

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 938**

51 Int. Cl.:

G02B 26/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2017 E 17154187 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 3203299**

54 Título: **Espejo deformable**

30 Prioridad:

03.02.2016 FR 1600184

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

22.04.2019

73 Titular/es:

**THALES (50.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR y
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**DEVILLIERS, CHRISTOPHE;
AGUILAR, FÉLIX;
HOUAIRI, KAMEL y
SUAU, AURÉLIEN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 709 938 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

Espejo deformable

La invención se encuadra en el campo de la óptica espacial activa y se refiere a un espejo deformable, también conocido como espejo activo deformado por un accionador.

5 Un telescopio dispone de un espejo principal, también llamado espejo primario. El espejo primario concentra los rayos luminosos en un espejo secundario que los refleja de vuelta al foco del telescopio. El espejo primario no debe deformarse por el efecto de la gravedad, por ejemplo. A menudo, se utiliza un espejo intermedio deformable para corregir los defectos del espejo primario. Y el espejo intermedio se deforma por medio de uno o más accionadores.

10 Los telescopios modernos están equipados con ópticas deformables denominadas "activas". El espejo de un telescopio de este tipo se deforma permanentemente por medio de accionadores fijados directamente en la parte posterior del espejo para optimizar siempre el rendimiento óptico del telescopio.

Para lograr una buena resolución, los accionadores tienen un cabezal flotante montado sobre resortes para dividir el desplazamiento del accionador por un factor significativo.

15 Sin embargo, la conexión entre el espejo y el cabezal flotante del accionador plantea varios problemas. En primer lugar, cabe lamentar una importante falta de integración, que provoca una deformación incorregible del espejo. Esto es lo que se conoce como pares parásitos. También puede darse una mala alienación y orientación del cabezal flotante por partes de los resortes, lo que tiene el efecto de inyectar pares parásitos cuando el accionador está en funcionamiento para deformar el espejo. Finalmente, durante el lanzamiento se impone una restricción adicional que requiere una conexión rígida entre el espejo y los accionadores, y se generan momentos y fuerzas significativos en el espejo debido a las masas adicionales transportadas por el espejo remoto (incluida la masa de cabezales flotantes).

20 El documento EP 2 860 563 divulga un espejo deformable de este tipo. La invención pretende superar todos o algunos de los problemas mencionados anteriormente proporcionando un espejo deformable que tiene una membrana deformable por un accionador, que comprende además una placa plana y elementos de conexión ubicados entre el accionador y la membrana para desacoplar de la membrana los pares parásitos del accionador, para descargar las fuerzas y los momentos dinámicos que llegan al espejo durante las fases de lanzamiento y también por la gravedad.

25 A tal fin, la invención tiene por objeto a un espejo deformable que comprende una membrana deformable que se extiende en reposo en un primer plano y que tiene una cara anterior reflectante y una cara posterior opuesta a la cara anterior, una estructura de soporte, un accionador que tiene un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo fijo a la estructura de soporte y pudiendo el segundo extremo moverse con relación al primer extremo a lo largo de un primer eje sustancialmente perpendicular al primer plano para ejercer sobre la cara posterior una fuerza axial a lo largo del primer eje, con el fin de deformar localmente la membrana deformable, una placa sustancialmente plana en un segundo plano sustancialmente paralelo al primer plano, posicionada entre el accionador y la membrana deformable, unida a la cara posterior y adaptada para deformarse cuando el accionador ejerce la fuerza axial y siendo la placa rígida en el segundo plano para absorber las fuerzas aplicadas al espejo en el segundo plano.

De acuerdo con una realización, el espejo comprende un elemento elástico colocado entre la placa y la membrana deformable.

40 De acuerdo con otra realización, la placa está unida a la cara posterior a través de un acoplador configurado para transmitir solo una fuerza axial entre el accionador y la membrana deformable y para permitir el libre desplazamiento en el primer plano de la membrana deformable con relación a la placa.

De acuerdo con otra realización, el espejo comprende un elemento elástico colocado entre la placa y el segundo extremo del accionador.

45 De acuerdo con otra realización, el espejo comprende un elemento elástico colocado entre la placa y la estructura de soporte.

50 De acuerdo con otra realización, el accionador comprende un cabezal de traslación libre en un tercer plano sustancialmente paralelo al segundo plano y de rotación libre posicionado en el segundo extremo del accionador, estando el cabezal conectado a la estructura de soporte mediante al menos un elemento elástico para limitar el desplazamiento del segundo extremo del accionador.

De acuerdo con otra realización, el espejo comprende un pie de empotramiento que conecta la membrana deformable a la estructura de soporte, y la placa tiene un extremo fijo en el pie de empotramiento.

De acuerdo con otra realización, la placa está rebajada a fin de favorecer su deformación cuando el accionador ejerce la fuerza axial.

De acuerdo con otra realización, el espejo comprende una pluralidad de accionadores que tienen cada uno un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo fijo a la estructura de soporte y pudiendo el segundo extremo moverse con relación al primer extremo a lo largo de un primer eje sustancialmente perpendicular al primer plano para ejercer sobre la cara posterior una fuerza axial a lo largo del primer eje, con el fin de deformar localmente la membrana deformable.

5 La invención se refiere a cualquier realización que resulte de una combinación de dos o más de las realizaciones anteriormente mencionadas.

La invención se comprenderá mejor y aparecerán otras ventajas al leer la descripción detallada de varias realizaciones dadas a modo de ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto en el que:

- 10 - la figura 1 representa esquemáticamente una primera realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 2 representa esquemáticamente una segunda realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- 15 - la figura 3 representa esquemáticamente una tercera realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 4 representa esquemáticamente una cuarta realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 5 representa esquemáticamente una quinta realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- 20 - la figura 6 representa esquemáticamente una sexta realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 7 representa esquemáticamente una séptima realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 8 representa esquemáticamente una octava realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- 25 - la figura 9 representa esquemáticamente una novena realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- la figura 10 representa esquemáticamente una décima realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención;
- 30 - la figura 11 representa esquemáticamente una undécima realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención.
- la figura 12 muestra esquemáticamente una duodécima realización de un espejo deformable de acuerdo con la invención que comprende una pluralidad de accionadores.

Para mayor la claridad, en las diferentes figuras, los mismos elementos tendrán las mismas referencias.

35 La **figura 1** muestra esquemáticamente una primera realización de un espejo deformable 10 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 10 comprende una membrana deformable 11 que se extiende en reposo en un primer plano 13 y que tiene una cara anterior reflectante y una cara posterior 12 opuesta a la cara anterior, una estructura de soporte 14, un accionador 15 que tiene un primer extremo 16 y un segundo extremo 17, estando el primer extremo 16 fijo en la estructura de soporte 14 y pudiendo el segundo extremo 17 moverse con relación al primer extremo 16 a lo largo de un primer eje Z sustancialmente perpendicular al primer plano 13 para ejercer sobre la cara posterior 12 una fuerza axial a lo largo del primer eje Z, con el fin de deformar localmente la membrana deformable 11. De acuerdo con la invención, el espejo deformable 10 comprende una placa sustancialmente plana 18 en un segundo plano 19 sustancialmente paralelo al primer plano 13, colocada entre el accionador 15 y la membrana deformable 11, unida a la cara posterior 12 y adaptada para deformarse cuando el accionador 15 ejerce la fuerza axial y siendo la placa 18 rígida en el segundo plano 19 para absorber las fuerzas aplicadas al espejo 10 en el segundo plano 19.

40 La placa plana 18 también se puede denominar placa plana de filtración debido a su acción filtrante de las fuerzas, momentos y pares parásitos aplicados al espejo 10. Además, el hecho de que la placa 18 sea rígida en el segundo plano 19 para absorber las fuerzas aplicadas al espejo 10 debe tomarse en un sentido amplio, en el que el término fuerzas también incluye los momentos y los pares parásitos aplicados al espejo.

45 El espejo deformable 10 se muestra esquemáticamente con un solo accionador 15. La invención también se aplica a un espejo deformable que comprende dos, tres o, más en general, una pluralidad de accionadores. Un espejo deformable puede comprender normalmente 24 accionadores. El número de accionadores de un espejo deformable también puede llegar a 100. Un gran número de accionadores permite obtener una alta precisión de deformación de la membrana deformable.

55 Cada accionador ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z en la cara posterior de la membrana deformable. Más específicamente, el accionador está configurado para tirar de la cara posterior de la membrana deformable sustancialmente perpendicular al plano de la membrana deformable. El accionador también puede empujar la cara posterior de la membrana deformable sustancialmente perpendicular al plano de la membrana deformable. Por lo

tanto, el accionador ejerce una fuerza uniaxial a lo largo del eje Z de la membrana deformable para deformarla.

La placa 18 es rígida en su plano 19 y flexible fuera de su plano para recoger todas las fuerzas en su plano 19. La placa 18 está hecha de un material metálico, por ejemplo, titanio o acero inoxidable. La placa 18 puede ser delgada, por ejemplo, del orden de 0,5 mm para una membrana deformable del orden de 3,5 mm de grosor.

5 De manera ventajosa, el espejo deformable 10 puede comprender un elemento elástico 21 colocado entre la placa 18 y la membrana deformable 11. El elemento elástico 21 puede ser, por ejemplo, un resorte o una espuma o cualquier otro elemento que tenga una cierta elasticidad. El elemento elástico 20 permite obtener una relación de reducción significativa entre el accionador 15 y la membrana deformable 11 y permite filtrar los pares y momentos de los accionadores.

10 La **figura 2** representa esquemáticamente una segunda realización de un espejo deformable 20 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 20 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 10 mostrado en la figura 1, pero se diferencia del espejo deformable 10 en que comprende un elemento elástico 22 colocado entre la placa 18 y el segundo extremo 17 del accionador 15. Esta configuración permite limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 y así obtener una importante precisión de la deformación de la membrana deformable 11 cuando el accionador 15 ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z. El elemento elástico 22 puede ser, por ejemplo, un resorte o una espuma o cualquier otro elemento que tenga una cierta elasticidad. El elemento elástico 22 permite obtener, en función de la rigidez elegida del elemento elástico 22, una gran relación de reducción entre el accionador 15 y la membrana deformable 11. Dependiendo del posible desplazamiento del accionador 15 y de la rigidez seleccionada del elemento 22, es posible obtener, cuando el accionador 15 genera una fuerza axial en la cara posterior de la membrana deformable 11, una deformación controlada de la membrana deformable 11.

La **figura 3** muestra esquemáticamente una tercera realización de un espejo deformable 30 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 30 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 10 mostrado en la figura 1, pero se diferencia del espejo deformable 10 en que la placa 18 está unida a la cara posterior 12 a través de un acoplador 31 configurado para transmitir solo una fuerza axial entre el accionador 15 y la membrana deformable 11 y para permitir el movimiento libre en el primer plano de la membrana deformable 11 con respecto a la placa 18. El acoplador 31 puede ser, por ejemplo, una parte longitudinal metálica, también llamada biela, que, de manera ventajosa, presenta un coeficiente de expansión muy bajo. El acoplador 31 puede ser de titanio, acero inoxidable o una aleación de 64 % de hierro y 36 % de níquel. El acoplador 31 puede tener estrechamientos para crear flexibilidad en la flexión filtrando los momentos parásitos, siendo estos momentos absorbidos por la placa de filtración 18.

El espejo deformable 30 se representa esquemáticamente con un solo acoplador 31. La invención también se aplica a un espejo deformable que comprende dos, tres o, más en general, una pluralidad de acopladores 31 distribuidos uniformemente o no uniformemente entre la placa 18 y la membrana deformable 11.

35 La **figura 4** representa esquemáticamente una cuarta realización de un espejo deformable 40 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 40 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 30 mostrado en la figura 3, pero se diferencia del espejo deformable 30 en que comprende un elemento elástico 22 colocado entre la placa 18 y el segundo extremo 17 del accionador 15. Esta configuración hace posible limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 y así obtener una importante precisión de la deformación de la membrana deformable 11 cuando el accionador 15 ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z.

40 La **figura 5** representa esquemáticamente una quinta realización de un espejo deformable 50 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 50 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 10 mostrado en la figura 1, pero se diferencia del espejo deformable 10 en que comprende un elemento elástico 51 colocado entre la placa 18 y la estructura de soporte 14. El elemento elástico 51 puede ser, por ejemplo, un resorte o una espuma o cualquier otro elemento que tenga una cierta elasticidad. El elemento elástico 51 permite limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 y así obtener una precisión significativa de la deformación de la membrana deformable 11 cuando el accionador 15 ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z.

La **figura 6** representa esquemáticamente una sexta realización de un espejo deformable 60 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 60 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 50 mostrado en la figura 5, pero se diferencia del espejo deformable 50 en que comprende un elemento elástico 22 colocado entre la placa 18 y el segundo extremo 17 del accionador 15. Esta configuración permite limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 y así obtener una importante precisión de la deformación de la membrana deformable 11 cuando el accionador 15 ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z.

En la configuración del espejo deformable 50 y el espejo deformable 60, es posible tener un segundo elemento elástico 52 colocado entre la placa 18 y la estructura de soporte 14. Por ejemplo, la placa 18 se puede conectar a la estructura de soporte 14 por medio de varios elementos elásticos, por ejemplo, tres elementos elásticos alrededor de cada accionador, posicionados, de manera ventajosa, a 120°.

La **figura 7** representa esquemáticamente una séptima realización de un espejo deformable 70 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 70 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 50 mostrado en la

- figura 5, pero se diferencia del espejo deformable 50 en que la placa 18 está conectada a la cara posterior 12 a través de un acoplador 31 configurado para transmitir solo una fuerza axial entre el accionador 15 y la membrana deformable 11 y para permitir el movimiento libre en el primer plano de la membrana deformable 11 con respecto a la placa 18. Tal y como se explicó anteriormente para el espejo deformable 30 que se muestra en la figura 3, el acoplador 31 puede ser, por ejemplo, una parte metálica longitudinal, también llamada biela, que, de manera ventajosa, presenta un coeficiente de expansión muy bajo. El acoplador 31 puede ser de titanio, acero inoxidable o una aleación de 64 % de hierro y 36 % de níquel. El acoplador 31 puede tener estrechamientos para crear flexibilidad en la flexión filtrando los momentos parásitos, siendo estos momentos absorbidos por la placa de filtración 18.
- Al igual que en el caso anterior, el espejo deformable 70 se muestra esquemáticamente con un solo acoplador 31. La invención también se aplica a un espejo deformable que comprende dos, tres o, más en general, una pluralidad de acopladores 31 distribuidos uniformemente o no uniformemente en entre la placa 18 y la membrana deformable 11.
- La **figura 8** representa esquemáticamente una octava realización de un espejo deformable 80 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 80 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 70 mostrado en la figura 7, pero se diferencia del espejo deformable 70 en que comprende un elemento elástico 22 colocado entre la placa 18 y el segundo extremo 17 del accionador 15. Esta configuración permite limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 y así obtener una importante precisión de la deformación de la membrana deformable 11 cuando el accionador 15 ejerce una fuerza axial a lo largo del eje Z.
- La **figura 9** muestra esquemáticamente una novena realización de un espejo deformable 90 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 90 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 70 mostrado en la figura 7, pero se diferencia del espejo deformable 70 en que comprende un pie de empotramiento 91 que conecta la membrana deformable 11 a la estructura de soporte 14, y la placa 18 tiene un extremo fijo en el pie de empotramiento 91. El pie de empotramiento 91 conecta la membrana deformable 11 a la estructura de soporte 14. El pie de empotramiento 91 puede ser central. En este caso, la membrana deformable está conectada en su centro al pie de empotramiento. Por ejemplo, el pie de empotramiento 91 puede comprender un anillo al que está unida la membrana deformable para mantener la membrana deformable en su posición. El espejo deformable de acuerdo con la invención también puede comprender una pluralidad de pies de empotramiento (por ejemplo, tres pies de empotramiento posicionados a 120 °), por ejemplo, colocados en la periferia del espejo. En este caso, la membrana deformable está conectada a los pies de empotramiento en su zona periférica o también puede conectarse a un diámetro intermedio del espejo.
- El hecho de que la placa 18 tenga un extremo fijo en el pie de empotramiento 91 reduce las restricciones que se le aplican especialmente durante el lanzamiento.
- La **figura 10** representa esquemáticamente una décima realización de un espejo deformable 100 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 100 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 10 mostrado en la figura 1, pero se diferencia del espejo deformable 10 en que la placa 18 tiene un extremo fijo en el pie de empotramiento 91, tal y como se explicó anteriormente en la realización mostrada en la figura 9.
- Debe tenerse en cuenta que la variante de la placa 18 que tiene un extremo fijo en el pie de empotramiento 91 se puede aplicar a todas las realizaciones mostradas anteriormente.
- Más generalmente, todas las características presentadas en cada una de las realizaciones presentadas anteriormente pueden combinarse sin apartarse del alcance de la invención.
- [0040] La **figura 11** representa esquemáticamente una undécima realización de un espejo deformable 110 de acuerdo con la invención. El espejo deformable 110 comprende los mismos elementos que el espejo deformable 90 mostrado en la figura 9, pero se diferencia del espejo deformable 90 en que el accionador 15 comprende un cabezal 92 de traslación libre en un tercer plano sustancialmente paralelo al segundo plano y de rotación libre posicionado en el segundo extremo 17 del accionador 15, estando el cabezal 92 conectado a la estructura de soporte 14 mediante al menos un elemento elástico 52 para limitar el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15. Se dice que el cabezal 92 es flotante porque es de libre rotación y traslación y solo está sujeto a una fuerza uniaxial a lo largo del eje del accionador 15. El cabezal 92 permite dividir por un cierto factor el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15.
- En la figura 11 se muestra un solo cabezal flotante, pero la invención también se aplica a un espejo deformable que comprende una pluralidad de cabezales flotantes, hasta un cabezal flotante por accionador.
- Puede observarse que la realización con cabezal flotante se puede combinar con todas las demás realizaciones ya presentadas. Sin embargo, en presencia de un elemento elástico entre el accionador 15 y la placa 18 o entre la placa 18 y la estructura de soporte 14, el cabezal flotante 92 no es necesario, ya que el desplazamiento del segundo extremo 17 del accionador 15 está en ese caso limitado por el elemento o los elementos elásticos.

De manera ventajosa, la placa 18 puede estar rebajada, de forma que se ablande a fin de promover su deformación cuando el accionador 15 ejerce la fuerza axial. Por lo tanto, es posible obtener una buena deformación de la placa 18 sin aumentar las fuerzas requeridas por cada accionador 15. Además, al rebajar la placa 18, se obtiene una ligera ganancia de peso del espejo deformable.

- 5 La **figura 12** muestra esquemáticamente una duodécima realización de un espejo deformable 120 de acuerdo con la invención que comprende varios accionadores. El espejo deformable 120 comprende los mismos elementos que los espejos deformables mostrados en las figuras anteriores. De hecho, la invención también se refiere a un espejo deformable que comprende una pluralidad de accionadores que tienen cada uno un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo fijado a la estructura de soporte y pudiendo el segundo extremo moverse con relación al primer extremo de acuerdo con un primer eje sustancialmente perpendicular al primer plano para ejercer sobre la cara posterior una fuerza axial a lo largo del primer eje, con el fin de deformar localmente la membrana deformable. Los accionadores pueden estar distribuidos uniformemente o no sobre la estructura de soporte, y su número se define generalmente de acuerdo con las dimensiones de la membrana deformable.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Espejo deformable (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120) que comprende:
- una membrana deformable (11) que se extiende en reposo en un primer plano (13) y que tiene una cara anterior reflectante y una cara posterior (12) opuesta a la cara anterior,
 - una estructura de soporte (14),
 - un accionador (15) que tiene un primer extremo (16) y un segundo extremo (17), estando el primer extremo (16) fijo a la estructura de soporte (14) y pudiendo el segundo extremo (17) desplazarse con relación al primer extremo (16) en un primer eje (Z) sustancialmente perpendicular al primer plano (13) para ejercer, en la cara posterior (12), una fuerza axial en el primer eje (Z), a fin de deformar localmente la membrana deformable (11),
- caracterizado porque** comprende una placa (18) sustancialmente plana en un segundo plano (19) sustancialmente paralelo al primer plano (13), colocada entre el accionador (15) y la membrana deformable (11), unida a la cara posterior (12) y adaptada para deformarse cuando el accionador (15) ejerce la fuerza axial, y **porque** la placa (18) es rígida en el segundo plano (19) para absorber las fuerzas aplicadas al espejo en el segundo plano (19).
2. Espejo deformable (10, 20, 50, 60, 100, 120) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un elemento elástico (21) colocado entre la placa (18) y la membrana deformable (11).
3. Espejo deformable (30, 40, 70, 80, 90, 110) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la placa (18) está unida a la cara posterior (12) a través de un acoplador (31) configurado para transmitir solo una fuerza axial entre el accionador (15) y la membrana deformable (11) y para permitir el desplazamiento libre en el primer plano (13) de la membrana deformable (11) con respecto a la placa (18).
4. Espejo deformable (20, 40, 60, 80, 100) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** comprende un elemento elástico (22) colocado entre la placa (18) y el segundo extremo (17) del accionador (15).
5. Espejo deformable (50, 60, 70, 80, 90) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** comprende un elemento elástico (51) situado entre la placa (18) y la estructura de soporte (14).
6. Espejo deformable (110) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el accionador (15) comprende un cabezal (92) de traslación libre en un tercer plano sustancialmente paralelo al segundo plano (19) y de rotación libre, posicionado en el segundo extremo (17) del accionador (15), y **porque** el cabezal (92) está conectado a la estructura de soporte (14) mediante al menos un elemento elástico (52), para limitar el desplazamiento del segundo extremo (17) del accionador (15).
7. Espejo deformable (90, 100, 110) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** comprende un pie de empotramiento (91) que une la membrana deformable (11) a la estructura de soporte (14) y **porque** la placa (18) tiene un extremo fijo en el pie de empotramiento (91).
8. Espejo deformable (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** la placa (18) está rebajada a fin de favorecer su deformación cuando el accionador (15) ejerce la fuerza axial.
9. Espejo deformable (120) de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** comprende una pluralidad de accionadores que tienen cada uno un primer extremo y un segundo extremo, estando el primer extremo fijo a la estructura de soporte y pudiendo el segundo extremo desplazarse con relación al primer extremo en un primer eje sustancialmente perpendicular al primer plano para ejercer, en la cara posterior, una fuerza axial según el primer eje, con el fin de deformar localmente la membrana deformable.

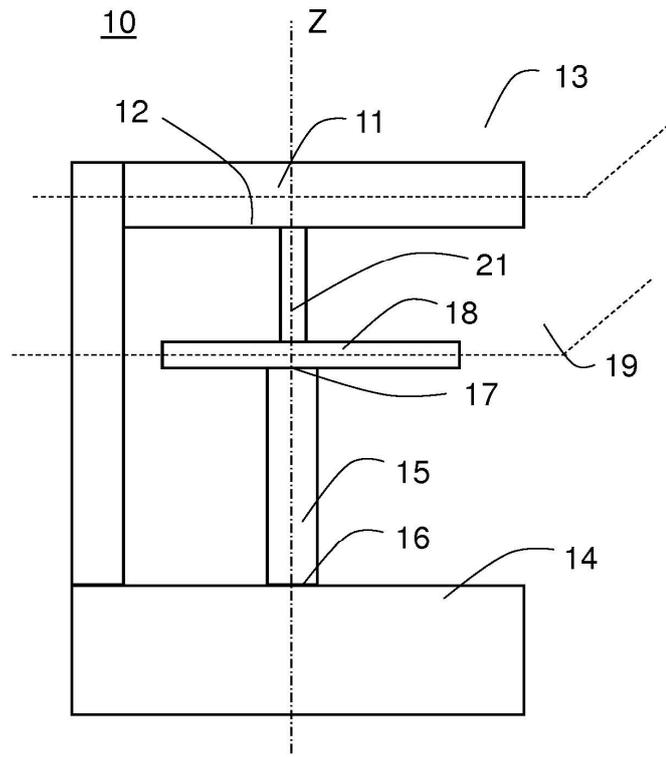


FIG.1

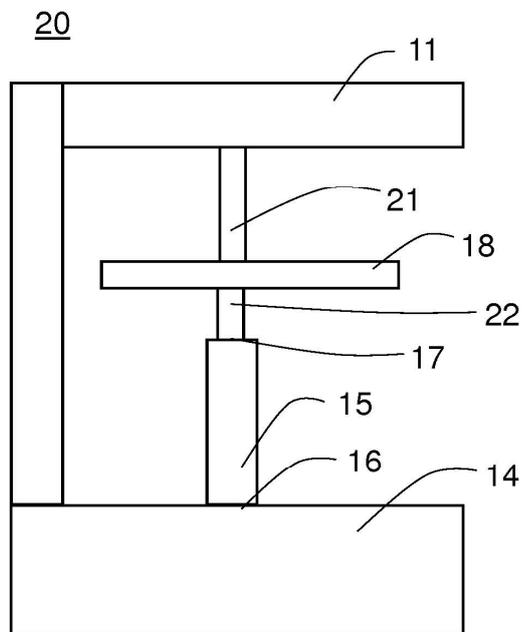


FIG.2

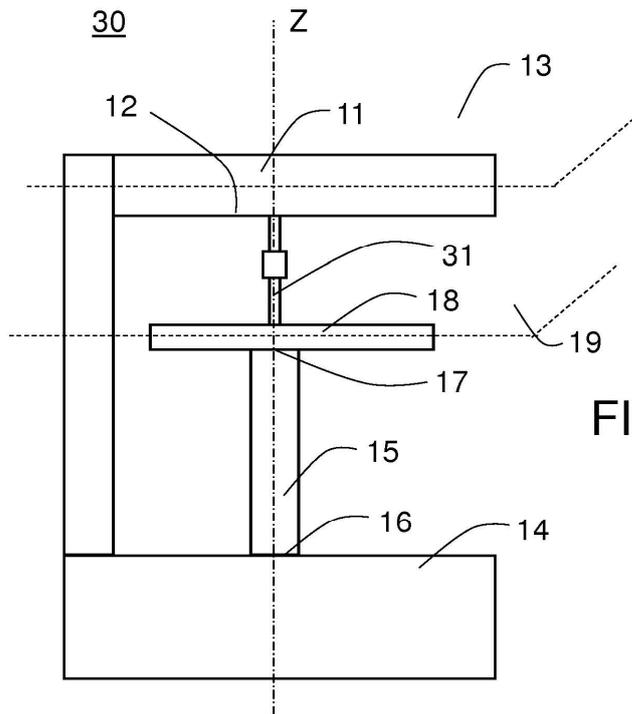


FIG.3

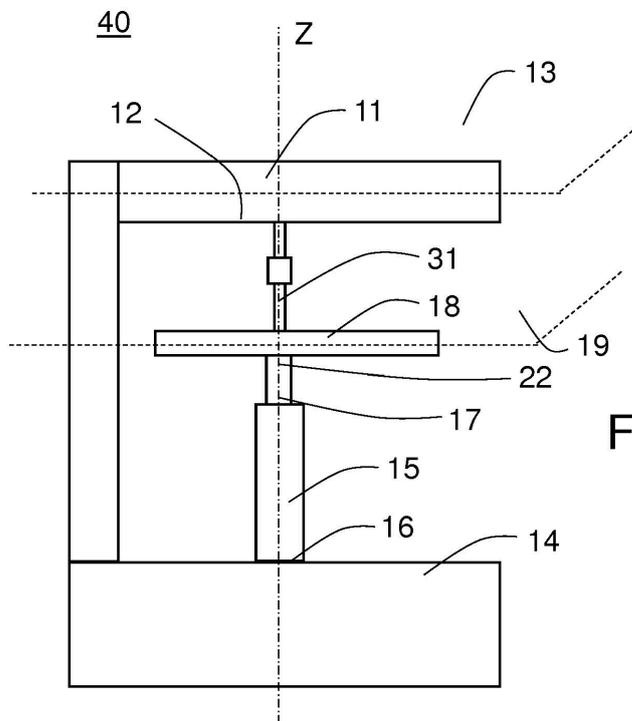
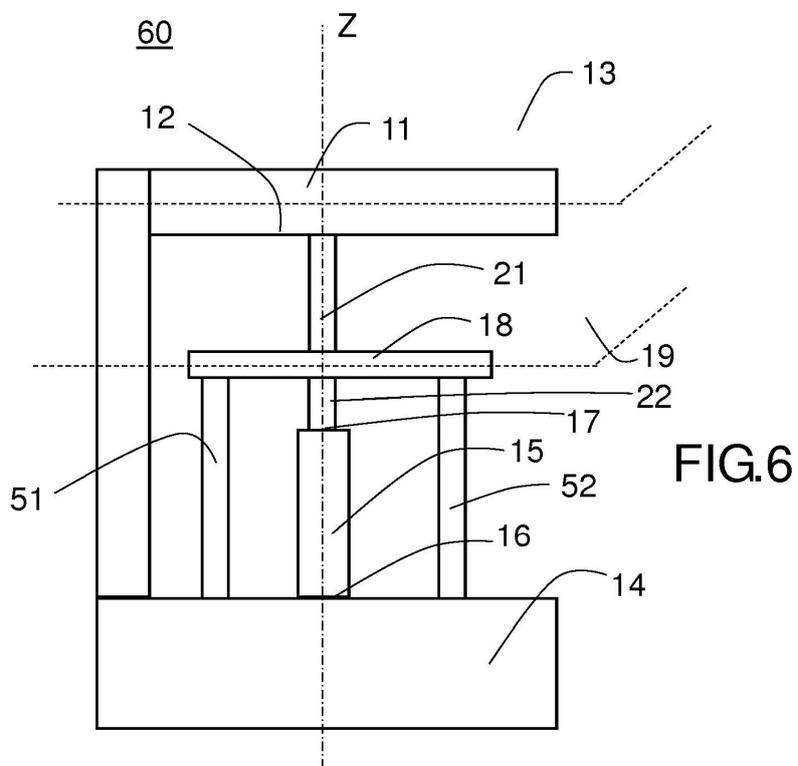
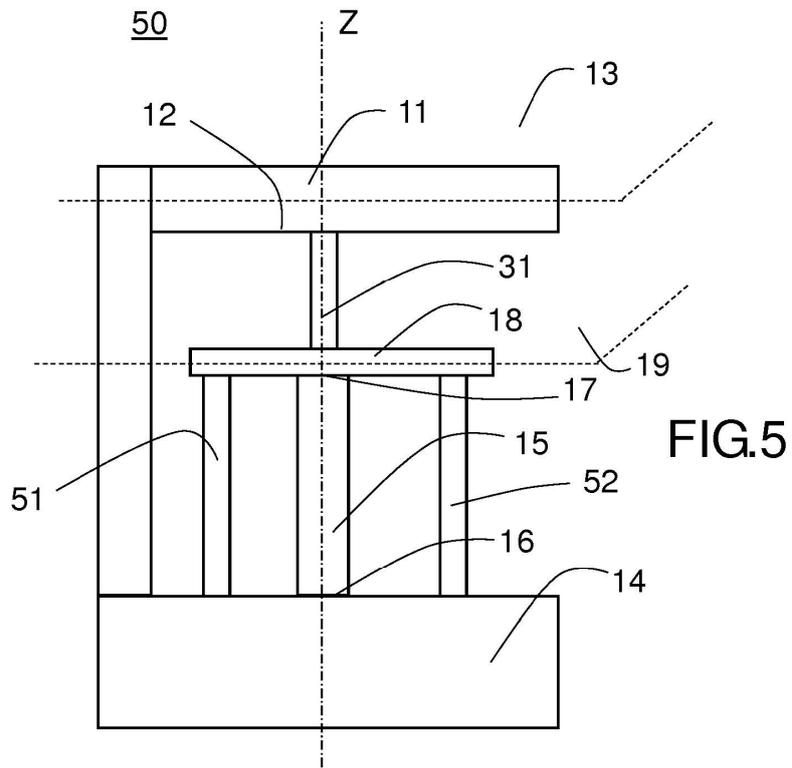
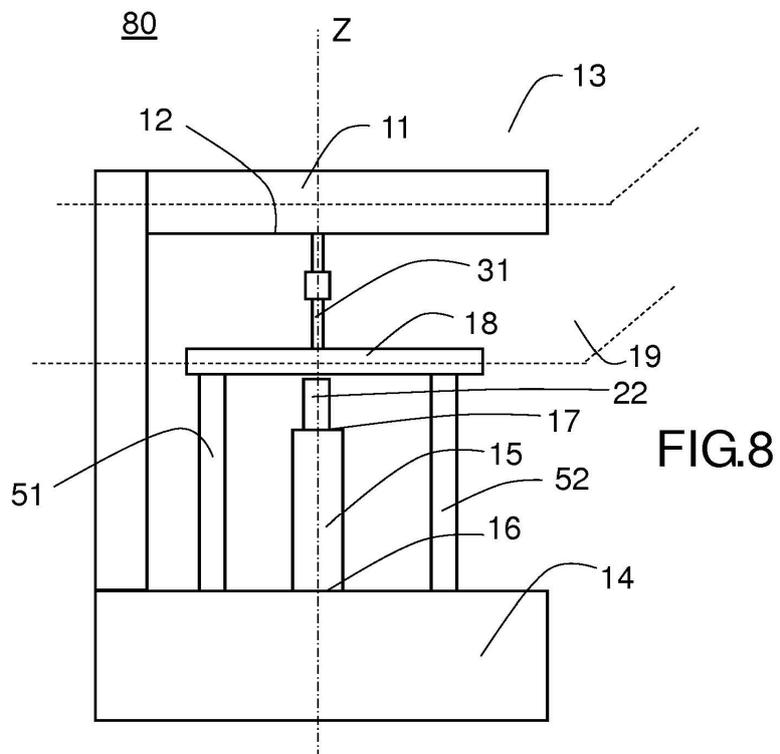
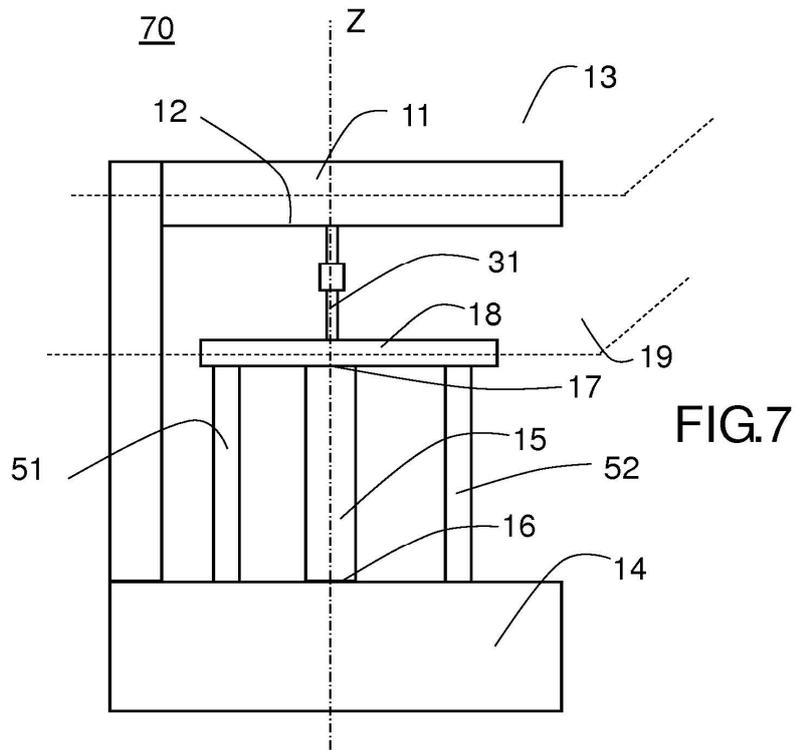
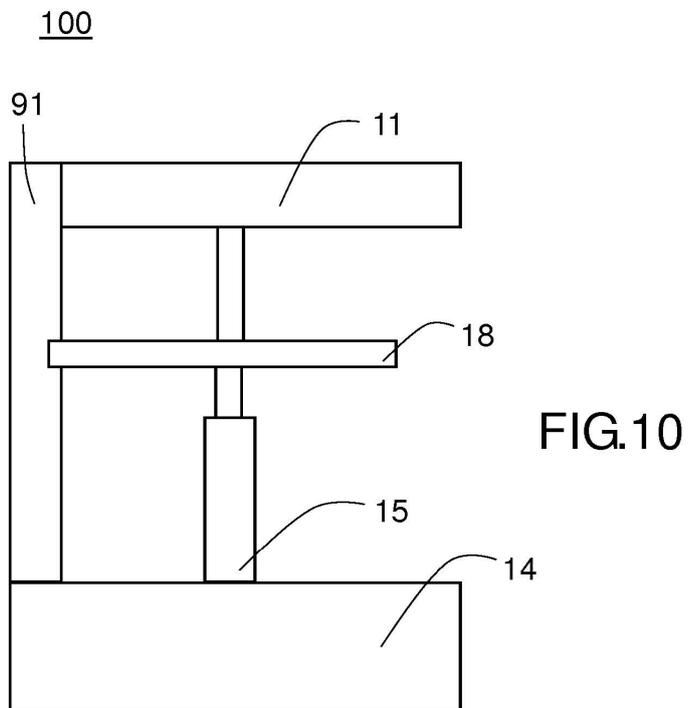
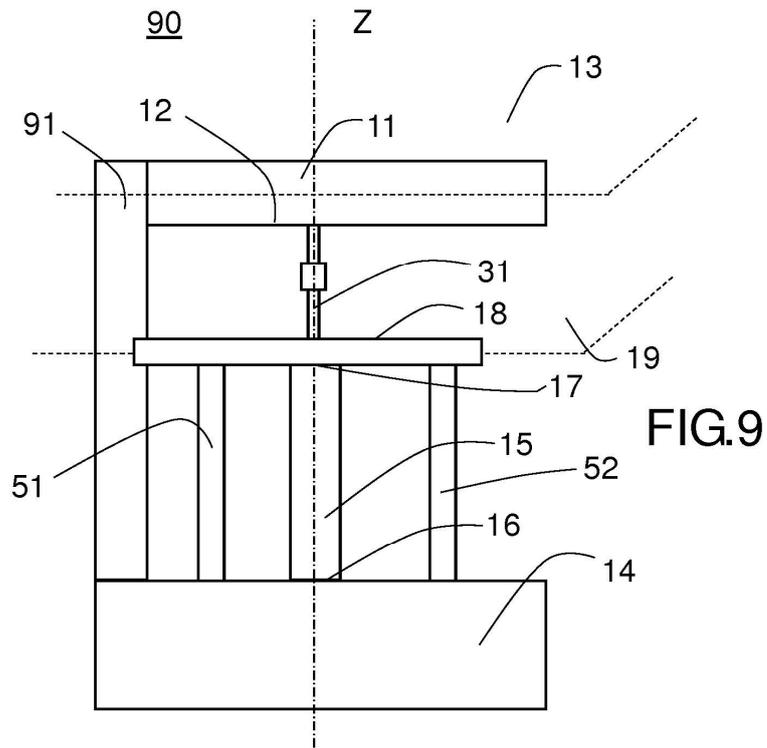


FIG.4







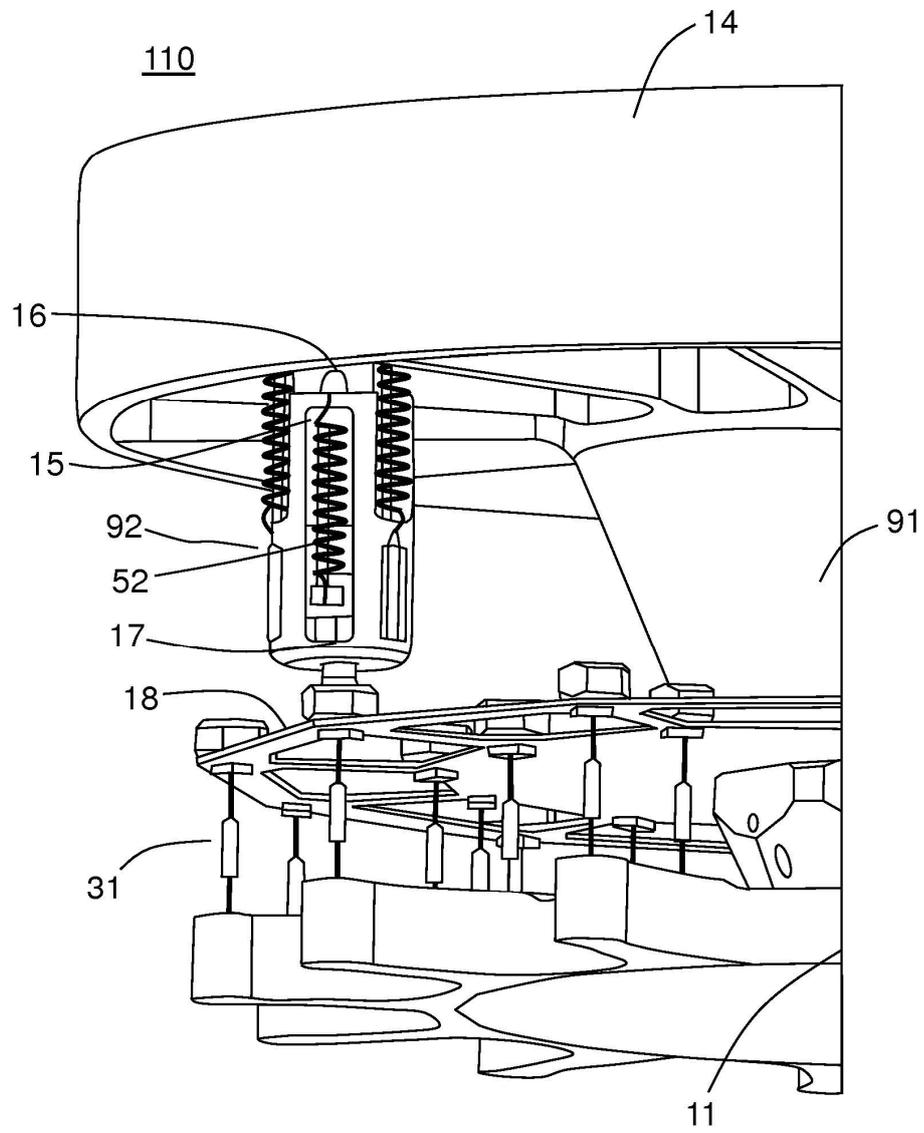


FIG.11

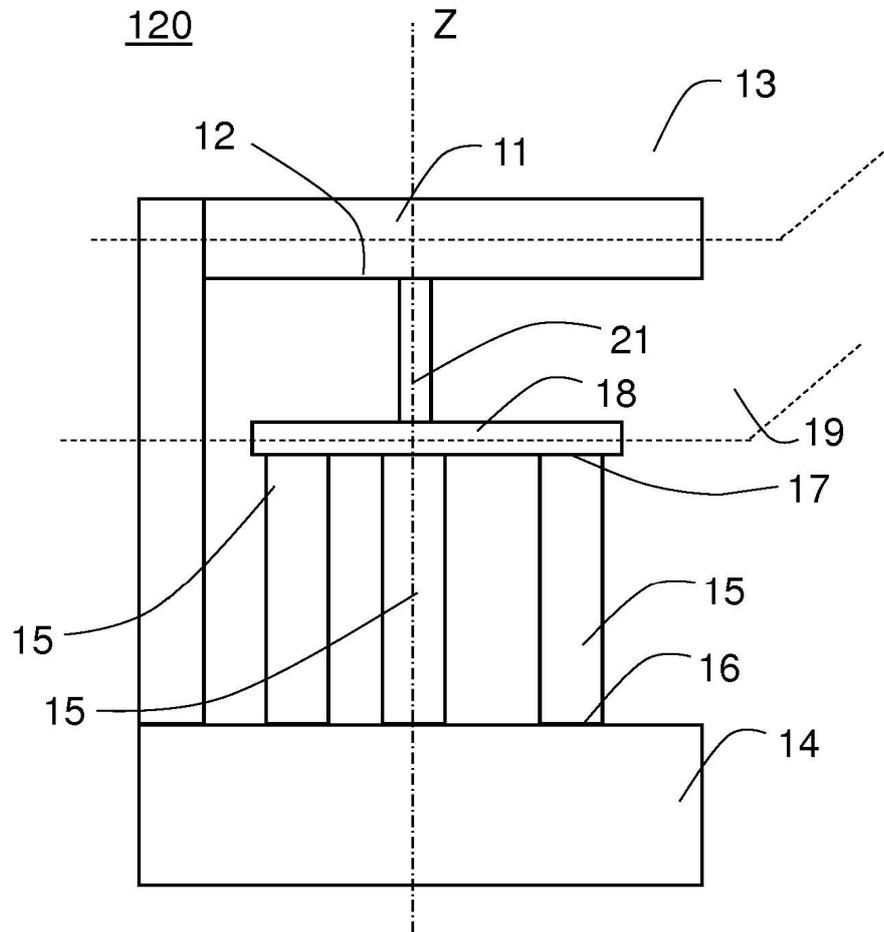


FIG.12