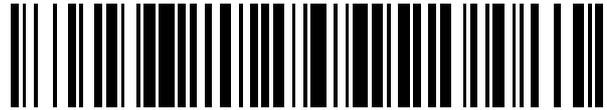


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 830**

51 Int. Cl.:

A61F 9/008

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2012 PCT/EP2012/060832**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13182245**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2012 E 12726789 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2858612**

54 Título: **Marcado de lentículos para corrección refractiva**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2017

73 Titular/es:

**WAVELIGHT GMBH (100.0%)
Am Wolfsmantel 5
91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**KLENKE, JÖRG;
SKERL, KATRIN y
SEILER, THEO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 621 830 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

Marcado de lenticulos para corrección refractiva

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere en general a dispositivos quirúrgicos corneales, y más en concreto al marcado de lenticulos para corrección refractiva.

Antecedentes

10 La cirugía refractiva utiliza láseres para remodelar la córnea a fin de corregir defectos refractivos del ojo. Según algunas técnicas, se levanta un colgajo del ojo para dejar expuesta una parte de la córnea que se remodela mediante ablación usando un láser excimer. El colgajo se reemplaza después. Según otras técnicas, un láser de femtosegundo hace incisiones en la córnea para crear un lenticulo. El lenticulo se extrae para remodelar la córnea.

15 Por ejemplo, el documento US2012/0078240 proporciona un instrumento láser de impulsos ultracortos que se utiliza para realizar cirugía refractiva. El instrumento funciona en las modalidades de ablación e incisión. En el modo de ablación, se producen discos de ablación en espiral que consisten en impulsos de láser individuales a altas velocidades de escaneo. En la córnea se puede producir un perfil de ablación apilando y disponiendo una pluralidad de discos de ablación para producir un cambio de forma específico. La colocación de discos de ablación es asistida por un seguimiento óptico y un sistema de control que compensa el movimiento del ojo. Una realización preferida permite realizar correcciones de ablación en una superficie posterior no plana de un colgajo cortado con láser colocado en una placa de registro, evitando así exponer el interior del ojo a la alta energía radiante. Las marcas fiduciarias teñidas con agente de contraste y cortadas con láser pueden servir como características de referencia para el sistema de rastreo óptico. También se pueden realizar procedimientos incisionales, tales como colgajos corneales para cirugía LASIK.

Breve resumen

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 a 7. Las realizaciones preferidas se definen en las realizaciones dependientes.

25 En algunos ejemplos, un dispositivo para marcar un lenticulo comprende un dispositivo láser y un ordenador de control. El dispositivo láser está configurado para crear un lenticulo en un ojo usando radiación láser pulsada que tiene impulsos ultracortos. El dispositivo láser incluye uno o más componentes controlables configurados para controlar un foco de la radiación láser pulsada. El ordenador de control está configurado para dar instrucciones al uno o más componentes controlables para crear un marcado de lenticulo en una córnea de un ojo con radiación láser pulsada para marcar un lenticulo y luego crear el lenticulo en la córnea con la radiación láser pulsada.

Un método ejemplar para marcar un lenticulo incluye controlar un foco de radiación láser pulsada que tiene impulsos ultracortos. Un marcado de lenticulo se crea en una córnea de un ojo con la radiación láser pulsada para marcar el lenticulo. El lenticulo se crea después en la córnea con la radiación láser pulsada.

35 En algunos ejemplos, un soporte tangible legible por ordenador almacena un código informático para marcar un lenticulo que, cuando es ejecutado por un ordenador, está configurado para controlar un foco de radiación láser pulsada que tiene impulsos ultracortos. El código informático también está configurado para crear un marcado de lenticulo en una córnea de un ojo con radiación láser pulsada para marcar un lenticulo y a continuación crear el lenticulo en la córnea con la radiación láser pulsada.

Breve descripción de los dibujos

40 A continuación se describen realizaciones ejemplares de la presente descripción a modo de ejemplo, con mayor detalle y con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La figura 1 ilustra un ejemplo de un dispositivo configurado para realizar una corrección refractiva de acuerdo con algunas realizaciones;

45 La figura 2 ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de un marcado de lenticulo de acuerdo con algunas realizaciones;

La figura 3 ilustra una sección transversal de un ejemplo de un marcado de lenticulo de acuerdo con algunas realizaciones; y

La figura 4 ilustra un ejemplo de un método para crear un marcado de lenticulo de acuerdo con algunas realizaciones.

Descripción de realizaciones ejemplares

Con referencia ahora a la descripción y a los dibujos, se muestran en detalle aspectos ejemplares de los aparatos, sistemas y métodos descritos. La descripción y los dibujos no pretenden ser exhaustivos o de otro modo limitar o restringir las reivindicaciones a las realizaciones específicas mostradas en los dibujos y dadas a conocer en la descripción. Aunque los dibujos representan posibles realizaciones, los dibujos no son necesariamente a escala y algunas características pueden simplificarse, exagerarse, eliminarse o seccionarse parcialmente para ilustrar mejor las realizaciones. Además, algunos dibujos pueden estar en forma esquemática.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un dispositivo 10 configurado para marcar un lentículo según algunas realizaciones. En las realizaciones, el dispositivo 10 incluye un dispositivo láser 15 y un ordenador de control 30. El dispositivo láser 15 puede crear un marcado de lentículo en una córnea (tal como el estroma) de un ojo con radiación láser pulsada con impulsos ultracortos (tales como impulsos de picosegundo, femtosegundo o attosegundo) para marcar un lentículo. El dispositivo láser puede entonces crear un lentículo en la córnea con la radiación láser pulsada. El lentículo se puede modelar de acuerdo con un perfil de corrección refractiva de manera que cuando se extrae el lentículo, se aplica la corrección refractiva. En algunas realizaciones, el dispositivo láser puede crear un colgajo o una incisión de extracción en la córnea con la radiación láser pulsada para permitir la extracción del lentículo. El marcado de lentículo puede permitir a un cirujano determinar si el lentículo ha sido extraído completamente.

En el ejemplo ilustrado de la figura 1, el dispositivo 10 realiza cirugía en una muestra 22. El dispositivo 10 incluye un dispositivo láser 15, un adaptador de paciente 20, un ordenador de control 30 y una memoria 32 acoplada como se muestra. El dispositivo láser 15 puede incluir una fuente de láser 12, un escáner 16, uno o más elementos ópticos 17 y / o un objetivo de enfoque 18 acoplado como se muestra. El adaptador de paciente 20 puede incluir un elemento de contacto 24 (que tiene una cara de tope 26 dispuesta hacia fuera desde una muestra) y un manguito 28 acoplado como se muestra. La memoria 32 almacena un programa de control 34. La muestra 22 puede ser un ojo.

La fuente de láser 12 genera un haz de láser 14 con impulsos ultracortos. En este documento, un impulso "ultracorto" de luz se refiere a un impulso de luz que tiene una duración que es menor de un nanosegundo, tal como en el orden de un picosegundo, femtosegundo o attosegundo. El punto focal del haz de láser 14 puede crear una descomposición óptica inducida por láser (LIOB) en tejidos tales como la córnea. El haz de láser 14 puede enfocarse con precisión para permitir incisiones precisas en las capas de células corneales, lo que puede reducir o evitar la destrucción innecesaria de otro tejido.

Ejemplos de fuente de láser 12 incluyen láseres de femtosegundo, picosegundo y attosegundo. El haz de láser 14 puede tener cualquier longitud de onda adecuada, tal como una longitud de onda en el orden de 300 a 1500 nanómetros (nm), por ejemplo, una longitud de onda en el orden de 300 a 650, 650 a 1050, 1050 a 1250 o 1100 a 1500 nm. El haz de láser 14 puede tener también un volumen de foco relativamente pequeño, por ejemplo, 5 micrómetros (μm) o menos de diámetro. En algunas realizaciones, la fuente de láser 12 y / o el canal de suministro pueden estar en un vacío o casi vacío.

El escáner 16, los elementos ópticos 17 y el objetivo de enfoque 18 están en la trayectoria de haz. El escáner 16 controla transversalmente y longitudinalmente el punto focal del haz de láser 14. "Transversal" se refiere a una dirección perpendicular a la dirección de propagación del haz de láser 14, y "longitudinal" se refiere a la dirección de propagación de haz. El plano transversal puede indicarse como el plano x-y, y la dirección longitudinal puede indicarse como la dirección z. En algunas realizaciones, la cara de tope 26 de la interfaz de paciente 20 está en un plano x-y.

El escáner 16 puede dirigir transversalmente el haz de láser 14 de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, el escáner 16 puede incluir un par de espejos de escáner accionados galvanométricamente que se pueden inclinar alrededor de ejes perpendiculares entre sí. Como otro ejemplo, el escáner 16 puede incluir un cristal electro-óptico que pueda dirigir electroópticamente el haz de láser 14. El escáner 16 puede dirigir longitudinalmente el haz de láser 14 de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, el escáner 16 puede incluir una lente longitudinalmente ajustable, una lente de potencia de refracción variable o un espejo deformable que pueda controlar la posición z del foco de haz. Los componentes de control de foco del escáner 16 pueden estar dispuestos de cualquier manera adecuada a lo largo de la trayectoria de haz, por ejemplo, en la misma o en diferentes unidades modulares.

Uno (o más) elementos ópticos 17 dirigen el haz de láser 14 hacia el objetivo de enfoque 18. Un elemento óptico 17 puede ser cualquier elemento óptico adecuado que pueda reflejar, refractar y / o difractar el haz de láser 14. Por ejemplo, un elemento óptico 17 puede ser un espejo de desviación inamovible. El objetivo de enfoque 18 enfoca el haz de láser 14 sobre el adaptador de paciente 20, y puede acoplarse de manera separable al adaptador de paciente 20. El objetivo de enfoque 18 puede ser cualquier elemento óptico adecuado, tal como un objetivo f-theta.

El adaptador de paciente 20 establece una interfaz con la córnea del ojo 22. En el ejemplo, el adaptador de paciente 20 tiene un manguito 28 acoplado a un elemento de contacto 24. El manguito 28 se acopla al objetivo de enfoque 18. El elemento de contacto 24 puede ser traslúcido o transparente a la radiación láser y tiene una cara de tope 26 que establece una interfaz con la córnea y puede nivelar una parte de la córnea. En algunas realizaciones, la cara

de tope 26 es plana y forma un área plana sobre la córnea. La cara de tope 26 puede estar en un plano x-y, por lo que el área plana está también en un plano x-y. En otras realizaciones, la cara de tope 26 no tiene que ser plana, por ejemplo, puede ser convexa o cóncava.

5 El ordenador de control 30 controla componentes controlables, por ejemplo, la fuente de láser 12 y el escáner 16, de acuerdo con el programa de control 34. El programa de control 34 contiene un código informático que ordena a los componentes controlables que enfoquen la radiación láser pulsada en una región de la córnea para realizar la fotodisrupción de al menos una parte de la región.

10 En algunos ejemplos de funcionamiento, el escáner 16 puede dirigir el haz de láser 14 para formar incisiones de cualquier geometría adecuada. Ejemplos de tipos de incisiones incluyen incisiones de lecho e incisiones laterales. Una incisión de lecho es una incisión bidimensional que normalmente está en un plano x-y. El escáner 16 puede formar una incisión de lecho enfocando el haz de láser 14 en un valor z constante bajo la cara de tope 26 y moviendo el foco en un patrón en un plano x-y. Una incisión lateral es una incisión que se extiende desde debajo de la superficie corneal (tal como desde una incisión de lecho) hasta la superficie. El escáner 16 puede formar una incisión lateral cambiando el valor z del foco del haz de láser 14 y opcionalmente cambiando los valores x y/o y.

15 Se puede realizar una fotodisrupción en cualquier parte adecuada de la córnea. Una o más de cualquiera de las capas corneales se pueden seleccionar para realizar una fotodisrupción. Además, se puede realizar una fotodisrupción en una parte de una capa celular en la dirección z, aunque parte de la capa celular puede permanecer en la córnea. Además, puede seleccionarse un área particular (o "zona diana") en el plano x-y para realizar una fotodisrupción. Por ejemplo, se puede realizar una fotodisrupción en una zona diana que forme una incisión de lecho.
20

El dispositivo 10 puede realizar una fotodisrupción en una capa corneal de cualquier manera adecuada. En algunas realizaciones, el ordenador de control 30 puede dar instrucciones al dispositivo láser para que enfoque el haz de láser 14 en un valor z constante debajo de la cara de tope 26 y que se mueva en un patrón en el plano x-y que cubre sustancialmente la zona diana. Se puede usar cualquier patrón adecuado. Por ejemplo, de acuerdo con un patrón en zigzag, la trayectoria de escaneo tiene un valor y constante y se mueve en la dirección + x. Cuando la trayectoria de escaneo alcanza un punto del borde de la zona diana, la trayectoria se desplaza a un siguiente valor y que está a una distancia predeterminada del valor y anterior y luego se mueve en la dirección -x hasta que alcanza otro punto del borde. La trayectoria de escaneo continúa hasta que se escanea toda la zona diana. Como otro ejemplo, de acuerdo con un patrón en espiral, la trayectoria de escaneo comienza en o cerca del centro de la zona diana y se mueve en un patrón en espiral hasta que la trayectoria alcanza el borde de la zona diana, o viceversa.
25
30

Las figuras 2 y 3 ilustran un ejemplo de un marcado de lentículo 114 de acuerdo con algunas realizaciones. La figura 2 ilustra una vista desde arriba del marcado de lentículo 114 y la figura 3 ilustra una sección transversal del marcado de lentículo 114.

35 Se puede crear un lentículo 110 en la córnea (tal como el estroma) y modelar de acuerdo con un perfil de corrección refractiva tal que cuando se extraiga el lentículo 110, se aplique la corrección refractiva. En algunas realizaciones, se puede crear un marcado de lentículo 114 para servir de contorno para el lentículo 110. El lentículo 110 puede entonces crearse usando el marcado de lentículo 114 como contorno. Un colgajo 112 o una incisión de extracción 113 pueden crearse entonces para permitir la extracción del lentículo 110.

40 El lentículo 110 puede tener cualquier forma y tamaño adecuados. En algunas realizaciones, el lentículo 110 puede tener forma de lente con cualquier forma perimetral adecuada, por ejemplo, una forma circular, elíptica, libre o irregular. El diámetro d_l del lentículo 110 puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el orden de 6 a 10 mm, tal como aproximadamente 8 mm. El espesor t_l del lentículo 110 puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el orden de 5 μm a 200 μm , tal como aproximadamente 50 μm . La profundidad z_l (medida desde la superficie del ojo en la dirección z) de una parte central del lentículo 110 puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor inferior a 600 μm .
45

En el ejemplo ilustrado, el marcado de lentículo 114 tiene un límite interior 116 (figura 2) con un diámetro interior id_m (figura 3) y un límite exterior 118 (figura 2) con un diámetro exterior od_m (figura 3). Una sección transversal 120 (figura 3) del marcado de lentículo 114 muestra la altura de marcado de lentículo h_m y la anchura de marcado de lentículo w_m . El marcado de lentículo 114 puede tener una profundidad z_m (figura 3). Las dimensiones pueden describir la forma (por ejemplo, la forma del perímetro), el tamaño (por ejemplo, el diámetro) y el emplazamiento (por ejemplo, la posición x, y, z) del marcado de lentículo 114.
50

El marcado de lentículo 114 puede tener cualquier forma y tamaño adecuados. En algunas realizaciones, el marcado de lentículo 114 puede tener una forma perimetral que coincida sustancialmente, por ejemplo, que sea sustancialmente la misma forma que la forma perimetral de la lente. En estas realizaciones, el marcado de lentículo 114 puede servir de contorno del lentículo 110. La altura h_m puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el orden de 1 a 20 a 50 o 50 a 100 μm . La anchura w_m puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el orden de 0,5 a 50 a 100, 100 a 200 o 200 a 300 μm . Aunque la sección transversal 120 se muestra como un
55

rectángulo, la sección transversal 120 puede tener cualquier forma adecuada, tal como cualquier polígono, una elipse o un círculo.

5 En algunas realizaciones, una parte determinada del marcado de lentículo 114 marca con precisión el lentículo 110. Por ejemplo, el límite interior 116 puede ser sustancialmente el mismo que, ligeramente (por ejemplo, 0 a 50 μm) menor que, o ligeramente mayor que el perímetro de lentículo. Como otro ejemplo, el límite exterior 118 puede ser sustancialmente el mismo que, ligeramente menor que, o ligeramente mayor que el perímetro de lentículo. Por consiguiente, el marcado de lentículo puede permitir a un cirujano determinar si el lentículo ha sido completamente extraído.

10 El marcado de lentículo 114 puede crearse en cualquier emplazamiento adecuado del ojo. En algunas realizaciones, el marcado de lentículo 114 puede crearse a cualquier profundidad adecuada. Por ejemplo, el marcado de lentículo 114 puede crearse a una profundidad más profunda z_m que la profundidad z_l del lentículo 114, tal como 50 a 100, 100 a 200 o 200 a 300 μm más profunda que la profundidad z_l .

15 El colgajo 112 puede tener cualquier forma y tamaño adecuados. En algunas realizaciones, el colgajo 112 puede tener cualquier forma perimetral adecuada, tal como cualquiera de las formas enumeradas para la forma perimetral de lentículo. El colgajo 112 puede tener cualquier tamaño adecuado. En algunos ejemplos, el diámetro d_f del colgajo 112 puede tener un valor mayor que el diámetro d_l del lentículo 110, tal como 5 a 10 mm. El grosor t_f del colgajo 112 puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el orden de 60 a 510 μm .

20 La incisión de extracción 113 puede tener cualquier forma y tamaño adecuados. En algunos ejemplos, la incisión de extracción 113 puede ser una incisión lateral formada a lo largo de al menos una parte donde estaría situado el perímetro de un colgajo 112 si se usara un colgajo 112. La parte puede tener cualquier valor adecuado, por ejemplo, un valor en el orden de 1/12 a 1/8, 1/8 a 1/4, 1/4 a 3/8 o 3/8 a 1/2.

La figura 4 ilustra un ejemplo de un método para crear un marcado de lentículo en una córnea de un ojo. El método puede ser realizado mediante el sistema 10 de la figura 1.

25 El método comienza en la etapa 208, en la que se determinan las dimensiones del marcado de lentículo 114. En algunos ejemplos, el sistema 10 puede determinar las dimensiones para formar el marcado de lentículo 114. Las dimensiones se pueden determinar de cualquier manera adecuada. Como ejemplo, un usuario puede programar las dimensiones en el sistema 10. Como ejemplo, el sistema 10 puede acceder a las dimensiones desde otro sistema.

30 Como otro ejemplo más, el sistema 10 puede calcular las dimensiones de marcado de lentículo a partir de un lentículo 110 dado. En un caso particular, la forma perimetral de marcado de lentículo puede ser sustancialmente la misma que la forma perimetral de lentículo. Por ejemplo, el límite interior 116 (o el límite exterior 118) del marcado de lentículo 114 puede ser sustancialmente el mismo que la forma perimetral de lentículo. En un caso particular, el emplazamiento de marcado de lentículo puede determinarse a partir del emplazamiento de lentículo. Por ejemplo, el marcado de lentículo 114 puede tener sustancialmente las mismas coordenadas x e y , aunque puede tener coordenadas z menos profundas, más profundas o las mismas.

35 El marcado de lentículo 114 se crea en la etapa 210. El marcado de lentículo 114 puede crearse de cualquier manera adecuada. En las realizaciones, el escáner 16 puede dirigir el haz de láser 14 para formar un marcado de lentículo 114 de acuerdo con las dimensiones determinadas. El escáner 16 puede formar el marcado 114 enfocando el haz de láser 14 en un valor z constante bajo la cara de tope 26 y moviendo el foco en el plano x - y en la forma del marcado. El escáner 16 puede aumentar la altura h_m del marcado 114 en la dirección z cambiando el valor z del foco y moviendo el foco en el plano x - y en la forma del marcado 114.

40 El lentículo 110 se crea en la etapa 212. El lentículo 110 puede crearse de cualquier manera adecuada. En algunas realizaciones, el escáner 16 puede dirigir el haz de láser 14 para formar el lentículo 110 siguiendo el marcado 114. El haz de láser 14 puede formar el lado anterior del lentículo 110 haciendo una incisión de lecho curvada moviéndose en el plano x - y mientras cambia la dirección z según sea necesario para conseguir la forma de lentículo. El haz de láser 14 puede formar el lado posterior del lentículo 110 en una materia similar.

45 En algunos ejemplos, el colgajo 112 se crea en la etapa 214. El colgajo 112 puede crearse de cualquier manera adecuada. En algunos ejemplos de funcionamiento, el escáner 16 puede dirigir el haz de láser 14 para formar el colgajo 112. El lado anterior del lentículo 110 puede formar al menos una parte del lecho del colgajo 112. El haz de láser 14 puede formar el resto del lecho y crear una incisión lateral alrededor del perímetro del colgajo 112. El escáner 16 puede dejar una parte del perímetro sin cortar para formar una articulación para el colgajo 112. En otras realizaciones, se puede crear una incisión de extracción 113 en lugar de un colgajo 112. La incisión de extracción 113 puede crearse formando una incisión lateral a lo largo de al menos una parte en la que estaría situado el perímetro del colgajo 112 si se usara un colgajo 112.

El lentículo 110 se extrae en la etapa 216. El lentículo 110 puede extraerse a través de un colgajo 112 o incisión de extracción 113. El lentículo 110 puede ser extraído de forma manual o automática. El método termina después.

5 Un componente (tal como el ordenador de control 30) de los sistemas y aparatos descritos aquí puede incluir un elemento de interfaz, lógico, de memoria y / u otro elemento adecuado, cualquiera de los cuales puede incluir hardware y / o software. Una interfaz puede recibir entrada, enviar salida, procesar la entrada y / o salida, y / o realizar otras operaciones adecuadas. La lógica puede realizar las operaciones de un componente, por ejemplo, ejecutar instrucciones para generar la salida de la entrada. La lógica puede ser codificada en la memoria y puede realizar operaciones cuando es ejecutada por un ordenador. La lógica puede ser un procesador, tal como uno o más ordenadores, uno o más microprocesadores, una o más aplicaciones, y / u otra lógica. Una memoria puede almacenar información y puede comprender uno o más medios de almacenamiento tangibles, legibles por ordenador y / o ejecutables por ordenador. Ejemplos de memoria incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM) o memoria de sólo lectura (ROM)), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un disco compacto (CD) o un disco de vídeo digital o disco versátil (DVD)), almacenamiento de base de datos y / o de red (por ejemplo, un servidor) y / u otros medios legibles por ordenador.

10 En realizaciones particulares, las operaciones de las realizaciones pueden realizarse mediante uno o más medios legibles por ordenador codificados con un programa informático, software, instrucciones ejecutables por ordenador y / o instrucciones que pueden ser ejecutadas por un ordenador. En realizaciones particulares, las operaciones pueden ser realizadas por uno o más medios legibles por ordenador que almacenan, incorporan y / o se codifican con un programa informático y / o tienen un programa informático almacenado y / o codificado.

15 Aunque esta descripción se ha descrito con referencia a algunas realizaciones, modificaciones (tales como cambios, sustituciones, adiciones, omisiones y / u otras modificaciones) de las realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. En consecuencia, se pueden hacer modificaciones en las realizaciones sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención. Por ejemplo, se pueden hacer modificaciones en los sistemas y aparatos descritos en el presente documento. Los componentes de los sistemas y aparatos pueden ser integrados o separados, y las operaciones de los sistemas y aparatos pueden ser realizadas por más, menos, u otros componentes. Como otro ejemplo, se pueden hacer modificaciones en los métodos descritos en el presente documento. Los métodos pueden incluir más, menos, u otras etapas, y las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

20 Son posibles otras modificaciones sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención que es el que se define en las reivindicaciones. Por ejemplo, la descripción ilustra realizaciones en aplicaciones prácticas concretas, aunque otras aplicaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. El ámbito de aplicación de la invención no debe determinarse con referencia a la descripción. De acuerdo con los estatutos de patentes, la descripción explica e ilustra los principios y modos de funcionamiento de la invención usando realizaciones ejemplares. La descripción permite a los expertos en la técnica utilizar los sistemas, aparatos y métodos en diversas realizaciones y con diversas modificaciones, pero no deben utilizarse para determinar el ámbito de aplicación de la invención.

25 El ámbito de aplicación de la invención debe determinarse con referencia a las reivindicaciones. Todos los términos de las reivindicaciones deben tener sus interpretaciones razonables más amplias y sus significados normales como lo entienden los expertos en la técnica, a menos que se haga aquí una indicación explícita de lo contrario. Por ejemplo, el uso de los artículos en singular tales como "un/una", "el/la", etc. deben leerse para detallar uno o más de los elementos indicados, a menos que una reivindicación detalle una limitación explícita de lo contrario. Como otro ejemplo, "cada" se refiere a cada elemento de un conjunto o a cada elemento de un subconjunto de un conjunto, donde un conjunto puede incluir cero, uno o más de un elemento. En resumen, la invención es susceptible de modificación, y el ámbito de aplicación de la invención debe determinarse, no con referencia a la descripción, sino con referencia a las reivindicaciones.

45

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para marcar un lentículo, comprendiendo el dispositivo:
- 5 un dispositivo láser (10) configurado para marcar el lentículo (110) en una córnea de un ojo usando radiación láser pulsada que tiene una pluralidad de impulsos ultracortos, comprendiendo el dispositivo láser (10) uno o más componentes controlables (12, 16) configurados para controlar un foco de la radiación láser pulsada; y
- un ordenador de control (30) configurado para dar instrucciones al uno o más componentes controlables (12, 16) para:
- crear un marcado de lentículo (114) en la córnea con la radiación láser pulsada; y
- 10 crear el lentículo en la córnea con la radiación láser pulsada, caracterizado por que el ordenador de control está configurado para dar instrucciones al uno o más componentes controlables (12, 16) para crear el marcado de lentículo (114) por:
- determinar una profundidad de lentículo (z_l) del lentículo (110); y calcular una profundidad de marcado (z_m) del marcado de lentículo (114) de 50 a 300 micrómetros (μm) más profunda que la profundidad de lentículo (z_l); y
- determinar una forma y un tamaño perimetral de lentículo del lentículo (110), y
- 15 establecer una forma y un tamaño perimetral de marcado del marcado de lentículo que corresponda sustancialmente a la forma y tamaño perimetral de lentículo.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, estando el ordenador de control (30) configurado además para dar instrucciones al uno o más componentes controlables para:
- crear un colgajo (112) en la córnea con la radiación láser pulsada.
- 20 3. Dispositivo según la reivindicación 1, estando el ordenador de control (30) configurado además para dar instrucciones al uno o más componentes controlables (12, 16) para:
- crear una incisión de extracción en la córnea con la radiación láser pulsada.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, estando una anchura de marcado (w_m) comprendida entre 0,5 y 300 micrómetros (μm).
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación 1, estando una altura de marcado (h_m) comprendida entre 1 y 100 micrómetros (μm).
6. Dispositivo según la reivindicación 1, siendo un impulso ultracorto menor de un (1) nanosegundo.
7. Soporte único o pluralidad de soportes tangibles legibles por ordenador que almacenan un código informático para marcar un lentículo (110) que, cuando es ejecutado por un ordenador (30), está configurado para:
- 30 controlar un foco de radiación láser pulsada que tiene una pluralidad de impulsos ultracortos;
- crear un marcado de lentículo (110) en una córnea de un ojo con radiación láser pulsada para marcar un lentículo; y
- crear el lentículo en la córnea con la radiación láser pulsada.
- caracterizado por que el ordenador (30) está configurado para crear el marcado de lentículo por:
- 35 determinar una profundidad de lentículo (z_l) del lentículo (110); y calcular una profundidad de marcado (z_m) del marcado de lentículo (114) de 50 a 300 micrómetros (μm) más profunda que la profundidad de lentículo (z_l); y
- determinar una forma y un tamaño perimetral de lentículo del lentículo (110), y
- establecer una forma y un tamaño de perímetro de marcado del marcado de lentículo que corresponda sustancialmente a la forma y tamaño de perímetro de lentículo.
- 40 8. Soporte según la reivindicación 7, configurado además para: crear un colgajo (112) en la córnea con la radiación láser pulsada.
9. Soporte según la reivindicación 7, configurado además para:

ES 2 621 830 T3

crear una incisión de extracción en la córnea con la radiación láser pulsada.

10. Soporte según la reivindicación 7, estando una anchura de marcado (w_m) comprendida entre 0,5 y 300 micrómetros (μm).

5 11. Soporte según la reivindicación 7, estando una altura de marcado (h_m) comprendida entre 1 y 100 micrómetros (μm).

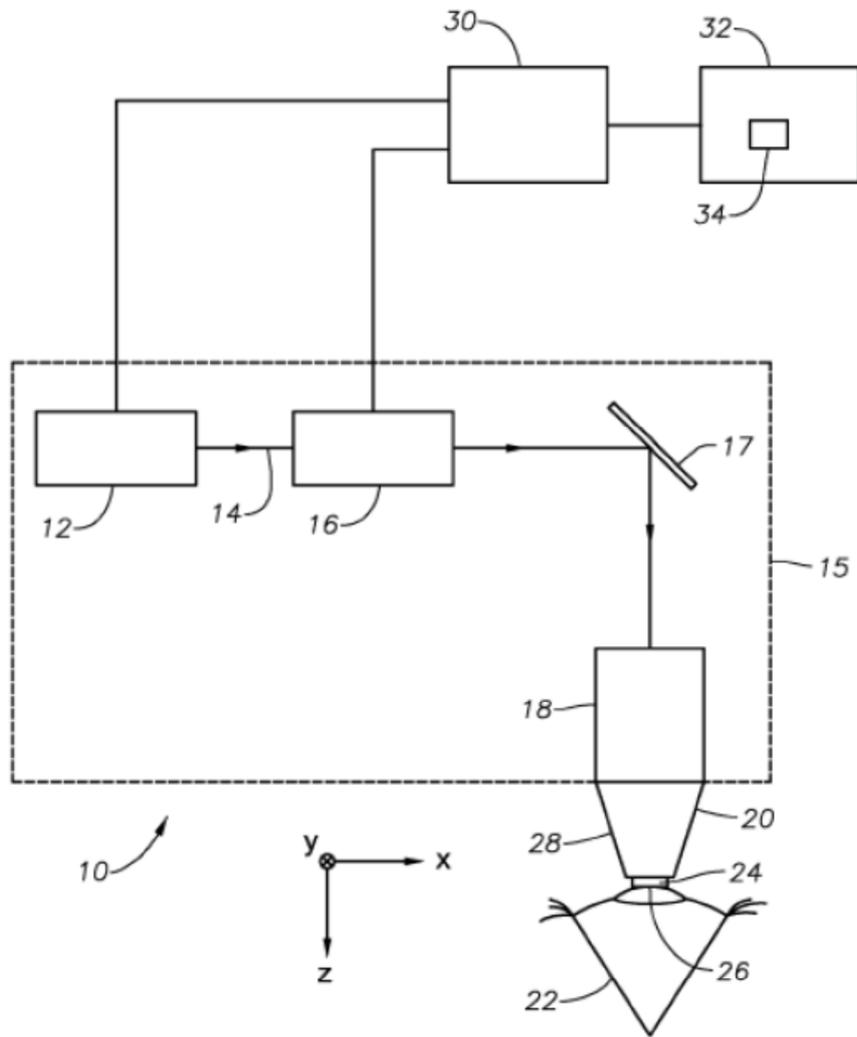


Fig. 1

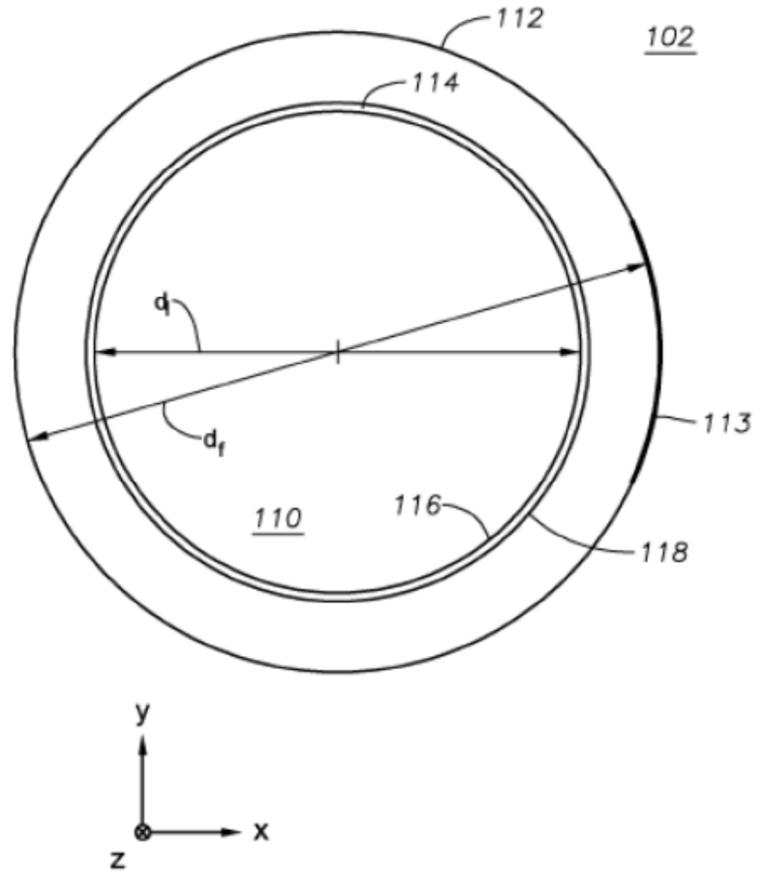


Fig. 2

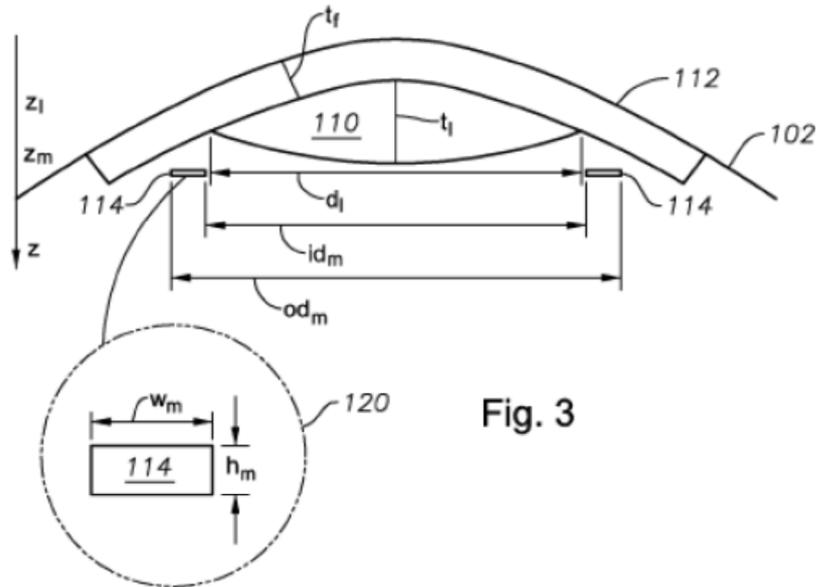


Fig. 3

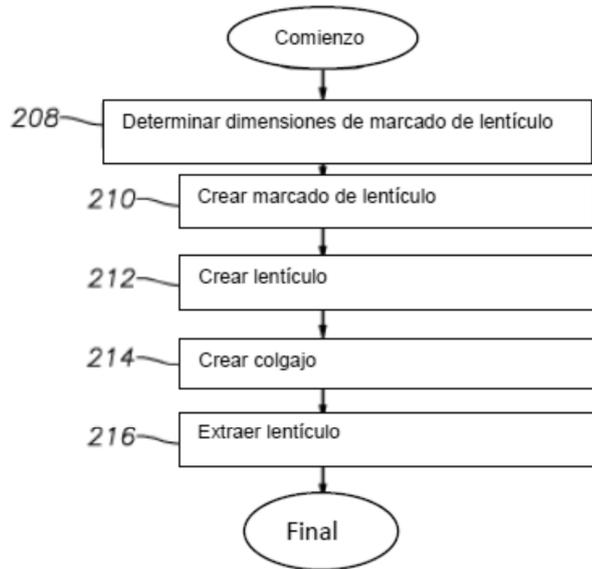


Fig. 4