

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 469 868**

51 Int. Cl.:

**A61F 9/01** (2006.01)

**A61F 9/008** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2010 E 10006607 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 2407132**

54 Título: **Dispositivo de preparación de un ojo para aplicar un fotosensibilizador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.06.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SEILER, THEO, PROF.DR. DR.;;  
SEILER, THEO G., JUN. y  
KRAUSE, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 469 868 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 de preparación de un ojo para aplicar un fotosensibilizador.

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de preparación de un ojo para aplicar un fotosensibilizador en el tejido del ojo que comprende una fuente para radiación láser, unos medios para guiar y enfocar la radiación láser con respecto al tejido del ojo y un ordenador para controlar los medios mencionados. La invención se refiere también a un procedimiento correspondiente de preparación de un ojo para aplicar un fotosensibilizador mediante la utilización de radiación láser.
- 10 En la oftalmología es conocido, desde hace más de 10 años, el hecho de modificar con propósitos terapéuticos, mediante un denominado fotosensibilizador y radiación electromagnética, las propiedades biomecánicas y bioquímicas del tejido del ojo, en especial de la córnea.
- 15 El globo ocular humano está limitado por la piel del ojo. Mediante la presión interna del ojo se tensa la piel externa del ojo que contiene colágeno y se dota al globo ocular sano con una forma aproximadamente esférica. En la zona posterior del globo ocular la piel del ojo externa consta de la esclerótica que es blanca. En la parte delantera se encuentra la córnea que es transparente a la luz visible.
- 20 Las deformaciones de la piel externa del ojo pueden ser la causa de la ametropía. Una forma de la miopía, la miopía axial, puede ser la consecuencia de un crecimiento longitudinal esclerótico del globo ocular. Una superficie de la córnea formada como elipsoide puede conducir a una forma del astigmatismo, que se designa como deformación de la córnea. Otra dolencia de la córnea se designa como queratocono. En el queratocono se produce, como consecuencia de un reblandecimiento patológico de la córnea, un adelgazamiento progresivo y la deformación en
- 25 cónica de la córnea del ojo. Con el abovedamiento progresivo la córnea situada debajo del centro se hace más delgada. Puede romperse y cicatrizarse. Esto reduce permanentemente la agudeza visual. Las causas del queratocono son todavía extensamente desconocidas en la actualidad. Aparece agrupado de forma familiar lo que permite concluir que existe, entre otras cosas, una disposición genética. Otro factor de riesgo para la formación de un queratocono lo suponen las atopías, como dolencias alérgicas.
- 30 La terapia convencional de un queratocono avanzado prevé retirar la córnea aquejada y sustituirla por un trasplante alógeno. Una operación de este tipo es, sin embargo, un trasplante de órganos con los riesgos y complicaciones relacionados con ello. Una capacidad visual adecuada se alcanza con frecuencia después de aprox. dos años tras la operación. Además, el trasplante de la córnea en caso de queratocono afecta generalmente a personas jóvenes, motivo por el cual el trasplante debe funcionar sin problemas a lo largo de decenios.
- 35 Una terapia del queratocono mejorada respecto de esta refuerza la córnea mediante reticulación. El tratamiento permite un refuerzo o modificación fotoquímicos, sin retirada de tejido, de las propiedades biomecánicas y bioquímicas de la córnea. El principio de tratamiento se puede utilizar también en otras regiones afectadas del ojo.
- 40 Una solución de fotosensibilizador se aplica en el tejido del ojo que hay que modificar y se somete a una radiación primaria. Como radiación primaria se utiliza radiación electromagnética de un rango de longitudes de onda de aproximadamente 300 nm a 800 nm (radiación UV-A o luz visible).
- 45 Los dispositivos correspondientes para el tratamiento de la piel externa del ojo se conocen gracias a los documentos WO 2007/128581 A2 y WO 2008/000478 A1.
- 50 El documento EP 1 561 440 B1 describe un dispositivo en el cual se genera, con una estructura relativamente compleja, una distribución homogénea de la radiación en el tejido ocular. Un cuerpo de molde se coloca allí sobre la córnea, para llevarla a una forma deseada mientras que, con radiación electromagnética y el fotosensibilizador, se modifica el tejido ocular en cuanto a su resistencia. Un cuerpo de molde de este tipo se puede utilizar también en relación con la presente invención.
- 55 Un dispositivo según el documento WO 2007/128581 A2 sirve para la solidificación de la esclerótica que se encuentra en la sección posterior del ojo. La radiación primaria puede actuar al mismo tiempo sobre la esclerótica a través del interior del ojo o mediante cojines que se apoyan desde el exterior. Mediante un fotomediador o fotosensibilizador se da lugar a una reticulación de la esclerótica. Con ello se impide un crecimiento de la esclerótica y se impide un avance de la miopía axial.
- 60 El documento EP 1 854 438 A1 describe un dispositivo oftalmológico para prevenir una miopía, en el cual la esclerótica es solidificada mediante un fotosensibilizador.
- 65 La publicación WO 2008/000478 A1 describe un sistema de irradiación para el refuerzo biomecánico de la córnea. Aquí se puede dar lugar, en relación con un fotosensibilizador, a una reticulación en la córnea. El sistema de irradiación ofrece la posibilidad de aplicar la terapia a dolencias específicas, como el queratocono.
- El documento US 2009/187171 A1 describe la generación de cortes en volúmenes dentro del estroma, estando los

volúmenes completamente en el estroma. Con ello debe modificarse la forma de la córnea sobre la base de la presión intraocular.

La modificación de la forma y/o de las propiedades mecánicas del tejido del ojo, en especial de la córnea y en general de la esclerótica mediante un fotosensibilizador aplicado y radiación electromagnética es bien conocida, como tal, en el estado de la técnica, en especial como se ha mencionado más arriba. En lo que se refiere a la composición química del fotosensibilizador se remite al estado de la técnica, también en lo que se refiere al tipo de radiación electromagnética utilizado, en especial en cuanto a las longitudes de onda empleadas en relación con determinados fotosensibilizadores.

Una utilización rutinaria de la terapia de reticulación en el tejido del ojo se enfrenta sin embargo a dependencias más complejas. Las relaciones entre las dosis empleadas y su efecto en el tejido son muy diversas. Como dosis se consideran en este sentido, en especial teniendo en cuenta la radiación electromagnética, su intensidad así como su distribución en el espacio y el tiempo; el fotosensibilizador utilizado en cuanto a su estructura química, concentración y el efecto en el espacio y el tiempo. Los efectos de distintas dosis de estos parámetros sobre y en el tejido del ojo de un paciente dependen fuertemente de propiedades (datos de medición) con respecto al paciente. Al mismo tiempo hay que tener en cuenta, en especial, que el efecto de la reticulación llevada a cabo con la radiación y el fotosensibilizador puede ser también indeseado hasta producirse una lesión del tejido del ojo o de la función del ojo.

Como fotosensibilizador se ha demostrado en la actualidad como ventajosa la riboflavina. Para aplicar riboflavina en la córnea hay que retirar, en el estado de la técnica, el epitelio de la córnea, por lo menos parcialmente, dado que impide la penetración de riboflavina en la córnea, representando por lo tanto, por así decirlo, una barrera para la difusión de la molécula de riboflavina en el tejido de la córnea. De todos modos, la retirada del epitelio está relacionada, por regla general, con dolores para el paciente y el proceso de curación posterior no tiene lugar siempre exento de complicaciones.

La invención se plantea el problema de proporcionar un dispositivo del tipo mencionado al principio, que hace posible la aplicación cuidadosa del fotosensibilizador en el tejido del ojo, en especial en cuanto a la profundidad. En especial debe poder controlarse también de manera sencilla la reticulación transversal en el tejido del ojo.

Para ello, la invención proporciona un dispositivo según la reivindicación 1 de preparación de un ojo para aplicar un fotosensibilizador en el tejido del ojo.

Con ello es posible aplicar el fotosensibilizador de manera sencilla en uno o varios canales, sin que para ello haya que retirar o abatir partes notables del epitelio.

La radiación láser utilizada para la generación del canal o de los canales se puede generar con medios conocidos como tales. Se conocen fuentes para radiación láser, necesarias para la generación de los canales, por ejemplo de la LASIK de femtosegundos. Allí se utiliza radiación láser, por ejemplo de un láser de femtosegundos, como así llamado "escalpelo láser", para cortar tejido del ojo mediante "evaporación" (burbujas de cavitación) con la energía de la luz láser. En la femto-LASIK se genera, con el escalpelo láser, el denominado corte de Flap, es decir se corta y se abate una tapita desde el lado en el epitelio para llevar a cabo entonces, por ejemplo, con un láser excímero, en el estroma puesto al descubierto, una ablación para una nueva conformación de la córnea. Para la generación de los canales son adecuados también láseres pulsados con longitudes de impulso en el margen de los picosegundos y en el margen de los nanosegundos.

El concepto de "canal" en el sentido de la presente invención no significa, en modo alguno, una superficie de corte para la generación de un denominado Flap, como se conoce en el LASIK de femtosegundos.

Los medios empleados en la presente invención para guiar y enfocar la radiación láser con respecto al tejido del ojo se pueden tomar de esta técnica. De acuerdo con la invención se programa, según la invención, el ordenador para guiar y enfocar los medios ópticos de la radiación láser de tal manera, que los focos de la radiación láser son movidos, uno tras otro, de tal manera a lo largo de una línea recta o curvada que se forme, mediante burbujas de cavitación, en el tejido un canal o varios canales los cuales, partiendo de la superficie del tejido del ojo, es decir en especial de la córnea, lleguen al interior del tejido del ojo, de tal manera que un fotosensibilizador, el cual se ha llevado a la entrada del canal, pueda entrar en el canal y con ello al interior del tejido del ojo. Al mismo tiempo los canales se generan preferentemente de tal manera que las burbujas de cavitación contiguas individuales tengan en cada caso una distancia tal entre sí ("spacing") que la estructura y resistencia del tejido se vea afectada lo menos posible. La distancia entre las burbujas de cavitación, las cuales generan el canal, debe ser también por otro lado tan pequeña que el fotosensibilizador, por ejemplo riboflavina, introducido en forma de una solución en el canal, penetre en el tejido de la manera deseada a través del canal, es decir, por así decirlo de burbuja de cavitación a burbuja de cavitación. En las zonas entre burbujas de cavitación contiguas la penetración de la solución de fotosensibilizador tiene lugar, por lo tanto, mediante difusión. Por lo tanto, el concepto de "canal", en el sentido de esta invención, no debe entenderse necesariamente como espacio hueco continuo, completamente librado de tejido, a pesar de que, por otro lado, son imaginables también canales completamente continuos en el sentido de la invención.

- De acuerdo con una variante de la invención el canal puede seguir también una línea curva dado que mediante el enfoque de la radiación láser en el interior del tejido se puede generar también, mediante puntos de foco a lo largo de la línea curva, una forma de canal divergente con respecto a la línea recta. En todas las formas de canal mencionadas se puede generar, mediante alineación unos con otros de los focos de la radiación láser con una distancia suficientemente estrecha, mediante la llamada "fotodisrupción", el canal con el diámetro deseado y con un curso geométrico deseado.
- La invención hace posible también ajustar la densidad de los canales en el tejido del ojo de forma distinta, dependiendo del lugar en el tejido del ojo, es decir poner en puntos deseados del tejido del ojo más canales que en otros puntos, lo que tiene entonces como consecuencia que allí donde la densidad de canales es mayor sea también mayor la densidad del fotosensibilizador en el tejido y, con ello, sea también diferente en estos puntos el efecto biomecánico y bioquímico que en aquellos puntos del tejido del ojo en los cuales la densidad de canales es menor.
- La densidad del fotosensibilizador que actúa en último lugar en el tejido del ojo se puede controlar gracias a que la profundidad de los canales se pueda variar en la córnea dependiendo del lugar.
- Asimismo se puede controlar la densidad del sensibilizador que hay que aplicar en el tejido del ojo gracias a que la sección transversal del uno o de los varios canales se elija más o menos grande.
- La anchura de un canal está, preferentemente, en el intervalo comprendido entre 0,1 mm<sup>2</sup> y 1,2 mm, dándose a conocer asimismo aquí cualquier subintervalo del mismo.
- Cuando se habla en la presente memoria de "canal" se refiere al singular y al plural.
- Con el dispositivo según la invención se puede generar por lo tanto un sistema de canales en la córnea, que hace posible un acceso desde el exterior al interior de la córnea. La solución de fotosensibilizador se puede inyectar entonces, de manera que se distribuya en el estroma de la córnea. Para ello el sistema de canales puede presentar, dependiendo de la indicación oftalmológica, uno o varios canales siendo, por ejemplo en la distribución homogénea del fotosensibilizador, la densidad de los canales (es decir, el número de canales por unidad de superficie o por unidad de volumen) sustancialmente homogénea en la zona tratada. Por ejemplo, se pueden poner cuatro canales en los cuatro segmentos de córnea, en correspondencia con cuatro segmentos de la proyección de la córnea sobre un plano. El sistema de canales se puede generar también de forma estocástica.
- Las secciones transversales de los canales individuales se pueden estructurar opcionalmente también mediante el control correspondiente de los focos de la radiación láser, por ejemplo de forma circular, rectangular, cuadrada o también ovalada o en forma de rendija.
- Los canales se extienden preferentemente de forma esencial transversalmente con respecto al eje (A) del ojo. El concepto de "transversalmente" significa aquí de manera esencial "radialmente". "Radialmente" significa una dirección hacia fuera, partiendo del ápex de la córnea.
- Una estructuración de la invención prevé que el o los canales atraviesen sustancialmente la totalidad de la superficie radial de la córnea con, sustancialmente, una densidad de canales uniforme. Esto significa, dicho con otras palabras, que por lo menos en una superficie predeterminada, a una profundidad predeterminada de la córnea, se aplica en el tejido de la córnea fotosensibilizador de manera homogénea (uniformemente con la misma densidad) mediante difusión.
- Está previsto que uno o varios canales estén conectados con más de una abertura, llegando la abertura mencionada a la superficie del tejido del ojo, de manera que el fotosensibilizador se pueda aplicar sin impedimento en el o en los canales, por ejemplo con una jeringuilla fina o similar.
- Las aberturas mencionadas, a través de las cuales los canales son accesibles desde el exterior, son dispuestas preferentemente en o cerca del borde de la córnea, es decir en o cerca del limbo.
- La generación de canales o espacios huecos en el sentido de la presente invención es, por lo tanto, diferente de la generación de un denominado Flap para la LASIK, es decir que los canales o espacios huecos según la invención no dan lugar a la generación de un Flap ("tapita"), que se puede abatir hacia el lado.
- Otra estructuración preferida de la invención prevé que por lo menos una parte de los canales discurra en forma de espiral.
- En todas las estructuraciones y ejemplos de la invención descritos se puede inyectar también un gas, en especial aire, en uno o varios de los canales o espacios huecos.
- Otras estructuraciones preferidas de la invención se describen en las restantes reivindicaciones subordinadas.

La invención se describe a continuación de manera más detallada, con otros detalles, sobre la base del dibujo, en el que:

5 la figura 1 muestra de manera esquemática, un dispositivo para preparar un ojo para aplicar un fotosensibilizador en el tejido del ojo;

la figura 2 muestra una córnea en vista superior con una explicación esquemática de la generación de los canales en ella;

10 la figura 3 muestra otro ejemplo de forma de realización de la invención en el cual el ordenador está programado de tal manera que genera estructuras de canal aproximadamente en forma de sector circular en el tejido del ojo para el tratamiento, en especial, del astigmatismo;

15 la figura 4 muestra una sección axial a través de la córnea con canales los cuales discurren a profundidades diferentes con respecto a la superficie de la córnea; y

la figura 5 muestra una vista superior axial sobre la córnea en la cual está formado por lo menos un anillo como canal para el tratamiento de la hiperopía.

20 La figura 1 muestra, de forma esquemática, un ojo 10 que debe ser modificado, mediante la aplicación de fotosensibilizador, en lo que se refiere a sus propiedades biomecánicas y/o bioquímicas. Este proceso se conoce como tal como "Crosslinking corneal". Mediante el "Crosslinking, es decir la llamada reticulación transversal, se puede reforzar por ejemplo la resistencia mecánica de la córnea. Mediante la utilización de cuerpos de molde se puede modificar también la forma de la córnea durante la formación de los canales o de la reticulación transversal.  
25 La utilización de fotosensibilizadores es además adecuada para tratar inflamaciones infecciosas de la córnea, matando los radicales formados los gérmenes que hayan penetrado.

30 El eje del ojo está designado mediante "A", coincidiendo este eje del ojo sustancialmente también con el eje óptico de los medios para guiar y enfocar la radiación láser, descritos posteriormente.

El centro (punto central) de la superficie de la córnea (14a) está designado mediante "M" de manera que partiendo de él se puede definir una dirección radial R.

35 El tejido del ojo 12 que hay que tratar mediante reticulación transversal es en este caso, sustancialmente, la córnea 16, la cual está cubierta hacia fuera por el epitelio 14.

40 Con el dispositivo que está aún por describir se aplican unos canales 18 en el estroma de la córnea 16, estando los canales 18 conectados, de manera conductora de líquido, con aberturas O (Ports) y haciendo las aberturas O posible un acceso desde el exterior al interior de los canales para la introducción de solución de fotosensibilizador. Los canales 18 alcanzan hasta el interior de la córnea 16 y finalizan delante de su superficie 16a interior.

En los canales 18, se aplica un fotosensibilizador, por ejemplo riboflavina, el cual penetra en los canales y el cual, partiendo de allí, se distribuye por difusión en el tejido de la córnea.

45 El dispositivo presenta una fuente 20 para radiación láser, por ejemplo un láser de femtosegundos explicado anteriormente, como se utiliza por ejemplo para el corte de un Flap en la Femto-LASIK. En cuanto a los medios 24 para guiar y enfocar la radiación láser 26 en el interior de la córnea 16 se puede recurrir a medios correspondientes como los que se conocen como tales por la Femto-LASIK.

50 A diferencia de LASIK, está programado un ordenador 22, el cual controla la fuente de rayos láser 20 y los medios 24 ópticos para guiar y enfocar de la radiación láser 26, con un programa P, que controla la radiación láser 26 de forma especial para la generación de los canales 18. Para ello se desplaza, durante la generación de los canales 18 mencionados según la figura 1, la radiación láser 26 paralelamente en la dirección de las flechas 28. La representación según la figura 1 muestra una sección a través del ojo que contiene el eje A. En la figura 1 se muestra un canal 18, el cual discurre sustancialmente paralelo con respecto a la superficie 14a de la córnea. El canal es accesible desde el exterior a través de una abertura O, la cual está situada cerca del limbo 30. Por ejemplo, se puede aplicar una jeringuilla fina en la abertura O, para inyectar una solución de fotosensibilizador o un gas, como el aire, en el canal 18.

60 La figura 2 muestra una vista superior sobre una córnea 16 y un canal 18 que discurre en el interior de la córnea 16, que en el ejemplo de forma de realización representado tiene forma de espiral con aberturas O adicionales, las cuales están distribuidas a distancia en la dirección perimétrica C. Los canales 18 que discurren aproximadamente en forma de espiral están dispuestos, en el ejemplo de forma de realización representado, en una superficie la cual se extiende sustancialmente paralela con respecto a la superficie 14a del ojo. Como variación de este ejemplo de forma de realización los canales 18 pueden estar dispuestos también en un plano el cual es perpendicular con respecto al eje A. De nuevo una variación prevé que los canales discurren en una superficie, la cual se extiende

paralela con respecto a la superficie posterior 16a de la córnea 16. La elección del lugar y del curso de los canales 18 puede depender de las indicaciones médicas dadas y ser elegida correspondientemente.

5 En el ejemplo de forma de realización representado según la figura 2 los canales están posicionados de tal manera que dan lugar, por lo menos en la superficie por la cual se extienden, a que el fotosensibilizador se distribuya allí, por difusión, sustancialmente de forma homogénea en el tejido de la córnea.

10 Como variación de los ejemplos representados en las figuras los canales pueden discurrir también, por lo menos parcialmente, de forma axial, es decir paralelos con respecto al eje A.

10 Los canales se pueden extender también de forma radial.

15 Todos los cursos y disposiciones de los canales mencionados con anterioridad se pueden también combinar opcionalmente entre sí.

15 Mediante la elección de los diámetros y la disposición geométrica de los canales se puede controlar opcionalmente también la distribución del fotosensibilizador en la córnea, dependiendo de las indicaciones médicas.

20 Los canales son formados mediante radiación láser enfocada, en especial mediante un láser de femtosegundos, mediante burbujas de cavitación, que son generadas por los focos láser. Al mismo tiempo está previsto preferentemente que burbujas de cavitación contiguas no se superpongan por completo, de manera que entre las burbujas de cavitación individuales queden restos de tejido que, por un lado, refuerzan la estructura de la totalidad del tejido y, por el otro, son suficientemente permeables para la difusión de fotosensibilizador en los canales.

25 Es también posible generar, en lugar de canales que se extienden longitudinalmente, espacios huecos formados de otra manera mediante las burbujas de cavitación generadas, en especial espacios huecos superficiales, en los cuales quedan, por ejemplo, a distancias regulares más cortas, zonas de tejido como "postes" entre las superficies superiores e inferiores del espacio hueco o de los espacios huecos.

30 La figura 3 muestra, en vista superior axial, una córnea con un sistema de canales 18', 18" los cuales están formados en cuanto al contorno, para el tratamiento del astigmatismo, aproximadamente en forma de sector circular (como está representado). Al mismo tiempo pueden estar formados, por ejemplo según la figura 3, dos sistemas de canales en forma de sector circular 18' o 18", con en cada caso un ángulo de sector  $\alpha_1$  o  $\alpha_2$  diferente.

35 La figura 4 muestra canales 18a, 18b, 18c los cuales discurren a diferentes profundidades con respecto a la superficie 14a de la córnea. Las tres profundidades para los canales, mostradas esquemáticamente en la figura 4, se pueden realizar para todas las estructuras y disposición de los canales según las figuras 1, 2, 3 y 5 aquí comunicadas así como para otros ejemplos de realización.

40 La figura 5 muestra un canal 18''' anular en vista superior esquemática con dos aberturas O, las cuales conectan en canal 18''' con la superficie de la córnea. Como variación del ejemplo de forma de realización según la figura 5 pueden estar previstos también varios canales anulares los cuales están conectados, de forma conductora de líquido, o bien entre sí y/o en cada caso individualmente con la superficie de la córnea.

45 La invención contiene también un procedimiento de preparación de un ojo para la aplicación de un fotosensibilizador, generándose mediante radiación láser 26, que se enfoca sobre o en la córnea, canales 18 en la córnea que se extienden, partiendo de la superficie 14a de la córnea, hacia el interior de la córnea. Durante este procedimiento se pueden utilizar todas las características y propiedades de los canales 18 arriba descritas.

- 50 10 ojo  
M punto central (de 10)  
A eje del ojo  
P programa  
C dirección perimétrica
- 55 O abertura  
12 tejido del ojo  
14 epitelio, 14a superficie (de 14)  
16 córnea, 16a superficie posterior (de 16)  
18 canal
- 60 20 fuente para la radiación láser  
22 ordenador  
24 medios  
26 radiación láser  
28 flechas
- 65 30 limbo

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de preparación de un ojo (10) para aplicar un fotosensibilizador en el tejido del ojo (12), que comprende
- una fuente (20) para radiación láser,
  - unos medios (24) para guiar y enfocar la radiación láser (26) con respecto al tejido del ojo (12), y que comprende
  - un ordenador (22) para controlar los medios (24) mencionados, estando el ordenador (22) programado para controlar la radiación láser (26), de tal manera que genere en el tejido del ojo (12) por lo menos un canal (18) que llegue al interior del tejido del ojo, y una o varias aberturas (O) en la superficie del tejido del ojo (14a),
- 10 caracterizado porque el ordenador está programado para controlar los medios (24), de tal manera que el canal o varios canales (18) estén conectados con una o varias aberturas (O) en la superficie (14a) del tejido del ojo.
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el canal o varios canales (18) se extienden sustancialmente de manera transversal con respecto al eje (A) del ojo.
- 20 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que apliquen uno o varios canales (18) a lo largo de tramos en el tejido del ojo (12), los cuales se extienden sustancialmente de forma radial (R).
- 25 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1, 2 o 3, caracterizado porque el canal o varios canales (18) atraviesan sustancialmente la totalidad de la superficie de la córnea (16) con una densidad de canales sustancialmente uniforme.
- 30 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos una parte de los canales se extiende en forma de espiral.
- 35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el canal o los canales (18) son generados por lo menos parcialmente por las burbujas de cavitación generadas por la radiación láser, las cuales por lo menos parcialmente no se convierten de forma continua unas en otras, estando la distancia entre las burbujas de cavitación contiguas en el intervalo comprendido entre 1 y 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente en el intervalo comprendido entre 5 y 30  $\mu\text{m}$ , y de forma especialmente preferida en el intervalo comprendido entre 10 y 20  $\mu\text{m}$ .
- 40 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos una parte de los canales se extienden por lo menos parcialmente de manera axial y/o por lo menos parcialmente curvados.
- 45 8. Dispositivo según reivindicación 1, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que apliquen los canales (18) en el tejido del ojo (12), cuya densidad varía en función del lugar en el tejido del ojo.
- 50 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que apliquen los canales (18) en el tejido del ojo (12), cuya profundidad y/o sección transversal varía en función del lugar en el tejido del ojo.
- 55 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que apliquen los canales (18) en el tejido del ojo (12), presentando diferentes canales secciones transversales diferentes.
- 60 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente (20) para la radiación láser es un láser de femtosegundos, un láser de nanosegundos o un láser de picosegundos.
- 65 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ordenador está programado para controlar los medios (24), de tal manera que generen para la terapia del astigmatismo unos canales (18', 18'') en el tejido del ojo, los cuales adoptan aproximadamente la forma de sectores circulares.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que generen uno o varios canales (18'''), los cuales discurren por lo menos aproximadamente de forma anular.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el ordenador (22) está programado para controlar los medios (24), de tal manera que generen unos canales (18a, 18b, 18c) en el tejido del ojo (12), los cuales discurren a diferentes profundidades en el tejido del ojo.



