



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 37 515 T2** 2008.09.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 956 840 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 37 515.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 106 551.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.03.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.11.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.09.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 9/00** (2006.01)
A61F 9/013 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

12544198 **31.03.1998** **JP**

36368598 **22.12.1998** **JP**

36368798 **22.12.1998** **JP**

(73) Patentinhaber:

Nidek Co., Ltd., Gamagori, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Hoefler & Partner, 81543 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Toh, Minoru, Toyohashi-shi, Aichi, JP; Kozawa, Katsuhiko, Hekinan-shi, Aichi, JP; Sugimura, Masahiro, Kota-cho, Nukata-gun, Aichi, JP

(54) Bezeichnung: **Chirurgische Vorrichtung für die Hornhaut**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung:

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine korneal-chirurgische Vorrichtung zum Einschneiden der Hornhaut eines Auges eines Patienten in einer geschichteten Art zum Zeitpunkt einer refraktiven Keratektomieoperation oder dergleichen.

Beschreibung des Standes der Technik:

[0002] In den letzten Jahren hat sich die Aufmerksamkeit auf LASIK (Laser in situ Keratomileusis) Eingriffe zur Durchführung einer refraktiven Keratektomiebehandlung konzentriert, wobei, nachdem eine Klappe durch Einschneiden eines Hornhautbereichs mit einer Dicke von 150 µm vom Hornhautepithel zum Hornhautstroma ausgebildet wurde, wobei ein Ende der Hornhaut wie ein Scharnier verbunden bleibt, die Hornhautstroma mittels Excimer-Laserlicht in einem refraktiven Korrekturbereich weggeschnitten oder abgetragen wird, und die Klappe danach in ihre ursprüngliche Position zurückgebracht wird. Bei dieser LASIK-Operation wird eine korneal-chirurgische Vorrichtung namens Mikrokeratom verwendet, um die Hornhaut in einer geschichteten Art einzuschneiden.

[0003] Ein solches Mikrokeratom ist verfügbar, das umfasst: einen Ansaugring, der mittels Vakuum an einem Bereich der Hornhaut von einem Hornhautringbereich zur Oberfläche der Bindehaut fixiert ist, ein Hornhaut-Einebnungselement zum flachen Einebnen der Hornhaut, und eine Klinge, die, während sie in der Längsrichtung schwingt, linear oder drehend in eine Richtung zum Scharnier hin bewegt wird, entlang einer Führungseinrichtung, die auf dem Saugring vorgesehen ist, um so die Hornhaut in einer geschichteten Art mit einer im Wesentlichen einheitlichen Dicke einzuschneiden.

[0004] Die Führungseinrichtung ist so angeordnet, dass eine Halterung auf dem Ansaugring vorgesehen ist, während ein drehendes Zahnrad, das mit dem Gestell in Eingriff gelangt, auf der Klingenseite vorgesehen ist, so dass die Klinge bewegt wird, während sie von dem Gestell geführt wird, wenn das drehende Zahnrad dreht. Eine weitere bekannte Führungseinrichtung ist so angeordnet, dass die Klinge entlang einer Führungsnut, die auf dem Ansaugring vorgesehen ist, bewegt wird.

[0005] Zusätzlich sind auch die folgenden Einrichtungen bekannt: eine, bei der die seitliche Schwingung der Klinge und die Bewegung der Klinge in Richtung zum Scharnier durch einen einzelnen Motor bewirkt wird, der in einem Vorrichtungskörper vorgesehen ist; eine, bei der drehende Antriebskräfte von

zwei Motoren in einer Steuerung, die getrennt vom Vorrichtungskörper vorgesehen ist, jeweils zu einer Klingenschwingeinrichtung und einer Klingebewegungseinrichtung im Vorrichtungskörper über zwei Drähte übertragen werden, um so die Schwingung und die Bewegung der Klinge getrennt zu steuern; und eine, bei der die Schwingungsgeschwindigkeit und die Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge jeweils variabel festgelegt werden können.

[0006] Jedoch gibt es bei dem Mikrokeratom, das eine Führungseinrichtung oder einen Zahnradmechanismus auf dem Ansaugring umfasst, Fälle, bei denen sich die Wimpern des Patienten während der Operation in der Führungseinrichtung verfangen, so dass die Bewegung der Klinge gestoppt wird. In diesem Fall ist es nötig, die Operation nach Entfernen der Wimpern fortzusetzen, aber dies hat eine nachteilige Auswirkung auf das Auge des Patienten. Außerdem kann ein geschichtetes Einschneiden mit einer gleichen Dicke durch die erneute Operation nicht realisiert werden. Da die Führungseinrichtung Abrieb verursacht, besteht die Möglichkeit, dass der Abrieb in das Auge des Patienten gelangt, wenn die Führungseinrichtung auf dem Ansaugring vorhanden ist.

[0007] Die Eigenschaften der Hornhaut und der Innenaugendruck unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Auge des Patienten, aber in dem Fall des Mikrokeratoms, bei dem die seitliche Schwingung und die Bewegung der Klinge durch einen Motor bewirkt wird, ist es schwierig, das Verhältnis zwischen der Zustellbewegung und der seitlichen Schwingung zu optimieren, um eine zufriedenstellend glatte Oberfläche als eingeschnittene Oberfläche zu erhalten.

[0008] In dem Fall des Mikrokeratoms, bei dem die drehenden Antriebskräfte von zwei Motoren in einer Steuerung über zwei Drähte zur Klingenschwingeinrichtung und der Klingebewegungseinrichtung übertragen werden, behindern die Drähte die Operation.

[0009] Wenn das Verhältnis zwischen der eingestellten Schwingungsgeschwindigkeit und der eingestellten Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge nicht passend ist, können außerdem die folgenden Probleme auftreten. Wenn die Übersetzungsgeschwindigkeit deutlich höher ist als die Schwingungsgeschwindigkeit (die Schwingungsgeschwindigkeit ist deutlich geringer als die Übersetzungsgeschwindigkeit), kann die eingeschnittene Oberfläche der Hornhaut uneinheitlich werden. Andererseits, wenn die Übersetzungsgeschwindigkeit deutlich geringer als die Schwingungsgeschwindigkeit ist (die Schwingungsgeschwindigkeit ist deutlich höher als die Übersetzungsgeschwindigkeit), kann eine Reibungswärme auf der eingeschnittenen Oberfläche auftreten, oder zusätzliche Zeit wird benötigt, bis der Einschnitt vollendet ist, so dass die Effizienz schlecht ist.

[0010] Die EP0895764A, welche Stand der Technik gemäß Art. 54(3) EPÜ darstellt, offenbart ein Mikrokeratom zum Durchführen einer LASIK-Operation mit zwei Motoren, wobei ein Motor innerhalb des Keratom-Gehäuses befestigt ist, um den Schlitten zu bewegen, und ein weiterer Motor auf dem Schlitten befestigt ist, um eine Klinge schwingen zu lassen. Die Vorrichtung muss mit einer zusätzlichen Führungsvorrichtung ausgestattet sein, um den Schlitten über einem Ansaugring zu bewegen.

[0011] Im Hinblick auf die oben beschriebenen Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine korneal-chirurgische Vorrichtung bereitzustellen, welche die Möglichkeit einer Unterbrechung der Operation beseitigt, die in Verbindung mit einer Führungseinrichtung verursacht wird, und welche eine zufriedenstellende Operation gemäß dem Zustand des Auges des Patienten ermöglicht, ohne eine nachteilige Auswirkung auf das Auge des Patienten zu haben.

[0012] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine korneal-chirurgische Vorrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, das Einschneiden der Hornhaut effizient und zufriedenstellend durchzuführen, indem die Schwingungsgeschwindigkeit und die Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge geeignet eingestellt werden.

[0013] Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Die Unteransprüche enthalten weitere bevorzugte Entwicklungen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] In den beigefügten Zeichnungen gilt:

[0015] [Fig. 1A](#) ist eine Draufsicht auf eine korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0016] [Fig. 1B](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A der [Fig. 1A](#), welche ein schematisches Diagramm eines Steuersystems darstellt;

[0017] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B der [Fig. 1B](#), welche eine Keilwelle der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0018] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sind vergrößerte, erläuternde Diagramme einer Schneideinrichtung und einer Ansaugereinheit der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0019] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-C der [Fig. 3B](#), welche die Schneideinrichtung der Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungs-

beispiel darstellt;

[0020] [Fig. 5](#) ist ein Beispiel einer Anzeige, welche einen erlaubten Einstellbereich einer Übersetzungsgeschwindigkeit zeigt, wenn eine Schwingungsgeschwindigkeit festgelegt ist;

[0021] [Fig. 6A](#) ist eine Draufsicht auf eine korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

[0022] [Fig. 6B](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A der [Fig. 6A](#), welche ein schematisches Diagramm eines Steuersystems darstellt.

Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

Erstes Ausführungsbeispiel

[0023] Bezugnehmend auf die beigefügten Zeichnungen wird ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. [Fig. 1A](#) ist eine Draufsicht auf einen Körper der korneal-chirurgischen Vorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und [Fig. 1B](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A in [Fig. 1A](#) und zeigt den schematischen Aufbau eines Steuersystems.

[0024] Bezugszeichen **1** bezeichnet einen Hauptkörper des Mikrokeratoms, und Bezugszeichen **1a** bezeichnet einen Griffbereich, der während einer Operation von einem Chirurgen zu halten ist. Eine Ansaugereinheit **3** zum Fixieren der Vorrichtung am Auge des Patienten und eine Schneideinrichtung **2**, die eine Klinge **20** (die später beschrieben wird) zum Einschneiden der Hornhaut aufweist und ausgelegt ist, sich geradlinig auf der Ansaugereinheit **3** zu bewegen, sind auf der Vorderseite (linke Seite in der Zeichnung) des Hauptkörpers **1** vorgesehen.

[0025] Ein Vorschubmotor **11** zum geradlinigen Bewegen oder Übersetzen der Schneideinrichtung **2** in der Richtung des Einschnitts und ein Schwenkmotor **12** zum Aufbringen von seitlichen Schwingungen auf die Klinge **20** sind feststehend im Hauptkörper **1** vorgesehen. Eine Vorschubspindel **13** ist mit einer Drehwelle des Motors **11** verbunden. Die Vorschubspindel **13** hat einen Gewindebereich, der in der Länge einer Entfernung entspricht, um die die Schneideinrichtung **2** versetzt wird. Ein Befestigungselement **14**, an dem ein mit der Schneideinrichtung **2** verbundenes röhrenförmiges Verbindungselement **17** befestigt ist, ist über ein Gewinde auf der Spindel **13** in Eingriff. Wenn der Motor **11** vorwärts oder rückwärts gedreht wird, bewegt sich das Verbindungselement **17** durch die Spindel **13** und das Befestigungselement **14** vorwärts und rückwärts, wodurch die Schneideinrichtung **2** vorwärts und rückwärts bewegt wird. Eine Drehwelle

15 wird von dem Verbindungselement **17** derart gehalten, dass sie drehbar und axial beweglich ist (vorwärts oder rückwärts). Eine Exzenterwelle **16** ist auf einem distalen Ende der Drehwelle **15** integriert, an einer Position versetzt vom Drehmittelpunkt, und die Exzenterwelle **16** überträgt die seitlichen Schwingungen auf die Klinge **20** (was später beschrieben wird).

[0026] Eine sog. Keilwelle wird als die Drehwelle **15** verwendet, und ihr Drehmechanismus ist wie folgt angeordnet. Ein vorderer Bereich **15a** der Drehwelle **15** ist in einer kreisförmigen Querschnittsform ausgebildet und in Bezug auf die Innenseite des Verbindungselements **17** über ein Lager drehbar. Ein hinterer Bereich **15b** der Drehwelle **15** ist insgesamt in einer ovalen Querschnittsform aufgebaut, die nicht kreisförmig ist, wie in [Fig. 2](#) gezeigt (eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B der [Fig. 1B](#)). Ein Antriebszahnrad **18** ist an einer Drehwelle **12a** des Motors **12** befestigt und ein drehendes Zahnrad **19**, das innerhalb des Hauptkörpers **1** drehbar gehalten ist, ist mit dem Antriebszahnrad **18** in Eingriff. Ein Wellenloch **19a**, durch welches der hintere Bereich **15b** der Drehwelle **15** eingesetzt wird, ist im Drehmittelpunkt des drehenden Zahnrads **19** vorgesehen, und das Wellenloch **19a** ist in der gleichen ovalen Querschnittsform wie der hintere Bereich **15b** ausgebildet (siehe [Fig. 2](#)). Mit dieser Anordnung wird die Drehung des Motors **12** über das Antriebszahnrad **18** und das drehende Zahnrad **19** auf die Drehwelle **15** übertragen. Wenn der Motor **11** angetrieben wird, gleitet die Drehwelle **15** relativ zum Wellenloch **19a** des drehenden Zahnrads **19**, um zusammen mit dem Verbindungselement **17** eine Übersetzungsbewegung durchzuführen.

[0027] Die Verwendung der Keilwelle ermöglicht es, die seitliche Schwingung über die Drehbewegung der Drehwelle **15** auf die Klinge **20** zu übertragen, ohne eine Übersetzung des Motors **12**, auch wenn die Übersetzungsbewegung der Schneideinrichtung **2** dazu beiträgt. Da der Motor **12** am Hauptkörper **1** fixiert sein kann, wird keine Last des Motors **12** auf den Befestigungsbereich **14** aufgebracht, wodurch es möglich ist, die auf den Motor **11** wirkende Last zu verringern.

[0028] Da die Drehwelle **15** auch als eine Führung für die Übersetzungsbewegung wirkt, ist es außerdem unnötig, eine Führung auf dem Ansaugring **31** (der später beschrieben wird) vorzusehen. Da die meisten Kontaktbereiche, die einen Abrieb verursachen könnten, zusammen mit den Motoren innerhalb des Hauptkörpers **1** angeordnet sind, findet ferner die Verteilung von Abrieb aufgrund der hohen Drehgeschwindigkeit der Drehwelle **15** innerhalb des Hauptkörpers **1** statt. Somit ist das Auge des Patienten vor Abrieb geschützt.

[0029] Bezugnehmend auf [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und

[Fig. 4](#) wird als Nächstes die Anordnung der Schneideinrichtung **2** und der Ansaugereinheit **3** beschrieben. [Fig. 2A](#) und [2B](#) sind vergrößerte Ansichten der in [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigten Schneideinrichtung **2** und Ansaugereinheit **3**. [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-C der [Fig. 3B](#).

[0030] Die Schneideinrichtung **2** besteht aus einer Klinge **20** zum Einschneiden der Hornhaut, einem Klingenhalter **21a** und einem Halteblock **21b** zum Halten der Klinge **20** in einer solchen Weise, um laterale Oszillationen zu ermöglichen, einem Oszillationsübertragungselement **22** zum Übertragen der von der Exzenterwelle **16** erzeugten lateralen Oszillationen zur Klinge **20**, und einem Hornhauteinebnungsbereich **23**, der mittels eines Befestigungselements **23c** am Block **21b** befestigt ist. Ein Drehloch, in welches die Drehwelle **15** eingesetzt ist, ist innerhalb des Blocks **21b** vorgesehen, und ein Spitzenbereich des Verbindungselements **17** ist daran befestigt.

[0031] Eine Metallklinge mit einer Klingenkante aus rostfreiem Stahl, Stahl oder dergleichen oder eine mineralische Klinge mit einer Klingenkante aus Diamant, Saphir oder dergleichen wird als die Klinge **20** verwendet, und die Klinge **20** wird zwischen dem Halter **21a** und dem Block **21b** in einem geeigneten Winkel in Bezug auf die horizontale Ebene in einer solchen Weise gehalten, dass sie lateralen Oszillationen ausgesetzt sein kann. Auf der Seite des Halters **21a** ist eine flache Vertiefung **210a** an einem Bereich ausgebildet, an dem die Klinge **20** angeordnet ist, und die seitliche Breite der Vertiefung **210a** ist so festgelegt, dass sie größer ist als die Oszillationsbreite für die lateralen Oszillationen der Klinge **20**.

[0032] Das Übertragungselement **22** ist an der Klinge **20** gesichert und ist in der seitlichen Richtung innerhalb einer Aufnahmenut **210b**, die in dem Block **21b** ausgebildet ist, beweglich. Eine vertikale Nut **22a** zum Eingriff mit der Exzenterwelle **16** ist in dem Übertragungselement **22** ausgebildet. Wenn die Drehwelle **15** vom drehenden Antrieb des Motors **12** gedreht wird, übt die Exzenterwelle **16**, die an der Spitze der Drehwelle **15** angeordnet und mit der vertikalen Nut **22a** in Eingriff ist, eine seitliche Antriebskraft auf das Übertragungselement **22** aus. Dies verursacht, dass die Klinge **20** zusammen mit dem Übertragungselement **22** seitlich schwingt bzw. lateral oszilliert.

[0033] Der Einebnungsbereich **23** ist auf der Vorderseite (linke Seite in der Zeichnung) der Klinge **20** vorgesehen, um so die Hornhaut des Auges eines Patienten vor dem Einschnitt in die Hornhaut durch die Klinge **20** flach einzuebnen, während die Schneideinrichtung **2** vorwärts bewegt wird. Da die Klinge **20** die Hornhaut einschneidet, die somit vom Einebnungsbereich **23** flach eingeebnet wurde, wird eine Klappe einer einheitlichen Schicht ausgebildet.

[0034] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Abstand zwischen der Kante der am Halter **21a** befestigten Klinge **20** und der unteren Oberfläche des Einbrennbereichs **23** so festgelegt, dass er ungefähr 150 Mikron (μm) beträgt, so dass das Hornhautepithel mit dieser Dicke in einer geschichteten Weise eingeschnitten werden kann.

[0035] Die Ansaugereinheit **3** umfasst ein Befestigungselement **30**, einen Ansaugring **31** und ein Ansaugrohr **32**. Der Ansaugring **31** wird durch das Befestigungselement **30** am Hauptkörper **1** fixiert. Der Ansaugring **31** hat eine im Wesentlichen hohle zylindrische Form (einen im Wesentlichen U-förmigen Querschnitt) mit einem kreisförmig vertieften Bereich **31a**, der gegen das Auge des Patienten anliegen kann, und einer Öffnung **31b**, die konzentrisch zum vertieften Bereich **31a** ist. Wenn der Ansaugring **31** in Position auf dem Auge des Patienten für die Operation befestigt ist, steht die Hornhaut des Auges des Patienten von der Öffnung **31b** nach oben vor, und ein unterer Endbereich des Ansaugrings **31** und ein Öffnungs-Endbereich (ein Umfangsbereich) der Öffnung **31b** werden veranlasst, gegen das Auge des Patienten anzuliegen, um einen Bereich S zum Ansaugen zu definieren.

[0036] Das Ansaugrohr **32** ist im Ansaugring **31** integriert und über ein nicht dargestelltes Vakuumrohr mit einer Pumpe **41** verbunden. Ein innerhalb des Ansaugrohrs **32** vorgesehener Ansaugdurchgang **32a** steht mit dem vertieften Bereich **31a** in Verbindung, und wenn die Luft innerhalb des Bereichs S angesaugt und von der Pumpe **41** durch den Durchgang **32a** ausgegeben wird, wird der Ansaugring **31** mittels Vakuum am Auge des Patienten fixiert. Durch diese Fixierung kann die Positionierung der Öffnung **31b** erleichtert werden und die Vorrichtung kann stabil gehalten werden, wenn der Chirurg den Griffbereich **1a** des Hauptkörpers **1** hält.

[0037] Zusätzlich ist ein Rohr **33a** zur Druckerfassung in dem Ansaugring **31** integriert, und das Rohr **33a** ist über ein nicht dargestelltes Rohr mit einem Druckdetektor **33** verbunden. Der Detektor **33** erfasst den Luftdruck innerhalb des Bereichs S, der von der Pumpe **41** angesaugt wird. Eine Steuereinheit **40** steuert den Betrieb der Vorrichtung auf der Grundlage des vom Detektor **33** erfassten Luftdrucks. Wenn der Luftdruck innerhalb des Bereichs S nicht auf einen ausreichenden Unterdruck gesetzt ist, aufgrund der Existenz eines Spalts zwischen dem Ansaugring **31** und dem Auge des Patienten oder aufgrund der Verstopfung des Durchgangs **32a** oder dergleichen durch ein Fremdobjekt, besteht die Möglichkeit, dass die Biegesteifigkeit der Hornhaut nicht angemessen gesichert ist. Aus diesem Grund wird ein vorbestimmter Wert als eine Obergrenze für den Luftdruck, der nötig ist, um die Biegesteifigkeit der Hornhaut bis zu einem gewissen Ausmaß sicherzustellen, vorab fest-

gelegt, und wenn der erfasste Luftdruck höher ist als dieser vorbestimmte Wert der Obergrenze, dann wird der Betrieb der Vorrichtung (die Zustellung oder Schwingung der Klinge **20**) gestoppt (der Start der Vorrichtung wird verhindert, wenn dies vor der Operation erfasst wird, und der Betrieb der Vorrichtung wird gestoppt, wenn dies während der Operation erfasst wird). In diesem Fall stoppt der Chirurg die Eingabe eines Antriebsbefehlssignals durch einen Fußschalter **42** und überprüft den Zustand des Anliegens des Ansaugrings **31**, den Blockadezustand des Durchgangs **32a** und dergleichen. Wenn der erfasste Luftdruck einen Wert unter dem vorbestimmten Druck der Obergrenze erreicht und der Chirurg das Antriebsbefehlssignals erneut durch den Fußschalter **42** eingibt, kann die Vorrichtung starten oder den Betrieb wiederaufnehmen. Der Einfachheit halber kann eine Alarmvorrichtung **46** verwendet werden, um den Chirurgen sichtbar oder hörbar darüber zu informieren, dass der erfasste Luftdruck einen Wert unterhalb des vorbestimmten Werts der Obergrenze erreicht hat. Zum Beispiel kann ein Summer vorgesehen sein, um ständig einen Ton zu erzeugen, wenn der erfasste Luftdruck auf einem Wert oberhalb des vorbestimmten Werts der Obergrenze liegt, und die Erzeugung des Tons stoppen, wenn der erfasste Luftdruck einen Wert unterhalb des vorbestimmten Werts der Obergrenze erreicht (im Gegensatz dazu kann der Summer so ausgelegt sein, dass er einen Ton für einen festen Zeitraum nach einem Zeitpunkt, an dem der Unterdruck erreicht wurde, erzeugt). Weiterhin kann die Vorrichtung so ausgelegt sein, dass sie den Einschnitt starten kann, nachdem der erfasste Luftdruck einen Wert unterhalb des vorbestimmten Werts der Obergrenze erreicht hat.

[0038] Andererseits ist ein übermäßiger Unterdruck innerhalb des Bereichs S, verursacht durch eine übermäßig lange Ansaugzeit oder dergleichen, nicht vorteilhaft, da der Innenaugendruck des Patienten zu hoch wird. Aus diesem Grund ist ein vorbestimmter Wert vorab als eine Untergrenze des Luftdrucks festgelegt, um eine solche Situation zu vermeiden. Das heißt, der Betrieb der Vorrichtung wird gestoppt, wenn der erfasste Luftdruck einen Wert unterhalb des vorbestimmten Werts dieser Untergrenze erreicht hat. Dies ermöglicht es, die Operation ohne die nachteilige Wirkung auf das Auge des Patienten durchzuführen.

[0039] Zusätzlich können die oben beschriebenen vorbestimmten Werte der Obergrenze und der Untergrenze für den Luftdruck als feststehende Werte vorab eingestellt werden, oder können vom Chirurgen unter Verwendung eines nicht dargestellten Schalters oder dergleichen variabel festgelegt werden.

[0040] Die Steuereinheit **40** ist mit dem Detektor **33**, dem Fußschalter **42** und dergleichen verbunden. Die Steuereinheit **40** steuert und regelt den Betrieb der

Motoren **11** und **12** und der Pumpe **41**. Das Bezugszeichen **43** bezeichnet eine Eingabeeinrichtung, mit der die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20**, die Zustellgeschwindigkeit der Klinge **20** usw. eingestellt und eingegeben werden können. Als Eingabeeinrichtung **43** können Schalter vorgesehen sein, um die Drehgeschwindigkeit der Motoren **11** und **12** schrittweise zu verändern, um die Oszillationsgeschwindigkeit bzw. die Zustellgeschwindigkeit (Übersetzungsgeschwindigkeit) der Klinge **20** zu bestimmen. Variable Widerstände können vorgesehen sein, um nacheinander die Drehgeschwindigkeit des Motors **11** bzw. **12** zu verändern. Jede dieser Einrichtungen kann auf der Seite des Hauptkörpers **1** vorgesehen sein. Die Einzelheiten der Eingabeeinrichtung **43** werden später beschrieben.

[0041] Nachfolgend wird die Funktionsweise der Vorrichtung mit dem oben beschriebenen Aufbau beschrieben. Als Erstes stellt der Chirurg die Oszillationsgeschwindigkeit bzw. die Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge **20** ein, indem er die Eingabeeinrichtung **43** betätigt. Ein relativ zulässiger Einstellbereich der Oszillationsgeschwindigkeit und der Übersetzungsgeschwindigkeit ist in einem Speicher **47** gespeichert, der mit der Steuereinheit **40** in der Form einer Tabelle oder Berechnungsformel verbunden ist. Die Steuereinheit **40** bestimmt, ob die eingestellte Übersetzungsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs in Bezug auf die eingestellte Oszillationsgeschwindigkeit liegt. Wenn bestimmt wird, dass die eingestellte Übersetzungsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs liegt, kann kein Alarm **48**, d. h. eine Fehlerlampe, eingeschaltet, und die Betätigung eines Fußschalters **42** verursacht, dass der Motor **11** und der Motor **12** drehend angetrieben werden. Wenn bestimmt wird, dass die eingestellte Übersetzungsgeschwindigkeit außerhalb des zulässigen Einstellbereichs liegt, wird der Alarm **48**, d. h. die Fehlerlampe, eingeschaltet. In diesem Fall verhindert die Steuereinheit **40** den drehenden Antrieb der Motoren, indem sie ein Antriebsbefehlssignal von dem Fußschalter **42** nicht annimmt, oder indem sie keine Antriebssignale an die Motoren **11** und **12** ausgibt, oder durch Blockieren der Motoren **11** und **12**. Gleichzeitig steuert die Steuereinheit **40** eine Anzeige **49** an, um den zulässigen Einstellbereich der Übersetzungsgeschwindigkeit in Bezug auf die eingestellte Oszillationsgeschwindigkeit anzuzeigen (siehe [Fig. 5](#)). Folglich kann der Chirurg die Übersetzungsgeschwindigkeit, die nicht im zulässigen Einstellbereich liegt, erneut einstellen. Zusätzlich kann die Meldung eines Fehlers durch den Alarm **48** hörbar gemacht werden.

[0042] Die Bestimmung, ob der drehende Antrieb der Motoren **11** und **12** gestartet werden kann, kann aufgrund einer Bestimmung getroffen werden, ob die eingestellte Oszillationsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs in Bezug auf die ein-

gestellte Übersetzungsgeschwindigkeit liegt. Wenn in diesem Fall bestimmt wird, dass die eingestellte Oszillationsgeschwindigkeit außerhalb des zulässigen Einstellbereichs liegt, steuert die Steuereinheit **40** die Anzeige **49** an, um den zulässigen Einstellbereich der Oszillationsgeschwindigkeit in Bezug auf die eingestellte Übersetzungsgeschwindigkeit anzuzeigen. Außerdem kann die Steuereinheit **40** in beiden Fällen, wenn die Oszillationsgeschwindigkeit oder die Übersetzungsgeschwindigkeit als Kriterium festgelegt ist, die Anzeige **49** ansteuern, um den zulässigen Einstellbereich sowohl der Oszillationsgeschwindigkeit als auch der Übersetzungsgeschwindigkeit anzuzeigen, damit der Chirurg beide Geschwindigkeiten erneut einstellen kann.

[0043] Ferner ist es möglich, dass nur die Übersetzungsgeschwindigkeit eingestellt werden kann, während die Oszillationsgeschwindigkeit feststeht (der Speicher **47** speichert nur den zulässigen Einstellbereich der Übersetzungsgeschwindigkeit in Bezug auf die feststehende Oszillationsgeschwindigkeit, und die Anzeige **49** zeigt den zulässigen Einstellbereich der Übersetzungsgeschwindigkeit an) oder umkehrt, dass nur die Oszillationsgeschwindigkeit eingestellt werden kann, während die Übersetzungsgeschwindigkeit feststeht (der Speicher **47** speichert nur den zulässigen Einstellbereich der Oszillationsgeschwindigkeit in Bezug auf die feststehende Übersetzungsgeschwindigkeit, und die Anzeige **49** zeigt den zulässigen Einstellbereich der Oszillationsgeschwindigkeit an).

[0044] Wenn bestimmt wird, dass die eingestellte Übersetzungsgeschwindigkeit außerhalb des zulässigen Einstellbereichs in Bezug auf die eingestellte (oder festgelegte) Oszillationsgeschwindigkeit liegt, kann außerdem die Steuereinheit **40** automatisch einen Wert Wiedereinstellen, der der eingestellten Übersetzungsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs am nächsten kommt. Es ist klar, dass dies auch auf einen Fall zutrifft, bei dem die Oszillationsgeschwindigkeit und die Übersetzungsgeschwindigkeit umgekehrt festgelegt sind.

[0045] Als weiteres Verfahren, wenn die Oszillationsgeschwindigkeit zuerst von der Eingabeeinrichtung **43** festgelegt wird, ruft die Steuereinheit **40** einen zulässigen Einstellbereich der Übersetzungsgeschwindigkeit in Bezug auf die festgelegte Oszillationsgeschwindigkeit ab und steuert dann die Anzeige **49** an, um den so abgerufenen zulässigen Einstellbereich der Übersetzungsgeschwindigkeit anzuzeigen, wodurch dem Chirurgen ermöglicht wird, die Übersetzungsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs einzugeben, wobei er die Anzeige konsultiert. Die Eingabeeinrichtung **43** oder die Steuereinrichtung **40** kann so ausgelegt sein, dass Werte außerhalb des so abgerufenen zulässigen Einstellbereichs der Übersetzungsgeschwindigkeit nicht einge-

stellt werden können. Wenn, in diesem Fall, ein Wert außerhalb des zulässigen Einstellbereichs eingestellt wird, kann das eingestellte Signal nicht akzeptiert werden und ein Fehler wird auf der Anzeige **49** ausgegeben (oder ein Fehler wird durch den Alarm **46** oder **48** angezeigt).

[0046] Als noch weiteres Verfahren, wenn die Oszillationsgeschwindigkeit zuerst von der Eingabeeinrichtung **43** festgelegt wird, kann die Steuereinheit **40** einen Optimalwert der Übersetzungsgeschwindigkeit in Bezug auf die festgelegte Oszillationsgeschwindigkeit auf der Grundlage einer im Speicher **47** gespeicherten Tabelle oder Berechnungsformel abrufen und den abgerufenen Optimalwert als Übersetzungsgeschwindigkeit einstellen. Außerdem ist es offensichtlich, dass die Oszillationsgeschwindigkeit und die Übersetzungsgeschwindigkeit in diesen Modifikationen umgekehrt festgelegt sein können.

[0047] Nachdem die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20** und die Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge **20** festgelegt wurden, richtet der Chirurg die Mitte der Öffnung **31b** mit der Pupillenmitte aus, wobei er auch den Zustand der Neigung des Ansaugrings **31** (Hauptkörper **1**), die Position der Pupillenmitte und dergleichen auf der Grundlage einer Markierung bestätigt, die vorab auf der Hornhaut des Patienten unter Verwendung eines Instruments wie eines Markers aufgebracht wurde, und platziert den Ansaugring **31** auf dem Auge des Patienten.

[0048] Nach der Anbringung des Ansaugrings **31** betätigt der Chirurg die Pumpe **41**, um die Luft in dem Bereich S zwischen dem Ansaugring **31** und dem Auge des Patienten anzusaugen, um somit den Luftdruck zu verringern (hin zum Unterdruck), während die Position und die Stellung des Hauptkörpers **1** beibehalten werden. Wenn der Luftdruck im Bereich S auf einen festen Wert verringert ist (wenn er einen ausreichenden Unterdruck erreicht), wird der Betrieb der Pumpe **41** von der Steuereinheit **40** so gesteuert, dass dieser Luftdruck und die Vakuumfixierung des Ansaugrings **31** auf dem Auge des Patienten beibehalten wird.

[0049] Nach Beendigung der Fixierung der Vorrichtung betätigt der Chirurg den Fußschalter **42**, um den Motor **11** und den Motor **12** drehend anzutreiben. Die Steuereinheit **40** steuert bei Empfang des Antriebsbefehlssignals vom Fußschalter **42** den Drehantrieb des Motors **12**, um die Klinge **20** mit der Oszillationsgeschwindigkeit, die mit dem vorher beschriebenen Verfahren eingestellt wurde (oder mit der feststehenden Oszillationsgeschwindigkeit), seitlich zu schwingen. Da die Klinge **20** eine Oszillation pro einer Umdrehung der Drehwelle **15** durchläuft, kann die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20** einfach durch Verändern der Drehgeschwindigkeit des Motors **12** gesteuert werden, wobei ein Übersetzungsverhältnis

zwischen dem Antriebszahnrad **18** und dem drehenden Zahnrad **19** berücksichtigt werden muss.

[0050] In ähnlicher Weise steuert die Steuereinheit **40** den Drehantrieb des Motors **11**, um die Schneideeinrichtung **2** mit der Übersetzungsgeschwindigkeit, die mit dem oben beschriebenen Verfahren eingestellt wurde (oder mit der feststehenden Übersetzungsgeschwindigkeit) in Richtung zum Scharnier zu übersetzen oder geradlinig zu bewegen. Gleichzeitig gleitet die Drehwelle **15** in der Vorschubrichtung einstückig mit der Schneideeinrichtung **2**, während sie eine Drehbewegung durchführt, um laterale Oszillationen auf die Klinge **20** aufzubringen.

[0051] Infolge der unabhängigen Steuerung der Motoren **11** und **12**, wie oben beschrieben, schneidet die Klinge **20** allmählich die Hornhaut des Auges des Patienten ein, die nachfolgend von dem Einebnungsbereich **23** flach eingeebnet wird. Die Operation geht auf diese Weise weiter. Da kein Führungsmechanismus am Ansaugring **31** vorgesehen ist, bewegt sich die Schneideeinrichtung **2** problemlos ohne die Erzeugung von Staub oder ein Verkleben der Wimpern während dieses Eingriffs.

[0052] Wenn die Ausbildung der Klappe beendet ist, d. h. die Kante der Klinge **20** hat die Hornhaut eingeschnitten, wobei der Scharnierbereich zurückbleibt, wird der Motor **11** rückwärts gedreht, um die Schneideeinrichtung **2** zu ihrer ursprünglichen Position zurückzuführen. Für diesen Rückführungsvorgang wird nur die Drehung des Motors **12** unter Verwendung der unabhängigen Steuerung der Motoren **11** und **12** gestoppt, um dadurch die Klinge **20** von der Klappe zurückzuziehen oder zu entfernen, während die unnötige Schwingung der Klinge **20** vermieden wird. Dies verringert die Möglichkeit, dass die so ausgebildete Klappe während des Rückführungsvorgangs abgeschnitten wird.

[0053] Nachdem die Schneideeinrichtung **2** zu ihrer ursprünglichen Position zurückgeführt wurde, wird Luft in den Bereich S eingeleitet, um den Sog abzubauen, und die Vorrichtung wird entfernt. Nachfolgend wird ein refraktiver Korrekturbereich der Hornhautstroma abgetragen und unter Verwendung von Laserlicht entfernt, und dann wird die Klappe in ihre ursprüngliche Position zurückgeführt, wodurch die Operation beendet ist.

[0054] Für die Form des hinteren Bereichs **15b** der oben beschriebenen Drehwelle **15** ist es möglich, eine solche Querschnittsform zu verwenden, dass eine Vielzahl von Nuten oder dergleichen, die sich in der axialen Richtung erstrecken, vorhanden ist. Ein Gleitkeil kann an Stelle der Keilwelle verwendet werden.

[0055] Weiterhin kann ein Detektor, wie ein Sensor

44 zum Erfassen der Position der Klinge **20** in der Zustellrichtung, an Stelle der Eingabeeinrichtung **43** vorgesehen sein, so dass die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit auf der Grundlage der erfassten Position der Klinge **20** gesteuert werden kann. Da der Einschnitt an der Hornhauteinschnitt-Startposition relativ schwierig ist (d. h. in der Anfangsphase des Einschneidens der Hornhaut), kann die Steuerung zum Beispiel so durchgeführt werden, dass die Übersetzungsgeschwindigkeit in der Anfangsphase langsam ist und die Übersetzungsgeschwindigkeit dann ab einer bestimmten Position, an der der Sensor **44** erfasst, dass der Einschnitt bis zu einem gewissen Maß fortgeschritten ist, schneller wird. Weiterhin können die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20** unter Verwendung eines Umschalters **45** oder dergleichen gesteuert werden, um die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20** in einer Vielzahl von Stufen umzuschalten. Das heißt, der Chirurg kann die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge **20** unter Verwendung des Umschalters **45** in Abhängigkeit vom Fortschritt der Operation manuell verändern. Es ist offensichtlich, dass die Eingabeeinrichtung **43**, der Sensor **44** und der Umschalterschalter **45** in Kombination miteinander verwendet werden können. Zum Beispiel wird, nachdem die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit von der Eingabeeinrichtung **43** eingestellt wurden, die Position der Klinge vom Sensor **44** erfasst oder das Umschalten des Schalters **45** wird bewirkt, um die Übersetzungsgeschwindigkeit und die Oszillationsgeschwindigkeit innerhalb des zulässigen Einstellbereichs, der von der Eingabeeinrichtung **43** bestimmt wurde, zu steuern.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0056] Bezugnehmend auf [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) wird nun ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. [Fig. 6A](#) ist eine Draufsicht auf eine korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. [Fig. 6B](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A der [Fig. 6A](#) und zeigt eine schematische Darstellung eines Steuersystems. In der nachfolgenden Beschreibung und in diesen Zeichnungen bezeichnen die gleichen Bezugszeichen wie die des ersten Ausführungsbeispiels die gleichen oder funktional äquivalente Bauteile.

[0057] Eine Vorschubspindel **13** ist mit einer Drehwelle des Motors **11** gekoppelt und weist einen Gewindebereich auf, der in der Länge der geradlinigen Bewegung oder dem Schwenkbereich der Schneideinrichtung **2** entspricht. Der Motor **11** ist feststehend innerhalb des Hauptkörpers **1** vorgesehen. Ein Befestigungselement **14** ist über ein Gewinde mit der

Spindel **13** in Eingriff. Der Motor **12** sowie ein Verbindungselement **17** zum Verbinden des Motors **12** mit der Schneideinrichtung **2** sind am Befestigungselement **14** fixiert. Wenn der Motor **11** vorwärts oder rückwärts gedreht wird, bewegen sich der Motor **12** und das Verbindungselement **17** über die Spindel **13** und das Befestigungselement **14** vorwärts oder rückwärts, wodurch verursacht wird, dass sich die Schneideinrichtung **2** vorwärts oder rückwärts bewegt. Außerdem wird eine Drehwelle **15** von dem Verbindungselement **17** drehbar gehalten. Eine Exzenterwelle **16** ist auf einem distalen Ende der Drehwelle **15** an einer Position versetzt von der Drehmitte integriert, und die Exzenterwelle **16** bringt laterale Schwingungen auf die Klinge **20** auf.

[0058] Somit nutzt das zweite Ausführungsbeispiel keine Keilwelle als die Drehwelle **15** und ist so ausgelegt, dass der Motor **12** in Verbindung mit der Übersetzungsbewegung der Schneideinrichtung **2** bewegt wird. Dementsprechend wird die Last oder das Gewicht des Motors **12** auf das Befestigungselement **14** aufgebracht, und somit ist mehr Leistung für den Motor **11** erforderlich, im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel. Da jedoch das zweite Ausführungsbeispiel auf das Antriebszahnrad **18** und das drehende Zahnrad **19** verzichten kann, kann der Aufbau einfach sein, und die Kosten können im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel verringert werden.

[0059] Wie oben beschrieben kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein Einschnitt durchgeführt werden, indem die Klinge mittels einer einfachen Anordnung seitlich schwingt (bzw. lateral oszilliert), ohne dass eine Klingenzufuhreinrichtung auf dem Ansaugring vorgesehen ist. Da es außerdem möglich ist, ein Verkleben von Wimpern oder dergleichen in die Zufuhreinrichtung zu verhindern und das Verstreuen von Abrieb aufgrund der Zufuhreinrichtung und der Dreheinrichtung zu unterdrücken, kann die Operation problemlos durchgeführt werden.

[0060] Ferner kann eine zufriedenstellende Klappe gemäß dem Zustand des Auges des Patienten ausgebildet werden, indem die Übersetzung und die Oszillation der Klinge unabhängig gesteuert werden.

[0061] Weiterhin kann das Einschneiden der Hornhaut effizient und zufriedenstellend durchgeführt werden, indem die Oszillationsgeschwindigkeit und die Übersetzungsgeschwindigkeit der Klinge passend eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Korneal-chirurgische Vorrichtung zum Einschneiden einer Kornea eines Patientenauges in geschichteter Art:
mit einem Hauptkörper (**1**) mit einem Griffbereich (**1a**);

mit einem Ansaugring (31), der auf dem Hauptkörper angeordnet ist und am Patientenauge anliegt; mit einer Klinge (20) zum Einschneiden der Kornea; mit einer Schneideinrichtung (2), um die Klinge in der Weise zu halten, um laterale Oszillationen zu ermöglichen;

mit einem Verbindungselement (17), das mit der Schneideinrichtung verbunden ist und durch den Hauptkörper (1) in der Weise gehalten wird, um gradlinig beweglich zu sein;

mit einer Drehwelle (15), die durch das Verbindungselement in der Weise gehalten wird, um drehbeweglich zu sein;

mit einer Exzenterwelle (16), die auf einem distalen Ende der Drehwelle (15) an einer Position, die vom Drehmittelpunkt der Drehwelle versetzt ist, vorgesehen ist;

mit einem Oszillationsübertragungselement (22), das mit der Exzenterwelle (16) in Eingriff ist und durch die Schneideinrichtung (2) in der Weise gehalten wird, um oszillierbar zu sein;

mit einem ersten Übertragungsmotor (11), der zur gradlinigen Bewegung der Klinge in axialer Richtung der Drehwelle am Hauptkörper (1) befestigt ist;

wobei das durch die Drehwelle (15) gehaltene Verbindungselement (17) gradlinig in axialer Richtung durch die Drehbewegung des ersten Motors (11) bewegt wird, und die durch das Oszillationsübertragungselement (22) gehaltene Schneideinrichtung (2) und die Klinge (20) gradlinig in axialer Richtung auf dem Ansaugring (31) durch die gradlinige Bewegung des Verbindungselements (17) und der Drehwelle (15) bewegt werden; und

ein zweiter Schwenkmotor (12), der zum Oszillieren der Klinge (20) in lateraler Richtung, senkrecht zur axialen Richtung beweglich auf dem Hauptkörper (1) befestigt oder abgestützt ist;

wobei die durch das Verbindungselement (17) gehaltene Drehwelle (15) durch die Drehbewegung des zweiten Motors (12) gedreht wird, und das Oszillationsübertragungselement (22) und die Klinge (20), die durch die Schneideinrichtung (2) gehalten wird, in lateraler Richtung durch die Drehung der Drehwelle (15) und der Exzenterwelle (16) oszilliert werden.

2. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Drehwelle (15) eine Keilwelle (15) mit einem ersten Bereich (15a), der im Querschnitt ringförmig ist, und einem zweiten Bereich (15b), der im Querschnitt nicht ringförmig ist, umfasst.

3. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:

Steuereinrichtung (40) zum Steuern des ersten Motors, um die Klinge bei einer vorbestimmten Bewegungsgeschwindigkeit gradlinig zu bewegen, und zum Steuern des zweiten Motors, um die Klinge bei einer vorgegebenen Oszillationsgeschwindigkeit zu oszillieren.

4. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 3, die ferner folgendes aufweist:

Einstelleinrichtung zum variablen Einstellen von mindestens der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder der Oszillationsgeschwindigkeit.

5. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 4, die ferner folgendes aufweist:

Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob ein Verhältnis zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit und der Oszillationsgeschwindigkeit geeignet ist oder nicht.

6. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 5, die ferner eine Speichereinrichtung (47) zum Speichern eines relativ zulässigen Einstellbereichs der Bewegungsgeschwindigkeit und der Oszillationsgeschwindigkeit aufweist, wobei die Bestimmungseinrichtung bestimmt, ob das Verhältnis zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit und der Oszillationsgeschwindigkeit auf der Basis des in der Speichereinrichtung gespeicherten zulässigen Einstellbereichs geeignet ist oder nicht.

7. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:

Einstelleinrichtung zum variablen Einstellen von zwei Parametern, die jeweils eine Bewegungsgeschwindigkeit der Klinge und einer Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge entsprechen;

Speichereinrichtung zum Speichern eines relativ zulässigen Einstellbereichs der Bewegungsgeschwindigkeit und der Oszillationsgeschwindigkeit;

Begrenzungseinrichtung zum Begrenzen des zulässigen Einstellbereichs von einem der Parameter auf der Basis von sowohl des in der Speichereinrichtung gespeicherten zulässigen Einstellbereichs als auch des anderen der Parameter, der durch die Einstelleinrichtung eingestellt ist; und

Steuereinrichtung zum Steuern des ersten Motors und zweiten Motors auf der Basis der durch die Einstelleinrichtung eingestellten Parameter.

8. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:

Erste Einstelleinrichtung zum variablen Einstellen von zwei Parametern, die jeweils einer Bewegungsgeschwindigkeit der Klinge und einer Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge entsprechen;

Speichereinrichtung zum Speichern einer optimalen Kombination der Bewegungsgeschwindigkeit und der Oszillationsgeschwindigkeit;

Zweite Einstelleinrichtung zum Einstellen eines der Parameter auf der Basis von sowohl der in der Speichereinrichtung gespeicherten Kombination als auch des anderen der Parameter, der durch die erste Einstelleinrichtung eingestellt ist; und

Steuereinrichtung zum Steuern des ersten Motors und des zweiten Motors auf der Basis der durch die erste Einstelleinrichtung und zweite Einstelleinrich-

tung eingestellten Parameter.

9. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:
Positionserfassungseinrichtung zum Erfassen der Position der Klinge; und
Steuereinrichtung zum Steuern von mindestens einer von einer Bewegungsgeschwindigkeit der Klinge und/oder einer Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge auf der Basis der durch die Positionserfassungseinrichtung erhaltenen Positionsinformationen.

10. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:
Umschalteneinrichtung zum Umschalten von mindestens einer von einer Bewegungsgeschwindigkeit der Klinge und/oder einer Oszillationsgeschwindigkeit der Klinge in Verbindung mit dem Grad des Fortschreitens der chirurgischen Operation.

11. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner folgendes aufweist:
Ansaugeneinrichtung zum Ansaugen von Luft in einen Zwischenraum, der zwischen dem Ansaugring und dem Patientenauge gebildet wird, um den Ansaugring auf dem Patientenauge zu fixieren;
Druckerfassungseinrichtung zum Erfassen des Luftdrucks, der infolge der Ansaugung durch die Ansaugeneinrichtung variiert; und
Steuereinrichtung zum Steuern von mindestens des ersten Motors und/oder zweiten Motors auf der Basis der durch die Druckerfassungseinrichtung erfassten Druckinformationen.

12. Korneal-chirurgische Vorrichtung gemäß Anspruch 11, die ferner folgendes aufweist:
Ansaugsteuereinrichtung zum Steuern der Ansaugeneinrichtung auf der Basis der durch die Druckerfassungseinrichtung erfassten Druckinformationen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

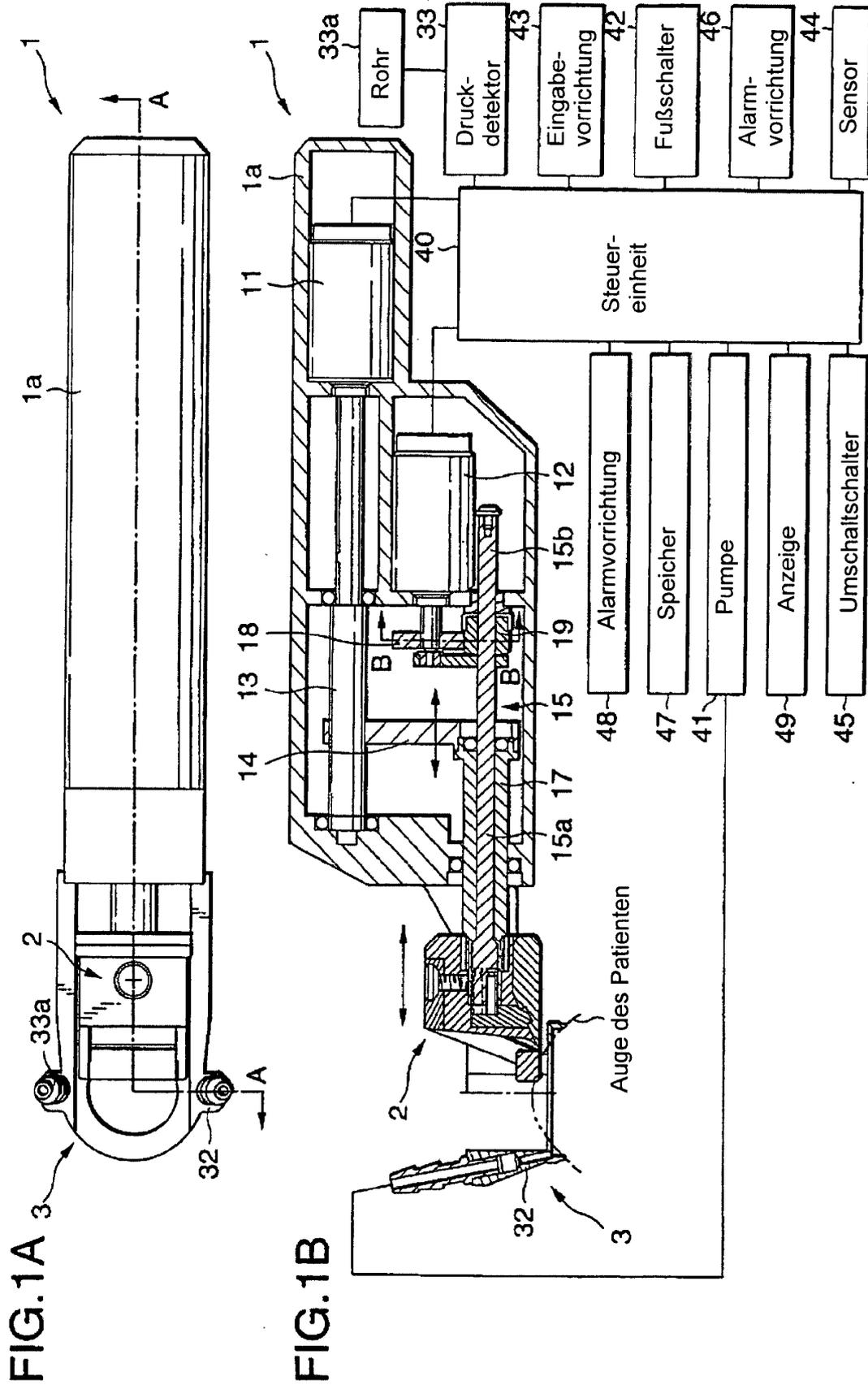


FIG.2

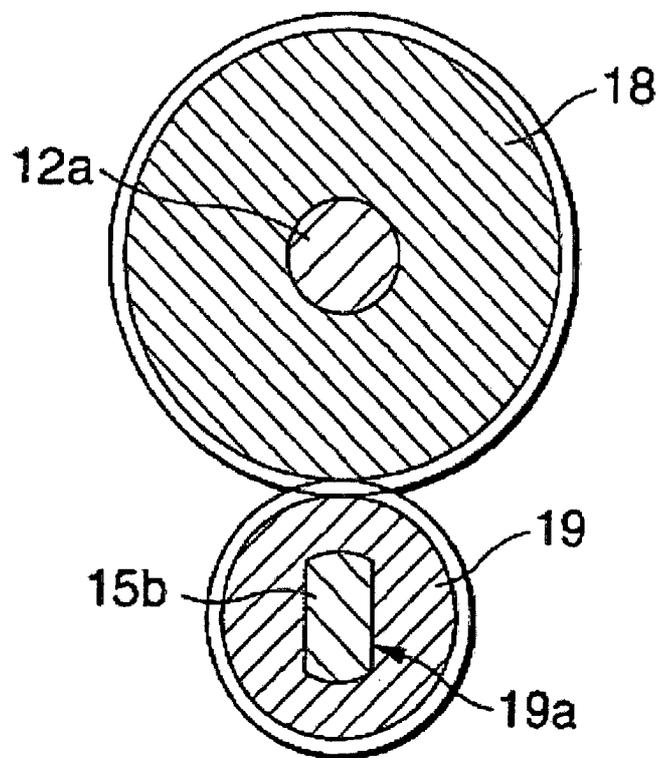


FIG.3A

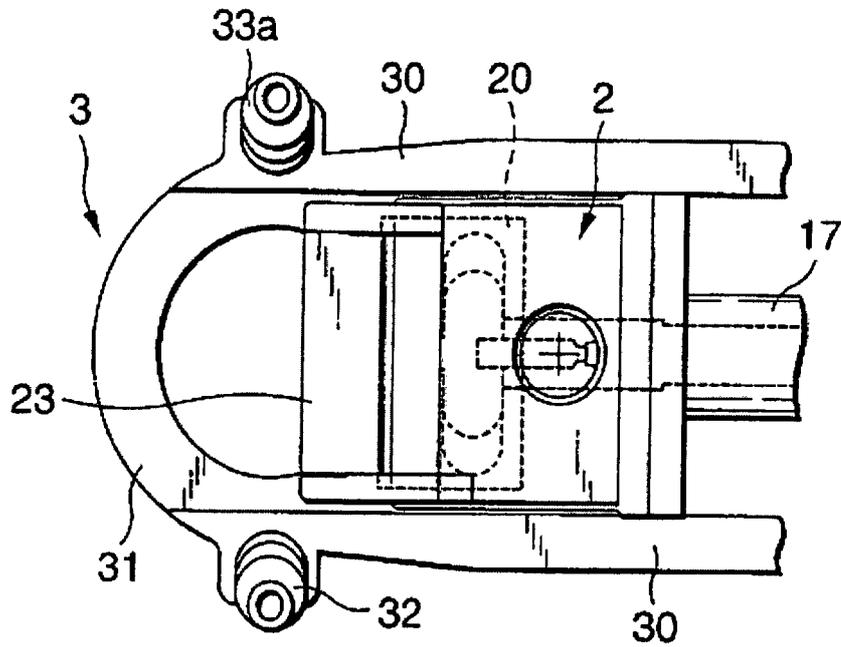


FIG.3B

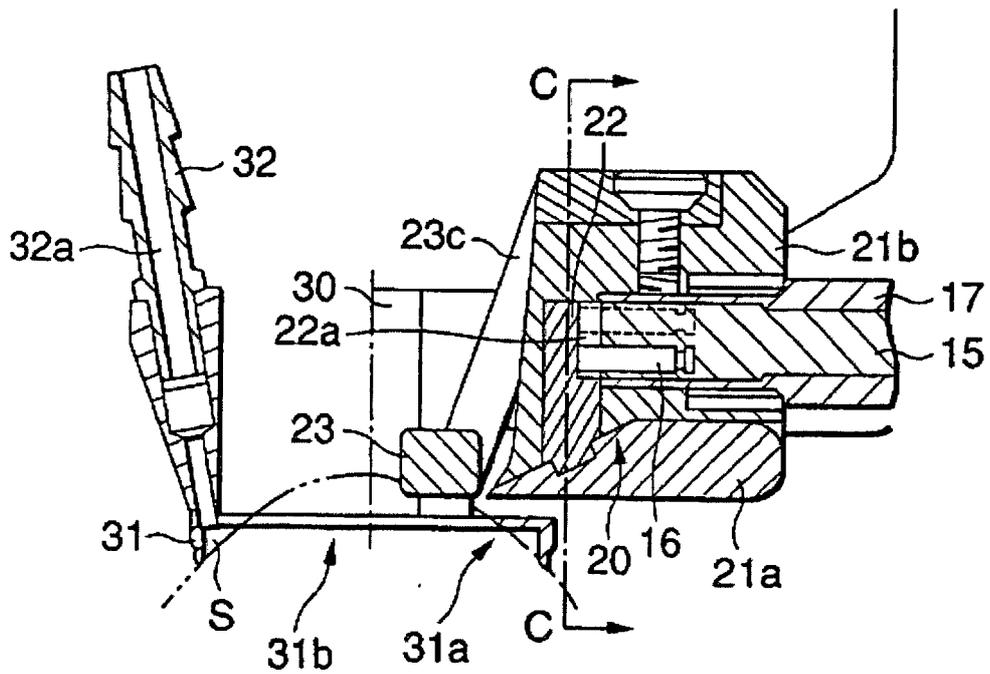


FIG.4

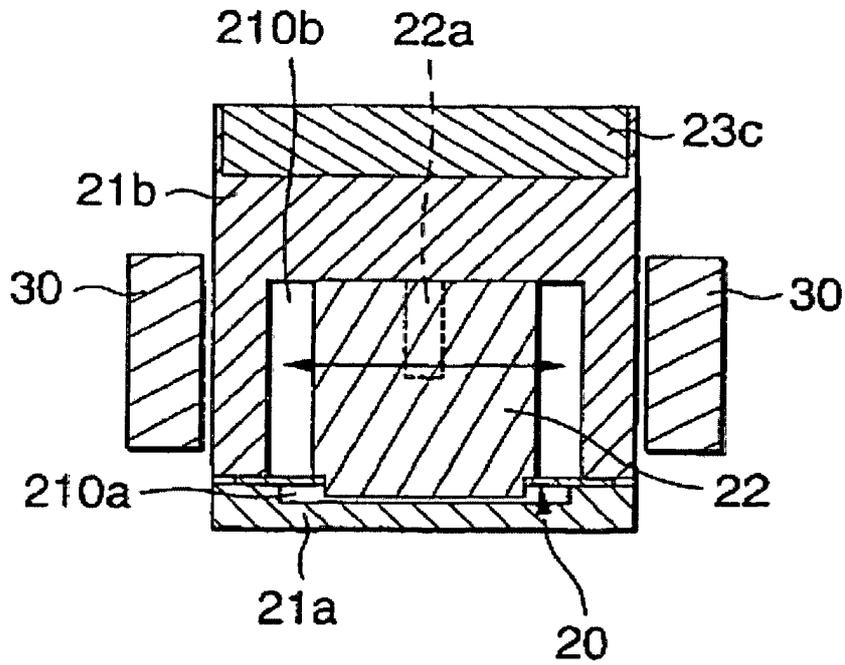


FIG.5

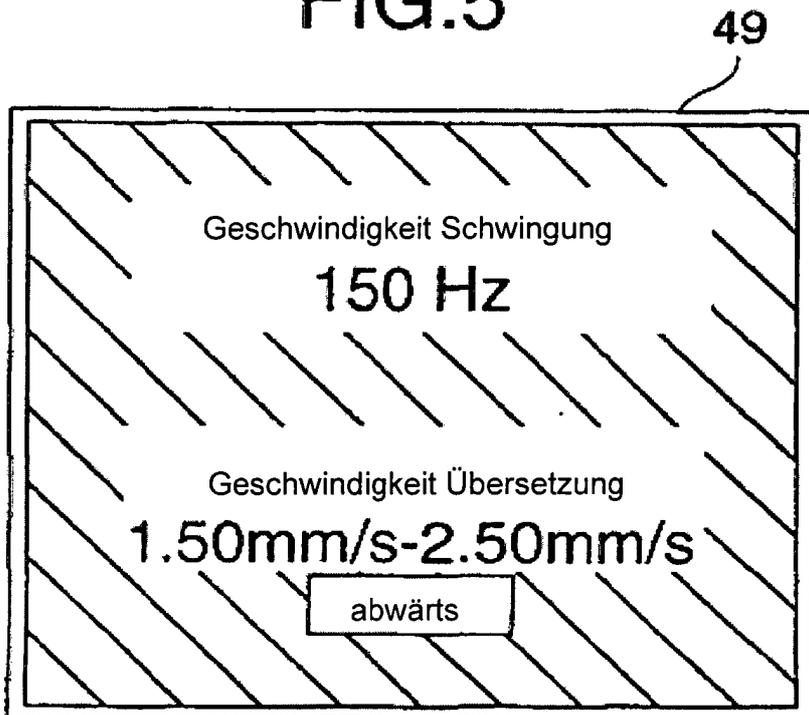


FIG.6A

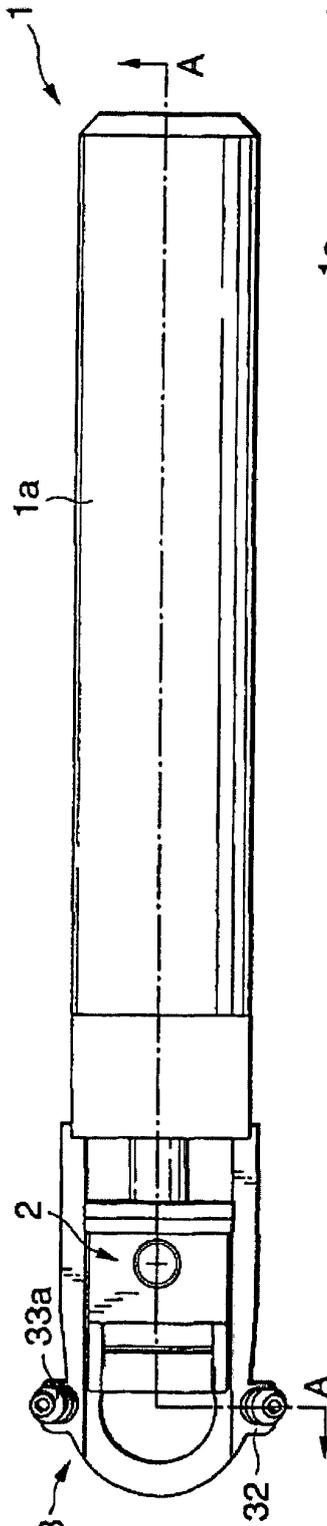


FIG.6B

