

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 178**

51 Int. Cl.:

A61F 9/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2012 PCT/EP2012/002780**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13159798**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2012 E 12733599 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2841035**

54 Título: **Extracción de láminas lenticulares para corrección refractiva**

30 Prioridad:

24.04.2012 US 201213454468

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

20.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 673 178 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

Extracción de láminas lenticulares para corrección refractiva

CAMPO TÉCNICO

5 La presente exposición se refiere en general a dispositivos quirúrgicos corneales y más particularmente a la extracción de láminas lenticulares para corrección refractiva.

ANTECEDENTES

10 La cirugía refractiva utiliza láseres para volver a conformar la córnea para corregir defectos refractivos del ojo. De acuerdo con algunas técnicas, un colgajo del ojo es levantado para exponer una parte de la córnea que es vuelta a conformar por ablación utilizando un láser excimer. El colgajo es a continuación reemplazado. De acuerdo con otras técnicas, como las descritas en los documentos US 2004/0243111 A1, DE 10 2007 053 281 A1, DE 10 2009 015 911 A1 y DE 10 2007 019 813 A1, un láser de femtosegundo hace incisiones en la córnea para crear una lámina lenticular. La lámina lenticular es retirada para volver a conformar la córnea.

BREVE RESUMEN

15 En ciertas realizaciones, un dispositivo para corrección refractiva comprende un dispositivo láser y un ordenador de control. El dispositivo láser está configurado para crear una lámina lenticular en un ojo utilizando radiación láser con 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 instruir a uno o más componentes controlables para crear un canal con la radiación láser pulsada para facilitar la separación de la lámina lenticular del ojo, crear una incisión posterior con la radiación láser pulsada para formar un lado posterior de la lámina lenticular, y crear una incisión anterior con la radiación láser pulsada para formar un lado anterior de la lámina lenticular.

20 Un método para corrección refractiva incluye controlar un foco de radiación láser pulsada con impulsos ultracortos. Un canal es creado con la radiación láser pulsada para facilitar la separación de la lámina lenticular del ojo. Una incisión posterior es creada con la radiación láser pulsada para formar un lado posterior de la lámina lenticular. Una incisión anterior es creada con la radiación láser pulsada para formar un lado anterior de la lámina lenticular.

25 En ciertas realizaciones, un medio tangible legible por ordenador almacena código informático para la corrección refractiva que cuando es ejecutado por un ordenador está configurado para controlar un foco de radiación láser pulsada con impulsos ultracortos. El código informático está también configurado para crear un canal con la radiación láser pulsada para facilitar la separación de la lámina lenticular del ojo, crear una incisión posterior con la radiación láser pulsada para formar un lado posterior de la lámina lenticular, y crear una incisión anterior con la radiación láser pulsada para formar un lado anterior de la lámina lenticular. La invención está definida por las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirán a continuación realizaciones ejemplares de la presente exposición a modo de ejemplo en mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

35 La fig. 1 ilustra un ejemplo de un dispositivo configurado para realizar corrección refractiva de acuerdo con ciertas realizaciones;

La fig. 2 ilustra una vista superior de un ejemplo de creación de una lámina lenticular de acuerdo con ciertas realizaciones;

La fig. 3 ilustra una sección transversal de un ejemplo de creación de una lámina lenticular de acuerdo con ciertas realizaciones; y

40 La fig. 4 ilustra un método para crear una lámina lenticular de acuerdo con ciertas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES EJEMPLARES

45 Con referencia ahora a la descripción y dibujos, se han mostrado en detalle realizaciones ejemplares de los aparatos y sistemas descritos. La descripción y dibujos no pretenden ser exhaustivos o limitar o restringir de otro modo las reivindicaciones a las realizaciones específicas mostradas en los dibujos y expuestas en la descripción. Aunque los dibujos representan realizaciones posibles, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden estar simplificadas, exageradas, eliminadas, o seccionadas parcialmente para ilustrar mejor las realizaciones. Además, ciertos dibujos pueden ser de forma esquemática.

50 La fig. 1 ilustra un ejemplo de un dispositivo 10 configurado para crear una lámina lenticular de acuerdo con ciertas realizaciones. En las realizaciones, el dispositivo 10 incluye un dispositivo láser y un ordenador de control. El dispositivo láser puede crear una lámina lenticular en la córnea (tal como en el estroma) de un ojo utilizando radiación láser pulsada

con impulsos ultracortos (tal como impulsos de pico-, femto-, o attosegundos). La lámina lenticular puede ser conformada de acuerdo con un perfil de corrección refractiva de tal modo que cuando la lámina lenticular es retirada se aplica la corrección refractiva.

5 El dispositivo láser puede incluir componentes controlables que enfocan la radiación láser pulsada. El ordenador de control instruye a los componentes controlables para enfocar la radiación láser pulsada en la córnea para crear un canal (tal como un canal anterior o posterior) para facilitar la separación de la lámina lenticular. La radiación láser pulsada puede crear una incisión anterior para formar un lado anterior de la lámina lenticular y una incisión posterior para formar un lado posterior de la lámina lenticular. En ciertas realizaciones, la radiación láser pulsada puede crear una incisión de extracción través de la cual la lámina lenticular puede ser extraída manual o automáticamente.

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

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

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

El escáner 16, los elementos ópticos 17, y el objetivo 18 de focalización están en el trayecto del haz. El escáner 16 controla transversal y longitudinalmente el punto focal del haz láser 14. "Transversal" se refiere a una dirección en ángulo recto con la dirección de propagación del haz láser 14, y "longitudinal" se refiere a la dirección de propagación del haz. El plano transversal puede ser designado como el plano x-y, y la dirección longitudinal puede ser designada como la
30 dirección z. En ciertas realizaciones, la cara de tope 26 de la interfaz 20 de paciente está en un plano x-y.

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

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

El adaptador 20 de paciente se interconecta con la córnea del ojo 22. En el ejemplo, el adaptador 20 de paciente tiene un manguito 28 acoplado a un elemento de contacto 24. El manguito 28 se acopla al objetivo 18 de focalización. El elemento de contacto 24 puede ser translúcido o transparente a la radiación láser y tiene una cara de tope 26 que interconecta con la córnea y puede nivelar una parte de la córnea. En ciertas 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, así el área plana está también en un plano x-y. En otras realizaciones, la cara de tope 26 no necesita ser plana, por ejemplo, puede ser convexa o
50 cóncava.

El ordenador de control 30 controlar los componentes controlables, por ejemplo, la fuente 12 de láser y el escáner 16, de acuerdo con el programa 34 de control. El programa 34 de control contiene código informático que instruye a los componentes controlables para enfocar la radiación láser pulsada en una región de la córnea para la foto-disrupción de al menos una parte de la región.

55 En ciertos 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 tridimensional que ésta típicamente en un plano x-y. El escáner 16 puede formar una incisión de

lecho enfocando el haz láser 14 a 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) a la superficie. El escáner 16 puede formar una incisión lateral cambiando el valor de z del foco del haz láser 14 y cambiando opcionalmente los valores x y/o y.

- 5 Cualquier parte adecuada de la córnea puede ser tratada con foto-disrupción. Una o más de cualquiera de las capas corneales pueden ser seleccionadas para foto-disrupción. Además, una parte de una capa de células puede ser tratada con foto-disrupción en la dirección z, pero parte de la capa celular puede permanecer sobre la córnea. Además, un área particular (o "área objetivo") en el plano x-y puede ser seleccionada para la foto-disrupción. Por ejemplo, una zona objetivo que forma una incisión de lecho puede ser tratada con foto-disrupción.
- 10 El dispositivo 10 puede realizar una foto-disrupción de una capa corneal de cualquier manera adecuada. En ciertas realizaciones, el ordenador de control 30 puede instruir al dispositivo láser para enfocar el haz láser 14 a un valor z constante bajo la cara de tope 26 y mover a un patrón en el plano x-y que sustancialmente cubre la zona objetivo. Puede utilizarse cualquier patrón adecuado. Por ejemplo, de acuerdo con un patrón en zigzag, el trayecto de escaneo tiene un valor y constante y se mueve en la dirección +x. Cuando el trayecto de escaneo alcanza un punto del límite de la zona objetivo, el trayecto se mueve a un valor y siguiente que es una distancia predeterminada desde el valor y previo y a continuación se mueve en la dirección -x hasta que alcanza otro punto del límite. El trayecto de escaneo continúa hasta que se ha escaneado la zona objetivo completa. Como otro ejemplo, de acuerdo con un patrón espiral, el patrón de escaneo comienza en o cerca del centro de la zona objetivo y se mueve en un patrón espiral hasta que el trayecto alcanza el límite de la zona objetivo, o viceversa.
- 20 Como el haz láser 14 se desplaza a lo largo del trayecto de escaneo, los impulsos del haz láser crean foto-disrupciones. En ciertas situaciones, un patrón de trayecto de escaneo puede producir una distribución no uniforme de micro-disrupciones sobre la zona objetivo. En estos casos, el haz láser 14 pueden ser modificado para hacer la distribución más uniforme. Por ejemplo, ciertos impulsos pueden ser bloqueados o la energía de impulso puede ser disminuida para reducir el número o el efecto de los impulsos en una región particular.
- 25 Las figs. 2 y 3 ilustran un ejemplo de creación de una lámina lenticular 110 de acuerdo con ciertas realizaciones. La fig. 2 ilustra una vista superior de la creación de la lámina lenticular 110, y la fig. 3 ilustra una sección transversal de creación de la lámina lenticular 110.

La lámina lenticular 110 puede tener cualquier forma adecuada. En ciertas realizaciones, la lámina lenticular 110 puede tener una forma de disco, aplanada con cualquier perímetro adecuado, por ejemplo, una forma circular, elíptica, libre, o irregular. La lámina lenticular 110 puede tener cualquier tamaño adecuado. Por ejemplo, la lámina lenticular 110 puede tener cualquier diámetro d (o radio r) adecuado, tal como un diámetro d del orden de 1 a 10 mm, tal como aproximadamente 6,5 mm. La lámina lenticular 110 puede tener cualquier grosor t adecuado, tal como un valor del orden de 10 a 200 micrones (μm), tal como aproximadamente 50 μm .

- 35 El dispositivo 10 puede crear la lámina lenticular 110 de cualquier manera adecuada. En ciertas realizaciones, el ordenador de control 30 puede instruir al dispositivo láser para crear una incisión anterior 114 y una incisión posterior 116, que son incisiones de tipo de lecho, utilizando radiación láser. La incisión anterior 114 forma el lado anterior de la lámina lenticular 110, y la incisión posterior 116 forma el lado posterior de la lámina lenticular 110. En ciertas realizaciones, la incisión anterior 114 y/o la incisión posterior 116 producen un perfil refractivo para corrección refractiva de tal modo que se aplica una corrección refractiva después de la retirada de la lámina lenticular 110.

- 40 Las incisiones anterior 114 posterior 116 pueden ser creadas en cualquier orden adecuado y de cualquier manera adecuada. En ciertas realizaciones, un canal, que puede ser un tipo de incisión lateral, puede facilitar la retirada de la lámina lenticular 110. Por ejemplo, un canal anterior 118 puede ser utilizado para separar el lado anterior de la lámina lenticular 110 del tejido circundante, y/o un canal posterior 120 puede ser utilizado para separar el lado posterior de la lámina lenticular 110 del tejido circundante. En las realizaciones, el canal puede ser utilizado para insertar (por ejemplo, manual como automáticamente) un instrumento en una incisión para separar una superficie de la lámina lenticular 110 del resto de la córnea para extraer la lámina lenticular 110.

Los canales e incisiones pueden ser creados en cualquier orden adecuado. Por ejemplo, un canal puede ser creado antes o después de la incisión correspondiente. Como otro ejemplo, un canal anterior y/o incisión anterior puede ser creado antes o después de un canal posterior y/o incisión posterior.

- 50 Un canal puede tener cualquier tamaño y forma adecuados. En ciertas realizaciones, un canal con una línea central α_i , donde i identifica el canal, puede tener cualquier longitud adecuada l_i , anchura w_i , ángulo Φ_i de línea central α_i con respecto al radio r, y ángulo θ_i de línea central α_i con respecto a la superficie anterior del ojo. En la fig. 2, el canal anterior 118 tiene una anchura w_a más estrecha hacia la entrada del canal y una anchura w_a' más ancha hacia el centro de la lámina lenticular 110. El canal posterior 120 tiene la misma anchura w_p de extremo a extremo. Las anchuras pueden tener cualquier valor adecuado, tal como un valor del orden de 0,5 a 4, 1 a 3, o 1,5 a 2,0 mm. En otros ejemplos, el canal posterior puede estar formado como el canal 118 o puede tener cualquier otra forma adecuada, y el canal anterior puede estar formado como el canal 120 o puede tener cualquier otra forma adecuada. Los canales anterior y posterior tienen

formas diferentes. La línea central α_a del canal anterior 118 forma un ángulo Φ_a con respecto al radio r . La línea central α_p del canal posterior 120 forma un ángulo Φ_p (no etiquetado) de 0° con respecto al radio r . Los ángulos Φ_i pueden tener cualquier valor adecuado, tal como un valor del orden de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 15, o 15 a 20 grados.

5 Los canales e incisiones pueden ser creados en cualquier orden adecuado. Por ejemplo, un canal puede ser creado antes o después de la incisión correspondiente. Como otro ejemplo, un canal anterior y/o incisión anterior puede ser creado antes o después de un canal posterior y/o incisión posterior.

En la fig. 3, el canal anterior 118 tiene una longitud l_a y el canal posterior 120 que tiene una longitud l_p . Las longitudes pueden tener cualquier valor adecuado, tal como un valor del orden de 1 a 5 mm. La línea central α_a del canal anterior 118 tiene un ángulo θ_a con respecto a la superficie del ojo, y la línea central α_p del canal posterior 120 tiene un ángulo θ_p .
 10 Los ángulos θ_i pueden tener cualquier valor adecuado, tal como un valor en el que el canal es sustancialmente tangencial o casi tangencial (a 5° como máximo) a la incisión correspondiente para permitir que un instrumento sea insertado en el canal para entrar en la incisión y separar una superficie de la lámina lenticular del resto de la córnea. Por ejemplo, los ángulos θ_i pueden tener un valor del orden de 0 a 10, 10 a 20, o 20 a 30 grados, que pueden permitir que los canales sean tangenciales o casi tangenciales a una superficie de la lámina lenticular. En ciertas realizaciones, los ángulos θ_i
 15 pueden tener diferentes valores a la entrada del ojo (por ejemplo aproximadamente 90 grados) y a continuación cambiar a valores que permiten que los canales sean tangenciales o casi tangenciales a una superficie de la lámina lenticular.

La lámina lenticular 110 puede ser retirada de cualquier manera adecuada. En ciertas realizaciones, la lámina lenticular 110 puede ser extraída a través de una incisión anterior o incisión posterior. En otras realizaciones, el ordenador de control 30 puede instruir al dispositivo láser para formar una incisión de extracción a través de la cual la lámina lenticular
 20 110 puede ser extraída manual o automáticamente. La incisión 124 de extracción puede tener cualquier tamaño o forma adecuados. En ciertas realizaciones, la incisión 124 de extracción puede tener cualquier longitud l_{rem} y ángulo θ_{rem} adecuados con respecto a la superficie del ojo. Por ejemplo, la longitud l_{rem} puede tener un valor que permite que la lámina lenticular 110 sea extraída a través de ella, tal como un valor que es aproximadamente el tamaño del diámetro d , pero quizás hasta 2 mm mayor o menor. El ángulo θ_{rem} puede tener un valor del orden de 80 a 110 grados.

25 La fig. 4 ilustra un método para crear una lámina lenticular en una córnea de un ojo. El método puede ser realizado mediante el sistema 10 de la fig. 1.

El método comienza en la operación 210, donde se crea un canal posterior 120. El canal posterior 120 puede ser utilizado para separar el lado posterior de la lámina lenticular 110 del resto del ojo. Una incisión posterior 116 es creada en la operación 212. La incisión posterior 116 forma una superficie posterior de la lámina lenticular 110. Un canal anterior
 30 118 es creado en la operación 214. El canal anterior 118 puede ser utilizado para separar el lado anterior de la lámina lenticular 110 del resto del ojo. Una incisión anterior 114 es creada en la operación 216. La incisión anterior 114 forma una superficie anterior de la lámina lenticular 110.

Una incisión 124 de extracción es creada en la operación 218. La incisión 124 de extracción permite la retirada de la lámina lenticular 110. La lámina lenticular 110 es extraída a través de la incisión 124 de extracción en la operación 220.
 35 La lámina lenticular 110 puede ser extraída manual o automáticamente. En otras realizaciones, la lámina lenticular 110 puede ser retirada a través del canal anterior 118 o posterior 120.

Un componente (tal como el ordenador de control 30) de los sistemas y aparatos descritos en este documento puede incluir una interfaz, lógica, memoria, y/u otro elemento adecuado, cualquiera de los cuales puede incluir hardware y/o software. Una interfaz puede recibir entradas, enviar salidas, procesar la entrada y/o la salida, y/o realizar otras
 40 operaciones adecuadas. La lógica puede realizar las operaciones de un componente, por ejemplo, ejecutar instrucciones para generar salidas a partir de entradas. La lógica puede estar codificada en 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.
 45 Ejemplos de memoria incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) o Memoria de Sólo Lectura (ROM)), medios de almacenamiento en masa (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un Disco Compacto (CD) o un Disco de Video Digital o Versátil (DVD)), bases de datos y/o almacenamiento en red (por ejemplo un servidor), y/u otro medio legible por ordenador.

En realizaciones particulares, pueden realizarse operaciones de las realizaciones mediante uno o más medios legibles por ordenador codificados con un programa informático, software, instrucciones ejecutables por ordenador, y/o
 50 instrucciones capaces de ser ejecutadas por un ordenador. En realizaciones particulares, las operaciones pueden ser realizadas por uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador, realizados con, y/o codificados con un programa informático y/o que tienen un programa informático almacenado y/o codificado.

Aunque esta exposición ha sido descrita en términos de ciertas realizaciones, a los expertos en la técnica les resultarán evidentes modificaciones (tales como cambios, sustituciones, adiciones, omisiones, y/u otras modificaciones) de las realizaciones. Por consiguiente, pueden hacerse modificaciones en las realizaciones sin salir del alcance de la invención.
 55 Por ejemplo, pueden hacerse modificaciones en los sistemas y aparatos descritos en este documento. Los componentes

de los sistemas y aparatos pueden estar integrados o separados, y las operaciones de los sistemas y aparatos pueden ser realizadas por más, menos, u otros componentes.

5 Son posibles otras modificaciones sin salir del alcance de la invención. Por ejemplo la descripción ilustra realizaciones en aplicaciones prácticas particulares, aún otras aplicaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, tendrán lugar futuros desarrollos en las técnicas descritas en este documento, y los sistemas y aparatos descritos serán utilizados con tales desarrollos futuros.

10 El alcance de la invención no debería ser determinado con referencia a la descripción. De acuerdo con los estatutos de patente, la descripción explica e ilustra los principios y modos de funcionamiento de la invención utilizando realizaciones ejemplares. La descripción permite que otros expertos en la técnica utilicen los sistemas y aparatos en distintas realizaciones y con distintas modificaciones, pero no deberían ser utilizados para determinar el alcance de la invención.

15 El alcance de la invención debería ser determinado con referencia a las reivindicaciones y al alcance completo de equivalencias a las que están nombradas las reivindicaciones. Todos los términos de las reivindicaciones deberían ser dados en sus construcciones razonables más amplias y sus significados ordinarios tal y como son entendidos por los expertos en la técnica, a menos que se haya hecho una indicación específica de lo contrario en este documento. Por ejemplo, el uso de artículos en singular tales como "un", "una", "uno", "el", "la", "lo", etc., deberían ser leídos para citar uno o más de los elementos implicados, a menos que una reivindicación cite una limitación explícita de lo contrario. Como otro ejemplo, "cada" se refiere a cada miembro de un conjunto o a cada miembro de un subconjunto de un conjunto, donde un conjunto puede incluir cero, uno, o más de un elemento. En suma, la invención es capaz de modificación, y el alcance de la invención debería ser determinado, no con referencia a la descripción, sino con
20 referencia a las reivindicaciones y a su alcance de equivalencias completo.

REIVINDICACIONES

- 1 Un dispositivo (10) para corrección refractiva, comprendiendo el dispositivo:
- 5 un dispositivo láser (15) configurado para crear una lámina lenticular en un ojo utilizando radiación láser con una pluralidad de impulsos ultracortos, comprendiendo el dispositivo láser uno o más componentes (16, 18) controlables configurados para controlar un foco de la radiación láser pulsada; y
- un ordenador de control (30) configurado para instruir a uno o más componentes controlables para:
- crear una incisión posterior (116) con la radiación láser pulsada para formar un lado posterior de la lámina lenticular;
- crear una incisión anterior (114) con la radiación láser pulsada para formar un lado anterior de la lámina lenticular;
- 10 crear un canal posterior (120) con la radiación láser pulsada para facilitar la separación del lado posterior de la lámina lenticular del ojo; y
- crear un canal anterior (118) con la radiación láser usada para facilitar la separación del lado anterior de la lámina lenticular del ojo,
- caracterizado por que el canal posterior y el canal anterior tienen formas diferentes
- 15 2. El dispositivo según la reivindicación 1, siendo el canal posterior tangencial o tangencial a 5 grados como máximo a la incisión posterior y siendo el canal anterior tangencial o tangencial a 5 grados como máximo a la incisión anterior.
3. El dispositivo según la reivindicación 1 o 2, teniendo el canal posterior la misma anchura de extremo a extremo.
4. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, teniendo el canal anterior una anchura más estrecha hacia una entrada del canal anterior y una anchura mayor hacia el centro de la lámina lenticular.
- 20 5. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, estando el ordenador de control configurado para instruir a uno o más componentes controlables para:
- crear una incisión de extracción con la radiación láser pulsada para facilitar la extracción de la lámina lenticular del ojo.
6. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, teniendo el canal posterior y/o el canal anterior un ángulo con respecto a una superficie del ojo que está entre cero y 20 grados.
- 25 7. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, teniendo un impulso ultracorto un impulso que es menor de un (1) nanosegundo.
8. Uno o más medios tangibles legibles por ordenador que almacenan código informático que cuando es ejecutado por un ordenador está configurado para:
- controlar un foco de radiación láser pulsada que tiene una pluralidad de impulsos ultracortos;
- 30 crear una incisión posterior (116) con la radiación láser pulsada para formar un lado posterior de la lámina lenticular;
- crear una incisión anterior (114) con la radiación láser pulsada para formar un lado anterior de una lámina lenticular;
- crear un canal posterior (120) con la radiación láser pulsada para facilitar la separación del lado posterior de la lámina lenticular del ojo; y
- crear un canal anterior (118) con la radiación láser pulsada para facilitar la separación del lado anterior de la lámina lenticular del ojo,
- 35 caracterizado por que el canal posterior y el canal anterior tienen formas diferentes.
9. El medio según la reivindicación 8, siendo el canal posterior tangencial o tangencial a 5 grados como máximo a la incisión posterior y/o siendo el canal anterior tangencial o tangencial a 5 grados como máximo a la incisión anterior.
10. El medio según la reivindicación 8 o 9, teniendo el canal posterior la misma anchura de extremo a extremo.
- 40 11. El medio según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, teniendo el canal anterior una anchura más estrecha hacia una entrada del canal anterior y una anchura mayor hacia un centro de la lámina lenticular.
12. El medio según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, configurado además para:
- crear una incisión de extracción con la radiación láser pulsada para facilitar la extracción de la lámina lenticular del ojo.

13. El medio según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, formando el canal posterior y/o el canal anterior un ángulo con respecto a una superficie del ojo que está entre cero y 20 grados.

14. El medio según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, teniendo un impulso ultracorto un impulso que es menor de un (1) nanosegundo.

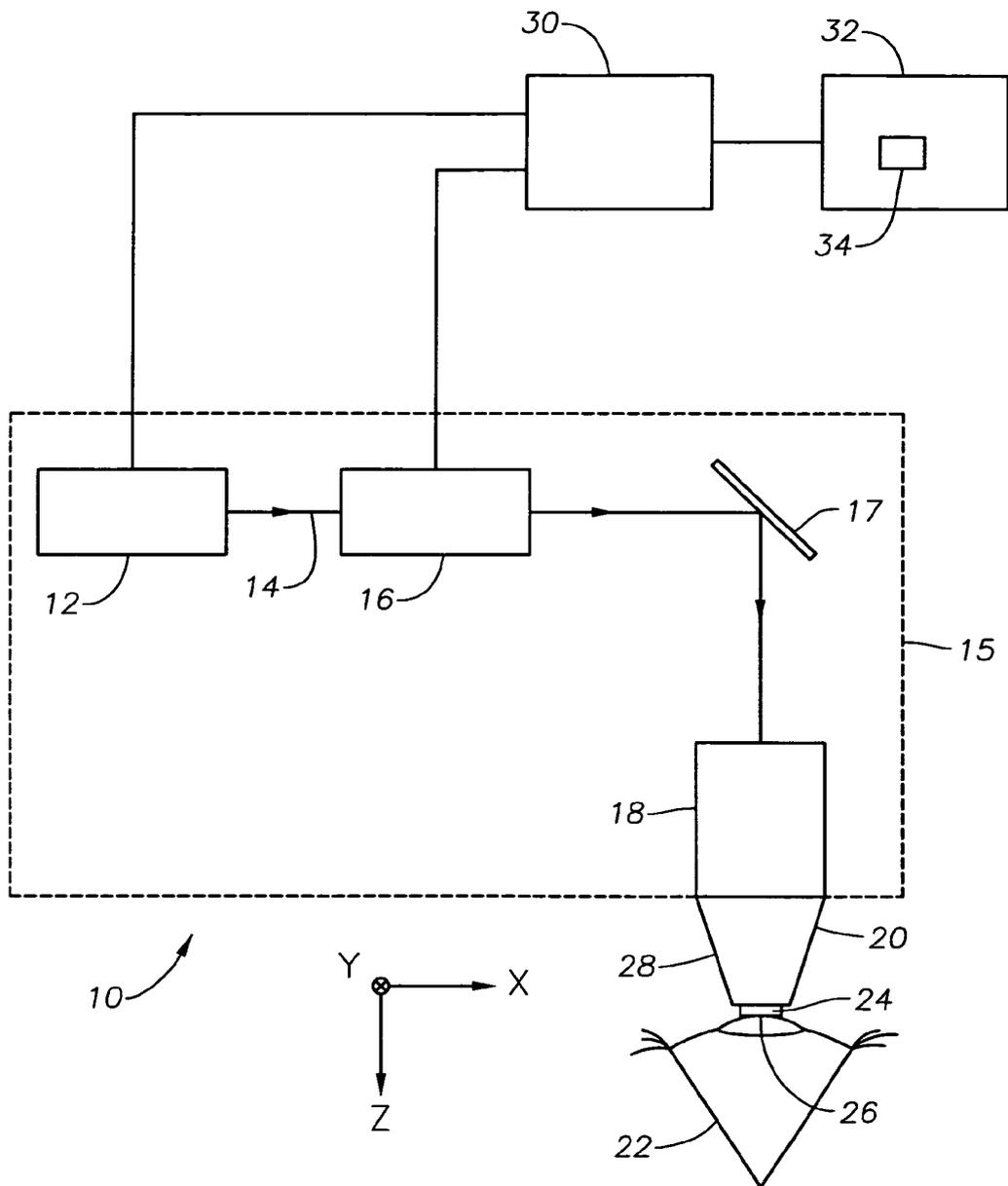


Fig. 1

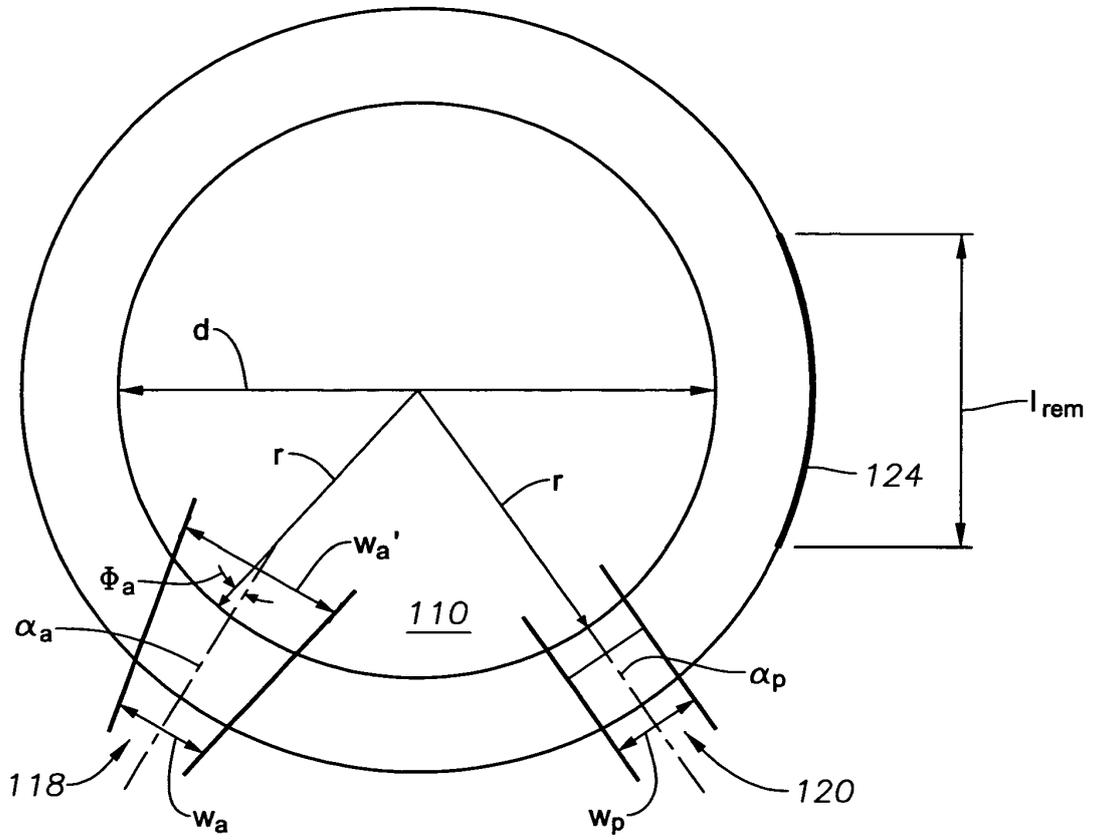


Fig. 2

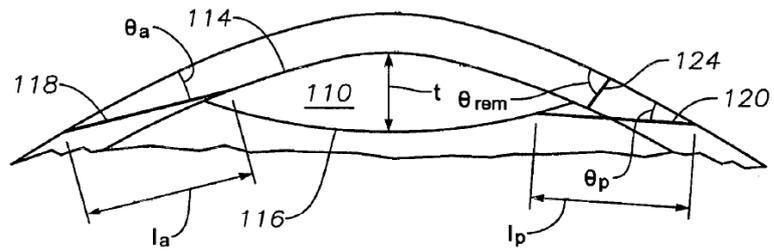


Fig. 3

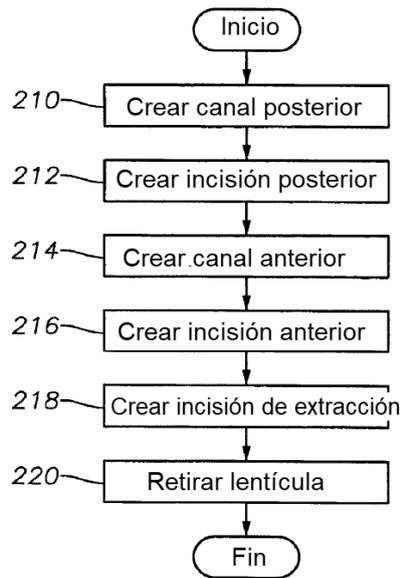


Fig. 4