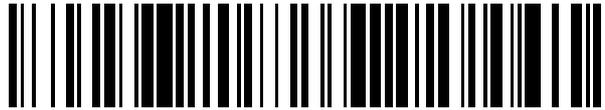


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 405**

51 Int. Cl.:

A61F 9/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2009 E 09776465 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2410960**

54 Título: **Dispositivo para LASIK**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.05.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WÜLLNER, CHRISTIAN;
VOGLER, KLAUS y
DONITZKY, CHRISTOF**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 535 405 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para LASIK.

5 La invención se refiere a un dispositivo para la Laser *in situ* Keratomileusis (LASIK).

10 En la cirugía oftalmológica refractiva se modifican, mediante intervenciones en el ojo de un paciente, las propiedades de refracción y de representación del ojo para la corrección o la mitigación de problemas de visión. Es especialmente conocido el procedimiento LASIK, en el cual la córnea del ojo es conformada de nuevo. En el procedimiento LASIK convencional se practica en un primer paso, con un microqueratomo mecánico, un corte plano de la córnea para de este modo generar un denominado "Flap" (tapa), la cual queda conectada por un lado de manera fija con la córnea, de forma que puede ser abatida para dejar al descubierto el tejido de la córnea (estroma) situado debajo. En el estroma puesto al descubierto se lleva a cabo entonces la ablación, es decir la retirada de tejido mediante radiación láser excímera convencional, después de lo cual se abate de vuelta el Flap y se vuelve a cicatrizar. Al mismo tiempo el epitelio queda ampliamente ileso y el proceso de cicatrización tiene lugar de forma relativamente rápida e indolora. En un microqueratomo mecánico convencional oscila una cuchilla afilada.

20 En época reciente se sustituye para el corte del Flap el microqueratomo mecánico cada vez en mayor medida por radiación láser. La radiación láser es enfocada por debajo de la superficie de la córnea y es conducida sobre una pista, siendo las densidades de potencia tan elevadas que se forma, mediante efectos fotodisruptivos, un corte continuo. Para obtener las elevadas densidades de potencia se utilizan impulsos láser cortos en el margen de los femtosegundos, motivo por el cual este procedimiento se designa también LASIK Fs.

25 En el LASIK Fs mencionado, tiene lugar por lo tanto, durante el corte del Flap, una secuencia compacta de (micro-) disrupciones alineadas unas con otras sobre la base de los impulsos de radiación láser enfocados en alto grado con una elevada densidad de potencia. En total resulta un corte continuo superficial en el estroma de la córnea. A través de la charnela (la denominada "hinge") que queda se abate entonces la tapa (Flap) hacia el lado y tiene lugar entonces la LASIK propiamente dicha, es decir, la ablación (retirada) de tejido de la córnea en el estroma puesto al descubierto según un programa de tratamiento determinado para la retirada de un volumen de ablación determinado para la reconformación de la córnea.

35 La generación de la tapita durante la LASIK Fs tiene una serie de ventajas frente a la utilización de microqueratomos mecánicos convencionales y se impone por ello cada vez en mayor medida. Durante la LASIK Fs (denominada hasta ahora microqueratomo Fs) se pueden mantener las profundidades de corte con precisión de la manera deseada y se pueden formar también determinados cortes del borde con ángulos determinados, los cuales traen consigo ventajas especiales en cuanto a la resistencia biomecánica de la tapita abatida de vuelta.

40 De todos modos, pueden aparecer hasta ahora, durante el corte de LASIK Fs, también efectos secundarios molestos para el paciente en forma del denominado "rainbow glare effect" (efecto de arco iris). Este efecto, percibido por algunos pacientes como molesto, consiste en la percepción de dispersiones cromáticas durante la contemplación de determinadas estructuras y de cantos afilados. La causa de este efecto de arco iris molesto es la generación de una especie de estructura de rejilla en la superficie de corte generada mediante la fotodisrupción para la generación del Flap. Los puntos de luz láser individuales son situados típicamente de forma tan regular que se pueden formar rejillas bidimensionales regulares con constantes de rejilla en el margen de los μm , por lo menos en determinadas zonas del corte, las cuales pueden quedar después, tras la finalización del procedimiento LASIK, en el ojo cicatrizado y generar entonces el conocido efecto de rejilla, es decir una dispersión cromáticamente diluida en el sentido descrito más arriba. La ablación refractiva da lugar, sin embargo, con frecuencia, por lo tanto, a una retirada selectiva de tejido de la córnea para reconformar la córnea con las propiedades de representación deseadas, también a una retirada de las estructuras de rejilla indeseadas mencionadas, si bien esto se consigue, por regla general, únicamente en aquellas zonas de la córnea en las cuales se retira "mucho" tejido, mientras que en aquellas zonas de la córnea en las cuales la ablación refractiva (es decir, la retirada del volumen de ablación deseado para la corrección de las propiedades de representación) no retira tanto tejido, quedan con frecuencia las estructuras de rejilla indeseadas en la córnea, p. ej. en la zona central de la córnea durante la corrección de la hiperopía.

55 En el documento EPA 1 977 725 se hace frente a este problema gracias a que la regularidad de las posiciones de punto de luz de la radiación láser son eliminadas en tal medida, durante la generación del corte, que no se forma la estructura de rejilla regular indeseada. Allí se lleva a cabo un "wobulado" estocástico de los espejos que controlan la radiación para evitar las estructuras de rejilla regulares indeseadas del corte de Flap. De todos modos debe estar garantizado, a pesar de estas oscilaciones estocásticas de las posiciones de punto de luz, que el corte atraviesa de forma continua y que está garantizada una superficie suficientemente lisa en el estroma puesto al descubierto. Esto exige en el procedimiento conocido mencionado una optimización y control muy complejos.

60 La invención se plantea el problema de evitar, con medios lo más sencillos posible, evitar en la LASIK Fs la aparición del denominado del efecto "rainbow-glare".

65 Un dispositivo para LASIK Fs según la invención está equipado con

- una primera fuente de radiación láser para la generación de primeros impulsos de radiación láser con una densidad de potencia para dar lugar a disrupciones en el tejido de la córnea,
 - unos primeros medios para la guía y formación de los primeros impulsos de radiación láser en el tejido de la córnea,
 - una segunda fuente de radiación láser para la generación de segundos impulsos de radiación láser con una densidad de potencia para dar lugar a la ablación del tejido de la córnea,
 - unos segundos medios para la guía y formación de los segundos impulsos de radiación láser con respecto a la córnea,
 - un control con un primer programa de tratamiento para el control de los primeros medios y de los primeros impulsos de radiación láser para la generación de un corte en la córnea de tal manera que una tapa se pueda abrir para poner al descubierto una superficie estromal de un lecho estromal que no forma parte de la tapa, y con
 - un segundo programa de tratamiento para el control de los segundos medios y de los segundos impulsos de radiación láser para reconformar y modificar las propiedades de representación de la córnea para el tratamiento de la miopía o la hiperopía,
 - generando el primer programa de tratamiento estructuras superficiales corneales regulares, que dan lugar a un efecto de arco iris en las propiedades de representación de la córnea,
- caracterizado por que comprende
- un tercer programa de tratamiento el cual está dispuesto para controlar los segundos medios y los segundos impulsos de radiación láser para la retirada de las estructuras regulares mencionadas sobre la superficie puesta al descubierto del lecho estromal, provocando el tercer programa de tratamiento, además de un volumen de ablación refractivo en particular en la zona del borde de la córnea, una ablación alisadora en caso de miopía o en la zona central de la córnea en caso de hiperopía.

En el dispositivo descrito con anterioridad deben entenderse las “estructuras superficiales corneales regulares” mencionadas, que dan lugar a un efecto de arco iris, como las estructuras que, al practicar el corte para el Flap, generan de forma no deseada una estructura de rejilla en el sentido descrito más arriba y por ello son retiradas o por lo menos fuertemente reducidas, según la invención, con el programa de tratamiento, que da lugar a continuación, en el estroma, a la conformación ablativa mediante retirada del denominado volumen de ablación, de forma que desaparece el efecto de arco iris. En este sentido el volumen de ablación debe entenderse como aquel volumen de la córnea el cual ha sido calculado con anterioridad para la cirugía refractiva, con el fin de dar lugar en total a la variación de la representación deseada del ojo. Según la invención está previsto además de ello, sin embargo, un alisamiento de la superficie estromal, puesta al descubierto después del abatimiento de vuelta de la tapa, en aquellas zonas en las cuales han aparecido estructuras de rejilla indeseadas durante el corte del Flap, no teniendo que ver este alisamiento esencialmente con la modificación de las propiedades refractivas (propiedades de representación) del ojo.

La invención se puede describir también como que, además del PPK, es decir de la queratectomía fotorrefractiva (en la cual se modifican las propiedades de representación de la córnea mediante nueva conformación de esta), está prevista una PTK, es decir una queratectomía fototerapéutica en la cual se eliminan defectos, cicatrices y otras estructuras superficiales situadas de forma relativamente superficial. Esto último sirve en la invención para la retirada de las estructuras de rejilla mencionadas sobre la superficie del estroma puesto al descubierto.

Esta retirada tiene lugar, durante la fotoablación, en un corte separado, junto a la reconformación refractiva de la córnea mediante modificación de sus propiedades de representación.

La reivindicación, como se ha reproducido anteriormente, distingue unos primeros, segundos y terceros programas de tratamiento con las funciones indicadas en cada caso. Esta distinción debe entenderse de manera funcional, es decir que las tres funciones mencionadas de los tres programas de tratamiento se pueden combinar en un único programa de ordenador o se pueden combinar el segundo y el tercer programas de tratamiento, los cuales dan lugar a los efectos ablativos, entre sí en un único programa.

En un tratamiento LASIK de la miopía se allana regularmente la córnea, es decir que se aumenta el radio de curvatura de la córnea. Esto significa que el volumen de ablación está situado, principalmente, en la zona central de la córnea, es decir alrededor del eje óptico, mientras que en las zonas exteriores de la córnea no se retira o se retira únicamente poco tejido. El Flap está cortado, por regla general, a lo largo de una zona muy amplia de la córnea, de manera que, en caso de tratamiento de la miopía, las estructuras de rejilla generadas por el corte de Flap, no son retiradas por completo, bajo ciertas circunstancias, en las zonas del borde del estroma puesto al descubierto mediante la retirada posterior de volumen de ablación fuera del estroma, siendo según la invención en estas zonas exteriores de la córnea cercanas al corte de borde del Flap especialmente grande el peligro de que queden estructuras de rejilla no deseadas en el tejido de la córnea y teniendo por ello lugar, según la invención, de forma adicional a la retirada del volumen de ablación refractivo, también en las zonas del borde de la córnea una ablación alisadora.

Por otro lado se calcula, en el tratamiento LASIK de la hiperopía, el volumen de ablación regularmente de tal manera que el radio de curvatura de la córnea es reducido, es decir en las zonas del borde de la córnea, cerca del corte del borde de Flap, se ablaiona con regularidad más tejido de la córnea que en las zonas centrales del centro de la córnea. Por ello existe el peligro de que sin la invención queden, en el tratamiento de la hiperopía, en zonas centrales de la córnea, estructuras de rejilla indeseadas que se hayan formado durante el corte del Flap y que den lugar, de este modo, a un efecto de arco iris intenso. Por ello, la invención prevé en caso de tratamiento de la hiperopía, que además del volumen de ablación del borde previsto para la corrección refractiva de la córnea, se lleve a cabo adicionalmente, en zonas centrales de la córnea, una ablación alisadora para la retirada de las estructuras de rejilla.

A continuación se explican con mayor detalle ejemplos de formas de realización de la invención sobre la base del dibujo, en el que:

la Fig. 1 muestra de forma esquemática, un dispositivo para la realización de una LASIK Fs;

la Fig. 2 muestra de forma esquemática, un corte a través de la córnea de un ojo para la explicación de un tratamiento de la miopía;

la Fig. 3 muestra una sección esquemática a través de la córnea de un ojo para la explicación de un tratamiento de la hiperopía; y

la Fig. 4 muestra una sección correspondiente a la Fig. 3 incluida la superficie objetivo a la que se aspira según la invención.

La Fig. 1 muestra un dispositivo para la LASIK Fs, en el cual se utilizan usualmente diferentes fuentes de radiación láser, es decir una primera fuente de radiación láser para generar impulsos de femtosegundos para realizar el corte de Flap mediante fotodisrupción y una segunda fuente de radiación láser para generar otro tipo de impulsos de radiación láser con una densidad de potencia pequeña para la realización de la ablación de tejido de la córnea. Usualmente están previstos para ello en el estado de la técnica dos sistemas de radiación láser diferentes con sistemas ópticos separados para la formación de radiación y la guía de radiación con respecto al ojo los cuales son orientados, opcionalmente (de forma independiente), con respecto al ojo que hay que tratar. En la Fig. 1 están representados sin embargo ambos sistemas casi reunidos por motivos de simplicidad.

Una primera fuente de radiación láser 12 sirve para generar impulsos de femtosegundos 14, conocidos como tales en esta técnica, los cuales tienen una densidad de potencia tan elevada que tras enfoque en el interior de la córnea dan lugar allí a un efecto disruptivo. Los medios para la conformación y el guiado de estos impulsos de radiación láser 14 están indicados en la Fig. 1 con el signo de referencia K y son conocidos como tales en el estado de la técnica. A través de un espejo 44 transparente para los primeros impulsos de radiación láser 14 se guía esta radiación láser en la dirección hacia el ojo 10. El ojo 10 está fijado mediante un anillo de aspiración 16 y la lente de aplanación 20 se hace descender hacia abajo, referida coaxialmente sobre el eje 18 del anillo de aspiración 16 en la Figura, de manera que una unidad de interfase 22 engarza en un alojamiento cónico en el anillo de aspiración 16. Mediante una óptica de enfoque 24 se enfocan los primeros impulsos de radiación láser 14' para generar el corte de Flap de una manera en sí conocida en una superficie calculada de antemano situada debajo de la superficie de la córnea del ojo 10. La óptica de enfoque 24 es guiada en una sujeción 26. La guía tiene lugar mediante un sensor de lugar 28, donde la óptica de enfoque 24 está colgada suspendida libremente mediante un contrapeso 30 y un balancín, con el fin de hacer posible un acoplamiento de la unidad de interfaz 22, que casi no sobrecarga el ojo, con el ojo 10. El anillo de aspiración 16 es fijado mediante una tubuladura de conexión 34, 36 conocida como tal y bombas de vacío 38. La óptica de enfoque 24 descrita con anterioridad sirve, principalmente, para el enfoque de los segundos impulsos de radiación láser descritos a continuación para la ablación. Para los primeros impulsos de radiación láser 14 están previstos medios de conformación y de guía ópticos para la radiación, los cuales son conocidos como tales en el estado de la técnica y que están indicados en la Fig. 1 mediante el bloque funcional "K", con lo cual tiene lugar entonces también el control de los focos de los primeros impulsos láser en el espacio y el tiempo de manera conocida.

Una segunda fuente de radiación láser 46 sirve para generar unos segundos impulsos de radiación láser 48 para la ablación. Estos segundos impulsos de radiación láser 48 son orientados en la óptica de enfoque 24 a través de espejos (incluidos espejos de escáner) 40, 42, 44 conocidos como tales. Los detalles de esta disposición se explican con mayor detalle en la solicitud de patente internacional PCT/EP2008/006962, los cuales son incluidos aquí por completo mediante la referencia.

Un control por ordenador 50 controla la totalidad de los componentes controlables del sistema, estando indicadas en la Fig. 1 las conexiones de control mediante líneas de trazos.

En una memoria 54 están almacenados, en particular, un primer programa de tratamiento 56a, un segundo programa de tratamiento 56b, y un tercer programa de tratamiento 56c, a los que puede recurrir el control 50

opcionalmente. Estos tres programas de tratamiento se describen a continuación con mayor detalle.

Con el primer programa de tratamiento 56a el control por ordenador 50 controla el láser 12 y los primeros impulsos de radiación láser 14 generados con él para llevar a cabo el corte del Flap descrito mediante fotodisrupción. Esto es conocido como tal en el estado de la técnica y también el fenómeno de que al mismo tiempo sobre la superficie estromal puesto al descubierto al abatir de vuelta el Flap se generan estructuras de rejilla indeseadas en el sentido anterior.

Para la ablación, a continuación, de tejido de la córnea para la realización de la PPK, el control por ordenador 50 accede al segundo programa de tratamiento 56b, de manera que se ablaciona un volumen de ablación, calculado con anterioridad de manera conocida, del estroma de la córnea para modificar, de la manera deseada, las propiedades de representación de la córnea.

Las estructuras de rejilla indeseadas posiblemente generadas durante el procesamiento del primer programa de tratamiento 56a son retiradas acto seguido en un tercer paso según un tercer programa de tratamiento 56c (PTK). Esto se describe con mayor detalle sobre la base de las Figs. 2 a 4.

Las Figs. 2 a 4 muestran la córnea 60 de un ojo 10, en sección transversal, de forma esquemática. Están representadas únicamente las partes aquí directamente interesadas del ojo (la retina, etc. se han suprimido por lo tanto).

Se muestra, además de la córnea 60, también el cristalino del ojo 62 y el iris 64.

Con el primer programa de tratamiento 56a se lleva a cabo, mediante la primera fuente de radiación láser 12, de una forma en sí conocida, el corte de Flap de la LASIK Fs. Al mismo se forman las estructuras de rejilla indeseadas, arriba descritas, las cuales están indicadas de manera esquemática en las figuras mediante el signo de referencia 68, es decir depresiones en la superficie del tejido de la córnea puesta al descubierto en cada caso con los efectos indeseados descritos sobre la base de su estructura regular. Esta estructura de tipo rejilla tiene de forma típica una constante de rejilla en el margen de los μm con las consecuencias explicadas más arriba en lo que se refiere al "rainbow glare". El signo de referencia 68 indica por lo tanto una denominada microrrejilla.

En las figuras se designa mediante el número de referencia 70 la superficie de partida del estroma puesto al descubierto tras abatir de vuelta el Flap 66. La microrrejilla está formada por lo tanto, según la Fig. 2, a partir de las depresiones 68 repartidas a lo largo de la totalidad de la superficie puesta al descubierto del estroma de la córnea. En el ejemplo de forma de realización según la Fig. 2 debe ser tratada la miopía, es decir hay que ampliar el radio de curvatura de la córnea después del tratamiento, es decir, la córnea es allanada. Esto está representado en la Fig. 2 mediante el volumen de ablación 78 (rayado compacto), es decir el volumen de la córnea que debe ser retirado mediante la ablación, por medio de los segundos impulsos de radiación láser 48. La superficie objetivo a que se aspira con ello está dotada con el signo de referencia 72. Por consiguiente, el volumen de ablación 78 está, en la Fig. 2, en la zona rayada compacta situada entre la superficie de salida 70 y la superficie objetivo 72. En el tratamiento de la miopía desaparecen casi por sí mismas por ello en la zona central de la córnea las depresiones 68 que forman la microrrejilla dado que se retira suficiente tejido de la córnea como para hacer, finalmente, que la estructura de rejilla no deseada desaparezca ampliamente. Por ello no es forzosamente necesario prevenir en esta zona central de la córnea, para un tratamiento típico de la miopía, medidas separadas para alisar la superficie y eliminar la estructura de rejilla no deseada (aunque esto no está excluido según la invención). De todos modos queda ampliamente mantenida, como muestra la Fig. 2, en las zonas de borde 80 del lecho estromal puesto al descubierto, la microestructura indeseada formada por las depresiones 68, también después de la realización de la ablación, de manera que en las zonas del borde 80 de la córnea, es decir cerca del corte de Flap 76, son necesarias medidas especiales para retirar la microrrejilla generada por las depresiones 68. Para ello el control por ordenador 50 accede al tercer programa de tratamiento 56c, el cual conduce los segundos impulsos de radiación láser 48 de tal manera por encima de la superficie puesta al descubierto del estroma, que la superficie es alisada también en las zonas del borde 80. Para ello se pueden usar procedimientos, conocidos como tales, de la queratectomía fototerapéutica (PTK), ver por ejemplo, A. N. Kollias, *et al.* Journal of Refractive Surgery, vol. 23, Septiembre 2007, pp. 703-708, ó Arch. Ophthalmology, vol. 109, Junio 1991, pp. 860-863 ó P. Vinciguerra, F. Camesasca, Journal of refractive Surgery, vol. 20, 2004, pp. 555-563. Para ello se puede hacer uso del procedimiento de la PTK conocido citado.

A diferencia de los ejemplos de formas de realización descritos con anterioridad este alisamiento de la superficie del estroma puesta al descubierto tras abatir de vuelta el Flap no puede ser llevado a cabo tampoco por el tercer programa de tratamiento con radiación láser, sino mediante otras técnicas PTK, por ejemplo mediante un alisado manual por ejemplo de las zonas del borde 80 en el ejemplo de forma de realización según la Fig. 2 con aplicación de líquidos adecuados (ver la bibliografía citada) y, por ejemplo, un "brush". En esta variante, que no es parte de la invención, se "retira mediante lijado" por lo tanto la microrrejilla indeseada mecánicamente (sin radiación láser).

Tras la retirada de la estructura de rejilla indeseada y después de abatir de vuelta el Flap 66 se consigue de manera regular que no quede ninguna estructura de rejilla indeseada en último lugar en el tejido de la córnea modificado de

forma refractiva. Las microestructuras que quedan eventualmente en el lado interior del Flap no son suficientes para formar la estructura de rejilla indeseada o pasan a situarse, tras abatir de vuelta el Flap, de forma no muy precisa sobre las estructuras de rejilla originales, de manera que las medidas de alisamiento descritas con anterioridad son suficientes con respecto a la superficie del estroma. Se ha demostrado experimentalmente que estructuras de rejilla que hayan quedado eventualmente en el Flap son menos críticas que las estructuras de rejilla en el estroma descritas con anterioridad. Esto se explica por que durante la fotodisrupción los impulsos Fs tiene, en la dirección de la propagación de la radiación, una aplicación relativamente afilada (inicio). En el LIOB ("laser induced breakdown") están por ello las depresiones que quedan en el Flap claramente menos (profundamente) impresas que en el lecho estromal. Las depresiones en el Flap son, típicamente, menos profundas que 5 μm , mientras que las depresiones son en el lecho estromal claramente más profundas y alcanzan casi la longitud de Rayleigh (15 a 20 μm). Las estructuras de rejilla 68 indeseadas son retiradas de forma alternativa en el Flap 66 mecánicamente también de la manera descrita con anterioridad.

La Fig. 3 muestra el tratamiento de una hiperopía con LASIK Fs, donde en todas las figuras las piezas correspondientes entre sí están dotadas con el mismo signo de referencia. Como se ha explicado ya más arriba, en el tratamiento de la hiperopía se encuentra en volumen de ablación 78', principalmente, en zonas del borde del estroma puesto al descubierto, es decir cerca de la sección de borde del Flap 76, lo que está representado en la Fig. 3 mediante zonas rayadas compactas, las cuales marcan el volumen de ablación 78'. Mediante retirada del volumen de ablación 78' mediante los segundos impulsos de radiación láser 48 desaparecen también en estas zonas las estructuras de rejilla 68 indeseadas, mientras que por el contrario estas estructuras se conservan ampliamente en la zona central en la superficie de salida 70, como está representado en la Fig. 3. Por ello se lleva a cabo durante el tratamiento de la hiperopía según la Fig. 4, también en la zona 82 central del estroma puesto al descubierto tras abatir de vuelta el Flap 66, un alisamiento de manera que desaparecen las microrrejillas 68 y se consigue una superficie objetivo 72 lisa. Para ello sirven las técnicas PTK explicadas más arriba con detalle, es decir o bien el tercer programa de tratamiento 56c o también otras técnicas de alisamiento PTK de acuerdo con la bibliografía citada con anterioridad.

Si se utiliza el tercer programa de tratamiento 56c entonces se retira, en particular, en la zona central del estroma puesto al descubierto, una capa entre la superficie de salida 70 y la superficie objetivo 72 con un grosor de hasta 10 μm , lo que se puede llevar a cabo bien, mediante un control por ordenador 50, con el láser excímero 46. Un Flap 66 tiene un grosor típicamente de 100-160 μm .

Al mismo tiempo se puede tener en cuenta la ablación con el tercer programa de tratamiento, que sirve para el alisado, en el segundo programa de tratamiento, el cual da lugar a la corrección refractiva de la córnea, es decir que al calcular el volumen de ablación y, correspondientemente, la generación del segundo programa de tratamiento para la fotoablación se puede tener en cuenta, desde el principio, que sobre la totalidad de la superficie de la córnea o partes escogidas de la superficie de la córnea (en la Fig. 4, por lo tanto, la zona 82 central) tiene lugar una eliminación uniforme de tejido. Lo análogo es válido para el tratamiento de la miopía según la Fig. 2, en el cual tiene lugar, sobre la totalidad de la superficie puesta al descubierto del estroma o también en partes de ella (como en particular las zonas del borde 80 según la Fig. 2) una eliminación de tejido alisador, que se tiene en cuenta en el segundo programa de tratamiento para el cálculo del efecto refractivo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para Laser *in situ* Keratomileusis de femtosegundos (LASIK Fs), con:

- 5 - una primera fuente de radiación láser (12) para generar unos primeros impulsos de radiación láser (14) con una densidad de potencia para provocar disrupciones en el tejido de la córnea,
- unos primeros medios (24, 44, K) para guiar y formar los primeros impulsos de radiación láser (14) en el tejido de la córnea,
- 10 - una segunda fuente de radiación láser (46) para generar unos segundos impulsos de radiación láser (48) con una densidad de potencia para provocar la ablación del tejido de la córnea,
- unos segundos medios (40, 42, 44, 24) para guiar y formar los segundos impulsos de radiación láser (48) con respecto a la córnea,
- 15 - un control (50) con un primer programa de tratamiento (56a) para controlar los primeros medios y los primeros impulsos de radiación láser (14) para generar un corte en la córnea de tal manera que una tapa (66) se pueda abrir para poner al descubierto una superficie estromal (70) de un lecho estromal que no forma parte de la tapa (66), y con
- 20 - un segundo programa de tratamiento (56b) para controlar los segundos medios y los segundos impulsos de radiación láser (48) con el fin de reconformar y modificar las propiedades de representación de la córnea para el tratamiento de la miopía,
- 25 - generando el primer programa de tratamiento (56a) unas estructuras superficiales (68) corneales regulares sobre la superficie (70) del lecho estromal mencionado, que provocan un efecto de arco iris en las propiedades de representación de la córnea,
- caracterizado por que comprende
- 30 - un tercer programa de tratamiento (56c), el cual está previsto para controlar los segundos medios (40, 42, 44, 24) y los segundos impulsos de radiación láser (48) con el fin de eliminar las estructuras (68) regulares mencionadas sobre la superficie (70) puesta al descubierto del lecho estromal, provocando el tercer programa de tratamiento (56c), además de un volumen de ablación (78) refractivo, una ablación alisadora, en particular en la zona del
- 35 borde (80) de la córnea (60).

2. Dispositivo para Laser *in situ* Keratomileusis de femtosegundos (LASIK Fs) con

- 40 - una primera fuente de radiación láser (12) para generar unos primeros impulsos de radiación láser (14) con una densidad de potencia para provocar disrupciones en el tejido de la córnea,
- unos primeros medios (24, 44, K) para guiar y formar los primeros impulsos de radiación láser (14) en el tejido de la córnea,
- 45 - una segunda fuente de radiación láser (46) para generar unos segundos impulsos de radiación láser (48) con una densidad de potencia para provocar la ablación del tejido de la córnea,
- unos segundos medios (40, 42, 44, 24) para guiar y formar los segundos impulsos de radiación láser (48) con respecto a la córnea,
- 50 - un control (50) con un primer programa de tratamiento (56a) para controlar los primeros medios y los primeros impulsos de radiación láser (14) para generar un corte en la córnea de tal manera que una tapa (66) se pueda abrir para poner al descubierto una superficie estromal (70) de un lecho estromal que no forma parte de la tapa (66), y con
- 55 - un segundo programa de tratamiento (56b) para controlar los segundos medios y los segundos impulsos de radiación láser (48) con el fin de reconformar y modificar las propiedades de representación de la córnea para el tratamiento de la hipermetropía,
- 60 - generando el primer programa de tratamiento (56a) unas estructuras superficiales (68) corneales regulares sobre la superficie (70) del lecho estromal mencionado, que provocan un efecto de arco iris en las propiedades de representación de la córnea,
- caracterizado por que comprende
- 65 - un tercer programa de tratamiento (56c), el cual está previsto para controlar los segundos medios (40, 42, 44, 24)

y los segundos impulsos de radiación láser (48) con el fin de eliminar las estructuras (68) regulares mencionadas sobre la superficie (70) puesta al descubierto del lecho estromal, provocando el tercer programa de tratamiento (56c), además de un volumen de ablación (78') refractivo, una ablación alisadora, en particular en la zona central (82) de la córnea (60).

FIG.1

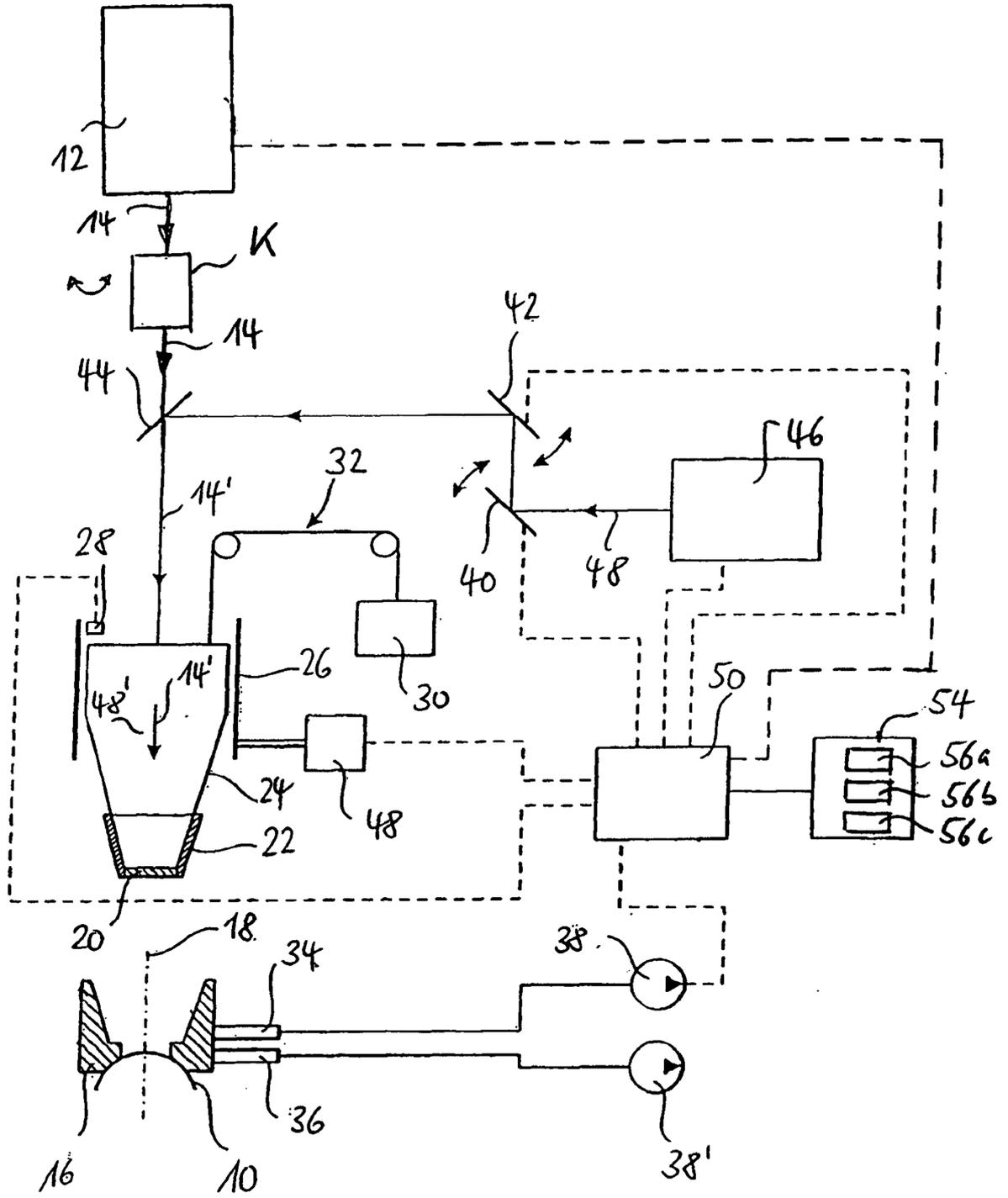


FIG. 2

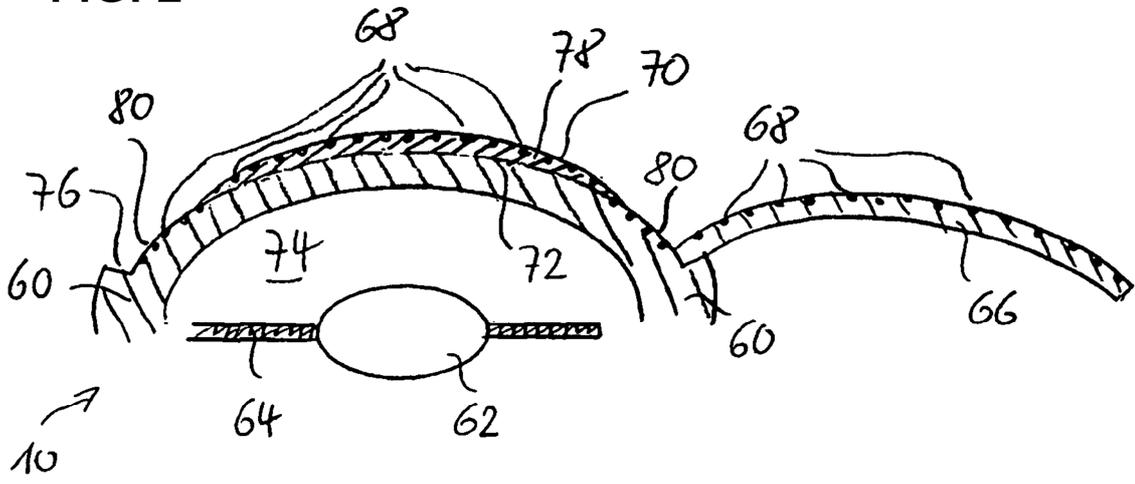


FIG. 3

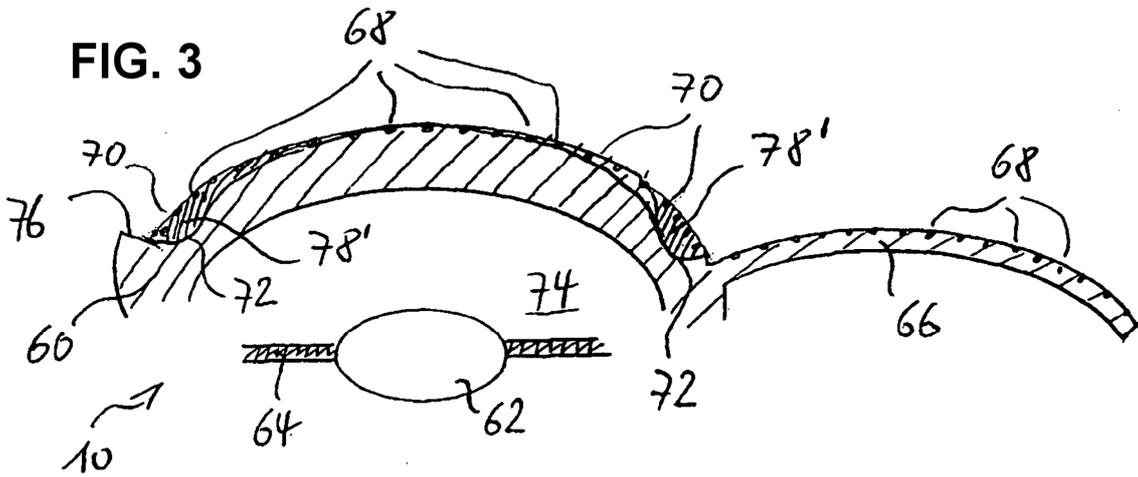


FIG. 4

