



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 051 644 A1** 2010.04.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 051 644.9**

(22) Anmeldetag: **14.10.2008**

(43) Offenlegungstag: **15.04.2010**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 9/01** (2006.01)

(71) Anmelder:
Docu, Violeta, 22399 Hamburg, DE

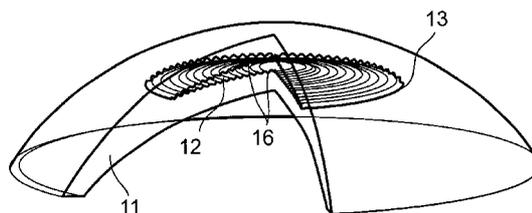
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Abtragung von sphärischen Segmenten innerhalb der Hornhaut des Auges**

(57) Zusammenfassung: Dazu wird ein Laserstrahl oder -puls durch Halbspiegel geteilt, oder mehrere Laser eingesetzt und aus verschiedenen Richtungen in den zu bearbeitenden Bereich eingestrahlt, so dass jeweils nur die punktförmige Stelle, in der mehrere Strahlen zusammentreffen, die zur Aufspaltung der Kollagenfasern erforderliche Energiemenge erhält und das übrige Gewebe unbeschädigt bleibt.

Durch Rotation und Veränderung der Einstrahlwinkel der Laserstrahlen oder -pulse wird das zu behandelnde sphärische Segment abgetragen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung des Abtrags von Körpergewebe unter der Hautoberfläche, speziell der inneren Hornhaut des Auges, mit Lasern.

[0002] Der Einsatz von Femtosekundenlasern für die LASIK (Laser Assisted in Situ Keratomileusis) ist in der Augenchirurgie mittlerweile gängige Praxis.

[0003] Dabei ist das Verfahren bisher so, dass mit dem FS-Laser zunächst nur die Hornhaut in einem Kreissegment von ca. 270° aufgeschnitten und dieser Hornhautlappen umgeklappt wird, um anschließend das darunter liegende Lentikel zu präparieren, dessen Verkleinerung nach Wiederverschluss des Auges den verringerten Brechungsindex und damit die Anpassung an die gewünschte Sehstärke bewirkt.

[0004] Diese Behandlungsmethode ist nicht ohne Risiko und führt vielfach zu unangenehmen Begleitwirkungen, wie Überempfindlichkeit und Störreflexe bei heller Beleuchtung, ständige Bindehautreizung, Aufspringen der Hornhaut bei Schlägen aufs Auge, etc.

[0005] Bislang ist es aber technisch nicht möglich, Hornhaut oder Lentikel zu bearbeiten, ohne einen entsprechenden Aufschnitt der Hornhaut vorzunehmen.

[0006] Zwar ist der Vorteil des FS-Lasers, dass er eine schonende Behandlung bei vergleichsweise hoher Eindringtiefe ermöglicht, es ist jedoch bisher schwierig, einen gezielten Abtrag von Gewebe flächig in einem definierten, tiefer liegenden Bereich zu erzielen.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Laser so zu führen und zu steuern, dass dieses möglich wird und damit z. B. die Korrektur von Sehstärke ohne massiv invasiven Eingriff, oder Verletzung der Hornhaut-Oberfläche, nur durch einfache Laserbehandlung, ermöglicht wird.

[0008] Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass entweder ein Laserstrahl oder -puls, durch Halbspiegel geteilt, oder mehrere Laser aus verschiedenen Richtungen in den zu bearbeitenden Bereich eingestrahlt werden, so dass jeweils nur die punktförmige Stelle, in der mehrere Strahlen zusammentreffen, die zur Aufspaltung der Kollagenfasern erforderliche Energiemenge erhält und das umliegende Gewebe unbeschädigt bleibt.

[0009] Da der Abtrag in der Regel sphärisch bezogen auf den Brennpunkt der Augenlinse erfolgen soll, bietet sich an, das Lasersystem rotierend über dem Augenmittelpunkt zu positionieren und den Abtrag in

sich überlappend konzentrischen Bahnen vorzunehmen.

[0010] Somit ist es z. B. möglich, nur einen inneren Bereich der Hornhaut bzw. des Lentikels abzutragen, die negativen Folgen einer Verletzung des Hornhautepithels bzw. der Epidermis aber weit gehend zu vermeiden, da nur ein minimaler Einschnitt am temporären Hornhautende zur Ausleitung des Gewebe-Abtrags erforderlich ist.

[0011] Da mehrere Laser zusammen eingesetzt werden können, ist die Nutzung von Lasersystemen, die bislang auf Grund mangelnder Leistung nicht in der Augenchirurgie eingesetzt werden, wie z. B. Diodenlaser geeigneter Frequenz, möglich.

[0012] Beim Einsatz der bewährten gepulsten Excimer-Laser ist dagegen, je nach Stärke des Pulses, die ein- oder mehrfache Teilung des Strahls vorzusehen, um Schädigung der Epidermis zu vermeiden.

[0013] Das Verfahren der Strahlteilung ist in der Lasertechnik verbreitet und dem Fachmann bekannt. Ebenso bekannt sind Verfahren, Laserstrahlen oder -pulse in Glasfasern, bzw. Glasfaser-Bündeln zu führen, um die meist großvolumige Laserquelle vom Applikationsbereich unabhängig positionieren zu können.

[0014] Im vorliegenden Fall werden die Glasfaser-Bündel dazu spiralförmig geführt, um die Rotation des Systems zu ermöglichen, gegebenenfalls kann dazu die Rotationsrichtung nach jedem Durchlauf reversiert werden.

[0015] Durch Rotation und Veränderung der Einstrahlwinkel der Laserstrahlen oder -Pulse wird das zu behandelnde sphärische Segment abgetragen. Steuerung und Strahlführung derartiger Systeme sind nach dem Stande der Technik bekannt.

[0016] Zur Vervollständigung der Operation ist die Abführung der aufgelösten Kollagenfasern erforderlich. Dies kann durch einen kleinen seitlichen Schnitt erfolgen, der das sphärische Segment nach außen öffnet, bzw. dem Operateur zugänglich macht. Hierdurch können auch evtl. unaufgelöste Kollagenreste abpräpariert oder durch Zuführung von 1–5% EDTA-Lösung oder HCL aufgelöst werden, evtl. kann dazu der Außendruck auf die Hornhaut dazu durch Aufsetzen von Kontaktlinsen oder Haftschalen verstärkt werden. Damit ist gewährleistet, dass das Verfahren auch bei evtl. unvollständiger Wirkung operativ einsetzbar ist.

[0017] Eine einfache Ausführung wird in nachfolgenden Zeichnungen **Fig. 1a** bis **c** näher erläutert, während **Fig. 2** das Ergebnis modellhaft demonstriert. Ausführungen mit mehreren Lasereinheiten

oder über Glasfaser-Bündel sind von einem Fachmann analog ausführbar.

[0018] Dabei stellt Fig. 1a die Lasereinheit in Seitenansicht, Fig. 1b die Hornhaut im Querschnitt und Fig. 1c die Hornhaut in Aufsicht dar, während Fig. 2 eine Hornhaut-Linse in Schrägsicht mit Ausschnitt eines Winkelsegments zeigt.

[0019] Fig. 1a zeigt im Einzelnen die Drehachse **1**, mit dem der Halter **2** fest verbunden ist, auf welchem der Träger des Strahlsystems **3** um die Achse **4** schwenkbar angeordnet ist.

[0020] Das Strahlsystem besteht in dieser einfachen Form aus dem Lasersystem **5**, das den Strahl **8** auf den Halbspiegel **6** emittiert, von dem ein Teilstrahl **9** durchgelassen wird, und ein zweiter Teilstrahl **10** auf den Umlenkspiegel **7** gerichtet und von diesem zur Hornhaut **11**, bzw. dem dort aufzulösenden Bereich **12** reflektiert wird.

[0021] Fig. 1b zeigt dieses Hornhautsegment **11** im Querschnitt, darin der Bereich **12**, der durch die konvergierenden Strahlen **9** und **10**, die durch Rotation und Winkelablenkung kontinuierlich ausgerichtet, dieses sphärische Segment in sich überlappend konzentrischen und übereinander liegenden Kreisen abfahren und mit auflösen.

[0022] Fig. 1c zeigt die Hornhaut und dieses Segment in Aufsicht, wobei die Linie **13** den Schnitt markiert, der zur Ableitung der aufgelösten Kollagenfasern erforderlich ist.

[0023] Fig. 2 zeigt die Hornhaut-Linse **11** in Schrägsicht, mit einem zur Verdeutlichung ausgeschnittenen Segment des Rotationskörpers. Darin ist die mit dem Laser in konzentrischen Kreisbahnen **16** aufgelöste Zone **12** zu erkennen, sowie der seitliche Schnitt **13**, der erforderlich ist, um die aufgelösten Kollagenreste zu entfernen und ggf. mittels einer kleinen Schneidesonde abzupräparieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abtragung von sphärischen Segmenten innerhalb der Hornhaut des Auges mit Hilfe von Lasern, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Laserstrahlen jeweils punktförmig so aufeinander fokussiert geführt werden, dass ihre Energie zusammen gerade ausreicht, um in einen definierten Zeitraum die Auflösung der Kollagenfasern zu bewirken.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlen in konzentrischen, sich überlappenden Kreisen oder Spiralen so geführt werden, dass mit ihnen ein gewünschtes, sphärisches Segment aufgelöst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass nur ein kleiner, in etwa horizontaler Schnitt in die Hornhaut aufgelöstes Kollagen-Material ableitet.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Lasertypen einsetzbar sind, so z. B. auch einfache Diodenlaser.

5. Verfahren nach Anspruch 1 und, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Laser im Dauerstrich-Verfahren eingesetzt werden und dementsprechend kontinuierlich geführt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Laser gepulst werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Eximer-Laser zum Einsatz kommt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein ursprünglicher Laserstrahl durch einen Halbspiegel in mindestens zwei und über weitere Halbspiegel in 4 und mehr Strahlen geteilt ist, die jeweils auf einen gemeinsamen Punkt fokussiert geführt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung mit Hilfe einer rotierenden und einer zur Mittelachse schwenkbaren Halterung erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Rotation und Schwenkung des Systems programmgesteuert automatisch erfolgt.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Laser eingesetzt und gemeinsam aufeinander fokussiert und geführt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlen in Glasfasern geführt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Laserstrahl auf mehrere Glasfasern aufgeteilt ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Laser, in Glasfasern geführt, eingesetzt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1 und 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei in Glasfasern geführten Laserstrahlen die Laserquelle(n) über der Halterung und Führung drehbar angebracht sind und nur die Glasfasern an Ihren Fassungen und mit ihren

Endlinsen geführt und fokussiert werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1 a

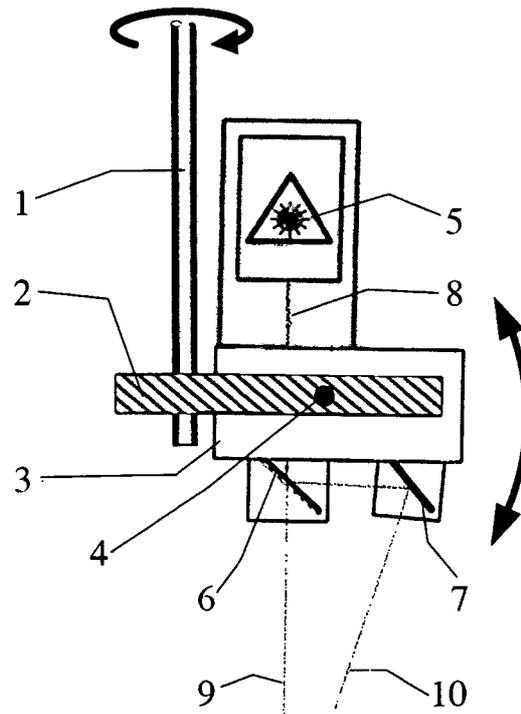


Fig. 1 b

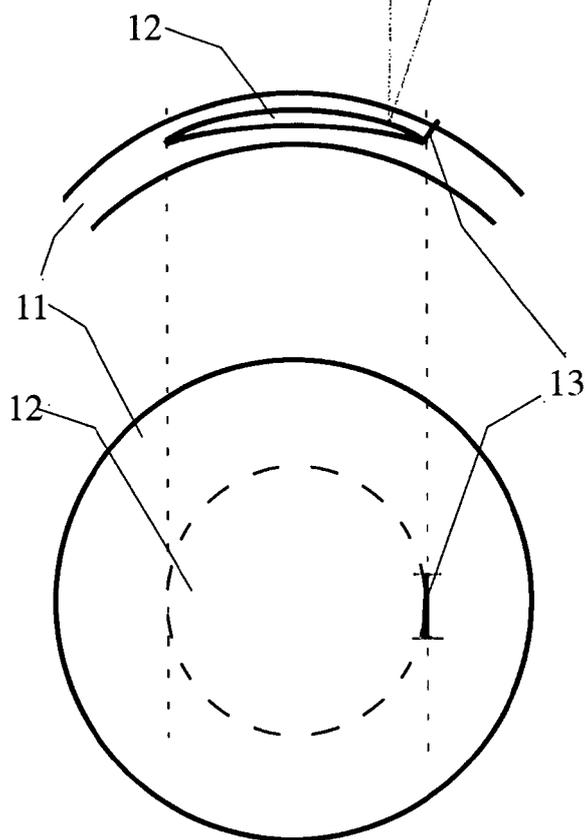


Fig. 1 c

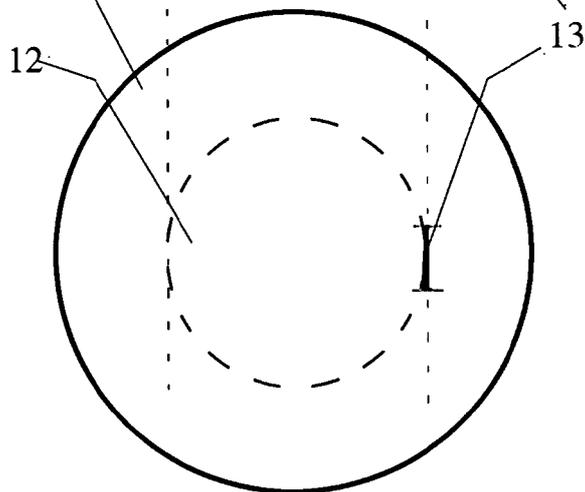


Fig. 2

