

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 481**

51 Int. Cl.:

G02B 7/00 (2006.01)

A61B 18/20 (2006.01)

A61F 9/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2010 PCT/EP2010/001319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2011 WO11107113**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2010 E 10708920 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2542934**

54 Título: **Dispositivo para la suspensión móvil que compensa el peso de un objetivo de enfoque de un dispositivo láser**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.01.2017

73 Titular/es:
**WAVELIGHT GMBH (100.0%)
Am Wolfsmantel 5
91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:
ROBL, GERHARD

74 Agente/Representante:
CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 598 481 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

Dispositivo para la suspensión móvil que compensa el peso de un objetivo de enfoque de un dispositivo láser.

5 La invención se refiere a la suspensión móvil que compensa el peso de un objetivo de enfoque de un dispositivo láser. El dispositivo láser proporciona, preferentemente, radiación láser pulsada la cual es enfocada, mediante el objetivo de enfoque, sobre un lugar de acción deseado de la radiación.

10 Una suspensión móvil que compensa el peso del objetivo de enfoque no se desea únicamente, aunque sí sobre todo, allí donde se trata del tratamiento de tejido vivo y se origina un contacto directo del tejido con el dispositivo láser. Un contacto directo de este tipo se establece con frecuencia, por ejemplo, durante intervenciones de cirugía láser el ojo humano, cuando hay que practicar cortes (incisiones) con radiación láser de pulso ultracorto en la córnea o en otras partes del ojo. El contacto directo debe garantizar en este caso un posicionamiento preciso del ojo que hay que tratar con respecto al dispositivo láser en la dirección de propagación de la radiación. Usualmente se conecta al objetivo de enfoque una unidad de interfaz adecuada (adaptador de paciente), la cual da lugar al acoplamiento físico del ojo con el dispositivo láser. La unidad de interfaz presenta, por regla general, un sujetador, acoplado con el objetivo de enfoque, para un elemento de contacto de un material transparente a la radiación láser que hay que poner en contacto con el ojo. El elemento de contacto puede presentar, por ejemplo, un lado inferior plano para el aplanamiento (applanation) de la córnea.

20 Los objetivos de enfoque en los dispositivos láser son con frecuencia sistemas de varias lentes que pueden tener un peso notable en la báscula. Para los objetivos de enfoque de este tipo no son inusuales varios kilogramos. Es evidente que durante una operación en los ojos la totalidad del peso del objetivo de enfoque no puede apoyarse sobre el ojo que hay que tratar. Por ello se prevé una suspensión que compensa el peso para un objetivo de enfoque. La fuerza que ejerce todavía el objetivo de enfoque en una solución que compensa el peso de este tipo está reducida p. ej. a pocos Newton (p. ej. 1 a 2 N). Esto hace posible una desviación suave y no peligrosa para el ojo del objetivo de enfoque en caso de que el paciente quisiera mover repentinamente la cabeza hacia arriba de manera espontánea, por ejemplo en caso de una reacción de pánico.

30 Un ejemplo de una suspensión que compensa el peso de un objetivo de enfoque se encuentra en el documento US 5.336.215. Allí se compensa el peso del objetivo mediante un sistema de resorte con el cual el objetivo está suspendido de forma móvil en un marco con respecto a éste.

35 La invención se plantea el problema de proponer una solución funcional fiable y precisa para la compensación del peso de un objetivo de enfoque en un dispositivo láser.

40 La solución de este problema se define mediante las características de la reivindicación 1. Para ello está previsto un dispositivo para la suspensión móvil que compensa el peso de un objetivo de enfoque de un dispositivo láser que comprende:

- 45 - una disposición de generación de fuerza para la generación de una componente de fuerza antagonista que contrarreste el peso del objetivo de enfoque,
- una disposición de transmisión que permite un movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del objetivo de enfoque y que transmite la componente de fuerza antagonista al objetivo de enfoque, y
- 50 - una disposición de guiado para la guiado móvil del objetivo de enfoque de tal manera que, en caso de un movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del objetivo de enfoque, un eje óptico del mismo mantenga por lo menos su orientación espacial y preferentemente su posición espacial.

55 El guiado del objetivo de enfoque mediante la disposición de guiado impide una inclinación indeseada del eje óptico del objetivo durante un movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del mismo. Por movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo se entiende aquí un movimiento del objetivo de enfoque hacia arriba o hacia abajo con respecto al dispositivo láser. El eje óptico permanece de este modo, a pesar de un movimiento de compensación del objetivo, con una orientación determinada con respecto al objeto que hay que tratar, aproximadamente con respecto al eje óptico de un ojo humano a tratar. En este punto cabe indicar que la invención puede ser utilizada, fundamentalmente, en dispositivos láser para propósitos de aplicación discrecionales y, en especial, para el procesamiento de materiales discrecionales (también de materia muerta) y no está limitada en modo alguno a fines de aplicación oftalmológicos.

60 La disposición de generación de fuerza comprende una disposición de contrapeso cuya masa sirve para la generación de por lo menos una parte, en especial de la totalidad, de la componente de fuerza antagonista. La disposición de contrapeso puede constar de un único contrapeso, puede constar de forma alternativa de varios (por lo menos dos) pesos individuales los cuales se pueden utilizar, en número variable o/y en una posición relativa variable uno con respecto a otro. Los pesos individuales pueden ensamblarse también en un único peso total y pueden desmontarse individualmente del peso total. Mediante variabilidades de este tipo de la disposición de

contrapesos es posible un tarado especialmente preciso de la compensación del peso.

En el marco de la invención no debe estar excluido además de esto el generar una parte de la componente de fuerza antagonista mediante por lo menos un elemento elástico de resorte. A causa de la desventaja relacionada con frecuencia con los elementos elásticos de resorte de la dependencia de la fuerza efectiva con respecto al recorrido (la fuerza del resorte depende del estado de deformación del elemento elástico de resorte) la disposición de generación de fuerza genera la componente de fuerza antagonista, de forma adecuada, no únicamente mediante elementos elásticos de resorte. Sin embargo, es imaginable combinar uno o varios elementos elásticos de resorte con una disposición de contrapeso para materializar, de manera selectiva, una dependencia fuerza-recorrido deseada.

La disposición de transmisión está formada preferentemente a modo de un basculante, sobre uno de cuyos lados del basculante actúa la componente de fuerza antagonista y sobre cuyo otro lado del basculante actúa el peso del objetivo de enfoque. El basculante se puede comparar, funcionalmente, con una viga de pesaje.

El basculante está formado, por ejemplo, por lo menos por un cuerpo de palanca cuyo brazo de palanca está conectado con el objetivo de enfoque y cuyo otro brazo de palanca está conectado con la disposición de generación de fuerza. Se entiende que dos o más de estos cuerpos de palanca pueden estar previstos a distancia paralelos uno junto a otro para formar el basculante. Un punto de aplicación de fuerza de la disposición de generación de fuerza en el cuerpo de palanca puede ser desplazable en este caso a lo largo del mismo, para de este modo ajustar el par de giro que actúa sobre el cuerpo de palanca. Dicho de forma genérica se puede ajustar preferentemente por lo menos un punto de ataque de fuerza de la disposición de generación de fuerza en el basculante con respecto a su distancia con respecto a un eje de giro del basculante.

La utilización de una disposición de contrapeso, que engarza en un lado del basculante (es decir, en un brazo de palanca) para la generación de por lo menos una parte de la componente de fuerza antagonista tiene la ventaja de una amplia constancia de la componente de fuerza antagonista generada por medio de la elevación de movimiento del objetivo de enfoque, necesaria para el funcionamiento. Mediante el desplazamiento selectivo del centro de gravedad de la disposición de contrapeso con respecto al basculante se puede ajustar de manera definida la curva característica de fuerza-recorrido del dispositivo de suspensión. Esto hace posible un tarado también en el caso de un contrapeso indivisible. Si la disposición de generación de fuerza comprende, por el contrario, por lo menos un elemento elástico de resorte se puede ajustar, mediante la posibilidad de desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza del elemento elástico de resorte a lo largo de la palanca o a lo largo del basculante, además de la característica, típica de resorte, de fuerza-recorrido del elemento elástico de resorte, la curva característica de fuerza-recorrido del dispositivo de suspensión.

El objetivo de enfoque está apoyado, de forma adecuada, en el basculante con respecto a éste con posibilidad de giro alrededor de un eje de giro, el cual discurre a distancia paralelo con respecto a un eje de pivotamiento del basculante. En este caso, es recomendable, para una estabilidad de posición espacial del eje óptico del objetivo, que el apoyo del objetivo de enfoque en el basculante sea variable con respecto a la distancia con respecto al eje de pivotamiento del basculante. En caso de inclinación del basculante el objetivo de enfoque puede llevar a cabo entonces un movimiento simultáneo en el sentido de una variación de la distancia con respecto al eje del basculante. El objetivo se puede mover de este modo, en lugar de a lo largo de una trayectoria circular, a lo largo de una recta hacia arriba y hacia abajo, es decir que conserva su posición transversal (transversal significa ortogonal con respecto al eje del objetivo) con respecto al objeto que hay que procesar.

El apoyo de pivotamiento del basculante está formado, preferentemente, sin rozamiento y puede estar realizado, por ejemplo, mediante un cojinete de deslizamiento de plástico o de un rodamiento. Es deseable un rozamiento muy pequeño con el fin de evitar, de la mejor manera posible, una falsificación de la característica fuerza-recorrido efectiva del dispositivo de suspensión a causa de fuerzas de rozamiento superpuestas.

El objetivo de enfoque se apoya, en una formación preferida, libremente móvil en una disposición de superficie de apoyo del basculante. La disposición de superficie de apoyo puede estar formada en especial de manera que el objetivo pueda ser apoyado suelto sobre el basculante. La disposición de superficie de apoyo puede estar formada, por ejemplo, por lo menos por una escotadura alargada de por lo menos un cuerpo de palanca del basculante, en la cual se puede introducir el objetivo con una espiga de apoyo adecuada u otra formación de apoyo. La escotadura puede estar, por ejemplo, abierta hacia arriba, o/y puede estar abierta delante o detrás – referida a la extensión longitudinal del brazo de palanca en cuestión en el que engarza el objetivo - de manera que la formación de apoyo del objetivo puede ser introducida en la escotadura desde delante o desde detrás.

Se entiende que la disposición de superficie de apoyo puede estar formada, de manera alternativa, por una disposición de uno o varios orificios oblongos cerrados alrededor, engarzando el objetivo en cada orificio oblongo mediante un resalte de apoyo apropiado. Se entiende además que, de acuerdo con una modificación, en el basculante pueden estar formadas la disposición de superficie de apoyo en el objetivo y formaciones de apoyo adecuadas para el apoyo en la disposición de superficie de apoyo.

En cualquier caso el apoyo del objetivo en el basculante es preferentemente de tal tipo que no solo se hace posible un giro del objetivo con respecto al basculante en el transcurso de un movimiento de giro del basculante sino también una variación radial de la distancia entre el eje de giro del objetivo y el eje del basculante (radial referido al eje del basculante).

5 La disposición de guiado está formada como guiado lineal con dirección de guiado paralela con respecto al eje óptico del objetivo de enfoque. Presenta preferentemente formaciones de guiado las cuales impiden, en caso de movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del objetivo de enfoque, movimientos del mismo transversalmente con respecto al eje óptico. Esto sirve para la estabilización de la posición del objetivo en el espacio.

10 La disposición de guiado puede comprender, por ejemplo, un rodamiento lineal así como un carro guiado en su interior. El carro puede estar, al mismo tiempo, sujeto al objetivo de enfoque. El rodamiento lineal puede comprender además por lo menos una ranura de guiado. El carro puede comprender además por lo menos un resalte de guiado el cual está dispuesto para interactuar de tal manera con la ranura de guiado que se evita un desplazamiento del carro en dirección horizontal. De esta manera se hace posible un guiado del objetivo de enfoque en dirección vertical, durante la cual el eje óptico del objetivo de enfoque puede mantener, en caso de un movimiento de compensación del mismo con respecto a una posición de partida, su orientación y posición. La ranura de guiado puede estar formada para ello con un destalonamiento en el cual engarza el resalte de guiado.

15 La invención se continúa explicando a continuación sobre la base del dibujo adjunto. Su figura 1 muestra, de forma esquemática y en modo alguno con una escala realista, un ejemplo de forma de realización de un dispositivo láser para la realización de cortes en la córnea o en otras partes de tejido del ojo humano.

20 Del dispositivo láser, designado en general mediante 10, está representado únicamente la "etapa final" en el dibujo, es decir esencialmente sólo un objetivo de enfoque 12 con un adaptador de paciente 13 dispuesto en él por el lado de salida de la radiación. El objetivo de enfoque 12 está suspendido de manera que compensa el peso mediante un dispositivo de suspensión 14 y de forma móvil. Cuando se habla aquí de una compensación de peso esto se refiere a una compensación de por lo menos una parte principal del peso del objetivo 12. Una parte restante, especialmente pequeña, del peso del objetivo puede quedar sin compensar, por ejemplo con un orden de magnitud de unos pocos Newton de peso. El objetivo de enfoque 12 enfoca, de una forma no representada con mayor detalle, un haz de rayos afocal de la radiación láser proporcionada por el dispositivo láser 10 sobre un lugar de enfoque dentro del tejido del ojo que hay que cortar. La radiación láser utilizada posee, por ejemplo, duraciones de impulso en el margen de los femtosegundos y una longitud de onda en la banda infrarroja inferior (aproximadamente entre 25 alrededor de 1000 y alrededor de 1100 nm) o en la banda de los UV, preferentemente por encima de 30 aproximadamente 300 nm.

35 El dispositivo de suspensión 14 presenta, en la forma de realización representada en la figura 1, una disposición de generación de fuerza con un contrapeso 16, que genera una componente de peso G orientada verticalmente, con la cual debe ser compensado el peso del objetivo de enfoque 12, por lo menos parcialmente. El dispositivo de suspensión 14 comprende además una disposición de transmisión en forma de un basculante 18, que en el extremo de basculante derecho de la figura 1 está conectado de manera amovible con el contrapeso 16, mientras que en su extremo izquierdo de la figura 1 presenta un alojamiento de apoyo 20 para el acoplamiento amovible con el objetivo de enfoque 12. El contrapeso 16 puede ser desplazado a lo largo del brazo de palanca correspondiente del basculante, con lo cual se puede variar el punto de aplicación efectivo de la fuerza K del contrapeso y, por 40 consiguiente, el par de fuerza antagonista activo.

45 El basculante 18 está apoyado con posibilidad de giro mediante un apoyo 22 alrededor de un eje de pivotamiento X situado a distancia entre los puntos de ataque del objetivo 12 y del contrapeso 16. El apoyo 22 ofrece un apoyo del basculante 18, mediante una o varias partes de conexión 21, en una pieza portadora 23 indicada de forma esquemática la cual puede estar dispuesta, por su parte, de forma estacionaria o móvil con respecto a otros componentes del dispositivo láser 10.

50 El basculante 18 puede presentar, por ejemplo, una barra de palanca 19 alargada, en especial recta, la cual está acoplada en uno de sus extremos de barra con el objetivo 12 y en el otro extremo de barra con el contrapeso 16. De manera adecuada están previstas dos barras de palanca 19 de este tipo, paralelas entre sí, a ambos lados del objetivo 12 (es decir, en la dirección de la vista en la figura 1, delante y detrás del objetivo 12). En el transcurso de la descripción adicional se hablará, sin embargo, siempre únicamente de una barra de palanca. Las realizaciones que vienen a continuación son válidas, sin embargo, análogamente para ambas barras de palanca.

55 El alojamiento de apoyo 20 mencionado está formado en el ejemplo mostrado por una escotadura 24, dispuesta lateralmente, de la barra de palanca 19 (indicada mediante trazos), la cual está abierta por varios lados, es decir hacia arriba así como hacia la izquierda, en la figura. El suelo 24a de esta escotadura 24 forma una superficie de apoyo para una espiga de apoyo 26, distanciada lateralmente del objetivo 12, que penetra en la escotadura. El objetivo de enfoque 12 se apoya, a través de su espiga de apoyo 26, suelto sobre la barra de palanca 19. En caso 60 de un giro del basculante 18 tiene lugar no únicamente un giro del objetivo 12 con respecto al basculante 18,

- alrededor del eje de espiga, sino también un desplazamiento de la espiga de apoyo 26 dentro del alojamiento de apoyo 20. Durante este desplazamiento varía la distancia radial de la espiga de apoyo 26 con respecto al eje de pivotamiento X. Esto hace posible, a pesar de un movimiento hacia arriba o hacia abajo del objetivo 12, mantener invariable la posición espacial y la orientación de un eje de objetivo O óptico. Con el fin de estructurar el desplazamiento de la espiga de apoyo 26 en el alojamiento de apoyo 20 con el menor rozamiento posible la espiga de apoyo 26 puede portar, por ejemplo, un anillo 28 apoyado en deslizamiento o en rodadura, el cual puede rodar en el suelo 24a de la escotadura 24.
- El dispositivo de suspensión 14 comprende además una disposición de guiado para el guiado lineal vertical del objetivo de enfoque 12. Mientras que la capacidad de desplazamiento de la espiga de apoyo 26 en el alojamiento de apoyo 20 crea la condición previa para una posición espacial invariable del eje de objetivo O durante el movimiento del objetivo 12, garantiza la disposición de guiado que el eje de objetivo O de hecho no se incline o sea desplazado transversalmente (transversalmente con respecto al eje O).
- La disposición de guiado comprende, en la forma de realización representada, un rodamiento lineal 30, fijo con respecto al objetivo de enfoque 12, así como un carro 32 fijado a él, el cual está sujeto al objetivo de enfoque 12. El rodamiento lineal 30 está provisto de una ranura de guiado 34, la cual está formada a modo de un destalonamiento y en la cual engarza un resalto de guiado 36 del carro 32. El resalto de guiado 36 está formado, en la forma de realización mostrada en la figura 1, con sección transversal en forma de T en sección transversal, engarzando las dos patas laterales de la T 36a del resalto de guiado 36 en la ranura de guiado 34 destalonada de tal manera que se impide un movimiento horizontal (transversal) del objetivo de enfoque 12 alejándose del rodamiento lineal 30 (en la figura 1 hacia la derecha). Además se garantiza, mediante el engarce de las patas laterales 36a de la T en la ranura de guiado 34 destalonada, que el objetivo de enfoque 12 no se incline. Gracias a la disposición de guiado es mantenido permanentemente con una orientación determinada.
- El engarce entre el resalto de guiado 36 y la ranura de guiado 34 ofrece suficiente juego de movimiento vertical como para garantizar la elevación de movimiento necesaria del objetivo de enfoque 12 en dirección vertical.
- Si el objetivo de enfoque 12 con su adaptador de paciente 13 se pone encima del ojo (no representado) que hay que tratar, entonces el objetivo de enfoque 12 se puede desviar hacia arriba en dirección vertical mediante una pequeña contrapresión generada por el ojo. La espiga de apoyo 26 se desplaza, durante este movimiento de compensación del objetivo de enfoque 12, rodando (o de manera alternativa deslizándose) a lo largo del suelo 24a de la escotadura 24, mientras que el basculante 18 gira, en sentido horario, alrededor del eje de basculante X y, al mismo tiempo, gira el objetivo 12 con respecto del basculante 18 alrededor del eje de la espiga de apoyo 26. Si, por el contrario, en un caso hipotético imaginario el objetivo de enfoque 12 estuviese conectado de forma rígida con el basculante 18, un movimiento hacia arriba o hacia abajo del objetivo de enfoque 12 conduciría a una inclinación del eje óptico O. Una inclinación de este tipo está excluida, sin embargo, en el ejemplo de forma de realización mostrado gracias al apoyo móvil del objetivo 12 en el basculante 18 y gracias al guiado lineal del objetivo 12 mediante el rodamiento lineal 30.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo láser (10), que comprende:
 - 5 - una fuente para radiación láser,
 - un objetivo de enfoque (12) para el enfoque de la radiación láser, presentando el objetivo de enfoque un eje óptico (O),
 - 10 - una unidad de interfaz dispuesta en el objetivo de enfoque por el lado de salida de la radiación con un elemento de contacto transparente para la radiación láser, para su disposición en un objeto a tratar con la radiación láser,
 - un dispositivo (14) para la suspensión móvil que compensa el peso del objetivo de enfoque, caracterizado por que este dispositivo presenta un basculante (18) con dos brazos de basculante, apoyado en un componente de carcasa del dispositivo láser y pivotable alrededor de un eje de basculante (X) , estando apoyado en un primer brazo de basculante el objetivo de enfoque puede girar con respecto al basculante de forma que alrededor de un eje de giro paralelo al eje de basculante y en el otro segundo brazo de basculante, está acoplada una disposición de generación de fuerza para la generación de una componente de fuerza antagonista que contrarresta el peso del objetivo de enfoque, comprendiendo la disposición de generación de fuerza una disposición de contrapeso (16), cuya masa sirve para compensar por lo menos una parte predominante del peso del objetivo de enfoque, presentando el dispositivo además una disposición de guiado (30, 32) para el guiado lineal móvil del objetivo de enfoque a lo largo del eje (O) óptico del mismo.
 - 15
 - 20
2. Dispositivo láser según la reivindicación 1, en el que la radiación láser es pulsada.
- 25 3. Dispositivo láser según la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de interfaz (13) está acoplada de manera amovible con el objetivo de enfoque (12).
4. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de guiado (30, 32) está dispuesta para que, en caso de un movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del objetivo de enfoque (12), el eje óptico (O) del mismo mantenga su orientación espacial y su posición espacial.
- 30 5. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos un punto de aplicación de fuerza (K) de la disposición de generación de fuerza en el segundo brazo de basculante se puede ajustar con respecto a su distancia del eje de basculante (X).
- 35 6. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de generación de fuerza comprende, además de la disposición de contrapeso (16), por lo menos un elemento elástico de resorte.
- 40 7. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de contrapeso (16) consiste en un único contrapeso.
8. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la disposición de contrapeso consiste en varios pesos individuales.
- 45 9. Dispositivo láser según la reivindicación 8, en el que los varios pesos individuales se pueden montar en el segundo brazo de basculante, en un número variable o/y en una posición relativa variable uno con respecto a otro.
10. Dispositivo láser según la reivindicación 8, en el que los pesos individuales se pueden unir para formar un peso total único.
- 50 11. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el apoyo del objetivo de enfoque (12) en el basculante (18) es variable con respecto a la distancia al eje de basculante (X).
- 55 12. Dispositivo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de guiado (30, 32) presenta formaciones de guiado (34, 36) las cuales impiden, en caso de movimiento de compensación hacia arriba/hacia abajo del objetivo de enfoque (12), movimientos del mismo transversalmente con respecto al eje óptico (O).

