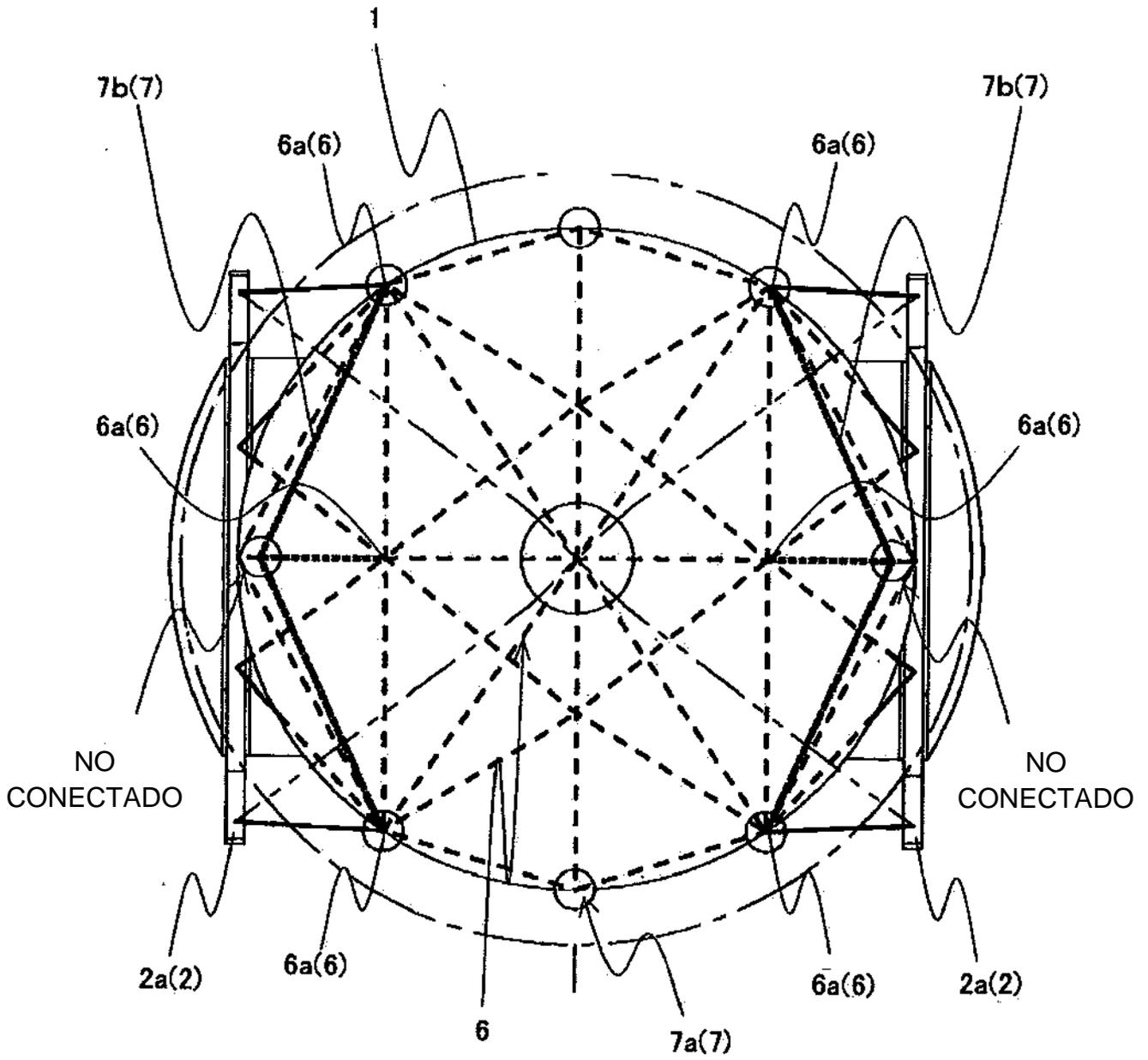


FIG.3

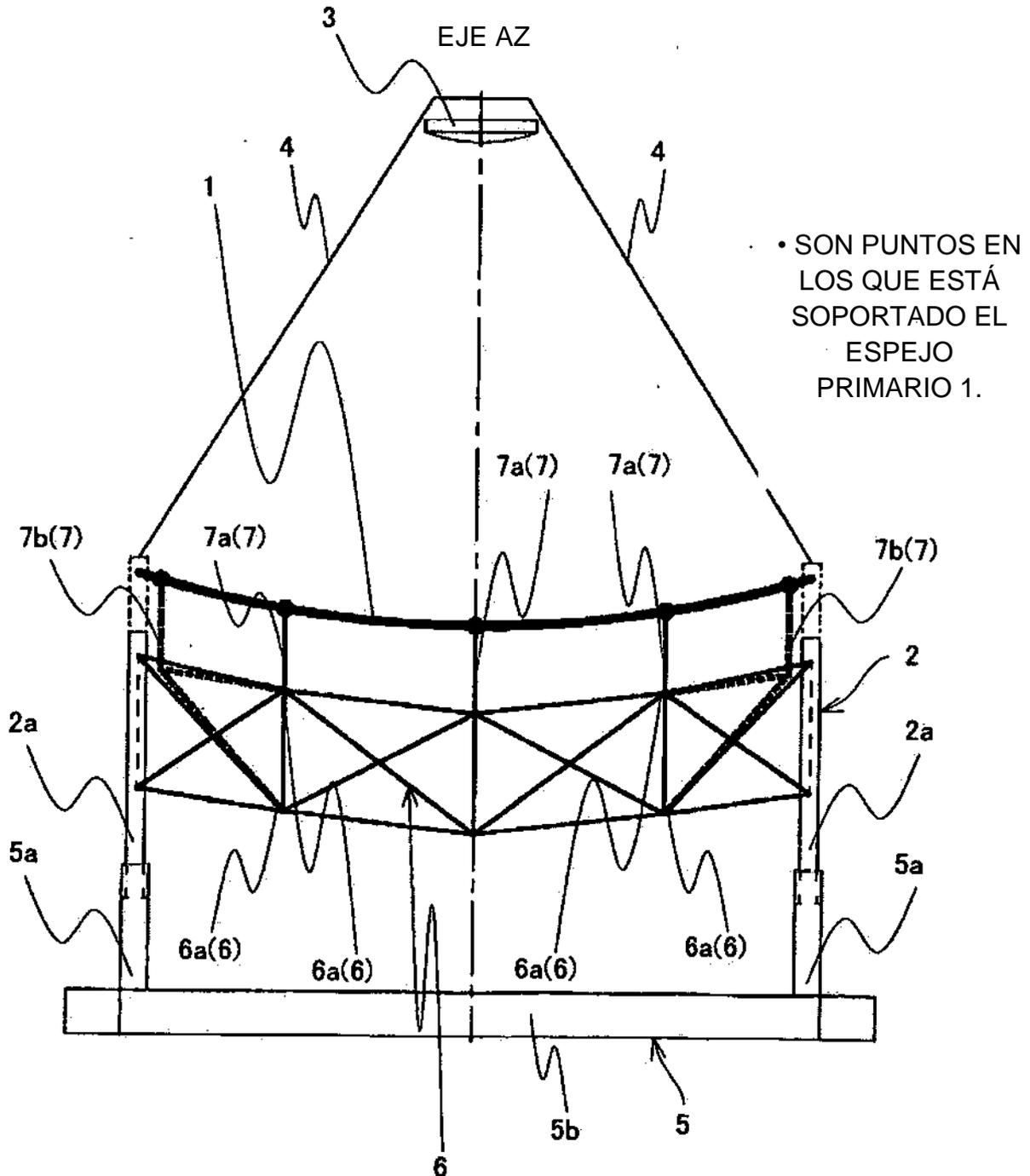


FIG.4

EJE AZ

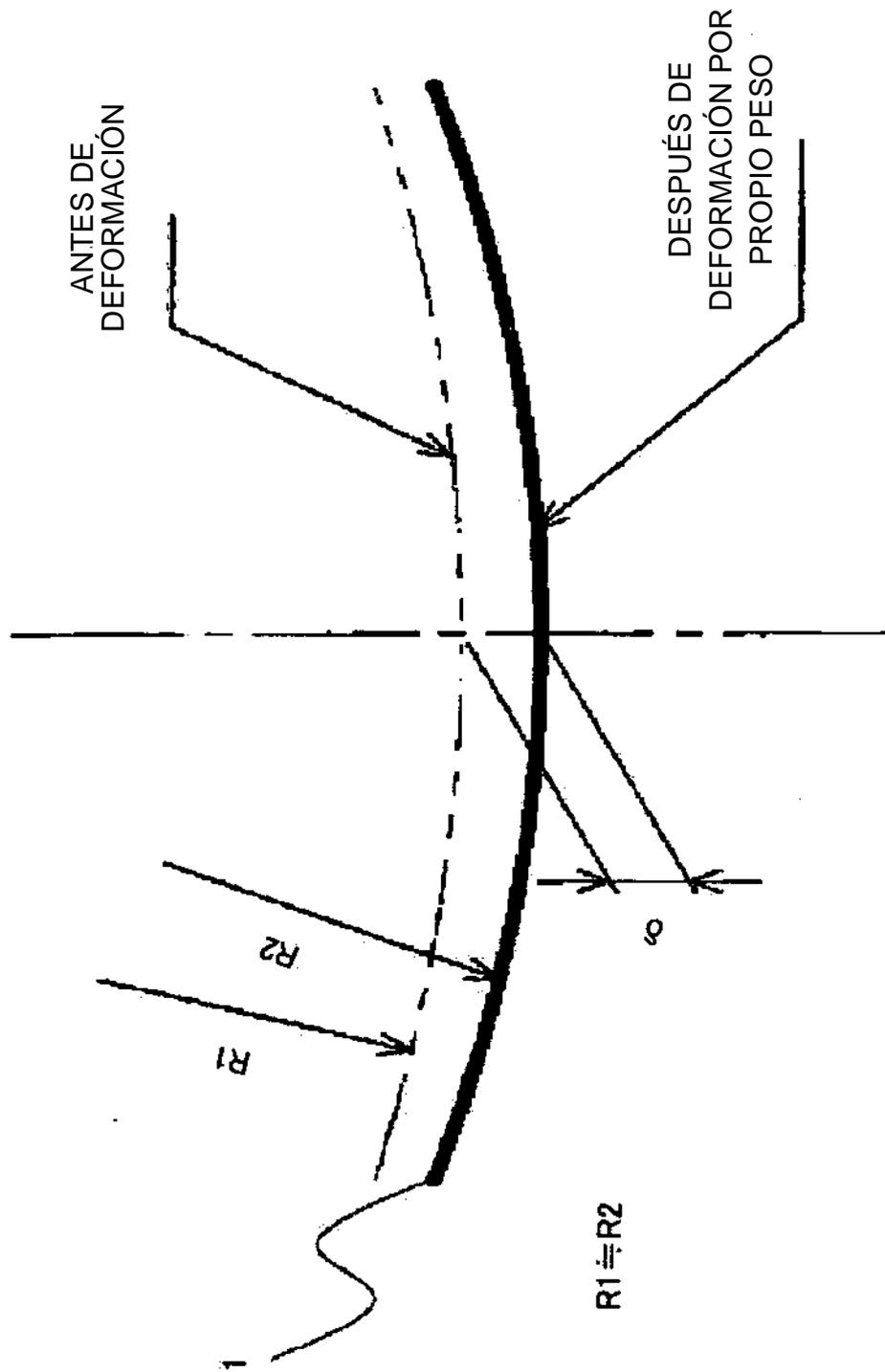


FIG.5

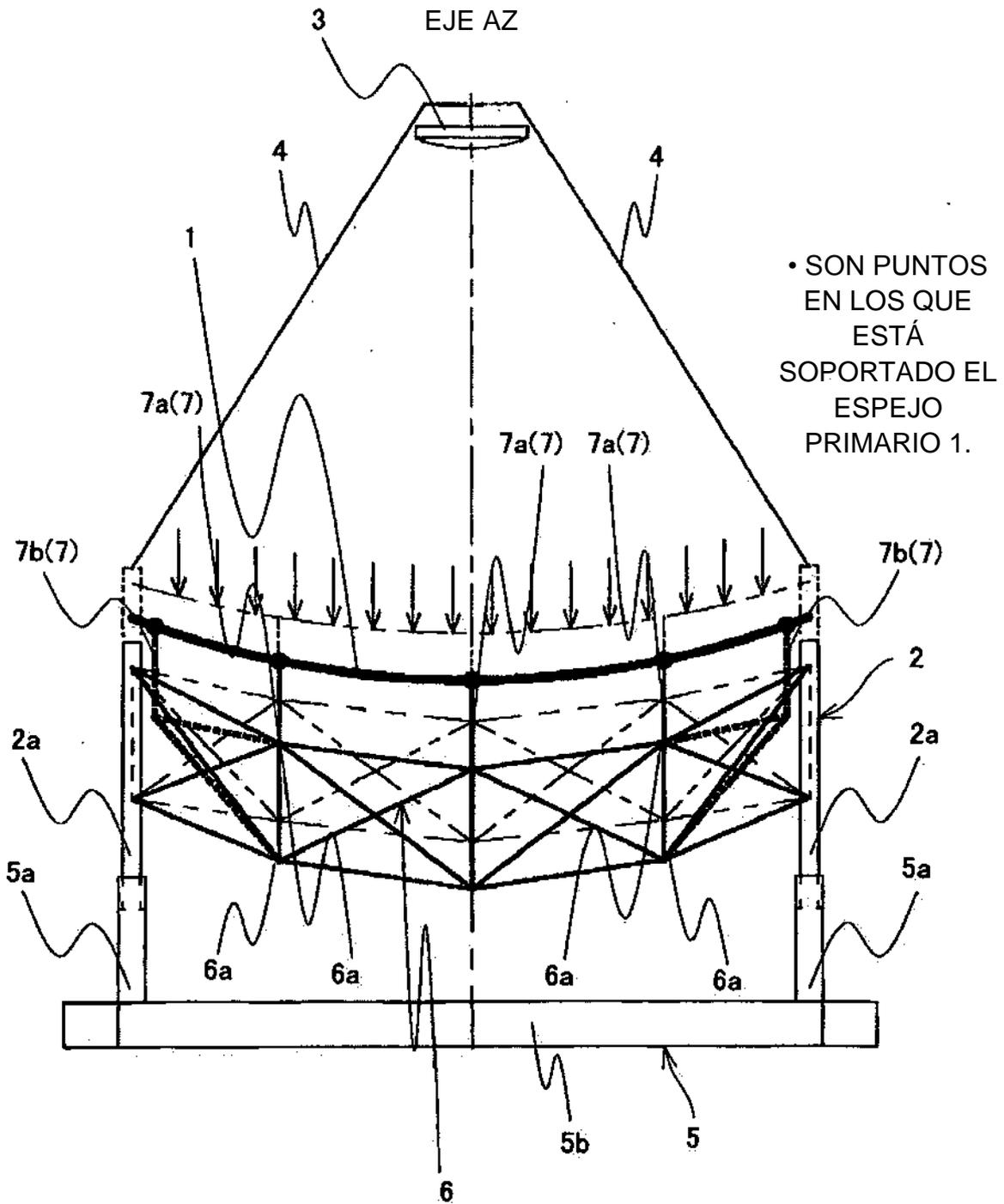


FIG.6

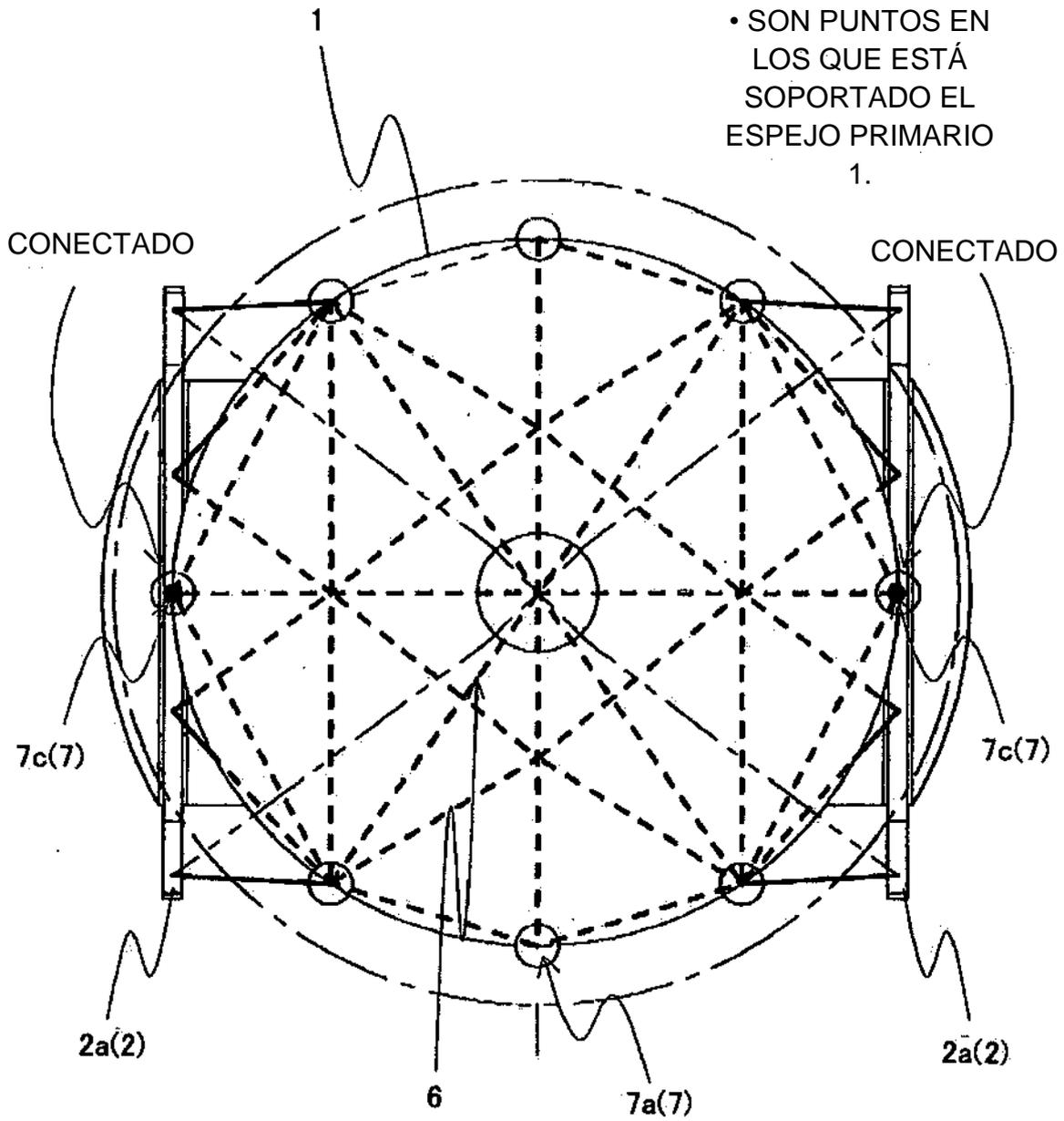


FIG.7

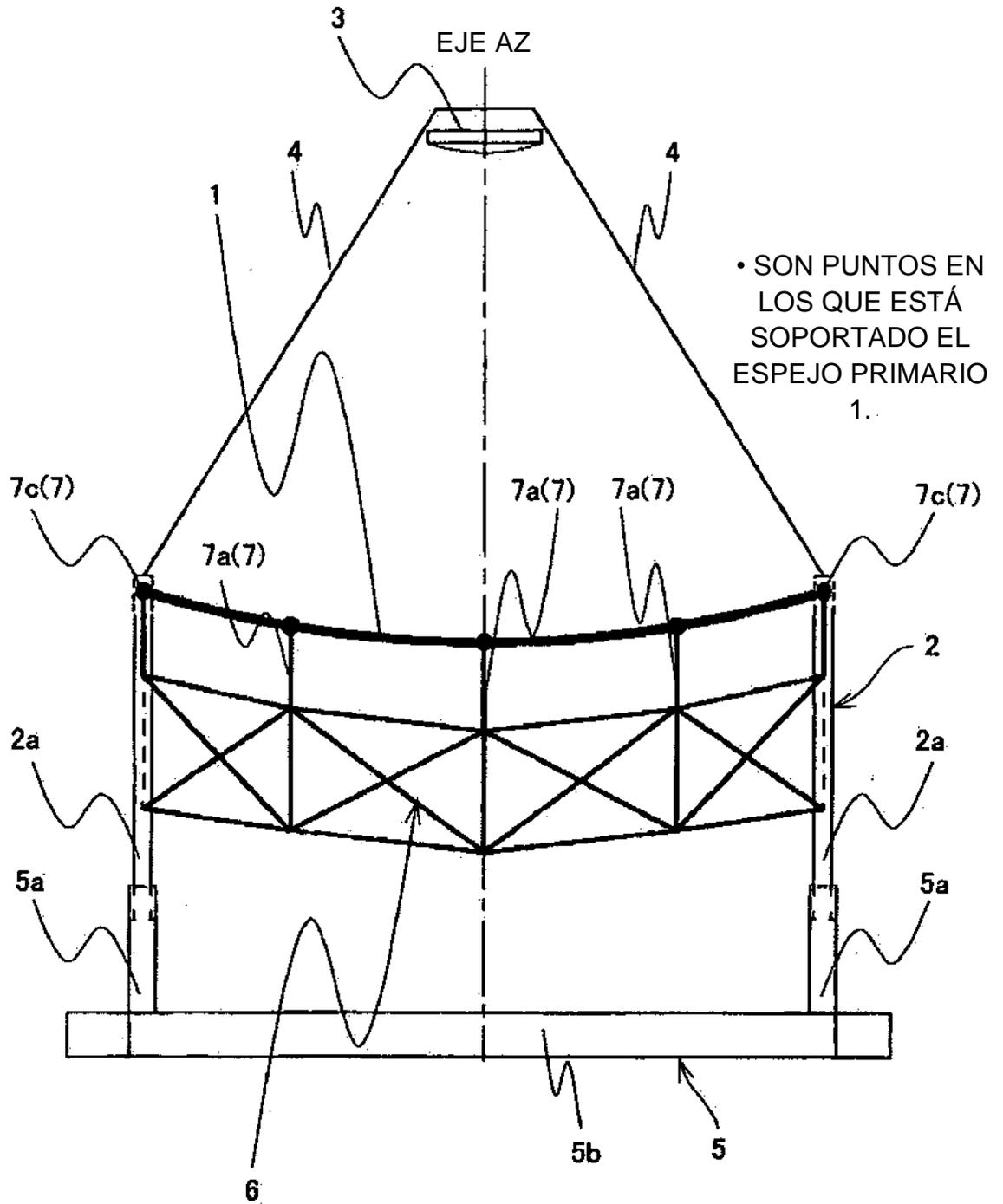


FIG.8

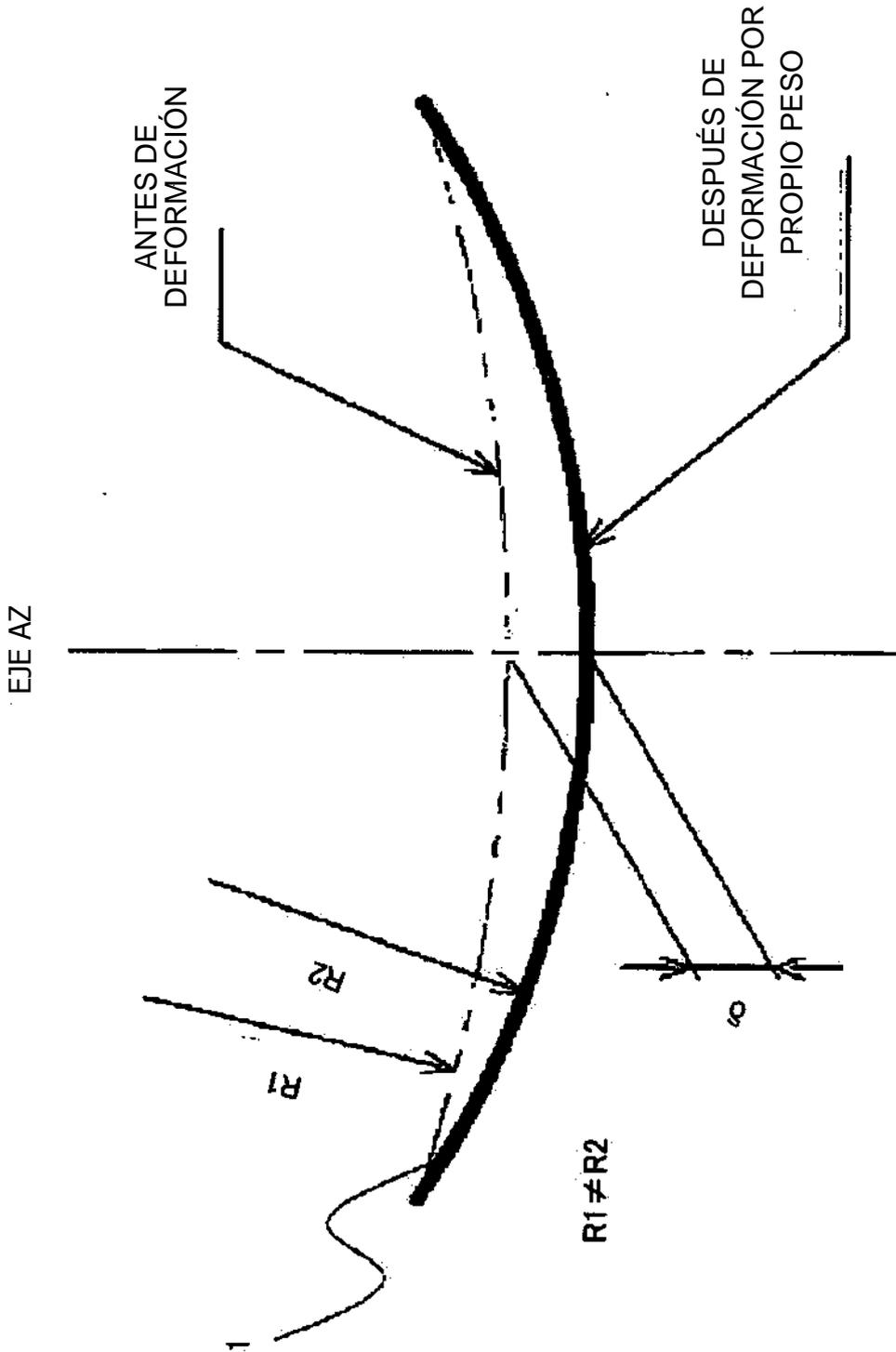


FIG.9

