

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 669**

51 Int. Cl.:

H01S 3/02	(2006.01)
G02B 7/00	(2006.01)
G02B 7/18	(2006.01)
H01S 3/034	(2006.01)
G02B 27/00	(2006.01)
H01S 3/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2014 PCT/US2014/030315**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14145525**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2014 E 14724214 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2973893**

54 Título: **Protección óptica de láser**

30 Prioridad:
15.03.2013 US 201313838128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2019

73 Titular/es:
**NOVANTA CORPORATION (100.0%)
4600 Campus Place
Mukilteo, WA 98275, US**

72 Inventor/es:
**MURRAY, MICHAEL, W. y
LIMA, MELVIN, J.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 717 669 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

Protección óptica de láser

Campo técnico

- 5 Las realizaciones, indicadas como ejemplos no limitativos, se refieren, en términos generales, a sistemas ópticos de láser y, más específicamente, a la protección de láseres o de otras fuentes de elevada potencia óptica contra daños debidos a fuentes externas de contaminación.

Técnica anterior

- 10 Esta sección tiene por finalidad proporcionar un antecedente de la técnica o contexto de las realizaciones descritas a continuación. La descripción en la presente memoria puede incluir conceptos que podrían ser objeto de interés o de investigación, pero no se trata necesariamente de conceptos que hayan sido previamente concebidos, implementados o descritos. Por lo tanto, y a menos que explícitamente se indique otra cosa en la presente memoria, lo que se describe en esta sección no constituye técnica anterior en cuanto a la descripción de esta solicitud y no se admite que sea técnica anterior por inclusión en esta sección.

- 15 En su forma más básica, un láser tiene una superficie óptica final a través de la cual puede pasar la radiación (luz) óptica y propagarse en el espacio más allá del láser. La superficie óptica final está expuesta a experimentar algún daño cuando una potencia procedente del láser es absorbida por contaminantes externos que puedan adherirse a la superficie óptica final. El calentamiento localizado de los contaminantes da lugar frecuentemente a la vaporización de los revestimientos y del material de sustrato del componente óptico final. El componente óptico final puede ser una ventana, un espejo de acoplamiento de salida del láser, un prisma, una lente o similar. El componente óptico final puede ser un componente costoso por sí mismo, pero, y esto es lo más importante, este componente puede ser requerido para proteger un entorno interior del láser. Cuando se desarrolla un daño sobre la superficie óptica final, la potencia procedente del láser puede perforar un orificio a través de la superficie óptica final empezando desde fuera del láser. Si el componente óptico final es completamente perforado, la totalidad de la cavidad del resonador del láser puede dañarse más allá de cualquier posibilidad de reparación.

- 25 Asimismo, se describen ejemplos de conjuntos de ventana protectores para un aparato generador de haz láser en los documentos patente JP H01 218081 A y WO 97/13172 A1, y en una publicación por Jens Schwarz et al.: "Debris mitigation techniques for Petawatt-class lasers in high debris environments", Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams, vol. 13, no. 4, 1 de abril de 2010, DOI: 10.1103/PhysRevSTAB.13.041001.

Compendio

- 30 La invención se define por un aparato según está definido por las características técnicas de la reivindicación 1 y por un método según está definido por las características técnicas de la reivindicación 23.

En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas.

- 35 De acuerdo con un primer aspecto, un aparato, que comprende: un alojamiento que comprende uno o más componentes ópticos, en donde por lo menos uno de los uno o más componentes ópticos es un componente sacrificable, en el que, en un estado de trabajo, el alojamiento tiene una o más presiones de gas predefinidas en correspondientes una o más porciones del alojamiento; y uno o más transductores configurados, cuando el alojamiento se halla en su estado de funcionamiento, para generar automáticamente una orden de parada de un láser cuando un parámetro de presión de gas en por lo menos una de las una o más porciones del alojamiento cambia más allá de un nivel de umbral que es detectado por al menos un transductor de presión de los uno o más transductores y causado por una contaminación externa. Además, el alojamiento puede ser fijable al láser o puede ser una parte del láser.

- 40 De acuerdo con un segundo aspecto, un método, que comprende: proporcionar un aparato que tiene un alojamiento que comprende uno o más componentes ópticos, en donde por lo menos uno de los uno o más componentes ópticos es un componente sacrificable, y uno o más transductores; proporcionar una o más presiones predefinidas de gas en correspondientes una o más porciones del alojamiento; y detectar, utilizando por lo menos un transductor de presión del uno o más transductores, cuándo un parámetro de presión de gas, en por lo menos una de las una o más porciones del alojamiento, cambia más allá de un nivel de umbral que es causado por una contaminación externa, para generar una orden de parada del láser. Además, el método también puede comprender reemplazar el por lo menos un componente óptico sacrificable perforado.

- 50 **Breve descripción de los dibujos:**

Para una mejor comprensión de la naturaleza y objetos de los ejemplos de realizaciones, se hace referencia a la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos siguientes, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de un dispositivo protector de láser de acuerdo con un primer ejemplo de realización;

la Figura 2 es un diagrama de un dispositivo protector de láser de acuerdo con un segundo ejemplo de realización;

la Figura 3 es un diagrama de un dispositivo protector de láser de acuerdo con un tercer ejemplo de realización;

la Figura 4 es un diagrama de un dispositivo protector de láser de acuerdo con un cuarto ejemplo de realización;

5 La Figura 5 es un diagrama de una protección de una óptica de láser dentro de la cavidad del láser, con una posible capacidad de selección de longitudes de onda de acuerdo con otros ejemplos de realización; y

la Figura 6 es un diagrama de flujo que demuestra la implementación de ejemplos de realización descritos en la presente memoria.

Descripción detallada

10 A modo de introducción, las patentes de los Estados Unidos Nros. 5.359.176 y 5.898.522 ilustran soluciones convencionales para la protección de ópticas de láser contra daños debidos a la contaminación procedente de fuentes externas al láser. Ambas patentes requieren la utilización de un flujo de gas para alejar la contaminación de la óptica del láser. Sin embargo, el requisito de un flujo de gas no es siempre práctico para muchas aplicaciones de láser, particularmente en el caso de láseres pequeños. La utilización del flujo de gas puede evitarse, como se describe en la patente de los Estados Unidos No. 4.439.862 mediante el sellado del volumen del gas de láser de
15 baja presión con ventanas ópticas de Brewster. En este caso, los espacios de gas entre la ventana óptica de Brewster y los espejos de láser están sellados a efectos de impedir que la contaminación externa llegue a las ventanas ópticas de Brewster. Cuando el espejo de salida de láser falla debido a una contaminación externa, la ventana óptica de Brewster asociada con el espejo de salida también puede ser dañada por los desechos que pueden ser introducidos por el fuego que frecuentemente se forma sobre la superficie interior de la ventana óptica o
20 del espejo. Sin embargo, la descripción de la patente de los Estados Unidos No. 4.439.862 no proporciona ningún remedio automático para desactivar/apagar el láser, lo que puede dar lugar en última instancia a la destrucción del espejo de salida y/o de la ventana óptica de Brewster asociada y de otras partes internas del láser.

Los problemas anteriores pueden resolverse utilizando las realizaciones descritas en la presente memoria.

25 Se presentan un aparato y un método para proteger los láseres u otras fuentes de elevada potencia óptica contra daños debidos a fuentes externas de contaminación, para lo cual se utiliza un concepto de un componente óptico sacrificable y de la parada automática del láser sobre la base de la indicación de una presión relacionada con un daño sustancial en el componente óptico sacrificable, tal como una perforación a través de dicho componente. El láser puede ser cualquier láser de elevada intensidad en la parte visible del espectro óptico (tal como un láser de iones Ar), en el espectro casi infrarrojo (tal como un láser Nd:YAG o GaAs semiconductor), en el infrarrojo lejano (tal como láser de CO₂) y similar. El dispositivo/aparato protector (véanse las Figuras 1-4) puede comprender un alojamiento que contenga uno o más componentes ópticos donde por lo menos uno de los uno o más componentes ópticos sea un componente sacrificable, siendo el alojamiento fijable a un láser para proteger por lo menos un componente óptico de salida del láser (tal como una ventana, un espejo de acoplamiento de la salida del láser, una lente, etc.), en donde, en una posición de trabajo fijada, el alojamiento tiene una o más presiones de gas
30 predefinidas correspondientes una o más porciones del alojamiento.

Asimismo, los componentes ópticos del dispositivo de protección/módulo de protección pueden comprender un revestimiento antirreflexión para un intervalo de longitudes de ondas operativo del láser, a efectos de reducir las pérdidas por reflexión y una posible interferencia y efectos de retrorreflexión.

40 Por otra parte, el alojamiento que comprende los componentes de protección de la óptica del láser descritos en la presente memoria puede implementarse como un módulo dentro de la cavidad del láser, como se expone con mayor detalle con referencia a la Figura 5.

Además, el dispositivo de protección/láser/aparato puede comprender uno o más transductores (tales como transductores de presión) configurados, cuando el alojamiento se halla en su posición de trabajo fijada (o dentro de la cavidad del láser), para generar automáticamente una orden de parada del láser cuando un parámetro de presión de gas en por lo menos una de las una o más porciones del alojamiento ha cambiado más allá de un nivel de umbral que es detectado por al menos un transductor de presión del uno o más transductores, y causado por contaminación externa.

50 Los ejemplos de realización descritos en la presente memoria tienen por objeto prevenir la destrucción de un láser mediante la utilización de un componente óptico sacrificable menos costoso para aislar el componente óptico final del láser y/o la cavidad del láser contra daños debidos a la contaminación externa. Un ejemplo de un componente óptico menos costoso puede ser un componente óptico fabricado utilizando ZnS, a diferencia de materiales más costosos tales como ZnSe, Ge o CdTe, que pueden utilizarse para el componente óptico final más exigente. El objeto de las realizaciones descritas es detectar un daño en el o en los componentes ópticos sacrificables a medida que se forma el daño y para ocasionar automáticamente la parada del láser antes que pueda tener lugar el daño en el espejo de salida/ventana del láser o en la cavidad del resonador del láser. Cuando tiene lugar el daño en el
55 componente óptico sacrificable, puede iniciarse usualmente un fuego sobre la superficie exterior 11a del

componente óptico sacrificable 11 donde se halla presente la contaminación (los números de referencia son aplicables a las Figuras 1-5 explicadas en detalle en lo que sigue). Con frecuencia, también puede originarse un fuego sobre la superficie interior 11b del componente óptico sacrificable 11. En tal caso, el objetivo es detectar este daño en el componente óptico sacrificable 11 utilizando un transductor de presión 19 (implementado como un conmutador accionado por presión, un sensor de presión o similar) para detectar un cambio de presión cuando se perfora el componente óptico sacrificable 11. Otro objeto consiste en alejar los desechos desde el componente óptico final 12 del láser 13 o de cualquier componente óptico entre la óptica final 12 y el componente óptico sacrificable 11, como se muestra en las Figuras 1-4. Pueden implementarse efectos similares dentro de la cavidad del láser para proteger la calidad del resonador del láser, como se expone con referencia a la siguiente Figura 5. Otro objeto es utilizar la señal eléctrica (una orden de parada) procedente del transductor de presión 19 para interrumpir el suministro de energía eléctrica 20 al láser y para prevenir un daño en el láser. Como alternativa, la orden de parada puede causar la terminación de la capacidad de emitir del láser sin ocasionar un corte del suministro de energía eléctrica al láser (por ejemplo, por el hecho de cerrar un obturador dentro de la cavidad del láser).

El daño al componente óptico sacrificable 11 (u 11') también puede ser detectado por una variedad de otros tipos de transductores, incluidos fotodiodos de UV (ultravioleta), detectores de humo iónicos, detectores de humo ópticos, micrófonos, detectores de infrarrojos, por nombrar algunos. Estos tipos de transductores se pueden usar además de un transductor de presión. En todos los casos, el uso de una diferencia de presiones a través del componente óptico sacrificable 11 (en las Figuras 1-4) u 11' (en la Figura 5) es beneficioso para alejar los residuos del componente óptico final 12 del láser 13 o de cualquier componente óptico entre el componente óptico final 12 y el componente óptico sacrificable 11, como se muestra en las Figuras 1-4, o alejándolos de la cavidad del resonador del láser, como se muestra en la Figura 5.

Las Figuras 1-4 muestran cuatro realizaciones de ejemplo para implementar un dispositivo (aparato) 10 protector del láser, y la Figura 5 muestra un láser con una protección de cavidad incorporada con una posible selectividad de longitud de onda, de acuerdo con otras realizaciones de ejemplo.

De acuerdo con una primera realización mostrada en la Figura 1, el componente óptico sacrificable 11 puede ser una ventana óptica con la que puede utilizarse una segunda ventana óptica 14. Para el caso de la primera realización, ambas ventanas ópticas pueden tener revestimientos antirreflexión sobre todas sus superficies. Ambas ventanas ópticas están montadas en un alojamiento 15 mediante medios que permiten formar una junta de obturación para los gases (tal como una junta hermética). La junta hermética a los gases puede estar formada por juntas de anillos tóricos 16 comprimidos mediante anillos de sujeción 26, como se muestra en la Figura 1 (así como también en otras Figuras 2-5), o mediante otros medios tales como, sin limitación, juntas metálicas o juntas termoestables para mantener una junta fiable a lo largo de la vida útil del láser 13. El alojamiento 15, el componente óptico sacrificable 11 y la segunda ventana óptica 14 forman parte de un conjunto que tiene un eje óptico 17 que es sustancialmente coalineado o coincidente con el eje óptico del láser 13. Cabe observar que los componentes ópticos protectores 11 y 14 pueden opcionalmente estar desalineados en aproximadamente 2°-5° a efectos de impedir retroreflexiones indeseables en la cavidad del resonador del láser (esta medida puede implementarse además o en lugar de tener revestimientos antirreflexión sobre los componentes ópticos protectores 11 y 14). Por otra parte, esta característica también puede ser aplicable a otras realizaciones mostradas en las Figuras 2-5. Por lo tanto, la expresión "sustancialmente coincidente con" tiene una amplia interpretación como se describe en la presente memoria, por ejemplo, puede ser estar alineado dentro de por lo menos 5° o menos.

Un espacio 18 situado dentro del alojamiento 15, entre las ventanas ópticas 11 y 14, puede ser presurizado significativamente por arriba de la presión atmosférica con un gas tal como aire o nitrógeno seco. La presión en el espacio 18 puede estar típicamente en el intervalo de 30 a 50 psi (siendo 14 psi una presión atmosférica o 97 kPa). Hay un transductor (o transductor de presión) 19, en la forma de un conmutador actuado por presión o de un sensor de presión, montado sobre el alojamiento 15, para detectar una pérdida de presión en el espacio 18 entre las ventanas 11 y 14. En el caso en el que el componente óptico sacrificable 11 sea perforado, el gas presurizado en el espacio 18 ayudará a proteger la segunda ventana óptica 14 por el hecho de fluir fuera del espacio 18, a través del orificio perforado en el componente óptico sacrificable 11. Cualquier residuo será soplado a lo largo del eje óptico 17, alejándolo de la segunda ventana óptica 14. A medida que la presión del gas en el espacio 18 cae por debajo de un valor umbral predefinido, una señal eléctrica emitida desde el transductor 19 hará que el suministro de energía eléctrica 20 del láser 13 se interrumpa de manera tal que se evitará cualquier otro daño adicional. Sin embargo, es posible en muchos casos que se forme un fuego sobre la superficie interior 11b del componente óptico sacrificable 11, antes de que sea atravesado por el fuego. En tal caso también pueden producirse un daño sobre la superficie interior 14a de la segunda ventana óptica 14. Por ello, es ventajoso hacer que el espesor del componente óptico sacrificable 11 sea significativamente más pequeño que el espesor de la segunda ventana óptica 14 para asegurar que el componente óptico sacrificable 11 sea perforado por el fuego antes que la segunda ventana óptica 14. Una vez que el componente óptico sacrificable 11 haya sido reemplazado, el espacio 18 puede ser presurizado de nuevo mediante la utilización de un mecanismo de llenado 21. El mecanismo de llenado 21 puede ser tan sencillo como una válvula de retención. Asimismo, puede ser necesaria una junta contra polvo 27, como se muestra en la Figura 1, para impedir que la contaminación externa ingrese en el espacio 28 y llegue al componente óptico final 12 del láser 13. La junta contra polvo 27 puede ser una empaquetadura de espuma y no necesariamente sella herméticamente el espacio 28, que típicamente puede estar a la presión atmosférica.

Para una segunda realización de la invención ilustrada en la Figura 2, la segunda ventana óptica 14 no se utiliza. La eliminación de la segunda ventana óptica 14 reduce los costos y elimina una posible fuente de luz reflejada no deseada dentro del láser. En este caso, el componente óptico sacrificable 11 puede obtener revestimientos antirreflexión sobre su superficie externa 11a y sobre su superficie interna 11b. En tal caso, para esta segunda realización, el alojamiento 15 puede estar montado directamente sobre el cuerpo del láser 13, utilizándose una junta de obturación (hermética) para los gases. El espacio 18a entre el componente óptico sacrificable 11 y el componente óptico final 12 del láser 13 está presurizado significativamente por encima de la presión atmosférica con un gas tal como aire o nitrógeno seco. La presión en el espacio 18a puede estar típicamente en el intervalo de 30 a 50 psi. En el caso en que el componente óptico sacrificable 11 se haya perforado, el gas presurizado en el espacio 18a protegerá el componente óptico final 12, obligando a que los desechos sean expulsados por soplado para alejarlos del componente óptico final 12. Como en el caso de la primera realización, una caída en la presión del gas en el espacio 18a hará que el transductor (transductor de presión) 19 genere una señal eléctrica que causará la interrupción del suministro de energía eléctrica 20 al láser 13 y se evitará cualquier daño ulterior al sistema óptico. Para el caso de la segunda realización, no se requiere la junta contra polvo 27, por cuanto el dispositivo protector 10 del sistema óptico del láser está montado y sellado en el láser 13.

La Figura 3 ilustra una tercera realización en la que el componente óptico sacrificable 11 es la lente divergente de un telescopio de expansión de haz de Galileo. El componente óptico sacrificable 11 también podría ser una lente convergente de Kepler. Sin embargo, el telescopio de Galileo puede ser ventajoso debido a que una lente divergente sería más delgada que una lente convergente en el eje óptico 17 con respecto al espesor de la segunda ventana óptica 14. Cualquiera que sea el caso, el telescopio puede tener una lente de objetivo 22 que será más gruesa y estará expuesta a una intensidad óptica (densidad de potencia) muy inferior que el componente óptico sacrificable 11. El material contaminante externo depositado sobre la superficie exterior 22a de la lente de objetivo 22 puede conducir a que se forme un fuego sobre la superficie interior 22b de la lente de objetivo 22. El humo y los residuos procedentes del fuego en la superficie interior 22b de la lente de objetivo 22 pueden depositarse sobre la superficie exterior 11a del componente óptico sacrificable 11, donde la intensidad óptica puede ser muy elevada. Por necesidad del diseño telescópico, el espesor de la lente del objetivo 22 debe ser mayor que el del componente óptico sacrificable 11, por lo que es probable que el componente óptico sacrificable 11 sea el primero en perforarse. Como en el caso de las realizaciones anteriormente descritas de la invención, el espacio 18 está presurizado y cuando el componente óptico sacrificable 11 es perforado, la caída de la presión será detectada por el transductor de presión 19 que, a su vez, ocasionará el corte del suministro de energía eléctrica 20 al láser 13. Sin embargo, y a diferencia de las realizaciones anteriormente descritas, la tercera forma de realización proporciona un espacio adicional 23 en el alojamiento 15. En términos generales, el espacio 23 puede tener un volumen mucho más grande que el espacio 18 y puede estar a una presión inferior a la del espacio 18. La presión del gas en el espacio 23 puede variar desde la presión atmosférica a un valor muy bajo (uno pocos mTorr). Cuando el componente óptico sacrificable 11 ha sido perforado, los desechos serán soplados hacia el espacio 23 y alejados con respecto a la segunda ventana óptica 14. Por el hecho de permanecer intacta la segunda ventana óptica 14, se puede proteger el componente óptico final 12 de láser 13. Una vez reemplazado el componente óptico sacrificable 11, el espacio 18 puede ser presurizado de nuevo utilizando un mecanismo de llenado 21. Además, puede utilizarse un segundo mecanismo de llenado 21a para permitir que la presión del gas en el espacio 23 sea bombeada a un valor inferior al de la presión en el espacio 18. Para el caso de la cuarta realización, se requiere una junta contra polvo 27, para impedir que la contaminación externa llegue al componente óptico final 12 del láser 13.

La Figura 4 ilustra una cuarta realización en la que el componente óptico sacrificable 11 es la lente convergente de un telescopio de expansión de haz de Kepler. Para el caso del telescopio de expansión de haz de Kepler, el haz del láser puede enfocarse a un diámetro pequeño en un punto focal 24. En tal caso, puede ser ventajoso colocar un diafragma 25, con un orificio de pequeña abertura, en el punto focal 24 a efectos de frenar la transferencia de humo y desechos al componente óptico sacrificable 11. Por otra parte, el orificio de pequeña abertura puede hacerse lo suficientemente grande para permitir que el haz del láser pase a través del diafragma 25 y, sin embargo, lo suficientemente pequeño para retardar la transferencia de humo y de desechos al componente óptico sacrificable 11 en el caso de desarrollarse un fuego sobre la superficie interior 22b de la lente del objetivo 22. A pesar del hecho de que la lente del objetivo 22 sea más gruesa que el componente óptico sacrificable 11, la presencia del diafragma 25 puede permitir que la lente del objetivo 22 se perfora antes que el componente óptico sacrificable 11. Lo mismo que en el caso de la tercera realización, el espacio 18 está presurizado. Sin embargo, el espacio 23 es bombeado con una presión inferior a la presión atmosférica, por lo que la perforación de la lente de objetivo 22 o del componente óptico sacrificable 11 hará que el transductor de presión 19 detecte una elevación en la presión, con respecto a la presión atmosférica, del gas presente en el espacio 23. La señal procedente del transductor de presión 19 puede entonces utilizarse para interrumpir el suministro de energía 20 del láser 13 y para impedir que se dañe el componente óptico final 12 de láser 13. Para la cuarta realización, se requiere la junta contra polvo 27 para impedir que la contaminación externa llegue a la óptica final 12 del láser 13.

Otras realizaciones, ilustradas en la Figura 5, pueden proporcionar una protección de la óptica de láser de una cavidad de un resonador de láser 13, con una posible capacidad de selección de longitud de onda, sin necesidad de rejillas de difracción o espejos con revestimientos especiales. En la Figura 5, la protección para la óptica de láser está incorporada dentro de la cavidad de láser del láser 13, donde el componente óptico sacrificable 11' tiene una funcionalidad similar a la del componente óptico final 12 de las Figuras 1-4.

El componente óptico sacrificable 11' (espejo/ventana) puede tener un revestimiento parcialmente reflectante sobre una superficie 11b' (como un espejo de cavidad de láser de salida) y un revestimiento antirreflexión sobre una superficie 11a'. Además, una segunda ventana 14' (que puede ser similar a la ventana óptica 14 mostrada en las Figuras 1, 3 y 4) puede tener revestimientos antirreflexión sobre una superficie exterior 14a y sobre una superficie interior 14b. La segunda ventana óptica 14' puede proteger el entorno interior del láser 13 como sería de otro modo el caso para el componente óptico final 12 del láser 13 como se muestra en las Figuras 1-4. Además, el espacio 18b entre el componente óptico sacrificable 11' y la segunda ventana óptica 14' puede presurizarse significativamente por encima de la presión atmosférica con una mezcla especial de gases seleccionados para tener una fuerte absorción óptica en todas las longitudes de onda ópticas, excepto la(s) longitud(es) de onda a la(s) que se desea la potencia de salida óptica del láser. La presión en el espacio 18b puede estar típicamente en el intervalo de 30 a 50 psi. Como ejemplo, el gas de hexafluoruro de azufre tiene una absorción muy fuerte a 10,6 micrones, que es la longitud de onda a la que normalmente funcionaría un láser de CO₂. Sin embargo, el láser de CO₂ también puede funcionar a 9,6 micrones, una longitud de onda en la que el hexafluoruro de azufre casi no tiene absorción. Por lo tanto, la introducción del hexafluoruro de azufre en el espacio 18b suprimirá el funcionamiento del láser a 10,6 micrones y el láser cambiará a 9,6 micrones, que es la siguiente longitud de onda más potente para el láser de CO₂. Sin embargo, si la contaminación externa puede hacer que el componente óptico sacrificable 11' falle, el transductor de presión 19 hará que la fuente de alimentación 20 del láser 13 se apague y se evitará el daño óptico adicional. Para el caso de la realización mostrada en la Figura 5, la junta contra polvo 27 no es necesaria, ya que el módulo de protección óptica del láser está montado y sellado como parte del láser 13. Además, se observará que la realización ilustrada en la Figura 5 puede usarse con o sin una selección espectral/longitud de onda, en función del gas presurizado usado como se explica aquí.

Además, otros ejemplos, mostrados en las Figuras 1-4, se pueden usar con gases que tienen selectividad espectral/de longitud de onda, como se muestra en la Figura 5, pero se usan en los ejemplos de las Figuras 1-4 como filtros espectrales simples fuera de la cavidad del láser. Para todas las realizaciones mencionadas anteriormente (mostradas en las Figuras 1 a 5), el transductor de presión único 19 se puede usar para detectar la presión manométrica del espacio 18, 18b ó 23. Sin embargo, se puede utilizar más de un transductor de presión para detectar la presión en los espacios 18, 18b y 23. Además, el transductor 19 y/u cualquier transductor adicional podrían ser transductores de presión absoluta o un transductor de presión diferencial configurado mecánicamente para detectar un cambio en la diferencia de presiones entre el espacio 18 y el espacio 23 (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3 y 4).

La Figura 6 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo que demuestra la implementación de ejemplos de realización de la invención. Se observará que el orden de las etapas que se muestra en la Figura 6 no es absolutamente necesario, por lo que, en principio, las diversas etapas pueden realizar fuera del orden ilustrado. También se pueden omitir determinadas etapas o se pueden realizar etapas seleccionadas o grupos de etapas en una aplicación separada.

En un método de acuerdo con esta realización de ejemplo, como se muestra en la Figura 6, en una primera etapa 50, se proporciona un aparato (dispositivo de protección de láser o un láser con una protección integrada), teniendo el aparato un alojamiento que comprende uno o más componentes ópticos, donde por lo menos uno de los al menos uno o más componentes ópticos es un componente sacrificable y que además comprende uno o más transductores (véanse los ejemplos de las Figuras 1 a 5).

En la siguiente etapa 52, el aparato está conectado a un láser para proteger al menos un componente óptico de salida del láser (véanse ejemplos en las Figuras 1-4). Esta etapa es opcional para ser realizada solamente para los ejemplos que se muestran en las Figuras 1-4.

En la siguiente etapa 54, se proporcionan una o más presiones de gas en una o más porciones del alojamiento, como se muestra en los ejemplos de las Figuras 1-5.

En la siguiente etapa 56, al menos un transductor de presión de los uno o más transductores detecta cuándo un parámetro de presión de gas en al menos una de las una o más porciones del alojamiento cambia más allá de un nivel de umbral a causa de una contaminación externa para generar una orden de apagado del láser, por ejemplo, cuando se perfora el al menos un componente óptico sacrificable, como se muestra en los ejemplos de las Figuras 1-5.

En la siguiente etapa 58, el componente óptico sacrificable dañado se reemplaza y el proceso vuelve a la etapa 52 ó 54.

Cabe observar que varias realizaciones no limitativas descritas en la presente memoria pueden usarse por separado, combinadas o combinadas selectivamente para aplicaciones específicas.

Además, algunas de las diversas características de las realizaciones no limitativas anteriores se pueden usar de manera ventajosa sin el uso correspondiente de otras características descritas. La descripción anterior, por lo tanto, debe considerarse como meramente ilustrativa de los principios, enseñanzas y ejemplos de realización de esta invención, y no como limitación de ella.

Debe entenderse que las disposiciones descritas anteriormente son sólo ilustrativas de la aplicación de los principios de la presente invención. Los expertos en la técnica pueden idear numerosas modificaciones y disposiciones alternativas sin apartarse del alcance de la invención definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

un alojamiento (15) que comprende uno o más componentes ópticos, donde por lo menos uno de los uno o más componentes ópticos es un componente sacrificable (11, 11'), en el que, en un estado de funcionamiento, el alojamiento (15) tiene una o más presiones de gas predefinidas en una o más porciones correspondientes del alojamiento,

caracterizado por que

uno o más transductores están configurados, cuando el alojamiento se halla en su estado de funcionamiento, para generar automáticamente una orden de parada de un láser cuando un parámetro de presión de gas en por lo menos una de las una o más porciones del alojamiento cambia más allá de un valor de umbral que es detectado por al menos un transductor de presión (19) del uno o más transductores y causado por un daño en el componente sacrificable (11, 11') debido a una contaminación externa.

2. El aparato según la reivindicación 1, en el que el alojamiento está fijado al láser mediante la utilización de una junta contra polvo (27).

3. El aparato según la reivindicación 2, en el que el alojamiento es fijable al láser para proteger por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser, y en el estado de trabajo fijado el alojamiento comprende solamente una porción, estando dicha una porción presurizada más arriba de una presión atmosférica, y el uno o más componentes ópticos comprenden dos ventanas ópticas herméticamente conectadas (11, 14) sustancialmente coincidentes con un eje (17) del por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser, de manera tal que la orden de parada es generada cuando una de las dos ventanas ópticas, actuantes como el por lo menos un componente sacrificable, está perforada, lo que causa una reducción de la presión en una porción del alojamiento.

4. El aparato según la reivindicación 3, en el que una primera de las dos ventanas ópticas (11) situada más lejos que una segunda de las dos ventanas ópticas (14), con respecto al por lo menos un componente óptico de salida (12), es más delgada que la segunda de las dos ventanas ópticas, de manera tal que la primera de las dos ventanas ópticas (11) es perforada en primer lugar, causando la generación de la orden de parada.

5. El aparato según la reivindicación 1, en el que el alojamiento es fijable al láser para proteger por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser, y, en el estado de trabajo fijado, el alojamiento (15) comprende solamente una porción, estando dicha una porción presurizada por encima de una presión atmosférica, teniendo dicha porción el uno o más componentes ópticos que comprenden una ventana óptica (11) herméticamente conectada al alojamiento (15) y una abertura opuesta a la ventana óptica (11), ambas sustancialmente coalineadas con un eje (17) del por lo menos un componente óptico de salida del láser, estando dicha abertura herméticamente conectada al por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser, de manera tal que la orden de parada es generada cuando la ventana óptica (11), que actúa como el por lo menos un componente sacrificable, está perforada, causando una reducción de la presión en la una porción del alojamiento

6. El aparato según la reivindicación 5, en el que la ventana óptica (11) es más delgada que el por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser.

7. El aparato según la reivindicación 1, en el que el alojamiento comprende solamente una porción que es una parte del láser, estando dicha una porción presurizada por encima de la presión atmosférica en su estado de trabajo, teniendo dicha una porción por lo menos dos componentes ópticos que comprenden un componente óptico de salida (11') del láser y una ventana óptica (14'), ambos herméticamente conectados al alojamiento (15) y sustancialmente coalineados con un eje (17) del componente óptico de salida del láser, de manera tal que la orden de parada se genera cuando el componente óptico de salida (11') del láser está perforado de manera pasante, causando una reducción de la presión en la una porción del alojamiento.

8. El aparato según la reivindicación 7, en el que un gas en la una porción del alojamiento para presurizar por encima de la presión atmosférica se utiliza también para una selección de longitudes de onda de un haz de salida de láser.

9. El aparato según la reivindicación 8, en el que el gas que selecciona una longitud de onda de 9,6 micrones y que suprime una longitud de onda de 10,6 micrones del haz de salida de un láser de CO₂ es un hexafluoruro de azufre.

10. El aparato según la reivindicación 1, en el que el alojamiento está fijado al láser mediante el uso de una junta contra polvo (27), y, en su estado de trabajo fijado, el alojamiento comprende:

una primera porción presurizada por encima de una presión atmosférica y que comprende una ventana óptica (14) y una primera lente (11), ambas herméticamente conectadas con el alojamiento y sustancialmente coalineadas con un eje (17) del por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser; y

una segunda porción situada más allá del láser, presurizada a una presión inferior a la presión atmosférica y que

comprende la primera lente (11) compartida con la primera porción y una segunda lente (22) herméticamente conectada con el alojamiento y sustancialmente coalineada con un eje (17) del por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser;

5 de manera tal que la orden de parada es generada cuando la primera lente (11), que actúa como el componente sacrificable, está perforada, lo que causa un cambio de presión en las porciones primera y segunda del alojamiento.

11. El aparato según la reivindicación 10, en el que la primera lente (11) es una lente divergente y la segunda lente (22) es una lente de objetivo, y ambas forman un telescopio de expansión de haz de Galileo.

10 12. El aparato según la reivindicación 10, en el que la primera lente (11) es una lente convergente y la segunda lente (22) es una lente de objetivo, y ambas forman un telescopio de expansión de haz de Kepler, y donde un diafragma (25), con un orificio de pequeña abertura (24) en un punto focal del telescopio de expansión de Kepler, protege la primera lente (11) que actúa como componente sacrificable contra posibles desechos y humo.

13. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que se genera una orden de parada cuando el por lo menos un componente óptico sacrificable (11, 11') está perforado.

14. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, que además comprende:

15 uno o más mecanismos de llenado (21, 21a) configurados para proporcionar una o más presiones de gas predeterminadas en las correspondientes una o más porciones del alojamiento.

15. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que, cuando el alojamiento (15) se halla en su posición de trabajo fijada, por lo menos una de las una o más presiones de gas predeterminadas es superior a una presión atmosférica, siendo una presión exterior al alojamiento la presión atmosférica.

20 16. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que, cuando el alojamiento se halla en su estado de trabajo, por lo menos una de las una o más presiones de gas predeterminadas es inferior a la presión atmosférica.

17. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que uno o más componentes ópticos comprenden un revestimiento antirreflexión para operar en un intervalo de longitudes de onda del láser.

25 18. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que la una presión predefinida de las una o más presiones de gas se proporciona mediante aire o nitrógeno seco.

19. El aparato según una de la reivindicaciones 1-12, en el que el láser es un láser de CO₂.

20. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que la orden de parada del láser ocasiona el corte del suministro de energía eléctrica (20) del láser.

30 21. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que la orden de parada del láser causa la terminación de una capacidad de emisión del láser sin que se corte el suministro de energía eléctrica (20) del láser.

22. El aparato según una de las reivindicaciones 1-12, en el que uno o más transductores es un fotodiodo de ultravioleta, un detector de humo iónico, un detector de humo óptico, un micrófono o un detector de infrarrojos, de manera tal que el uno de los uno o más transductores se utiliza complementariamente con el por lo menos un transductor de presión (19).

35 23. Un método, que comprende:

proporcionar un aparato que tiene un alojamiento (15) que comprende uno o más componentes ópticos en donde el por lo menos uno de los uno o más componentes ópticos es un componente sacrificable (11, 11'), y uno o más transductores;

proporcionar una o más presiones predefinidas de gas en una o más porciones I correspondientes del alojamiento; y

40 detectar, utilizando por lo menos un transductor de presión (19) del uno o más transductores, cuándo un parámetro de presión de gas, en por lo menos una de las una o más porciones del alojamiento (15), cambia más allá de un nivel de umbral a causa de un daño en el componente sacrificable (11, 11'), debido a una contaminación externa, para generar una orden de parada del láser.

45 24. El método según la reivindicación 23, en el que la orden de parada se genera cuando el por lo menos un componente óptico sacrificable (11, 11') está perforado.

25. El método de la reivindicación 24, que además comprende:

reemplazar el por lo menos un componente óptico sacrificable perforado.

26. El método de la reivindicación 22, en el que el alojamiento (15) es una parte del láser.

27. El método según la reivindicación 22, en el que, antes de proporcionar una o más presiones de gas predefinidas, el método comprende:

fijar el alojamiento (15) a un láser para proteger por lo menos un componente óptico de salida (12) del láser.

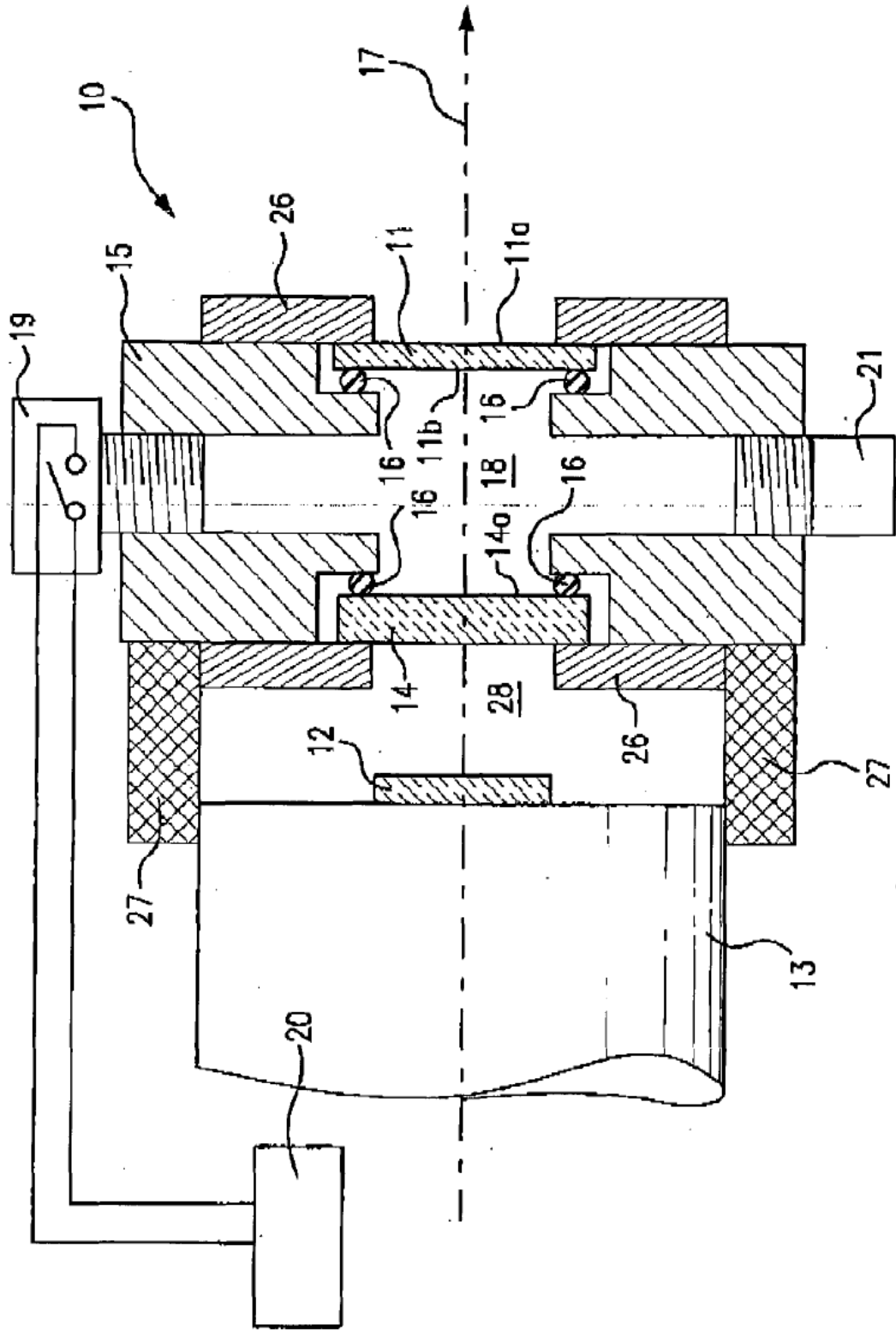


FIG. 1

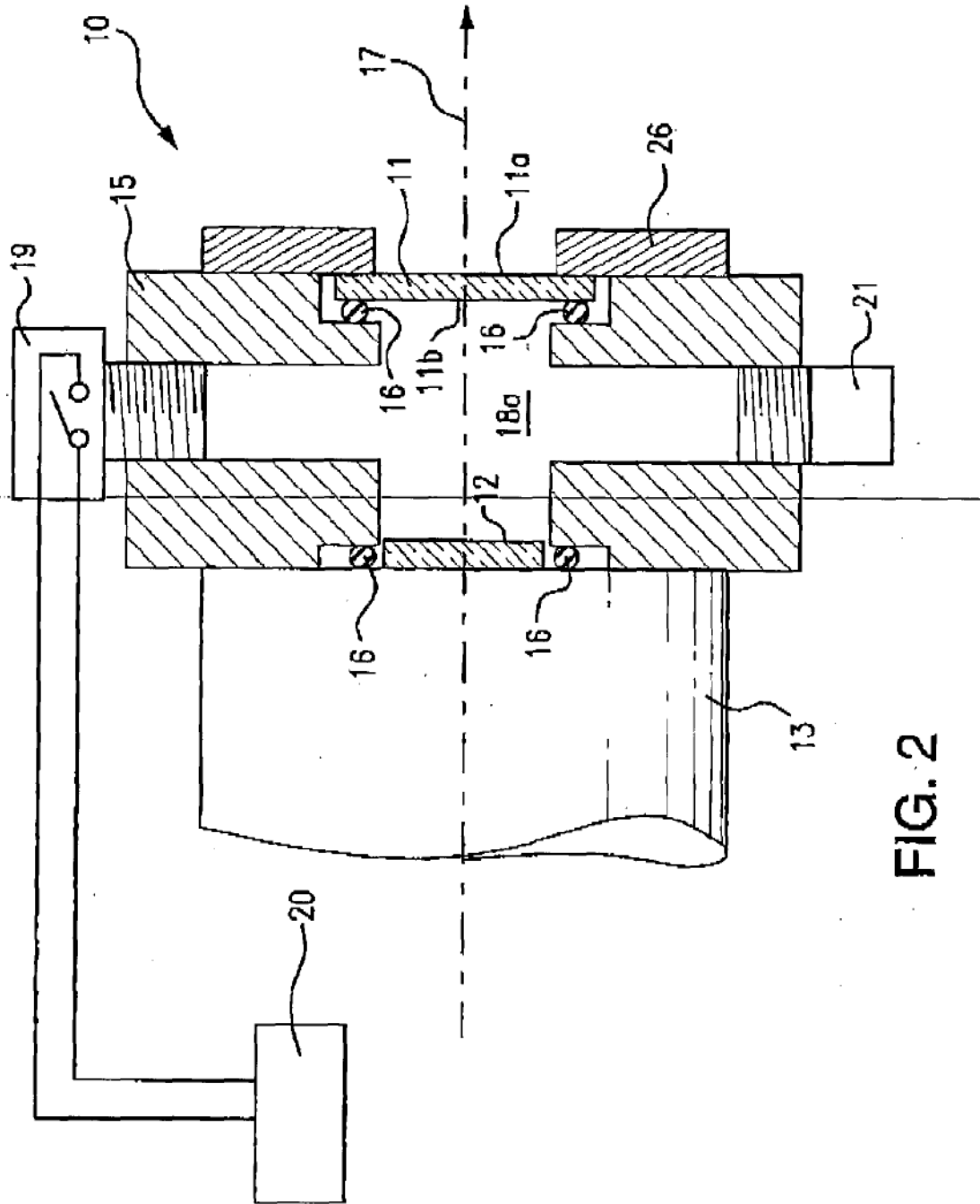


FIG. 2

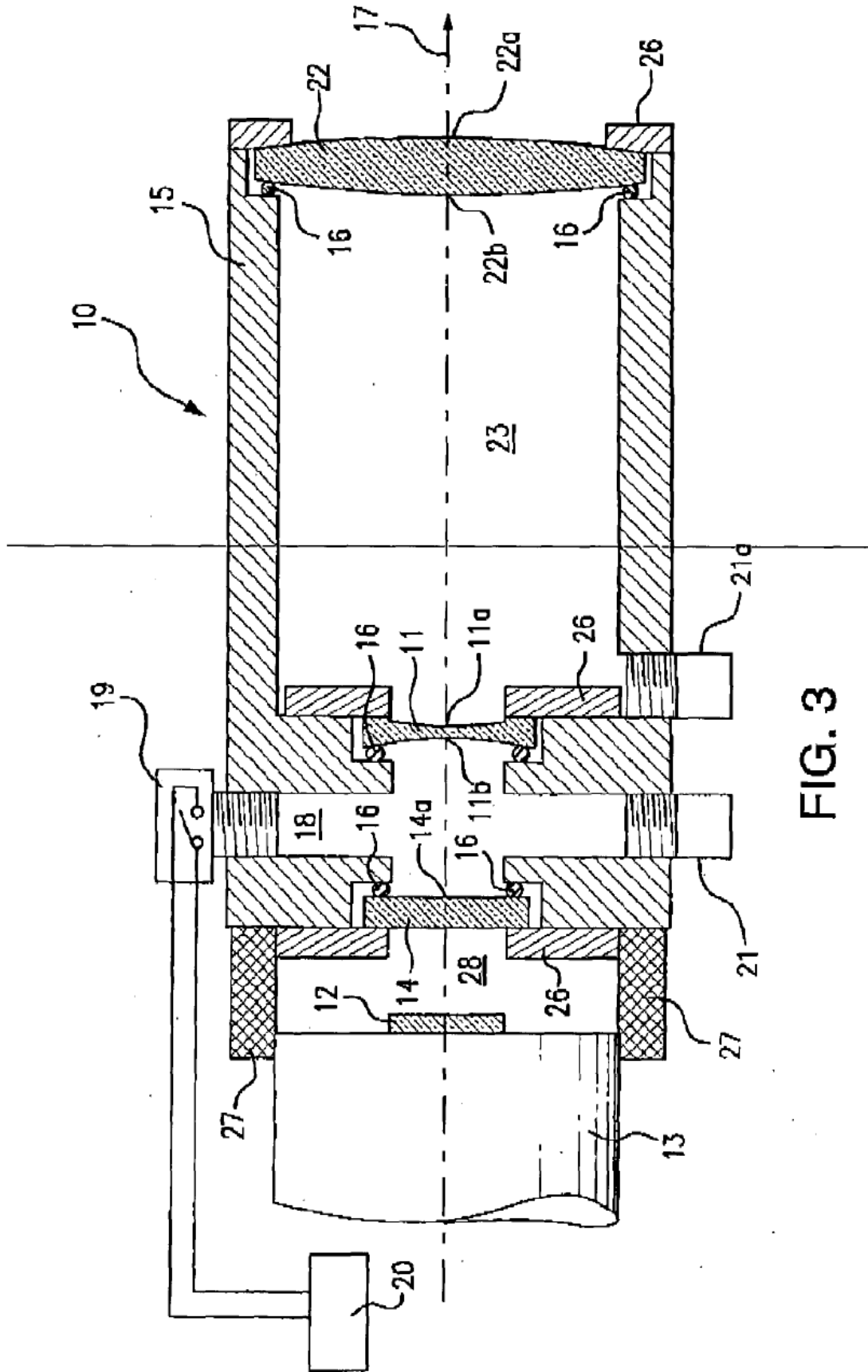


FIG. 3

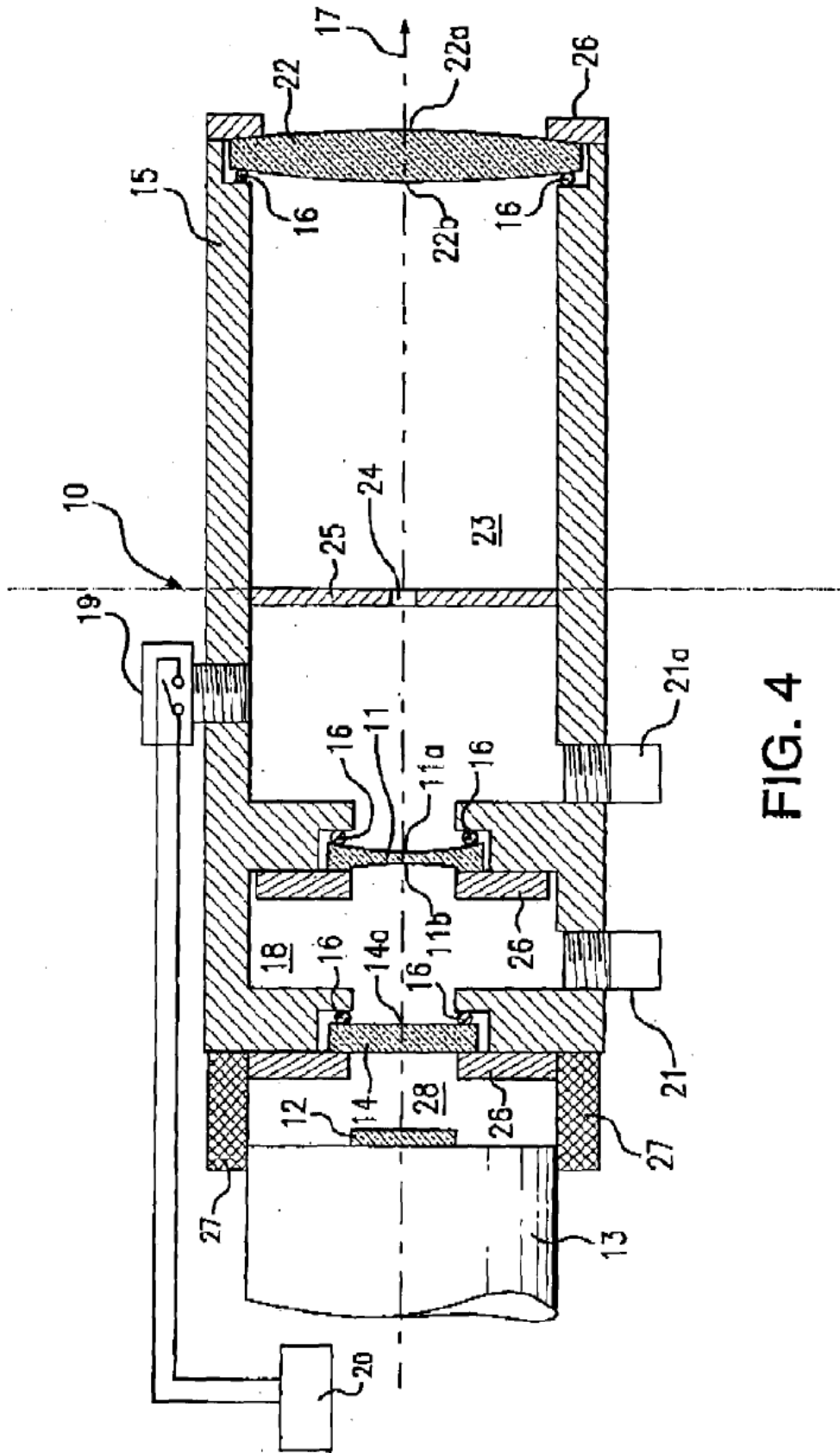


FIG. 4

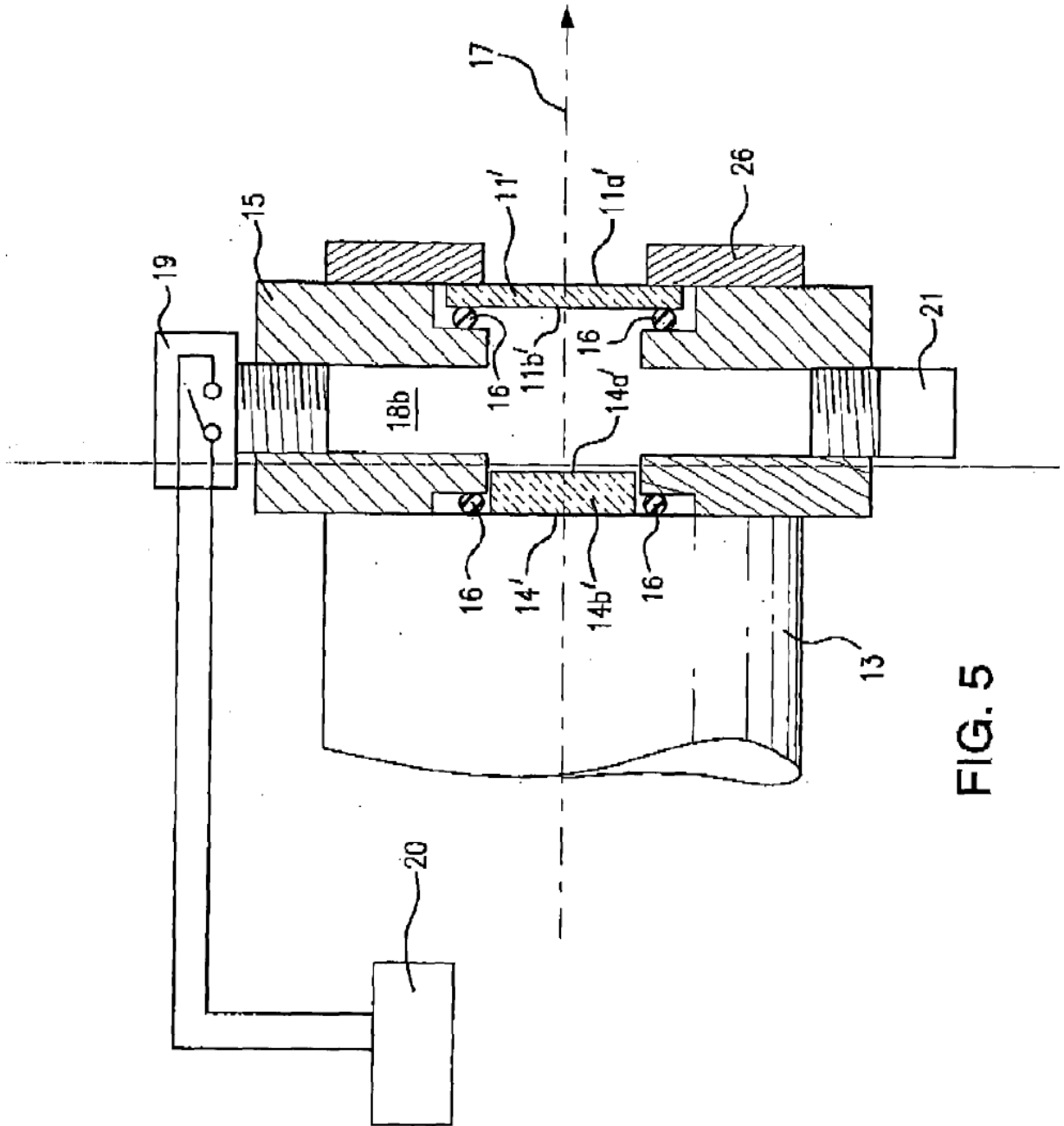


FIG. 5

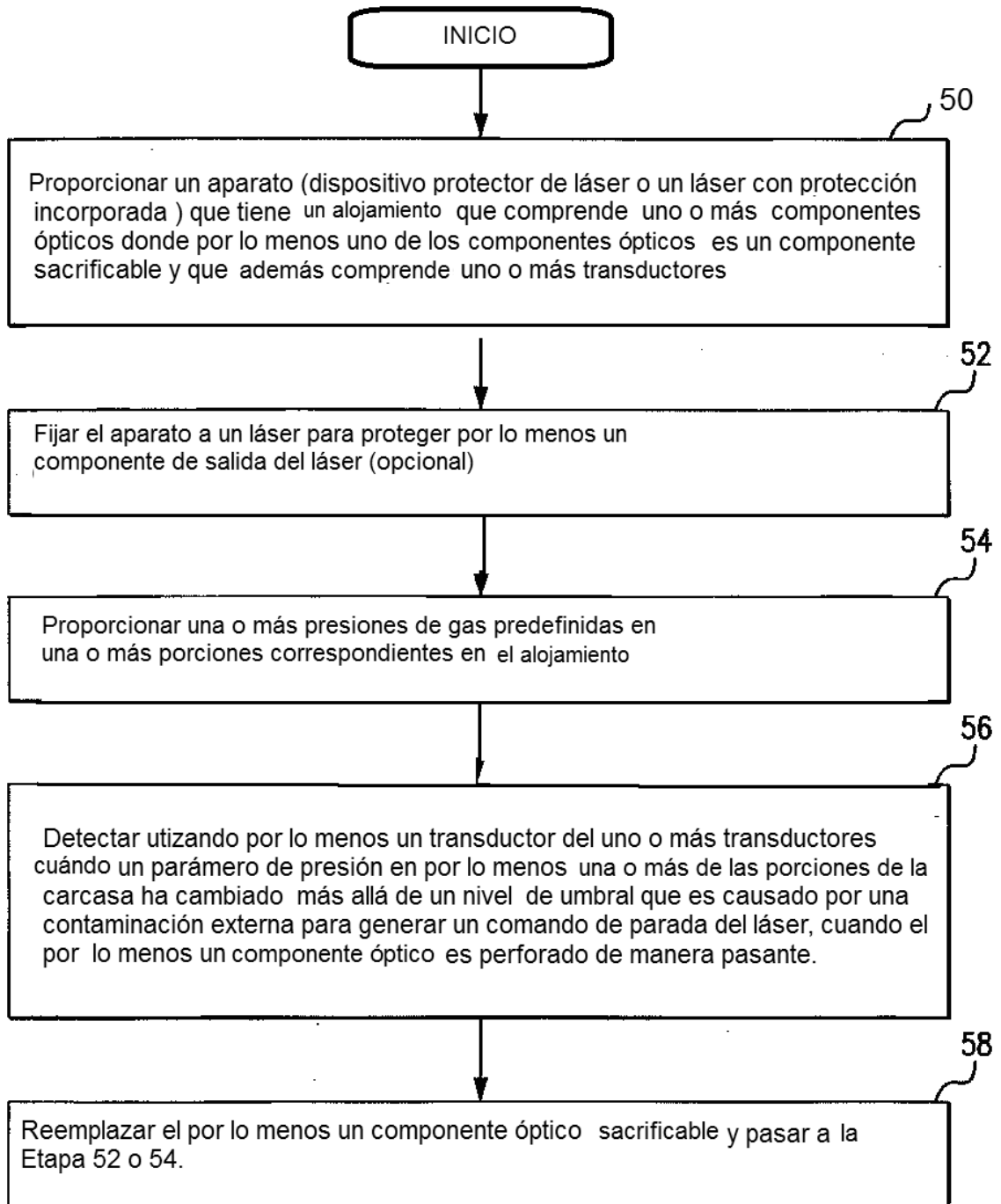


FIG. 6