



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 26 874.6**

(51) Int Cl.: **G02B 21/06 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: **12.06.2002**

A61B 90/00 (2016.01)

(43) Offenlegungstag: **02.01.2003**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.03.2017**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

01-178299 13.06.2001 JP
02-85092 26.03.2002 JP

(72) Erfinder:

Horiguchi, Masayuki, Nagoya, Aichi, JP; Kitajima, Nobuaki, Tokio/Tokyo, JP; Kanazawa, Noriaki, Tokio/Tokyo, JP

(62) Teilung in:

102 62 323.6

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	35 28 356	A1
DE	197 39 428	A1
DE	33 82 753	T2
DE	691 16 818	T2
US	57 13 047	A
US	58 01 807	A
WO	91/15 150	A1

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

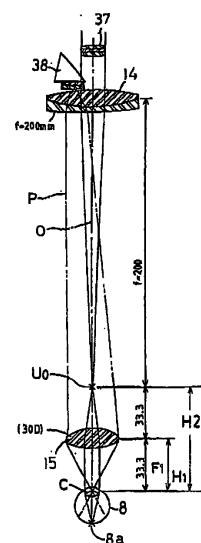
(74) Vertreter:

**Pfenning, Meinig & Partner mbB Patentanwälte,
80339 München, DE**

(54) Bezeichnung: **Operationsmikroskop**

(57) Hauptanspruch: Operationsmikroskop, welches aufweist:

ein Objektivkörperrohr (20);
ein derart in dem Objektivkörperrohr (20) vorgesehenes Objektiv (14), dass es einem zu operierenden Auge (8) gegenüberliegt;
ein Okular (30) zum Beobachten des Auges (8) über das Objektiv (14);
eine zwischen dem Objektiv (14) und dem Auge (8) angeordnete Frontlinse (15) zum Sammeln von Beleuchtungslicht und zum Leiten des gesammelten Lichts innerhalb des Auges (8); und
eine in einen optischen Pfad (0) zwischen der Frontlinse (15) und dem Objektiv (14) einführbare Konvexlinse (51);
dadurch gekennzeichnet,
dass die Konvexlinse (51) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Einführungsteils (16) eines Operationsinstruments (11), das in das Auge (8) eingeführt ist, über die Frontlinse (15) und die Konvexlinse (51) beobachtbar ist, wobei das Bild auf eine vorhergehende Brennpunktposition des Objektivs (14) fokussiert ist, und,
wenn die Konvexlinse (51) aus dem optischen Pfad (0) zurückgezogen ist, die Frontlinse (15) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Augenhintergrundes, der auf der vorhergehenden Brennpunktposition des Objektivs (14) abgebildet ist, beobachtbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Operationsmikroskop, mit welchem eine Operation innerhalb eines Auges durchgeführt wird durch Betrachten einer Okulars in einem Zustand der Einführung von gesammeltem Beleuchtungslicht in das operierte Auge und Beleuchten innerhalb des operierten Auges mit dem gesammelten Beleuchtungslicht durch eine Frontlinse, die sich zwischen dem operierten Auge und einer vorhergehenden Brennpunktposition eines Objektivs befindet.

[0002] DE 35 28 365 A1 beschreibt ein Operationsmikroskop mit einem Hauptobjektiv, vor dem ein ophthalmoskopisches Objektiv angeordnet ist, das jede zwischen Hornhaut und Fundus liegende Ebene des Auges in eine Zwischenbildebene abbildet. Ein Beleuchtungsstrahlengang beleuchtet das Innere des Patientenauges. Für einen Arbeitsbereich des Operationsmikroskops von der hinteren Fläche der Augenlinse bis zum Fundus ist das Ophthalmoskopobjektiv ein Abstand der Brennweite des Hauptobjektivs positioniert.

[0003] Aus der DE 33 827 53 T2 sind Linsen für eine indirekte Ophthalmoskopie zur Verwendung bei der Untersuchung eines Auges eines Patienten bekannt, deren Brechkraft innerhalb eines 30 D und 50 D einschließenden Bereichs liegt, wobei das Produkt aus Durchmesser der Linse und Brechkraft nicht oberhalb von 1 liegt.

[0004] WO 91/15150 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Beobachten eines Auges mit einem Mikroskop mit Objektive, wobei eine Linse und weitere optische Elemente über einem Haltearm und einem Befestigungsteil an dem Mikroskop befestigt sind. Die Linse und die weiteren optischen Elemente sind vertikal zu dem Mikroskop bewegbar und aus dem Stahlengang des Mikroskops heraus schwenkbar angeordnet.

[0005] Bisher war außerdem ein Operationsmikroskop bekannt, z. B. ein Operationsstereomikroskop mit der in **Fig. 1** gezeigten Konfiguration.

[0006] In **Fig. 1** bezeichnet die Zahl **1** einen Pfosten, die Zahl **2** einen ersten Arm, die Zahl **3** einen zweiten Arm, die Zahl **4** eine X-Y-Mikrobewegungsvorrichtung, die Zahl **5** ein Operationsmikroskop (das auch als Mikroskopvorrichtung bezeichnet wird), die Zahl **6** ein Hilfsmikroskop, die Zahl **7** einen Fußschalter und die Zahl **8** ein Auge oder operiertes Auge. Herkömmlich bewirkt, wenn eine Operation an dem Auge **8** durchgeführt wird, ein Operateur einen Kontakt zwischen einer Kontaktlinse **9** und der Hornhaut C des operierten Auges **8**, wie in **Fig. 2** in vergrößertem Zustand gezeigt ist.

[0007] Als Nächstes führt der Operateur eine Lichtführung **10** für die Beleuchtung innerhalb des Auges in das Auge ein und führt die Operation mittels eines Operationsinstruments **11** wie einem Schneidgerät durch, wobei er ein Okular in dem Mikroskop betrachtet. Es ist darauf hinzuweisen, dass in **Fig. 2** mit der Zahl **12** die Linse des Auges und mit der Zahl **13** der Glaskörper des Auges bezeichnet sind.

[0008] Bei dem herkömmlichen Operationsmikroskop muss der Operateur die Operation durchführen, während er die Lichtführung **10** in einer Hand hält. Demgemäß ist es sehr schwierig, eine feine Operation durchzuführen. So ist es wünschenswert, eine Operation durchzuführen, bei der der Operateur die Operationsinstrumente **11** in beiden Händen hält (z. B. eine Pinzette in einer Hand und ein Schneidgerät in der anderen Hand).

[0009] Als eine Folge kann, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, eine Frontlinse **15** in einem Frontbereich des operierten Auges **8** zwischen einem in einem Objektivkörperrohr des Mikroskops vorgesehenen Objektivs **14** und dem operierten Auge **8** angeordnet sein. Die Innenseite des operierten Auges **8** wird auch durch die Frontlinse **15** beleuchtet.

[0010] Das Operationsmikroskop mit einer derartigen Konstruktion ist für den Operateur vorteilhaft.

[0011] Wenn die Frontlinse **15** zwischen dem Objektiv **14** und dem operierten Auge **8** angeordnet ist, sind jedoch die folgenden Probleme zu berücksichtigen.

[0012] Wenn z. B. die Brennweite F1 der Frontlinse **15** zu lang ist, da der Abstand von dem Okular des Mikroskops zu dem operierten Auge **8** lang ist, ist es für den Operateur schwierig, die Operation durchzuführen.

[0013] Wenn demgegenüber die Brennweite F der Frontlinse **15** zu kurz ist, kann die Frontlinse in Kontakt mit dem operierten Auge **8** gelangen.

[0014] Auch wenn das operierte Auge **8** während einer Operation mit physiologischer Salzlösung gewaschen wird, besteht das Problem, dass die Salzlösung durch eine Streuung an der Frontlinse **15** haftet.

[0015] Weiterhin ist, wenn der Durchmesser der Frontlinse **15** zu groß ist, durch den störenden Einfluss der Frontlinse der Abstand zwischen den Operationsinstrumenten **11** groß. In diesem Fall besteht eine Unbequemlichkeit dahingehend, dass es schwierig ist, eine Operation mit den Operationsinstrumenten **11** in beiden Händen durchzuführen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Bezugszahl **16** ein oder mehrere Einführungsteile für die Einführung des oder der Operationsinstrumente **11** in das Auge durch das Teil hindurch bezeichnet.

[0016] Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der vorstehend beschriebenen Umstände gemacht. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Operationsmikroskop zu schaffen, mit welchem eine Operation bevorzugt durchgeführt werden kann, indem das Innere des operierten Auges durch Beleuchtungsmittel des Mikroskops beleuchtet wird und Operationsinstrumente in beiden Händen gehalten werden in einem Zustand der Anordnung einer Frontlinse in einem Frontbereich des operierten Auges.

[0017] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0018] Das Operationsmikroskop kann ein Objektiv enthaltend eine vorhergehende Brennpunktposition, eine zwischen der vorhergehenden Brennpunktposition des Objektivs und einem zu operierenden Auge angeordnete Frontlinse, ein Beleuchtungslicht für die Beleuchtung innerhalb des zu operierenden Auges und ein Okular aufweisen. Die Frontlinse sammelt das Beleuchtungslicht und leitet das gesammelte Licht in das operierte Auge, um das Innere des Auges zu beleuchten, und hierdurch ist das Mikroskop in der Lage, eine Operation innerhalb des Auges durch das Okular durchzuführen. Die Brechkraft der Frontlinse ist innerhalb des Bereichs von 30 D bis 50 D.

[0019] Es ist erwünscht, dass in dem Mikroskop, wenn die Brechkraft der Frontlinse gleich D und der Durchmesser der Frontlinse gleich Φ sind, der Durchmesser so gewählt ist, dass $\Phi \times D$ innerhalb eines Bereichs von 0,8 bis 1,0 ist.

[0020] Das Operationsmikroskop kann außerdem umfassen: eine zwischen einem operierten Auge und einer vorhergehenden Brennpunktposition eines Objektivs angeordnete Frontlinse, einen bewegbaren Halteam, an welchem die Frontlinse vorgesehen ist, ein Objektivkörperrohr zum Halten des Objektivs, ein Gleitstück, an dem das Objektivkörperrohr befestigt ist, um eine Auf- und Abwärtsbewegung des Objektivkörperrohrs entlang einer optischen Achse zu bewirken, und einen Körperbereich zum gleitenden Halten des Gleitstücks.

[0021] Ein Basisbereich des Halteam ist auf dem Körperbereich vorgesehen.

[0022] Es ist wünschenswert, dass in dem Operationsmikroskop die Frontlinse in einer Mikrobewegung entsprechend der Auf- und Abwärtsbewegung des Objektivkörperrohrs auf- und abwärts bewegt wird.

[0023] Das Operationsmikroskop kann derart ausgebildet sein, dass es aufweist: ein Objektiv mit einer vorhergehenden Brennpunktposition, eine zwischen einem zu operierenden Auge und der vorhergehenden

den Brennpunktposition des Objektivs angeordnete Frontlinse, einen Halteam, auf welchem die Frontlinse vorgesehen ist, und ein drehbar auf dem Halteam vorgesehenes Prisma für die Beobachtung eines peripheren Bereichs des Augenhintergrundes.

[0024] Das Operationsmikroskop kann außerdem aufweisen: ein Objektivkörperrohr, eine in dem Objektivkörperrohr vorgesehenes Objektiv, das einem zu operierenden Auge gegenüberliegt, eine zwischen dem Objektiv und dem operierten Auge angeordnete Frontlinse, um Beleuchtungslicht zu sammeln und das gesammelte Licht in das Auge für die Beleuchtung des Inneren des Auges zu leiten, und einen bewegbar an dem Objektivkörperrohr vorgesehenen Halteam zum Halten der Frontlinse.

[0025] Der Halteam positioniert die Frontlinse, um sie in den und aus dem optischen Pfad zwischen dem operierten Auge und dem Objektiv zu bewegen.

[0026] Es ist wünschenswert, dass in dem Operationsmikroskop die Brechkraft der Frontlinse innerhalb des Bereichs von 30 D bis 50 D ist.

[0027] Es ist auch wünschenswert, dass der Durchmesser Φ der Frontlinse so gewählt ist, dass, wenn die Brechkraft der Frontlinse gleich D ist, $\Phi \times D$ innerhalb des Bereichs von 0,8 bis 1,0 ist.

[0028] Es ist weiterhin wünschenswert, dass das Operationsmikroskop einen Grobbewegungsmechanismus und einen Mikrobewegungsmechanismus für die Auf- und Abwärtsbewegung des Halteam aufweist.

[0029] Mit dem Operationsmikroskop nach der Erfindung ist es möglich, eine Operation durchzuführen, bei der die Operationsinstrumente in beiden Händen gehalten werden, wobei die Frontlinse vor dem operierten Auge angeordnet ist und das Innere des Auges beleuchtet.

[0030] Mit dem Mikrobewegungs- und dem Grobbewegungsmechanismus zum Auf- und Abwärtsbewegen des Halteam ist es möglich, das Innere des Auges in einem fokussierten Zustand über einem weiten Bereich von dem Hintergrund bis in die Nachbarschaft des Linsenkörpers zu beobachten.

[0031] Zusätzlich hat das Operationsmikroskop eine solche Konfiguration, dass ein Lupenhaltemechanismus an dem Halteam vorgesehen ist. Der Lupenhaltemechanismus hält eine Konvexlinse, um das Einführungsteil des Operationsinstruments an dem operierten Auge zu beobachten, um die Konvexlinse in den und aus dem optischen Pfad zwischen der Frontlinse und dem Objektiv zu bewegen.

[0032] Mit einer derartigen Konfiguration ist es möglich, die Konvexlinse in dem optischen Pfad zwischen der Frontlinse und dem Objektiv einzuführen und das Einführungsteil für das Operationsinstrument in einem fokussierten Zustand zu beobachten. Die Konvexlinse kann aus dem optischen Pfad herausgenommen werden, wenn das Innere des Auges beobachtet wird. Das Einführungsteil kann in einem stabilen Zustand beobachtet werden.

[0033] Die Konvexlinse ist relativ zu dem Haltearm auf- und abwärts bewegbar, um eine Beobachtung des Einführungsteils in einem fokussierten Zustand zu ermöglichen, obgleich selbst der andere Bereich als der Hintergrund beobachtet wird.

[0034] Schließlich kann das Operationsmikroskop umfassen: ein optisches Beleuchtungssystem zum Leiten eines Beleuchtungslights zu einem zu operierenden Auge, ein Objektkörperrohr, ein an dem Objektkörperrohr vorgesehenes Objektiv gegenüber dem Auge, ein Paar von optischen Beobachtungssystemen, die sich an den entgegengesetzten Seiten einer optischen Achse des Objektivs befinden, für die Beobachtung des operierten Auges, und eine zwischen dem Objektiv und dem operierten Auge angeordnete Frontlinse, um das Beleuchtungslight zu sammeln und das gesammelte Licht in das Innere des Auges für dessen Beleuchtung zu leiten.

[0035] Das optische Beleuchtungssystem ist mit einer Schlitzplatte versehen, die ein Schlitzloch zum Umwandeln des Beleuchtungslights in ein Schlitzbeleuchtungslight aufweist. Das Schlitzloch erstreckt sich in einer zu der optischen Achse des optischen Beleuchtungssystems senkrechten Richtung.

[0036] Ein auf dem Augengrund fokussiertes Bild des Schlitzlochs ist parallel zu einer Ebene, die beide Achsen der optischen Beobachtungssysteme enthält. Die Schlitzplatte in einer Richtung senkrecht zu der optischen Achse des optischen Beleuchtungssystems bewegbar, um das Schlitzbeleuchtungslight so zu bewegen, dass es sich der optischen Achse des Objektivs annähert oder von dieser entfernt.

[0037] Das auf einer hinteren Oberfläche des Linsenkörpers reflektierte Licht trifft somit nicht in das optische Beobachtungssystem ein, so dass eine Blendung verhindert wird.

[0038] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0039] **Fig. 1** den schematischen Aufbau eines herkömmlichen Operationsmikroskops;

[0040] **Fig. 2** einen Fall der Durchführung einer Operation innerhalb eines Auges mit einer Lichtführung

in einer Hand und einem Operationsinstrument in der anderen Hand;

[0041] **Fig. 3** einen Fall der Durchführung der Operation innerhalb des Auges mit Operationsinstrumenten in beiden Händen;

[0042] **Fig. 4** die schematische Ausbildung eines Operationsmikroskops gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0043] **Fig. 5** eine teilweise vergrößerte perspektivische Ansicht des in **Fig. 4** gezeigten Objektkörperrohres;

[0044] **Fig. 6(a)** die optische Beziehung zwischen einem in den Objektkörperrohr vorgesehenen Objektiv und einer Frontlinse, wobei die Frontlinse eine Brennweite F von 33,3 mm und einen Durchmesser Φ von 33,3 mm hat;

[0045] **Fig. 6(b)** die optische Beziehung zwischen dem Objektiv und der Frontlinse, wobei die Frontlinse eine Brennweite F von 20 mm und einen Durchmesser Φ von 20 mm hat;

[0046] **Fig. 7** schematisch die innere Ausbildung wie in **Fig. 4** gezeigt;

[0047] **Fig. 8** die Vorderansicht der räumlichen Beziehung des Objektkörperrohres und eines in **Fig. 5** gezeigten Haltearms;

[0048] **Fig. 9** die Frontlinse in einem herausbewegte Zustand, wie in **Fig. 4** gezeigt ist;

[0049] **Fig. 10(a)** ein Bild eines durch ein Okular zu operierenden Auges, wenn die Frontlinse sich in einem Vorwärtsbereich des operierten Auges befindet oder nicht befindet, worin der Vorwärtsbereich des operierten Auges durch Berühren einer Kontaktlinse mit dem operierten Auge beobachtet wird;

[0050] **Fig. 10(b)** ist eine Ansicht ähnlich der in **Fig. 10(a)**, welche zeigt, wie ein Bild des Auges zu betrachten ist, wenn sich die Frontlinse in dem Frontbereich des operierten Auges befindet;

[0051] **Fig. 10(c)** eine Ansicht ähnlich der in **Fig. 10(a)**, welche zeigt, wie ein Bild des operierten Auges zu betrachten ist, wenn eine Linseneinheit verwendet wird;

[0052] **Fig. 11** ein Musterdiagramm zum Erläutern einer fokussierten Position eines Teils des Glaskörpers unterschiedlich von der Netzhaut des operierten Auges in einer modifizierten Ausführungsform des Beispiels 1;

[0053] **Fig.** 12 ein Musterdiagramm zum Erläutern einer fokussierten Position der Netzhaut des operierten Auges, wenn ein Gas oder Luft in das Auge gefüllt wird durch Entfernen des Glaskörpers des operierten Auges in einer modifizierten Ausführungsform des Ausführungsbeispiels 1;

[0054] **Fig.** 13 ein Beispiel eines an dem Objektivkörperrohr in dem Mikroskop vorgesehenen Grobbewegungsmechanismus, wie in **Fig.** 5 gezeigt ist, um den in **Fig.** 11 gezeigten Teil zu beobachten;

[0055] **Fig.** 14 eine Schnittansicht, die die Beziehung eines rechteckigen Blockes und einer Gleitplatte bei dem in **Fig.** 13 gezeigten Grobbewegungsmechanismus wiedergibt;

[0056] **Fig.** 15 eine perspektivische Ansicht einer Konfiguration des Objektivkörperrohrs nach dem Ausführungsbeispiel 2;

[0057] **Fig.** 16(a) eine erläuternde Ansicht, die einen Zustand der Überlappung eines Bildes einer beobachteten Pupille in einem Beobachtungssystem mit einem Bild einer beleuchtenden Pupille in einem Beleuchtungssystem zeigt;

[0058] **Fig.** 16(b) eine erläuternde Ansicht ähnlich der in **Fig.** 16(a), die einen Zustand der Trennung der beobachtenden Pupille von der beleuchtenden Pupille zeigt;

[0059] **Fig.** 17 eine perspektivische Ansicht des Objektivkörperrohrs, die eine Konfiguration zeigt, bei der ein linearer Motor an einem Stabarm befestigt ist und die Frontlinse mikroinstellbar ist, wie in **Fig.** 15 gezeigt ist;

[0060] **Fig.** 18 ein Musterdiagramm, das den Zustand der Einführung einer Lupe vor der Frontlinse bei der Beobachtung eines Einführungsteils eines Operationsinstruments bei einem Ausführungsbeispiel 3 zeigt;

[0061] **Fig.** 19 ein Musterdiagramm, das eine fokussierte Position des Einführungsteils des Operationsinstruments zeigt, wenn keine Lupe eingefügt ist und der Hintergrund des operierten Auges beobachtet wird;

[0062] **Fig.** 20 ein Musterdiagramm, das den Zustand der Übereinstimmung der fokussierten Position des Einführungsteils mit dem Hintergrund zeigt, wenn der Hintergrund beobachtet wird und die Lupe eingelegt ist;

[0063] **Fig.** 21 ein Musterdiagramm, das eine fokussierte Position des Einführungsteils des Operationsinstruments zeigt, wenn der Glaskörper beobachtet wird und keine Lupe eingefügt ist;

[0064] **Fig.** 22 ist eine Ansicht, die den Zustand der Übereinstimmung der fokussierten Position des Einführungsteils des Operationsinstruments mit dem Glaskörper zeigt, wenn der Glaskörper beobachtet wird, keine Lupe eingefügt ist und der Abstand zwischen der Lupe und der Frontlinse geändert wird;

[0065] **Fig.** 23 ist eine perspektivische Ansicht, die die Konfiguration des Objektivkörperrohrs gemäß einem Ausführungsbeispiel 3 zeigt;

[0066] **Fig.** 24 eine erläuternde vergrößerte Teilanansicht eines Lupenhaltemechanismus gemäß **Fig.** 23;

[0067] **Fig.** 25 eine Ansicht, die die Konfiguration eines optischen Systems eines Operationsmikroskops gemäß einem Ausführungsbeispiel 4 zeigt;

[0068] **Fig.** 26 eine Längsschnittansicht des operierten Auges, die einen Zustand zeigt, in welchem eine Bioflüssigkeit in das Auge gefüllt ist;

[0069] **Fig.** 27 eine Längsschnittansicht des operierten Auges, die einen Zustand zeigt, in welchem der Glaskörper entfernt und Luft in das Auge gefüllt ist;

[0070] **Fig.** 28 eine Längsschnittansicht des operierten Auges, die einen Zustand zeigt, in welchem der Hintergrund des operierten Auges mit Schlitzbeleuchtungslicht beleuchtet ist;

[0071] **Fig.** 29 eine erläuternde Ansicht, die die Positionsbeziehung eines projizierten Bildes eines Schlitzloches und beider Achsen eines Paares von optischen Beobachtungssystemen zeigt; und

[0072] **Fig.** 30 eine Schnittansicht, die eine Konfiguration eines Frontlinsenbereichs gemäß einem Ausführungsbeispiel 5 zeigt.

(Ausführungsbeispiel 1)

[0073] In **Fig.** 4 sind die identischen Elemente mit denen des in **Fig.** 1 gezeigten Mikroskops nach dem Stand der Technik mit denselben Bezugszahlen versehen.

[0074] Ein Mikroskop **5** für einen Operateur weist ein Objektivkörperrohr **20**, einen Inverterbereich **21** und einen Halteam **22** auf, wie in **Fig.** 4 gezeigt ist.

[0075] **Fig.** 5 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht des Objektivkörperrohrs **20**.

[0076] Das Objektivkörperrohr **20** ist mit einem Objektiv **14**, das in **Fig.** 6 gezeigt ist, versehen. Der Inverterbereich **21** ist mit einer Linseneinheit **21A** zum Umwandeln eines invertierten Bildes, das in beiden Richtungen seitenverkehrt ist, in ein aufrechtes Bild versehen, wie in **Fig.** 7 gezeigt ist.

[0077] Ein in der Japanischen Patentveröffentlichung Nr. Hei 7 (1995)/48091 offenbartes optisches System kann als ein optisches System der Linseneinheit **21A** zur Bildung des Inverterbereichs **21** verwendet werden. Die Linseneinheit **21A** wird entlang Gleitschienen **21B** hin- und herbewegt, und in den optischen Pfad des Objektivs **14** durch einen Hebel **21C** eingefügt und aus diesem herausbewegt.

[0078] Das vordere Ende des Haltearms **22** ist mit einer Halteplatte **23** versehen, an welchem eine Frontlinse **15** angeordnet ist. Das Objektkörperrohr **20** ist mit einem festen Träger **24** versehen, an welchem eine geschwenkte Stange **25** befestigt ist.

[0079] Eine Stützwelle **26** ist an der geschwenkten Stange **25** befestigt. Ein Stützträger **27** ist an der Stützwelle **26** mittels einer befestigten Schraube **28** befestigt. Der Stützträger **27** hat einen Halterahmenbereich **29**, der eine untere Platte **30** und eine obere Platte **31** aufweist.

[0080] Ein Mikrobewegungs-Einstellknopf **31'** ist an der unteren Platte **30** befestigt. Eine sich nach oben und nach unten erstreckende gedrehte Schraube **32** ist zwischen der unteren und der oberen Platte **30** und **31** vorgesehen. Die gedrehte Schraube **32** ist mit einer bewegbaren Platte **33** versehen.

[0081] Der Haltearm **22** ist in eine Klammerform gebogen. Der andere Endbereich des Haltearms **22** ist in ein Durchgangsloch eingeführt, das in dem Stützträger **27** ausgebildet ist.

[0082] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, hat die bewegbare Platte **33** einen Armbereich **34**, der in Eingriff mit dem Haltearm **22** ist. Die bewegbare Platte **33** ist aufwärts und abwärts bewegbar durch Einstellung des Mikrobewegungs-Einstellknopfes **31'**, um eine Mikrobewegung für den Haltearm **22** in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung einzustellen.

[0083] Der Stützträger ist ebenfalls mit einem Schwenkhebel **35** versehen. Der Haltearm **22** kann um die gedrehte Stange **25** mittels des Schwenkhebels **35** gedreht werden. Wenn z. B. der Operateur einen vorderen Augenbereich des operierten Auges **8** zu beobachten wünscht und eine Operation durch Verwendung der Kontaktlinse **9** durchgeführt wird, wird der Haltearm **22** in einen hochstehenden Zustand bewegt und kann von einem Vorwärtsbereich des operierten Auges **8** weg bewegt werden.

[0084] Die Bezugszahl **36** bezeichnet eine Schraubenfeder zum Halten des Haltearms **22** in dem hochstehenden und Verwendungszustand.

[0085] In dem Objektkörperrohr **20** ist ein Paar von Zoomlinsen **37** vorgesehen, die sich in symmetrischen Positionen mit Bezug auf die optische Achse **O**

des Objektivs **14** befinden, sowie ein Beleuchtungsprisma **38**, das gegenüber der optischen Achse **O** vorgespannt ist.

[0086] Eine vorhergehende Brennweite **f** des Objektivs **14** beträgt beispielsweise 200 mm. Die Frontlinse hat eine Brennweite **F** von mehr als 20 mm und weniger als 33,3 mm, mit anderen Worten, sie hat eine Brechkraft (inverser Wert der Brennweite **F**) in einem Bereich von 30 D (Dioptrien) bis 50 D.

[0087] Die Frontlinse **15** befindet sich in einem Abstand **H1** von dem Scheitelpunkt der Hornhaut, wie in **Fig. 6(a)** gezeigt ist. Eine dahinter liegende Fokusposition der Frontlinse **15** befindet sich in einem Abstand **H2** von dem Scheitelpunkt der Hornhaut **C**.

[0088] Beleuchtungslicht **T** wird von einer Lichtquelle (nicht gezeigt) emittiert und mittels des Objektivs **14** in einen Diffusionsstrahl umgebildet, wie in **Fig. 6** gezeigt ist. Danach wird das Beleuchtungslicht **P** durch die Frontlinse **15** in einen konvergenten Strahl geformt.

[0089] Der konvergente Strahl wird durch die Hornhaut des operierten Auges **8** in das Innere des Auges geleitet, um das Innere des Auges zu beleuchten.

[0090] Einmal an dem Inneren des Auges reflektiertes Licht bildet ein Luftbild nahe der vorhergehenden Fokusposition **u0** des Objektivs **14** durch die Frontlinse **15**.

[0091] Danach wird das reflektierte Licht zu dem in **Fig. 4** gezeigten Okular **30** durch das Objektiv **14**, die Zoomlinsen **37** und den Inverterbereich **21** geleitet, um hierdurch dem Operateur zu ermöglichen, das Innere des Auges durch Betrachten des Okulars **30** zu betrachten.

[0092] Die **Fig. 6(a)** und **(b)** zeigen eine relative Positionsbeziehung des Objektivs **14**, der Frontlinse **15** und des operierten Auges **8** bei der Beobachtung der Netzhaut **8a** in dem Zustand der Übereinstimmung der dahinter liegenden Fokusposition der Frontlinse **15** mit der vorhergehenden Fokusposition **u0** des Objektivs **14** und der Fokussierung auf der Netzhaut **8a** des operierten Auges **8**.

[0093] Wenn das Innere des Auges durch das Okular **30** beobachtet wird, wobei die Kontaktlinse **9** mit dem operierten Auge **8** in Kontakt ist, kann das aufrechte Bild **S1** des Hintergrundes beobachtet werden, wie in **Fig. 10(a)** gezeigt ist. Wenn die Frontlinse **15** sich in einem vorderen Bereich des operierten Auges **8** befindet und das Innere des Auges durch die Frontlinse **15** beobachtet wird, kann das invertierte Bild **S2**, das in zwei zueinander senkrechten Richtungen invertiert ist, wie in **Fig. 10(b)** gezeigt, beobachtet werden.

[0094] Demgemäß kann, wenn die Linseneinheit **21A** in dem optischen Pfad des Objektivs **14** durch Betätigung des Hebels **21C** eingefügt ist, das aufrechte Bild **S1** durch die Frontlinse **15** beobachtet werden, wie in **Fig. 10(c)** gezeigt ist.

[0095] Die Bezugszahl **15a** bezeichnet eine Kante der Frontlinse **15**. Ein Bild des operierten Auges **8** kann an der Außenseite der Frontlinse **15** durch das Objektiv **14** betrachtet werden.

[0096] In **Fig. 10(b)** wird das aufrechte Bild **S1'** des vorderen Bereichs des operierten Auges **8** beobachtet. In **Fig. 10(c)** wird das invertierte Bild **S2'** des vorderen Bereichs des operierten Auges **8** beobachtet.

[0097] Es ist festzustellen, dass bei dem Ausführungsbeispiel **Fig. 10** zeigt, wie ein rückseitiger Endbereich des Operationsinstrumentes **11** betrachtet wird, das durch das Objektiv **14** an der Außenseite der Frontlinse **15** betrachtet werden kann.

[0098] Die Gründe dafür, dass die Brechkraft (inverser Wert der Brennweite F) der Frontlinse **15** mehr als 30 D beträgt, sind die folgenden.

[0099] Wenn die Brechkraft der Frontlinse **15** unterhalb 30 D ist, wird der Abstand zwischen dem operierten Auge **8** und dem Objektiv **14** lang.

[0100] Mit anderen Worten, es wird schwierig, die Operation durchzuführen, da der Abstand zwischen dem operierten Auge **8** und dem Okular **30** zu lang ist.

[0101] Weiterhin sind die Gründe dafür, dass die Brechkraft der Frontlinse **15** weniger als 50 D beträgt, wie folgt.

[0102] Wenn die Brechkraft der Frontlinse **15** mehr als 50 D beträgt, wird der Abstand zwischen dem operierten Auge **8** und der Frontlinse zu kurz. Als eine Folge besteht die erhöhte Möglichkeit eines Kontaktes zwischen der Frontlinse **15** und dem operierten Auge **8**. Auch wird bei einer Operation, wenn eine physiologische Salzlösung in das operierte Auge **8** gegossen wird, um das operierte Auge zu waschen, die Salzlösung zerstreut, um an der Frontlinse **15** anzuhaften, wodurch die Beobachtung schwierig wird.

[0103] Weiterhin wird der Durchmesser Φ der Frontlinse **15** so gewählt, dass, wenn die Brechkraft gleich D ist $\Phi \times D$ innerhalb des Bereichs von 0,8 bis 1,0 ist.

[0104] Dies erfolgt aus folgendem Grund.

[0105] Wenn der Durchmesser Φ der Frontlinse **15** zu klein ist, wird ein Sichtfeld eng. Wenn demgegenüber der Durchmesser Φ der Frontlinse **15** zu groß ist, wird der Abstand zwischen dem Operationsinstrument **11** und der Frontlinse **15** eng.

[0106] Demgemäß ist es nicht möglich, einen operierten Teil oder schmerzenden Teil auf dem Hintergrund bei der Durchführung der Operation mit den Operationsinstrumenten **11** in beiden Händen zu erreichen.

[0107] Wie vorstehend beschrieben ist, wird es, wenn die Brechkraft der Frontlinse **15** in einem Bereich von 30 D bis 50 D eingestellt ist und der Durchmesser Φ der Frontlinse **15** so gewählt ist, dass $\Phi \times D$ innerhalb des Bereichs von 0,8 bis 1,0 ist, sehr leicht, die Operation durchzuführen, wobei die Instrumente **11** in beiden Händen gehalten werden und das Innere des Auges beleuchtet wird, indem die Frontlinse **15** in dem Frontbereich des operierten Auges **8** angeordnet wird.

(Modifikation)

[0108] Wie schematisch in **Fig. 11** gezeigt ist, wird, wenn die Frontlinse **15** sich in einem Abstand H_1 von dem Scheitelpunkt der Hornhaut **C** des operierten Auges **8** befindet, das Bild der Netzhaut **8a** an einer Position u_1 des Abstands H_2 von dem Scheitelpunkt der Hornhaut **C** des operierten Auges **8** fokussiert.

[0109] Andererseits wird beispielsweise ein Bild eines Bereichs **8b** des Glaskörpers auf eine Position u_2 des Abstands H_3 von dem Scheitelwert der Hornhaut **C** fokussiert. Wenn eine Operation an dem Glaskörper durchgeführt wird, kann die Injektion von Gas in das operierte Auge **8** bewirkt werden, wobei der Glaskörper entfernt wird. In einem solchen Fall wird das Bild der Netzhaut **8a** in eine Position u_3 des Abstands H_4 von dem Scheitelpunkt der Hornhaut **C** des operierten Auges **8** fokussiert.

[0110] Es ist erforderlich, die Operation durchzuführen, indem ein derartig operierter Teil beobachtet wird, wenn die Operation durchgeführt wird. Jedoch ist es nicht möglich, den Teil in einem fokussierten Zustand zu betrachten, in dem nur der Mikrobewegungs-Einstellknopf **31'** betätigt wird, damit der Brennpunkt **f** des Objektivs **14** mit der Position u_1 zusammenfällt.

[0111] Dies ist aus dem Grund, dass ein Aufwärts- und Abwärts-Mikrobewegungsabstand der Frontlinse **15** maximal 10 mm beträgt, und daher ist es nicht möglich, wenn eine Position, in welche ein Bild eines operierten Teils fokussiert ist, stark gegenüber einem Normalzustand vorgespannt ist, den Teil in einem fokussierten Zustand zu betrachten.

[0112] So wird beispielsweise, wie in **Fig. 11** gezeigt ist, das Objektiv **14** nach oben bewegt, indem der Arm **3** angehoben wird, so dass im Wesentlichen die vorhergehende Fokusposition u_0 des Objektivs **14** mit der Position u_2 , auf welcher das Bild des Bereichs **8b** des Glaskörpers gebildet ist, übereinstimmt.

[0113] Als eine Folge verändert sich, da der Haltearm **22** für die Frontlinse **15** zusammen mit dem Objektiv **14** in dem Mikroskop wie in **Fig. 5** gezeigt, angehoben wird, der Abstand zwischen der Hornhaut C des operierten Auges **8** und der Frontlinse **15**.

[0114] Daher wird die Mikrobewegungs-Einstellschraube **31** so eingestellt, dass ein Abstand H1 von dem Scheitelpunkt der Hornhaut C des operierten Auges **8** zu der Frontlinse **15** erhalten wird.

[0115] Da jedoch der Bereich, in dem die Einstellung der Mikrobewegung der Frontlinse **15** möglich ist, beschränkt ist, ist es nicht möglich, den operierten Teil des Glaskörpers in einem fokussierten Zustand in dem Operationsmikroskop zu betrachten, wie in **Fig. 5** gezeigt ist.

[0116] Daher ist ein Grobbewegungsmechanismus **40** für die grobe Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Haltearms **22** vorgesehen, wie in **Fig. 13** gezeigt ist. Der Grobbewegungsmechanismus **40** hat einen rechteckigen Block **41** und eine Gleitplatte **42**, die gleitbar an dem rechteckigen Block **41** befestigt ist. Der rechteckige Block **41** ist mit Positionierungsvertiefungen **43** versehen, die sich aufwärts und abwärts mit Abständen von 10 mm zwischen sich befinden, wie in **Fig. 14** gezeigt ist.

[0117] Die Gleitplatte **42** ist mit einem Haltezyylinder **44** ausgebildet, der mit einer Positionierungsstange **45** versehen ist, die an ihrem Kopfbereich einen Greifbereich **46** und einen Flanschbereich **47** aufweist.

[0118] Eine Vorspannfeder **48** ist zwischen dem Flanschbereich **47** und einem oberen Bereich des Haltezyinders **44** vorgesehen. Die Positionierungsstange **45** wird durch die Vorspannfeder **48** bewegt, um in einer Richtung des Kontaktes zwischen dem vorderen Ende der Positionierungsstange mit dem rechteckigen Block **41** vorgespannt zu werden. Der Stützträger **27** ist auf der Gleitplatte **42** befestigt.

[0119] **Fig. 14** zeigt einen Zustand, in welchem die Positionierungsstange **45** in eine der Positionierungsvertiefungen **43** eingeführt ist, die sich in einer Bezugsposition befindet. Die Positionierungsstange **45** ist in dem Ausführungsbeispiel um 10 mm nach oben und um 20 mm nach unten bewegbar. Es ist festzustellen, dass in **Fig. 13** die Bezugszahl **49** einen Antirutschstift bezeichnet, der auf dem rechteckigen Block **41** vorgesehen ist, um das Heruntergleiten des Stützträgers **27** anzuhalten, und die Bezugszahl **50** bezeichnet eine Führungsstift zum Führen des Antirutschstiftes **49** in Aufwärts- und Abwärtsrichtung.

[0120] Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, wird beispielsweise, wenn der Bereich **8b** des Glaskörpers des operierten Auges **8** beobachtet wird, die vorhergehende Fokus-

position u0 des Objektivs **14** aus der Position u1 in die Position u2 geändert. Der Abstand der Frontlinse **15** relativ zu der Hornhaut C wird dann geändert mit der Aufwärtsbewegung um einen geänderten Abstand von der Position u1 zu der Position u2.

[0121] Unter den Umständen wird der Haltearm **22** durch eine geänderte Größe der Positionen zwischen der Frontlinse **15** und dem operierten Auge **8** abwärtsbewegt, wobei der Griffbereich **46** des Grobbewegungsmechanismus **40** gezogen wird, um die Positionsbeziehung zwischen der Hornhaut C und der Frontlinse **15** in den Anfangszustand zurückzuführen.

[0122] Danach wird der Mikrobewegungs-Einstellknopf **31'** betätigt, um den Bereich **8b** des Glaskörpers zu fokussieren.

[0123] Wie vorstehend beschrieben ist, ist es möglich, wenn der Grobbewegungsmechanismus **40** verwendet wird, selbst einen Teil innerhalb eines Bereichs, der nicht beobachtet werden kann, zu beobachten, nämlich die Nachbarschaft der Linse **12** von der Netzhaut **8b** des Hintergrundes über einen weiten Bereich bis zur Nachbarschaft der Hornhaut C.

[0124] Bei dieser Modifikation kann, obgleich der Grobbewegungsmechanismus **40** von Hand betätigt wird, die Gleitplatte **42** automatisch angetrieben werden, um den geänderten Abstand der Frontlinse **15** relativ zu dem operierten Auge **8** gemäß der Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Objektivs **14** zu kompensieren durch Verwendung eines Antriebsmechanismus für die Gleitplatte **42** und an dem rechteckigen Block **41** vorgesehenen Linearskala.

(Ausführungsbeispiel 2)

[0125] **Fig. 15** zeigt eine Konfiguration, bei der das Objektivkörperrohr **20** eine Mikrobewegung aufwärts und abwärts relativ zu einem Aufwärts- und Abwärts-mikrobewegungs-Körperbereich **20A** durchführt, und auf dem anderen Endbereich des Haltearm **22** der Frontlinse **15** ist eine rotierende Basis **20B** vorgesehen, die drehbar an dem Körperbereich **20A** befestigt ist.

[0126] Der Körperbereich **20A** hält gleitende eine Gleitplatte **20C** als ein Gleitglied, das durch einen Antriebsmechanismus (nicht gezeigt), der in dem Körperbereich **20A** vorgesehen ist, aufwärts und abwärts bewegt werden kann. Das Objektivkörperrohr **20** ist einstückig mit der Gleitplatte **20C** ausgebildet. Die Frontlinse **15** wird durch einen Halterahmen **15A** gehalten.

[0127] Die vorgenannte Konfiguration hat die folgenden vorteilhaften Wirkungen.

[0128] Pupillen für den Eintritt bei einem Beobachtungssystem und für den Austritt bei einem Beleuchtungssystem in dem Mikroskop **5** für den Operateur sind benachbart dem Objektiv **14** angeordnet. Bilder **20A'** und **20B'** dieser Pupillen werden auf die Nachbarschaft von vorhergehenden Brennpunktfächern der Frontlinse **15** mittels dieser Frontlinse fokussiert.

[0129] Wenn das Bild **20A'** der Eintrittspupille des Beobachtungssystems und das Bild **20B'** der Austrittspupille des Beleuchtungssystems auf der Hornhaut C überlappt sind, wie in **Fig. 16(a)** gezeigt ist, wird das Beleuchtungslicht auf der Hornhaut C gestreut und tritt in das Beobachtungssystem ein, um eine Blendung zu bewirken.

[0130] Jedoch sind die Eintritts- und die Austrittspupille mit der Nachbarschaft der Hornhaut C des Auges mit Bezug auf die Frontlinse **15** konjugiert.

[0131] D. h., wenn die vorhergehende Brennpunktposition der Frontlinse **15** benachbart der Hornhaut C angeordnet ist, werden die Bilder **20A'** und **20B'** auf der Hornhaut C getrennt, um eine Blendung in dem Beobachtungssystem zu verhindern, wie in **Fig. 16(b)** gezeigt ist.

[0132] Im Falle eines fehlerfreien Auges wird ein Bild der Netzhaut **8a** auf einer Brennpunktfäche der dahinterliegenden Brennpunktposition F2 der Frontlinse **15** gebildet. Wenn die vorhergehende Brennpunktposition u0 des Objektivs **14** mit der Brennpunktfäche der dahinterliegenden Brennpunktposition F2 übereinstimmt, kann ein klares Bild durch das Mikroskop beobachtet werden.

[0133] Jedoch gibt es im Falle eines Patienten mit grauem Star viele Fälle des Entfernens der Linse **12** des Auges, bevor der Glaskörper **12** operiert wird, um die Sichtbarkeit des Hintergrundes zu vergrößern. Wenn bei dem operierten Auge **8** der Glaskörper entfernt ist, wird das Auge stark weitsichtig.

[0134] In diesem Fall wird das Bild der Netzhaut **8a** durch die Frontlinse **15** in der Position u4 nahe dem Objektiv **14** statt in der dahinterliegenden Brennpunktposition F2 der Frontlinse **15** gebildet, wie in **Fig. 17** gezeigt ist. Ein beobachteter Teil ist nicht auf den Hintergrund begrenzt, es gibt viele Fälle zum Beobachten des Glaskörpers **13**.

[0135] Wenn Operationen bei stark weitsichtigen und stark kurzsichtigen Augen durchgeführt werden, wird eine konjugierte Position eines beobachteten Objekts nicht unendlich. Wie vorstehend beschrieben ist, wird, wenn der beobachtete Teil des Auges ebenfalls geändert wird, die konjugierte Position des beobachteten Objekts nicht unendlich. Demgemäß wird im Falle der Durchführung einer solchen Operation

das Objektiv **14** entlang der optischen Achse bewegt und wird wieder entsprechend einer Position fokussiert, in der der Operateur während der Operation zu beobachten wünscht.

[0136] In diesem Fall wird, wenn der Haltearm **22** an dem Objektivkörperrohr **20** vorgesehen ist, wie bereits vorstehend beschrieben ist, wenn das Objektivkörperrohr **20** auf- und abwärts bewegt wird, die Frontlinse **15** zusammen mit dem Objektivkörperrohr **20** auf- und abwärts bewegt.

[0137] Daher ändert sich die Position der Frontlinse **15** relativ zu der Hornhaut C, und die Bilder **20A'** und **20B'** in der Eintritts- bzw. Austrittspupille gelangen aus dem Brennpunkt auf der Hornhaut C, wie in **Fig. 16(a)** gezeigt ist. Als eine Folge wird eine Blendung in dem Mikroskop gesehen, wenn es beobachtet wird.

[0138] Jedoch bleibt, wie bei dem Ausführungsbeispiel 2 gezeigt ist, wenn der Haltearm **22** drehbar an dem Körperebereich **22A** befestigt ist, die Position der Frontlinse **15** relativ zu dem operierten Auge **8** fest, selbst wenn das Objektivkörperrohr **20** durch Betätigung des Fußschalters **7** auf- und abwärts bewegt wird.

[0139] Demgemäß wird die Trennung der Bilder **20A'** und **20B'** beibehalten, um zu verhindern, dass eine Blendung in das Beobachtungssystem eintritt.

[0140] Ein Mikroschalter **20D** zum Erfassen der Drehung der rotierenden Basis **20B** ist innerhalb der Körperebereiche **20A** vorgesehen, wie durch eine strichlierte Linie gezeigt ist, und wenn das Objektivkörperrohr **20** durch Betätigen des Fußschalters **6** auf- und abwärts bewegt wird, erfährt die Frontlinse **15** eine Mikrobewegung in Auf- und Abwärtsrichtung, um die Eintritts- und die Austrittspupille in der konjugierten Beziehung mit der Hornhaut C mit Bezug auf die Frontlinse **15** zu halten.

[0141] Ein Stabarm **20E**, der an der rotierenden Basis **20B** befestigt ist, hat zwei Bereiche, wie in **Fig. 17** gezeigt ist. An einem Bereich des Stabarms **20E** ist ein Linearmotor **20F** befestigt, und an dem anderen Bereich hiervon eine Ausgangswelle **20G** (ein bewegbarer Körper) des Linearmotors **20F**. Wenn der Mikroschalter **20D** eingeschaltet wird, erfährt der Haltearm **22** eine Mikrobewegung durch den Antrieb des Linearmotors **20F**.

[0142] Eine Beziehungsformel wird mit Bezug auf **Fig. 11** beschrieben.

[0143] In **Fig. 11** kann, wenn H0 eine Brennweite [M] des Objektivs **14**, D eine Brennweite [M] der Frontlinse **15**, D' eine Brechkraft des Auges, H4 ein Abstand von dem Objektiv zu der Frontlinse **15** sind, die Front-

linse **15** einer Mikrobewegung relativ zu dem Objektiv **14** unterworfen werden, um der folgenden Formel zu genügen.

$$H_1 = D^{-1} + 2 \cdot (D^2 \cdot H_0)^{-1} [1 + \{1 + (4D'/D^2 \cdot H_0)\}^{1/2}]^{-1}$$

$$H_4 = H_0 + D^{-1} + D^{-2} \cdot [(H_1 + (1/D') - (1/D)]$$

[0144] Mit einer derartigen Ausbildung können die Bilder **20A'** und **20B'** klar getrennt werden, um zu verhindern, dass eine Blendung in das optische Beobachtungssystem eintritt.

(Ausführungsbeispiel 3)

[0145] Fig. 18 ist eine erläuternde Ansicht, die eine Positionsbeziehung zwischen dem Einführungsteil des Operationsinstruments **11** und der Frontlinse **15** zeigt.

[0146] Das Operationsinstrument **11** wird in das operierte Auge **8** eingeführt, nachdem der Abstand von dem Scheitelpunkt der Hornhaut zu der Frontlinse **15** so bestimmt ist, dass keine Blendung auftritt, damit der Operateur das Bild der Netzhaut **8a** auf dem Hintergrund beobachten kann.

[0147] Wie in Fig. 19 gezeigt ist, ist, da das Einführungsteil **15** nahe zu der dahinterliegenden Brennpunktfäche der Frontlinse **15** positioniert ist, der konjugierte Punkt im Allgemeinen unendlich und das Bild durch das Objektiv **14** wird nicht fokussiert. Andererseits kann, da die vorhergehende Brennpunktposition u_0 mit der Position u_1 zusammenfällt, das Einführungsteil nicht beobachtet werden, wenn es durch das Objektiv **14** beobachtet wird.

[0148] Demgemäß betrachtet der Operateur ein oder mehrere Einführungsteile **16** von der Seite und nicht durch die Frontlinse **15**, indem das Auge von dem Okular **30** weg bewegt wird. Jedoch ist es schwierig für den Operateur, den Vorgang der wiederholten Wegbewegung des Auges von dem Okular **30** beim Einführen des Operationsinstruments **11** in das Auge durchzuführen.

[0149] Z. B. wird das Operationsinstrument **11** durch das Einführungsteil **16** in das Auge eingeführt, wobei die Bilder des Einführungsteils beobachtet werden, damit die Bilder mit der vorhergehenden Brennpunktposition u_0 des Objektivs **14** zusammenfallen, indem eine Lupe **51** in den optischen Pfad des optischen Beobachtungssystems der Frontlinse **15** eingefügt wird, wie in Fig. 20 gezeigt ist.

[0150] Wie in Fig. 21 gezeigt ist, muss beispielsweise, wenn der Teil **8b** des Glaskörpers operiert wird, die vorhergehende Brennpunktposition u_0 des Objektivs **14** von der Position u_1 zu der Position u_2 geändert werden. Wenn jedoch die vorhergehende Brenn-

punktposition u_0 von der Position u_1 zu der Position u_2 geändert wird, muss der Abstand zwischen der Lupe **51** und der Frontlinse **15** geändert werden, um das Bild **16'** des Einführungsteils **16** in der vorhergehenden Brennpunktposition u_0 zu bilden, wie in Fig. 22 gezeigt ist.

[0151] Daher wird eine Konfiguration verwendet, bei der der Lupenhaltemechanismus auf den Arm vorgesehen ist, wie in den Fig. 23 und Fig. 24 gezeigt ist. Der Lupenhaltemechanismus enthält eine gedrehte Platte **52**, die an dem Haltearm **22** drehbar befestigt ist, einen an der gedrehten Platte **52** vorgesehenen Linearmotor **53** und eine an einer Ausgangswelle **54** des Linearmotors **53** befestigte Lupe **55**.

[0152] Die Zahl **55a** bezeichnet eine Konvexlinse der Lupe **55**. Der Linearmotor **53** hat die Funktion der Bewegung der Lupe **55** in Aufwärts- und Abwärtsrichtung. Ein Abstandshalter **56** ist zwischen der Halteplatte **23** und der gedrehten Platte **52** vorgesehen. Wie vorstehend beschrieben ist, bewirkt das Vorsehen der gedrehten Platte **52** an dem Haltearm **22** beim Einführen der Lupe **55** in den optischen Pfad des optischen Beobachtungssystems, um das Einführungsteil **16** zu beobachten, dass die Lupe **55** in einem stabilen Zustand gehalten wird. Die Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Lupe **55** bewirkt, dass das Mikroskop das Einführungsteil **16** in einem fokussierten Zustand beobachten kann, obgleich die vorhergehende Brennpunktposition u_0 des Objektivs **14** geändert ist.

(Ausführungsbeispiel 4)

[0153] Fig. 25 zeigt eine gesamte Ansicht eines optischen Systems des Operationsmikroskops **5**.

[0154] In Fig. 25 bezeichnet die Zahl **60** ein optisches Beobachtungssystem und die Zahl **61** ein optisches Beleuchtungssystem. Als ein Beispiel befindet sich ein Paar von optischen Beobachtungssystemen auf den entgegengesetzten Seiten einer optischen Achse des Objektivs **14**. Jedes der optischen Beobachtungssysteme umfasst ein Zoomlinsensystem **62**, einen Strahlenteiler **63**, eine Fokussierungsbildlinse **64**, ein Prisma **65** für ein aufrechtes Bild, ein Augenbreiten-Einstellprisma und eine Mikroskopblende **67** (siehe Fig. 25). Das Zoomlinsensystem **62** enthält Zoomlinsen **37**, **37a** und **37b**.

[0155] Das optische Beleuchtungssystem **61** umfasst eine Beleuchtungslichtquelle **70**, eine Kondensorlinse **71**, eine Beleuchtungsfeldblende **72** und eine Schlitzplatte **73**. Die Schlitzplatte **73** hat ein Schlitzloch **73a**. Die Schlitzplatte **73** ist so angeordnet, dass sie in einen optischen Beleuchtungspfad des optischen Beleuchtungssystems **61** hinein und aus diesem heraus bewegt wird, und sie ist senkrecht zu einer optischen Beleuchtungssachse **O1** beweg-

bar, wenn die Schlitzplatte in den optischen Beleuchtungspfad eingefügt wird.

[0156] Das Schlitzloch **73a** erstreckt sich in einer Richtung senkrecht zu der optischen Beleuchtungsachse O1 und der Bewegungsrichtung der Schlitzplatte **43** (siehe **Fig. 25**) und in einer parallelen Richtung zu einer Ebene NP, in welcher ein Bild **73b** (nämlich Schlitzbeleuchtungslicht P3, siehe **Fig. 28**) des Schlitzloches **73a** auf den Hintergrund **60** projiziert ist, wie in **Fig. 29** gezeigt ist. Das Bild **73b** ist in **Fig. 29** durch eine strichlierte Linie gezeigt, aus dem Grund, dass es auf dem Hintergrund fokussiert ist.

[0157] Die Beleuchtungsfeldblende **72** ist konjugiert mit der vorhergehenden Brennpunktposition u0, die mit der Netzhaut **8a** des Hintergrundes bei dem Ausführungsbeispiel konjugiert ist.

[0158] Ein Grund für das Vorsehen der Schlitzplatte **73** in dem optischen Beleuchtungssystem **61** ist der folgende.

[0159] Das Beleuchtungslight P wird über die Frontlinse **15**, die Hornhaut C und die Linse **12** zu dem Hintergrund des operierten Auges **8** geleitet, um den Hintergrund zu beleuchten, wie in **Fig. 26** gezeigt ist. An dem Hintergrund reflektiertes Licht P1 wird über die Linse **12** und die Hornhaut C zu der Frontlinse **15** geleitet und dann in Luft auf die vorhergehende Brennpunktposition u0 des Objektivs **14** durch die Frontlinse **15** fokussiert.

[0160] Wie in **Fig. 26** gezeigt ist, ist, wenn der Glaskörper mit der Bioflüssigkeit gefüllt ist, da die Differenz des Brechungsindex einer Grenzfläche zwischen dem Glaskörper **12** und der Bioflüssigkeit geringer ist, der Reflexionsindex des Lichts P an der rückseitigen Oberfläche **12a** des Glaskörpers geringer, und daher ist ein Verhältnis, das zerstreut ist, an der rückseitigen Oberfläche **12a** reflektiertes Licht in den optischen Pfad des optischen Beobachtungssystems eintritt, geringer, wie in **Fig. 26** gezeigt ist.

[0161] Jedoch ist, wie in **Fig. 27** gezeigt ist, wenn der Glaskörper entfernt ist und das Innere des operierten Auges **8** mit einem Gas oder Luft gefüllt ist, ein Teil **12b** der rückseitigen Oberfläche **12a** des Glaskörpers **12**, der das Beleuchtungslight P zerstreut, in einem Bereich des optischen Pfades des reflektierten Lichts P1 auf dem Hintergrund. Demgemäß tritt, da ein Bereich des zerstreuten, an dem Teil **12b** reflektierten Lichts P2 in den optischen Pfad des optischen Beobachtungssystems **60** eintritt, eine Blendung auf, wenn der Hintergrund durch das Okular **30** beobachtet wird. So kann, wie in **Fig. 28** gezeigt ist, Schlitzbeleuchtungslight P3 verwendet werden, um den Hintergrund durch die Hornhaut C und die Linse **12** zu beleuchten, indem die Schlitzplatte **73** in den optischen Pfad des optischen Beleuchtungssystems **61** eingefügt wird.

[0162] Mit einer derartigen Ausbildung wird der Teil **12b**, der die Zerstreuung des Schlitzbeleuchtungslights P3 auf der hinteren Oberfläche **12a** der Linse **12** empfängt, von einem Teil **12c** getrennt, durch welchen das an dem Hintergrund reflektierte Licht P1 hindurchgeht, ohne dass in dem optischen Beobachtungspfad eine Blendung auftritt, die sich aus dem zerstreuten, an der rückseitigen Oberfläche **12a** der Linse **12** reflektierten Licht P2 ergibt.

[0163] Weiterhin bewegt sich, wie in **Fig. 25** gezeigt ist, wenn die Schlitzplatte **73** senkrecht zu der optischen Beleuchtungsachse O1 bewegt wird, das Schlitzlicht in einer Richtung, die durch den Pfeil in **Fig. 28** gezeigt ist, um die Beobachtung des gesamten Hintergrundes **8a** zu ermöglichen.

[0164] Wie in **Fig. 29** gezeigt ist, wenn die Schlitzplatte **73** senkrecht zu der optischen Beleuchtungsachse O1 bewegt wird, das projizierte Bild **73b** (Schlitzbeleuchtungslicht P3) des Schlitzloches **73a**, das auf dem Hintergrund **8a** gebildet ist, bewegt, um sich der optischen Achse O des Objektivs **14** zu nähern oder von dieser zu entfernen, wobei die parallele Beziehung mit der Oberfläche NP gehalten wird, wie durch eine schraffierte Linie gezeigt ist. Hier besteht der Grund, dass das projizierte Bild **73b** durch die strichlierte Linie illustriert ist, darin, dass eine Beziehung zwischen den Positionen des projizierten Bildes **8b** und der Zoomlinse **37** gezeigt wird, wenn das projizierte Bild **8b** auf dem Hintergrund **8a** durch das Objektiv **14** betrachtet wird.

(Ausführungsbeispiel 5)

[0165] **Fig. 30** zeigt eine Modifikation des Halterahmens **15A** der Frontlinse **15**. Bei dem Ausführungsbeispiel ist ein innerer Zylinder **15B** in den Halterrahmen **15A** der Frontlinse **15** eingefügt. Ein Prisma **15C** kann lösbar an dem inneren Zylinder **15B** befestigt werden. Das Prisma **15C** wird verwendet, um einen peripheren Bereich der Netzhaut **8a** durch Brechung der optischen Achse zu beobachten. Ein unterer Bereich des Prismas **15C** ist mit einer Eingriffsnut **15D** ausgebildet, in welche die vorderen Enden einer Pinzette als das Operationsinstrument **11** eingeführt werden, um das Prisma **15C** zu drehen, wodurch eine Beobachtung des Umfangsbereichs des Hintergrundes ermöglicht wird.

[0166] Es ist wünschenswert, dass, da ein Beobachtungswinkel des Feldes durch die Frontlinse etwa 40 Grad beträgt, ein Ablenkungswinkel durch das Prisma **15C** in einem Bereich von etwa 10 bis 20 Grad liegt.

[0167] Wenn ein Durchmesser der Pupille eines Auges eines Patienten geringer ist, können die Beobachtungs- und Beleuchtungsstrahlen durch die Pupille unterbrochen werden. Um dies zu vermeiden, ist

es bevorzugt, eine Konfiguration zu verwenden, die optisch einen Abstand zwischen der Beobachtungspupille und der Beleuchtungspupille in dem Operationsmikroskop minimiert.

[0168] Es ist anwendbar, eine Operation durchzuführen, bei der die Operationsinstrumente in beiden Händen gehalten werden, wobei das Innere des operierten Auges durch eine Mikroskopbeleuchtungsvorrichtung beleuchtet wird durch Verwendung der vor dem operierten Auge angeordneten Frontlinse.

Patentansprüche

1. Operationsmikroskop, welches aufweist:
 ein Objektivkörperrohr (**20**);
 ein derart in dem Objektivkörperrohr (**20**) vorgesehenes Objektiv (**14**), dass es einem zu operierenden Auge (**8**) gegenüberliegt;
 ein Okular (**30**) zum Beobachten des Auges (**8**) über das Objektiv (**14**);
 eine zwischen dem Objektiv (**14**) und dem Auge (**8**) angeordnete Frontlinse (**15**) zum Sammeln von Beleuchtungslicht und zum Leiten des gesammelten Lichts innerhalb des Auges (**8**); und
 eine in einem optischen Pfad (0) zwischen der Frontlinse (**15**) und dem Objektiv (**14**) einföhrbare Konvexlinse (**51**);
dadurch gekennzeichnet,
 dass die Konvexlinse (**51**) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Einführungsteils (**16**) eines Operationsinstruments (**11**), das in das Auge (**8**) eingeführt ist, über die Frontlinse (**15**) und die Konvexlinse (**51**) beobachtbar ist, wobei das Bild auf eine vorhergehende Brennpunktposition des Objektivs (**14**) fokussiert ist, und,
 wenn die Konvexlinse (**51**) aus dem optischen Pfad (0) zurückgezogen ist, die Frontlinse (**15**) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Augenhintergrundes, der auf der vorhergehenden Brennpunktposition des Objektivs (**14**) abgebildet ist, beobachtbar ist.

2. Operationsmikroskop nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser ϕ der Frontlinse (**15**) so gewählt ist, dass, wenn die Brechkraft der Frontlinse (**15**) gleich D ist, $\phi \times D$ innerhalb eines Bereichs von 0,8 bis 1,0 liegt.

3. Operationsmikroskop nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frontlinse (**15**) einer Mikrobewegung in Aufwärts- und Abwärtsrichtung gemäß der Aufwärts- und Abwärtsrichtung des Objektivkörperrohrs (**20**) unterzogen ist.

4. Operationsmikroskop nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein drehbar an einem Haltearm (**22**) zum Halten der Frontlinse (**15**) vorgesehenes Prisma (**15C**) zum Beobachten eines Umfangsbereichs des Hintergrundes des Auges (**8**).

5. Operationsmikroskop, welches aufweist:
 ein Objektivkörperrohr (**20**);
 ein gegenüber einem Auge (**8**) in dem Objektivkörperrohr (**20**) vorgesehenes Objektiv (**14**);
 ein Okular (**30**) zum Beobachten des Auges (**8**) über das Objektiv (**14**);
 eine zwischen dem Objektiv (**14**) und dem Auge (**8**) angeordnete Frontlinse (**15**), um ein Beleuchtungslicht zu sammeln und das gesammelte Licht innerhalb des Auges (**8**) zu leiten; und
 einen an dem Objektivkörperrohr (**20**) vorgesehenen und relativ zu diesem bewegbaren Haltearm (**22**), der zum Halten der Frontlinse (**15**) ausgebildet ist, welcher Haltearm (**22**) die Frontlinse (**15**) so positioniert, dass sie zwischen dem Auge (**8**) und dem Objektiv (**14**) in einen und aus einem optischen Pfad (0) bewegt wird;
 gekennzeichnet durch
 eine Konvexlinse (**55, 55a**); und
 einen Konvexlinsen-Haltmechanismus (**52, 53, 54**) zum Halten der Konvexlinse (**55**) derart, dass die Konvexlinse (**55**) in einen optischen Pfad (0) zwischen der Frontlinse (**15**) und dem Objektiv (**14**) einföhrbar bewegt wird,
 wobei die Konvexlinse (**55, 55a**) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Einführungsteils (**16**) eines Operationsinstruments (**11**), das in das Auge (**8**) eingeführt ist, über die Frontlinse (**15**) und die Konvexlinse (**55, 55a**) beobachtbar ist, wobei das Bild auf eine vorhergehende Brennpunktposition des Objektivs (**14**) fokussiert ist, und,
 wenn die Konvexlinse (**55, 55a**) aus dem optischen Pfad (0) zurückgezogen ist, die Frontlinse (**15**) derart angeordnet ist, dass ein Bild eines Augenhintergrundes, der auf der vorhergehenden Brennpunktposition des Objektivs (**14**) abgebildet ist, beobachtbar ist.

6. Operationsmikroskop nach Anspruch 1 oder Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Brechkraft der Frontlinse (**15**) innerhalb eines Bereichs von 30 D bis 50 D ist.

7. Operationsmikroskop nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser ϕ der Frontlinse (**15**) so gewählt ist, dass, wenn die Brechkraft der Frontlinse (**15**) gleich D ist, $\phi \times D$ innerhalb eines Bereichs von 0,8 bis 1,0 ist.

8. Operationsmikroskop nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen Grobbewegungsmechanismus (**40**) und einen Mikrobewegungsmechanismus (**31'**) zum Bewegen des Haltearms (**22**) in Auf- und Abwärtsrichtung.

Es folgen 29 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

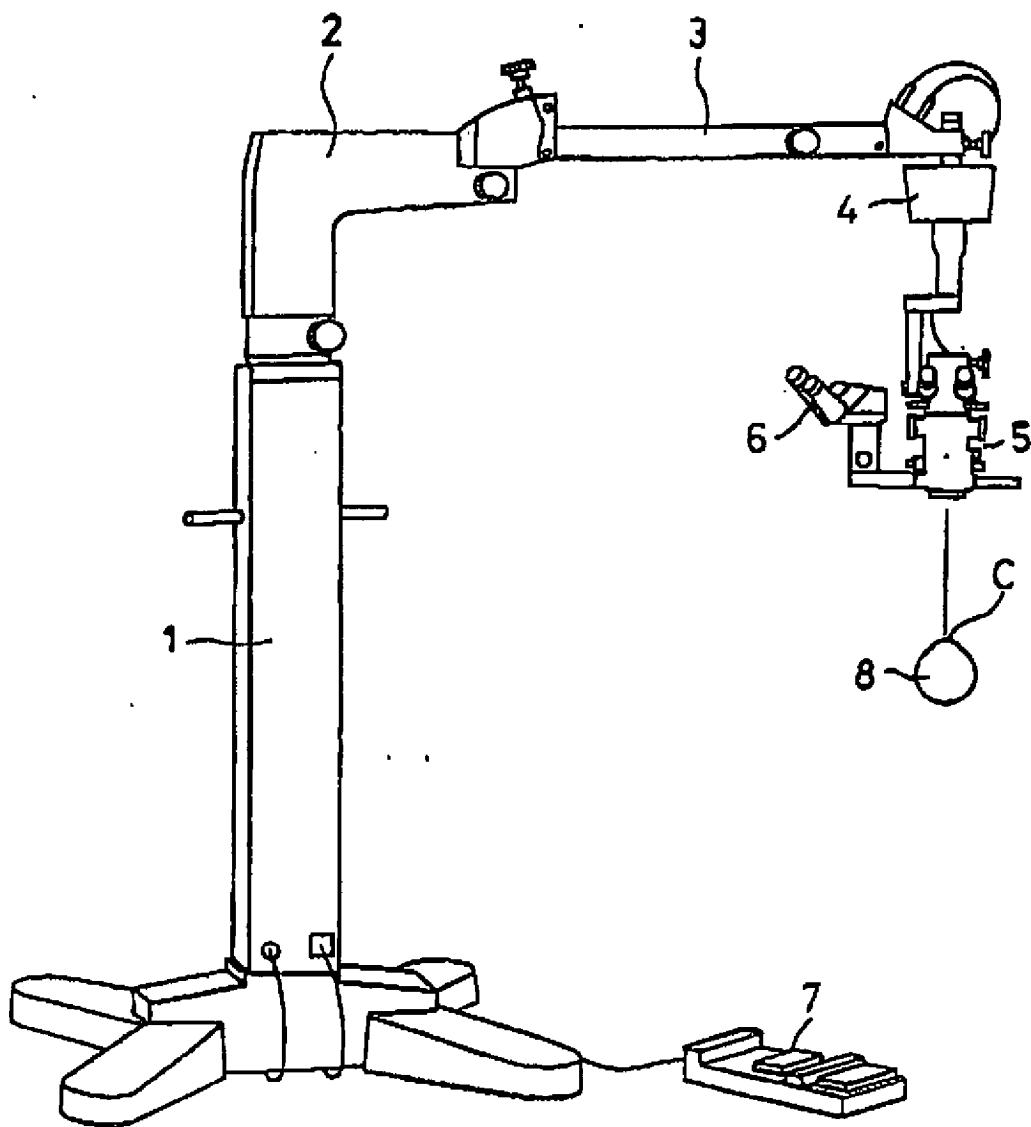


Fig. 2

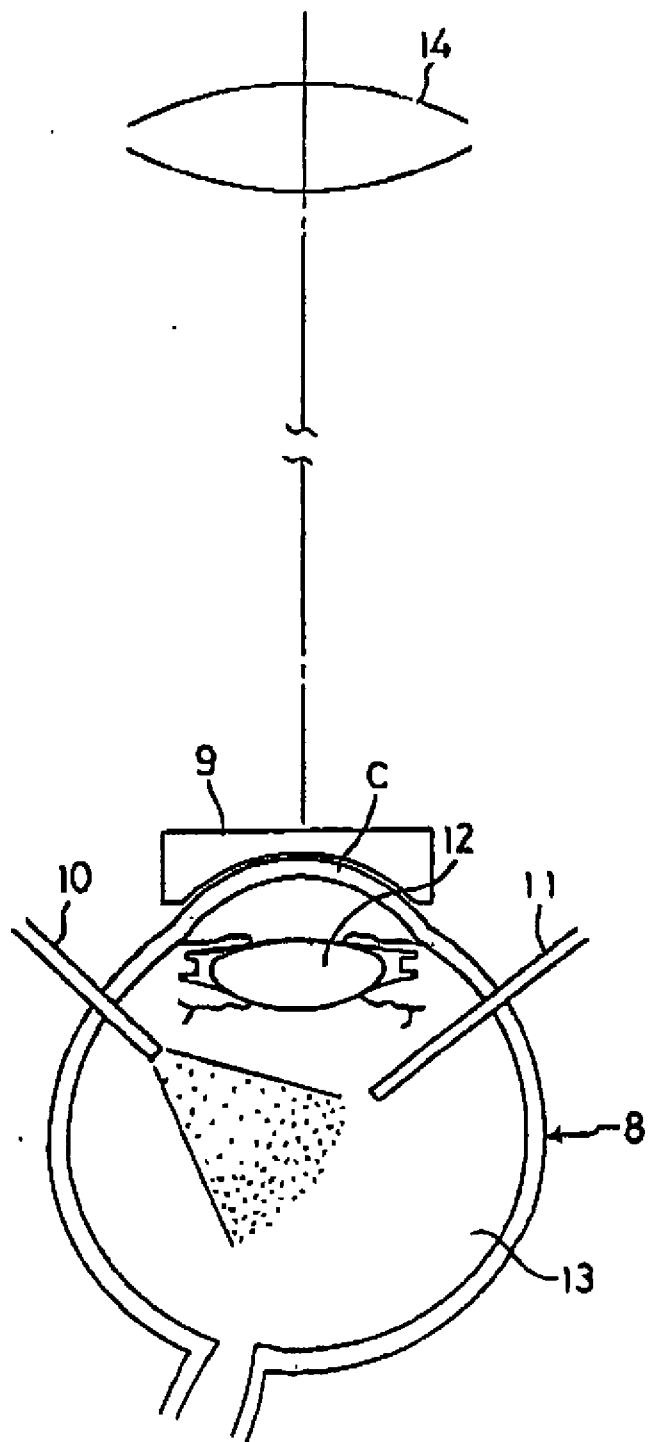


Fig. 3

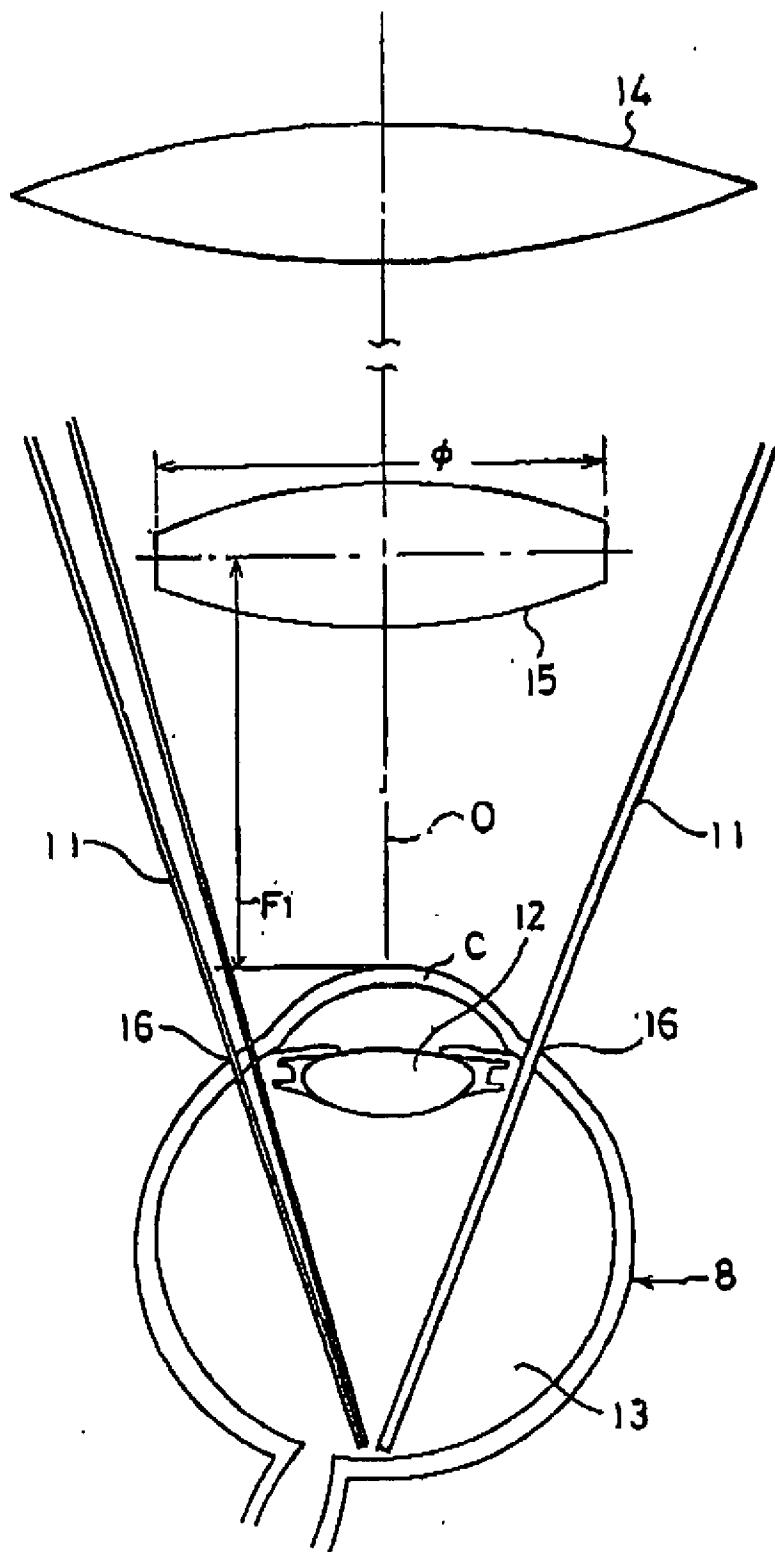


Fig. 4

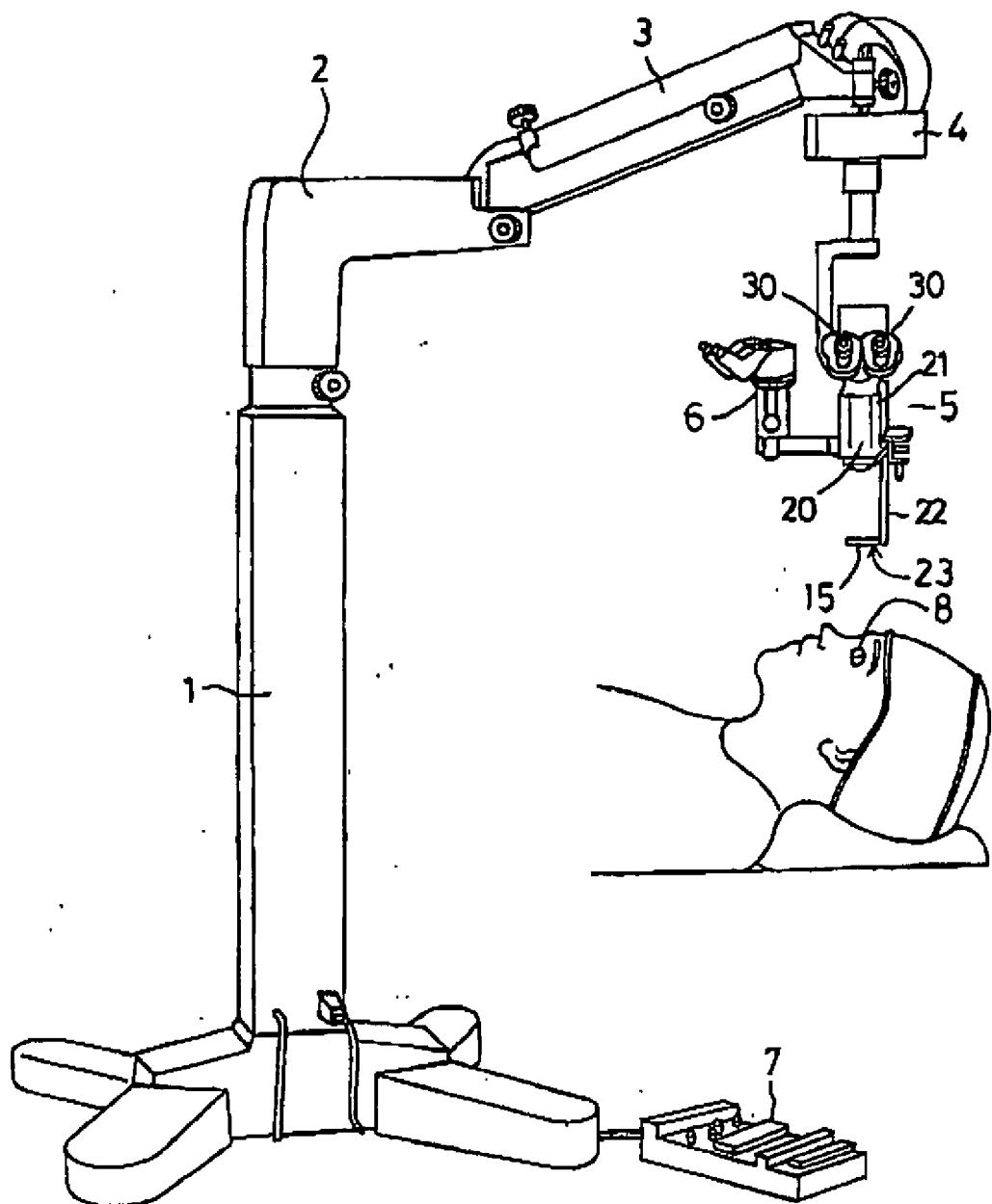


Fig. 5

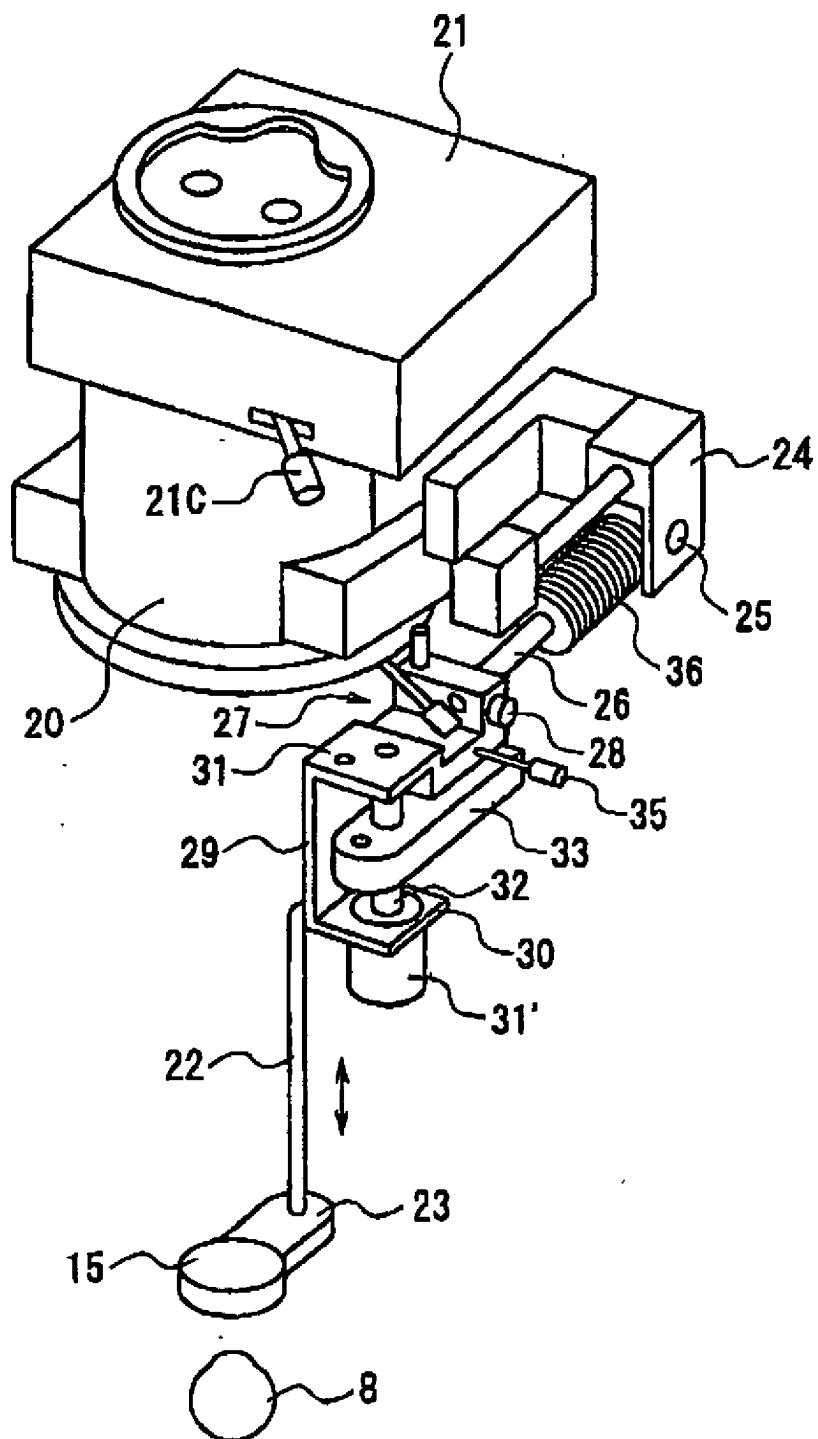


Fig. 6(a)

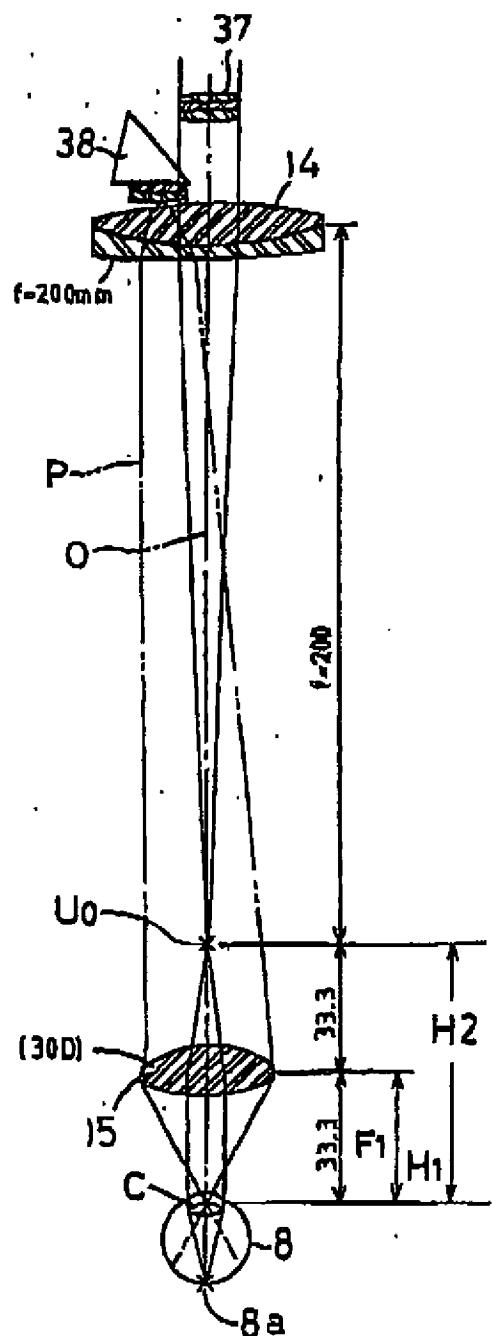


Fig. 6(b)

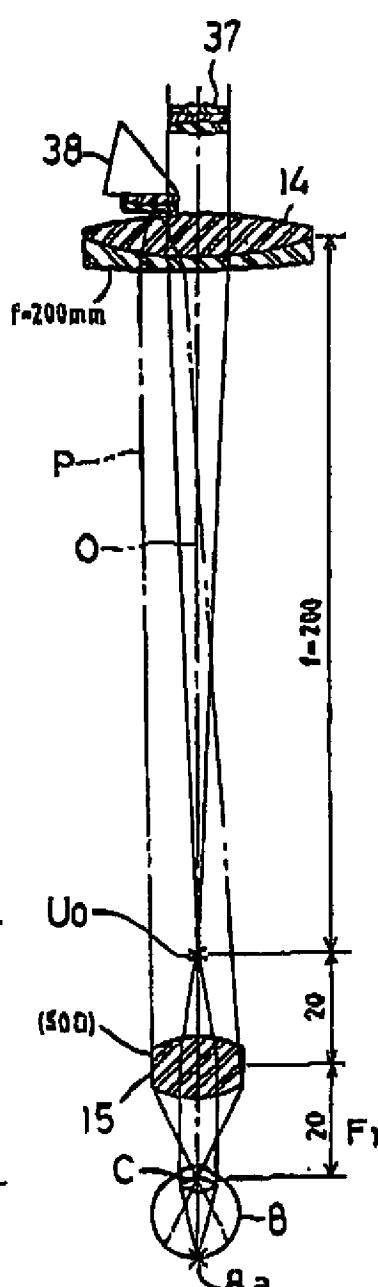


Fig. 7

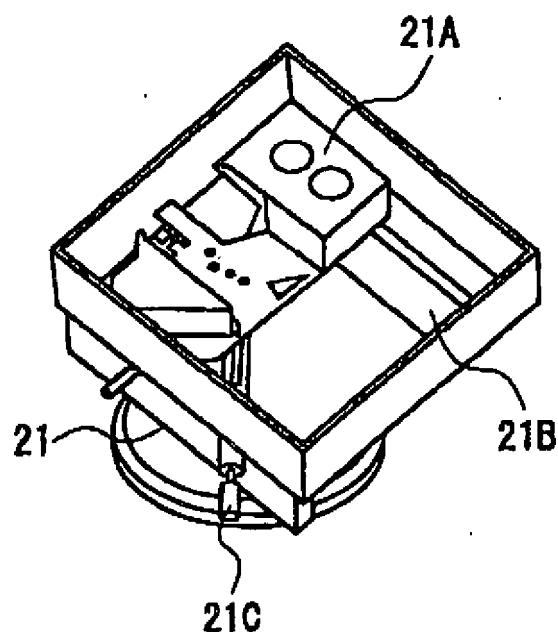


Fig. 8

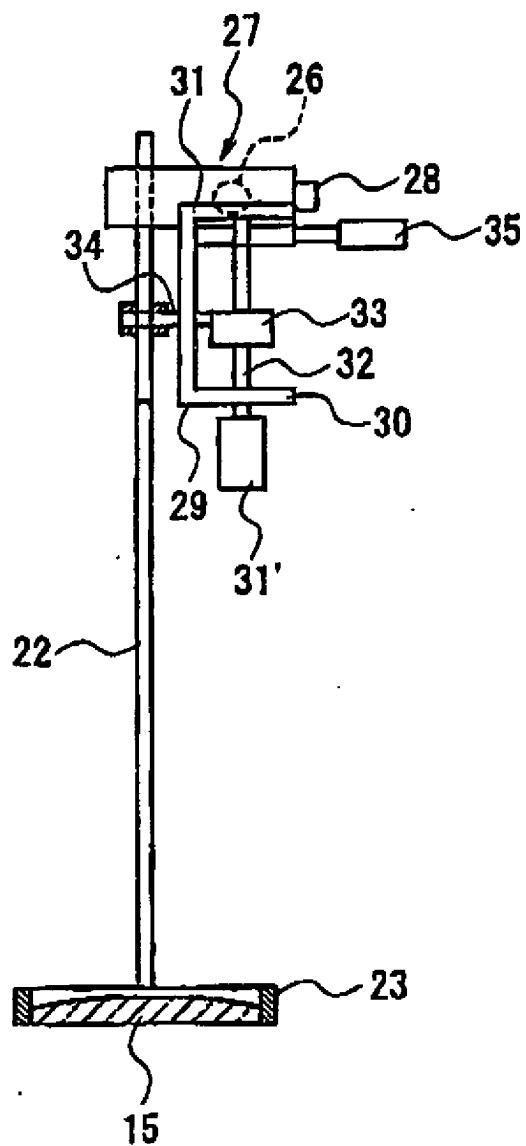


Fig. 9

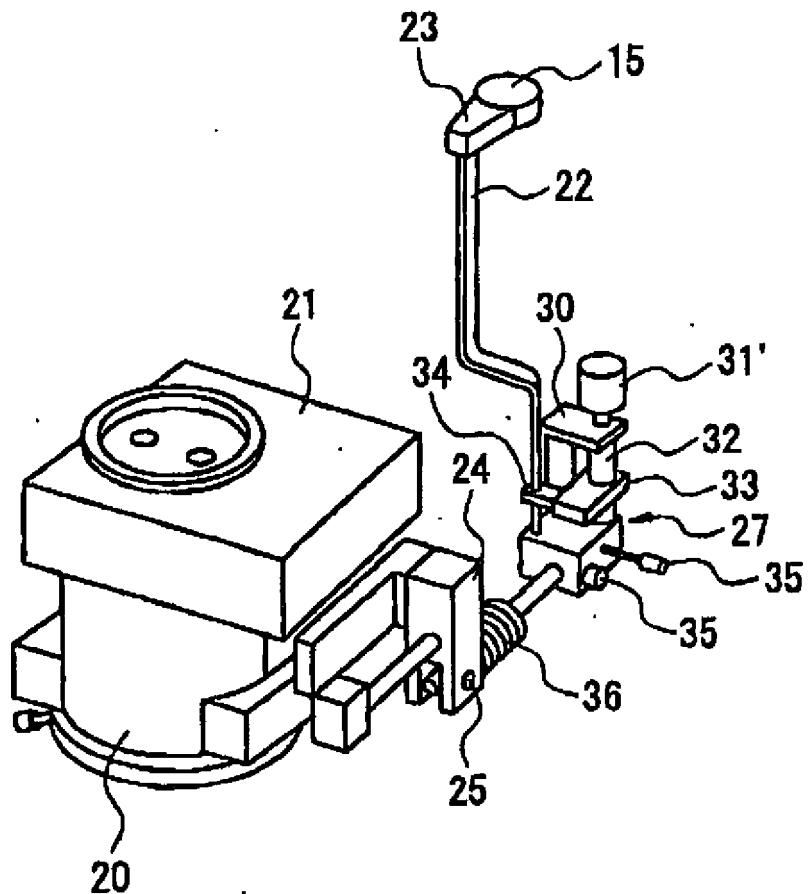


Fig. 10(a)

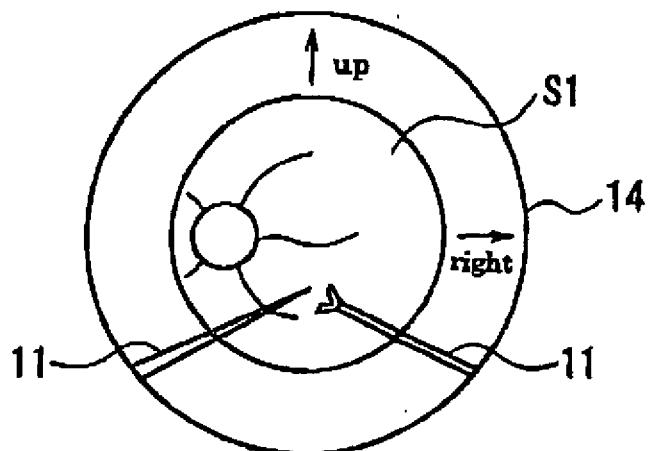


Fig. 10(b)

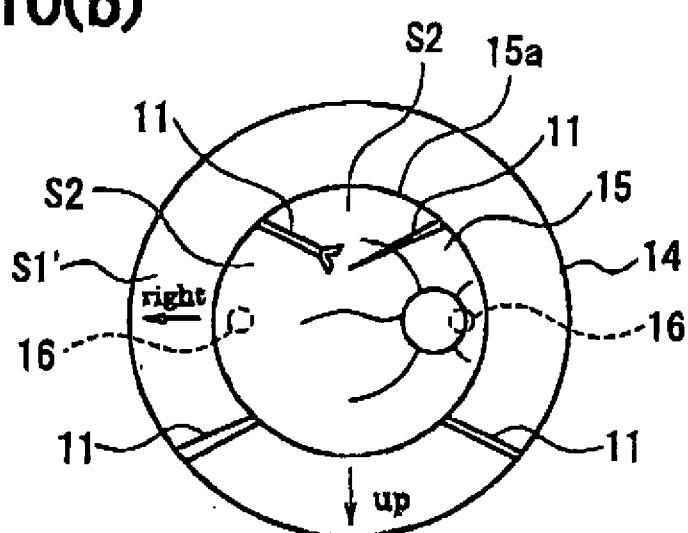


Fig. 10(c)

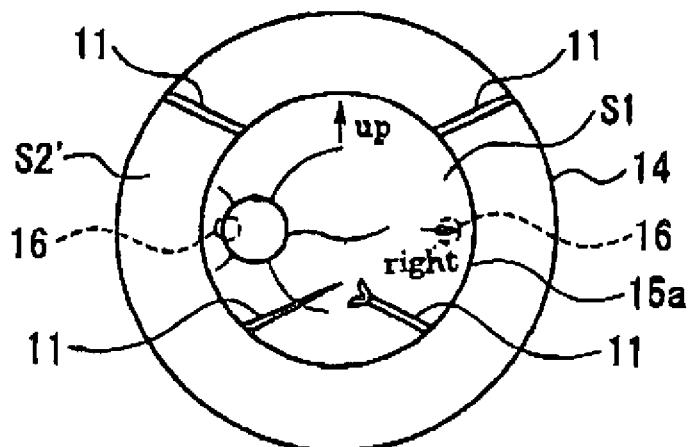


Fig. 11

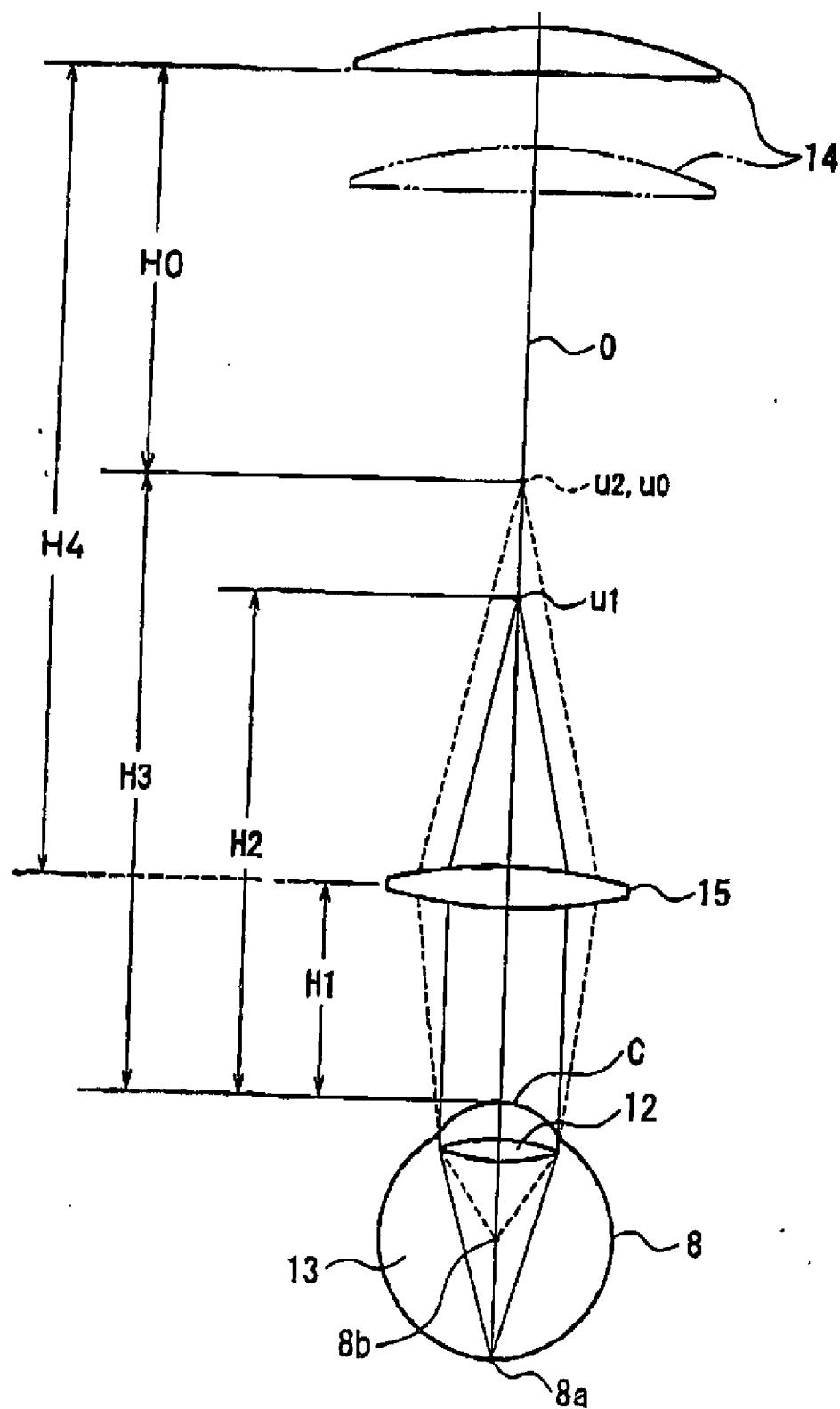


Fig. 12

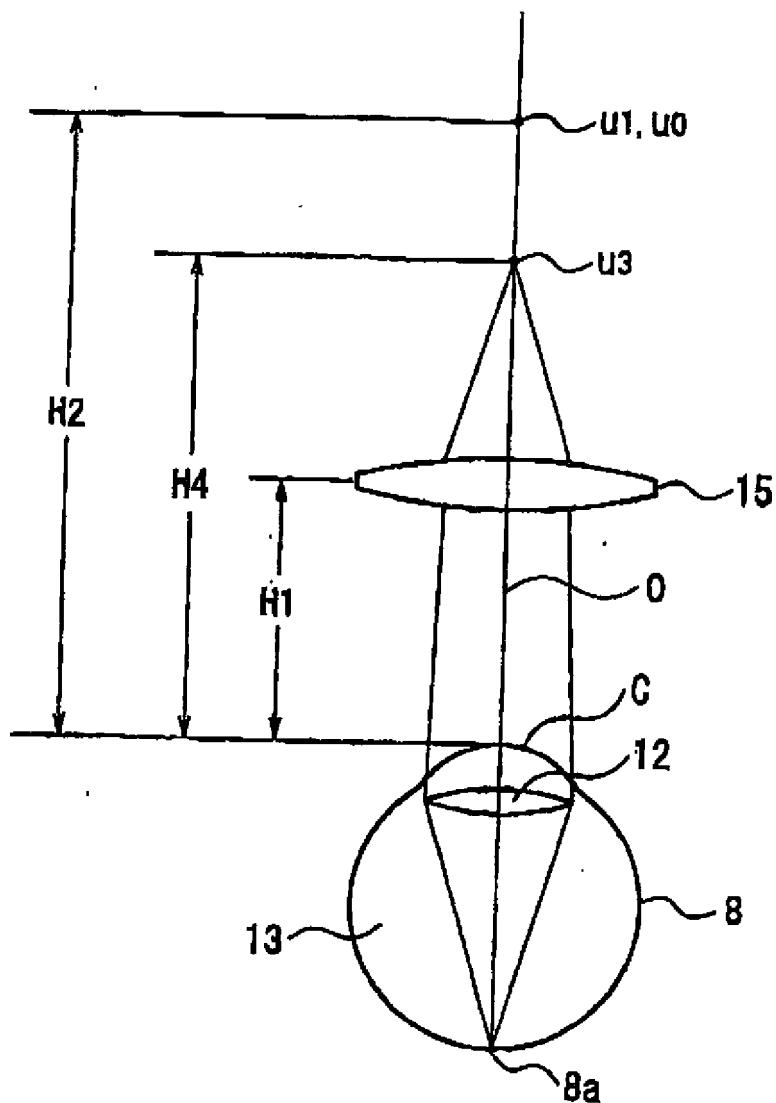


Fig. 13

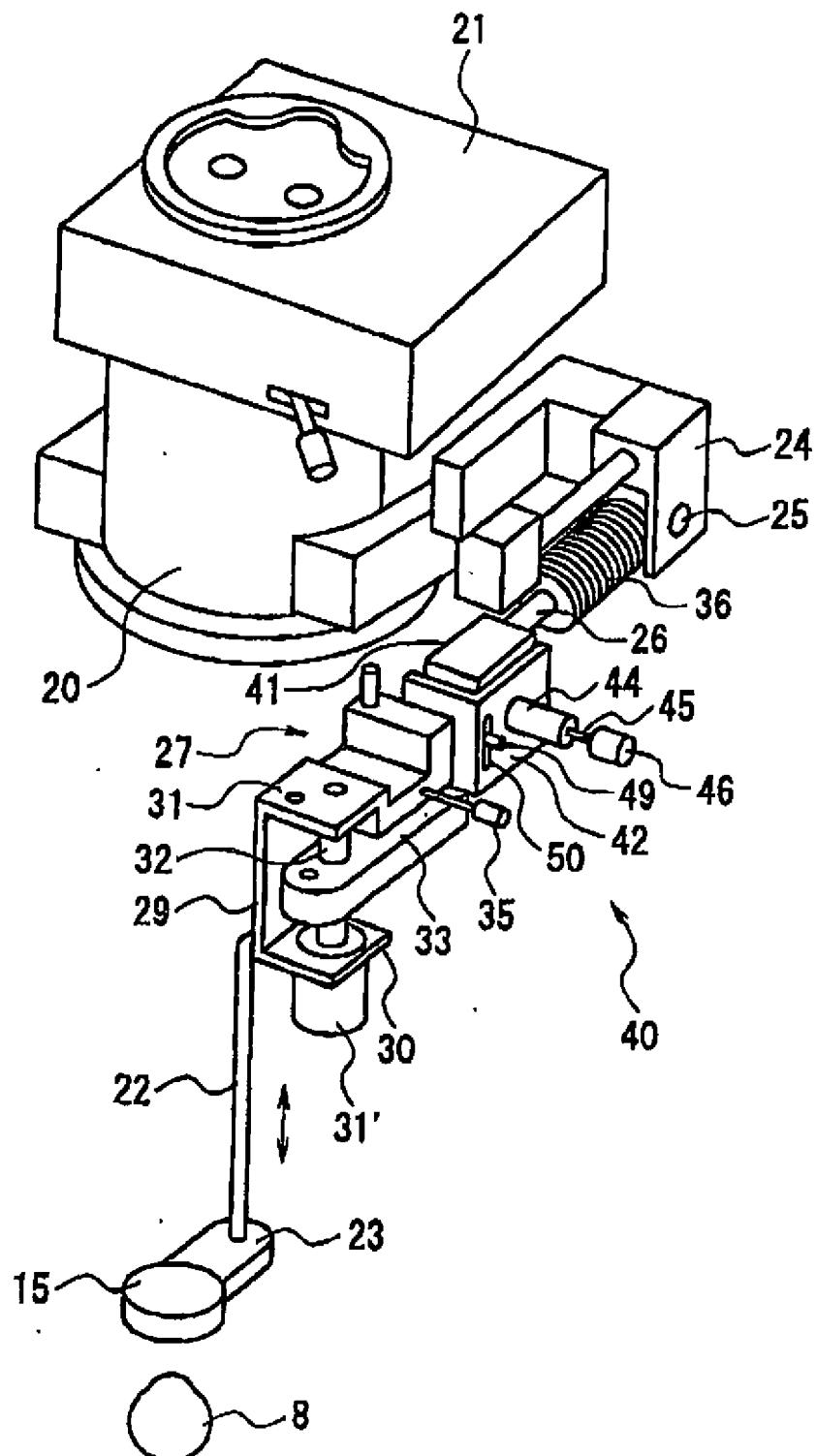


Fig. 14

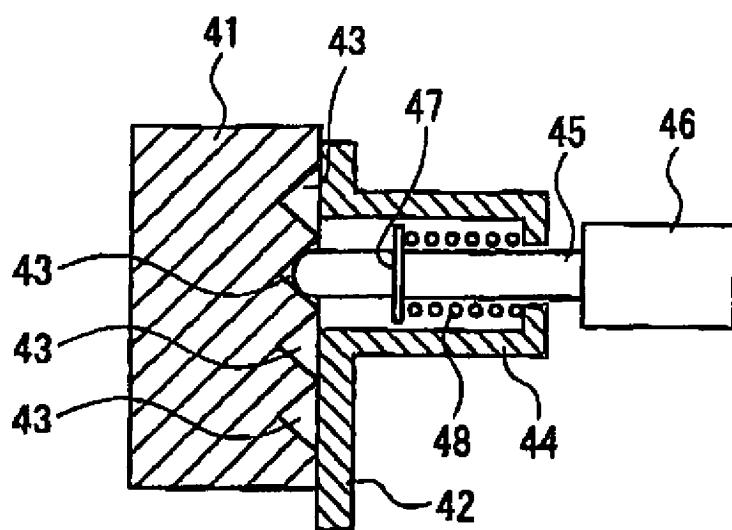


Fig. 15

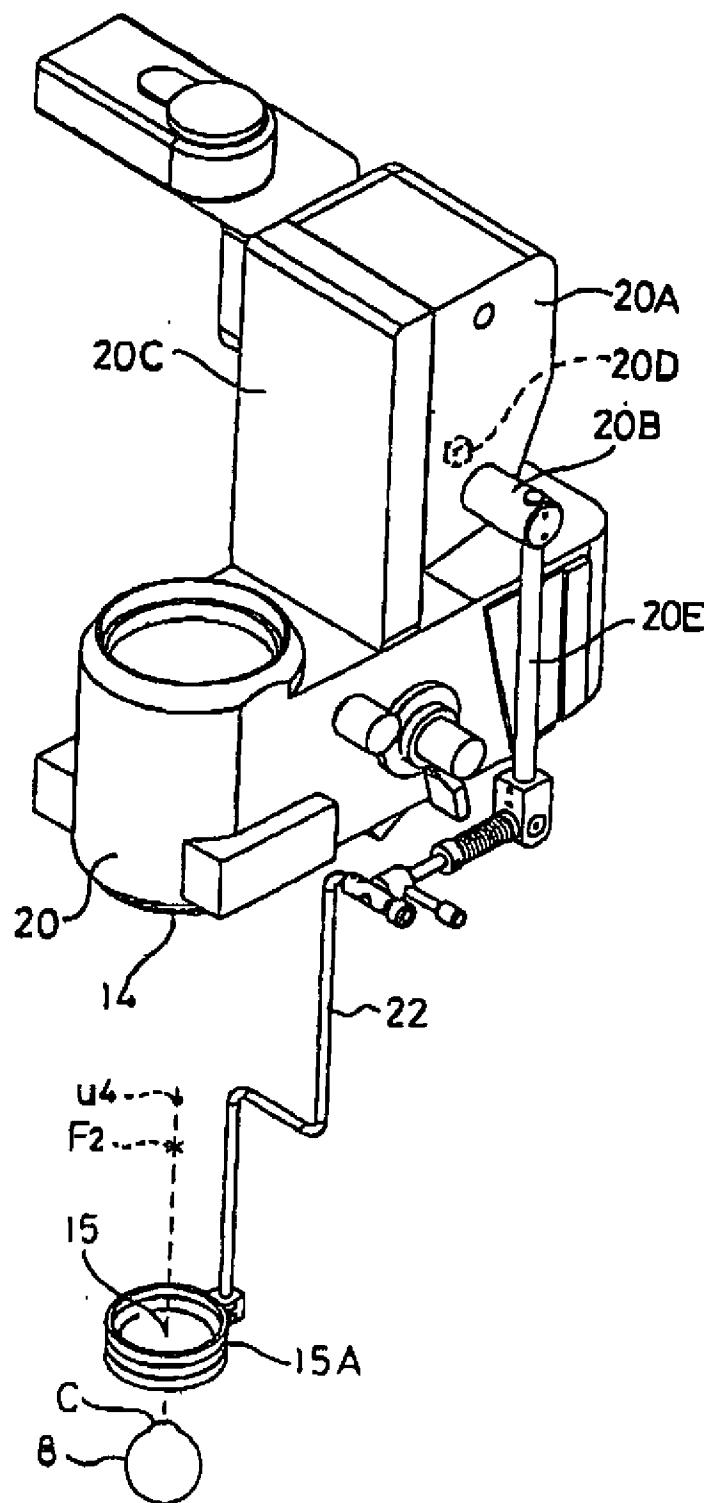


Fig. 16(a)

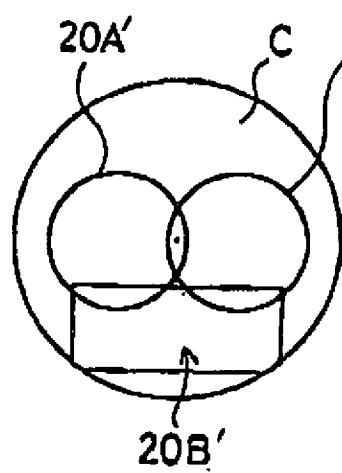


Fig. 16(b)

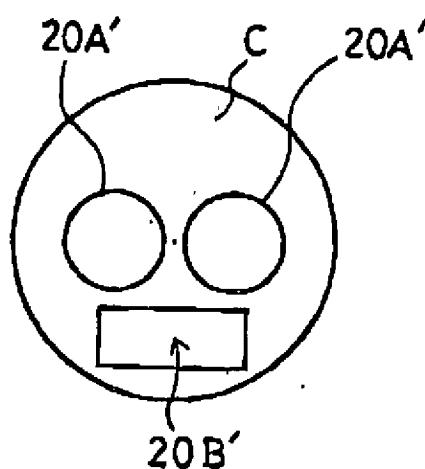


Fig. 17

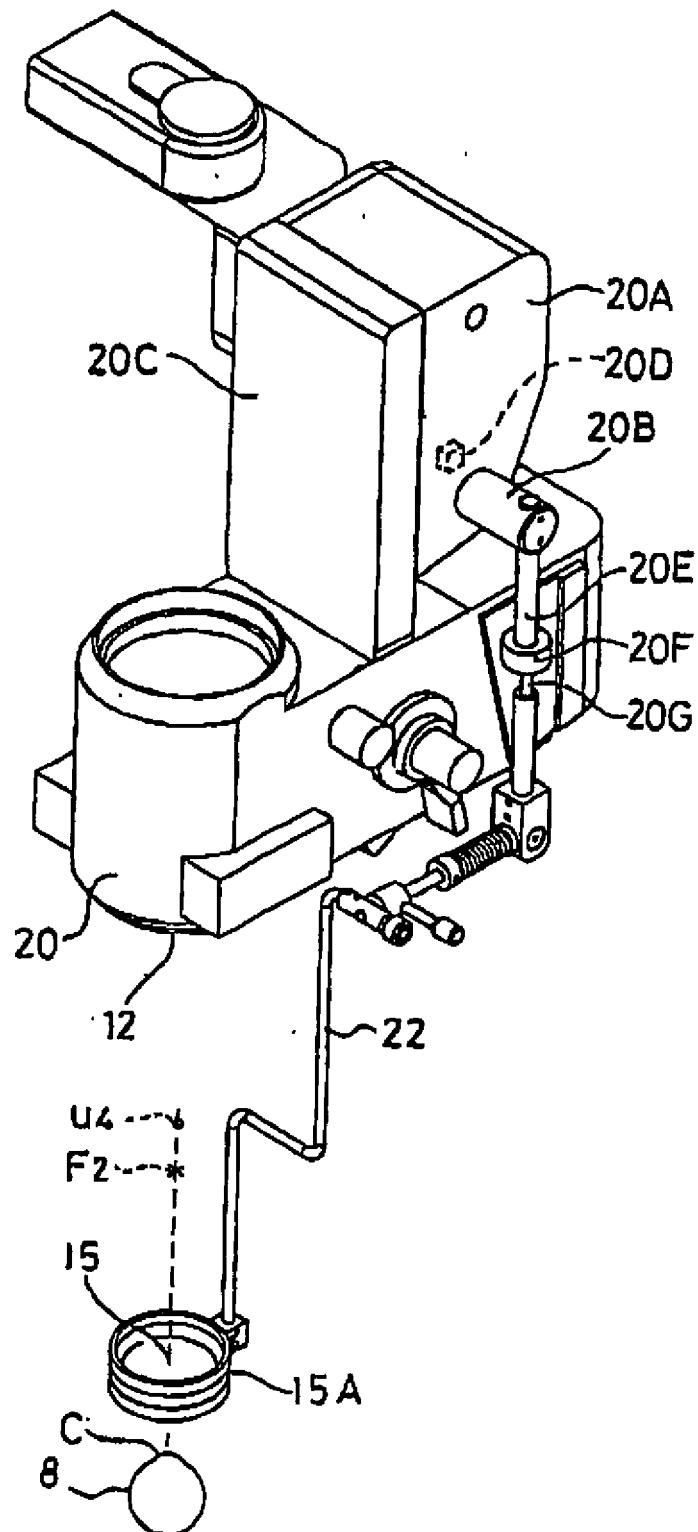


Fig. 18

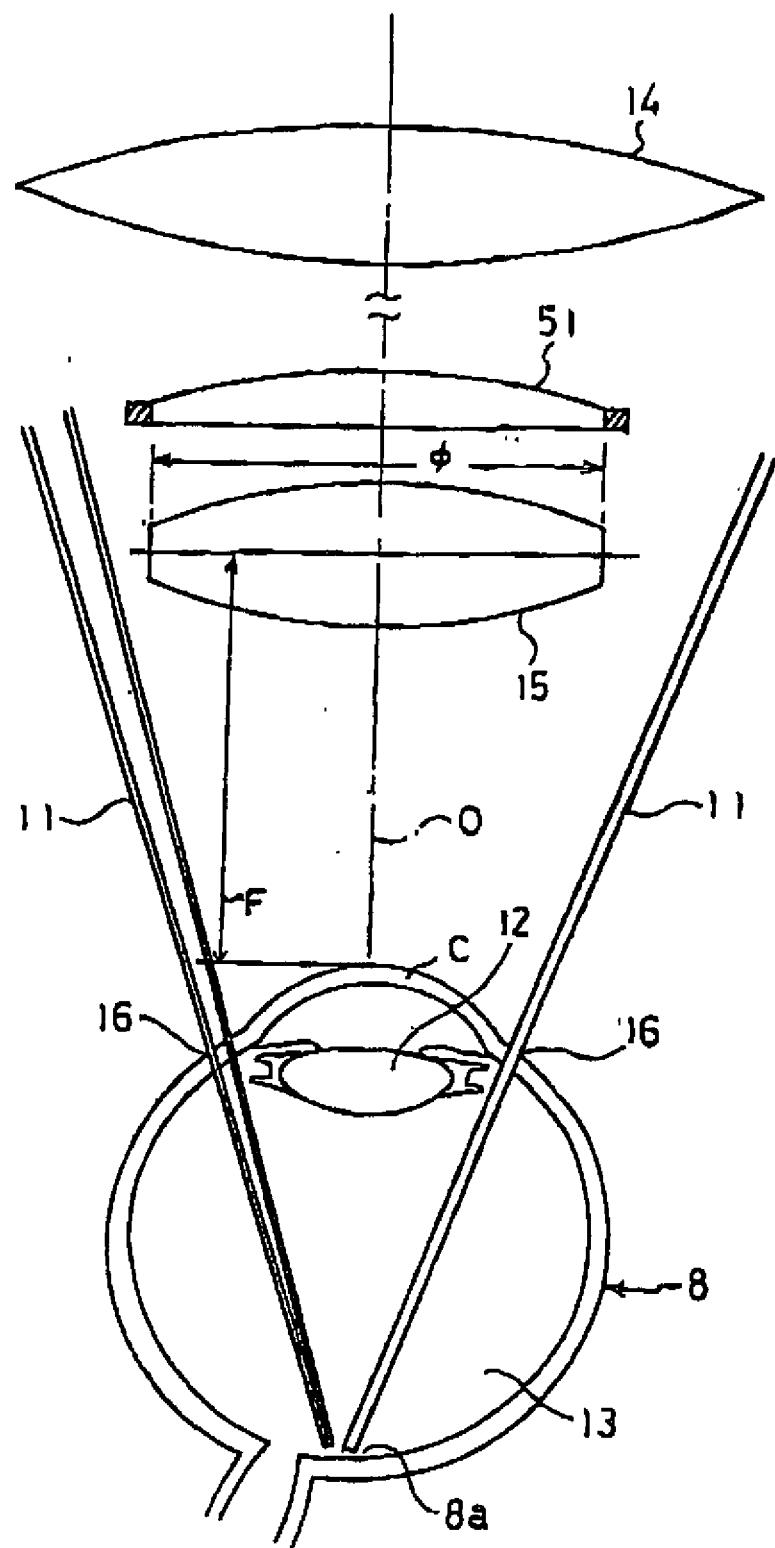


Fig. 19

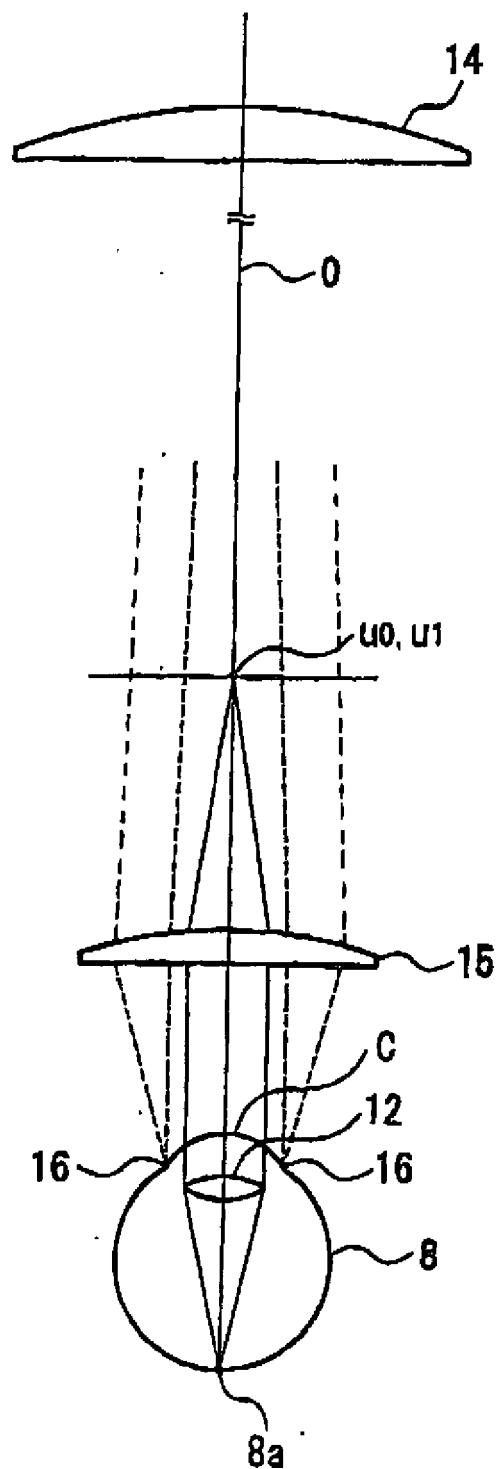


Fig. 20

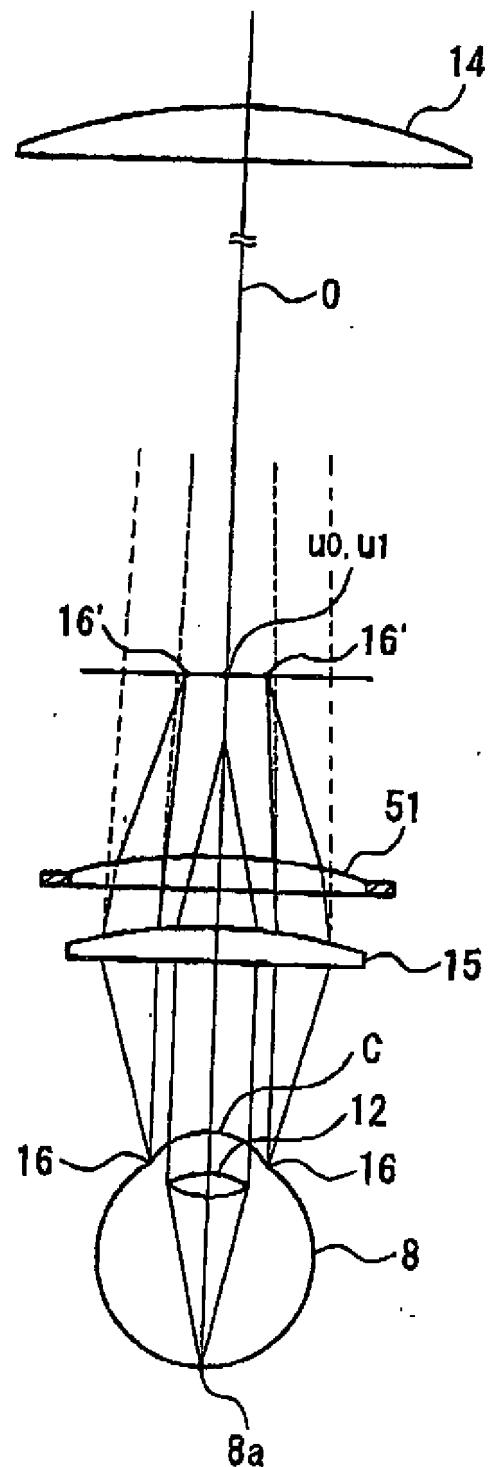


Fig. 21

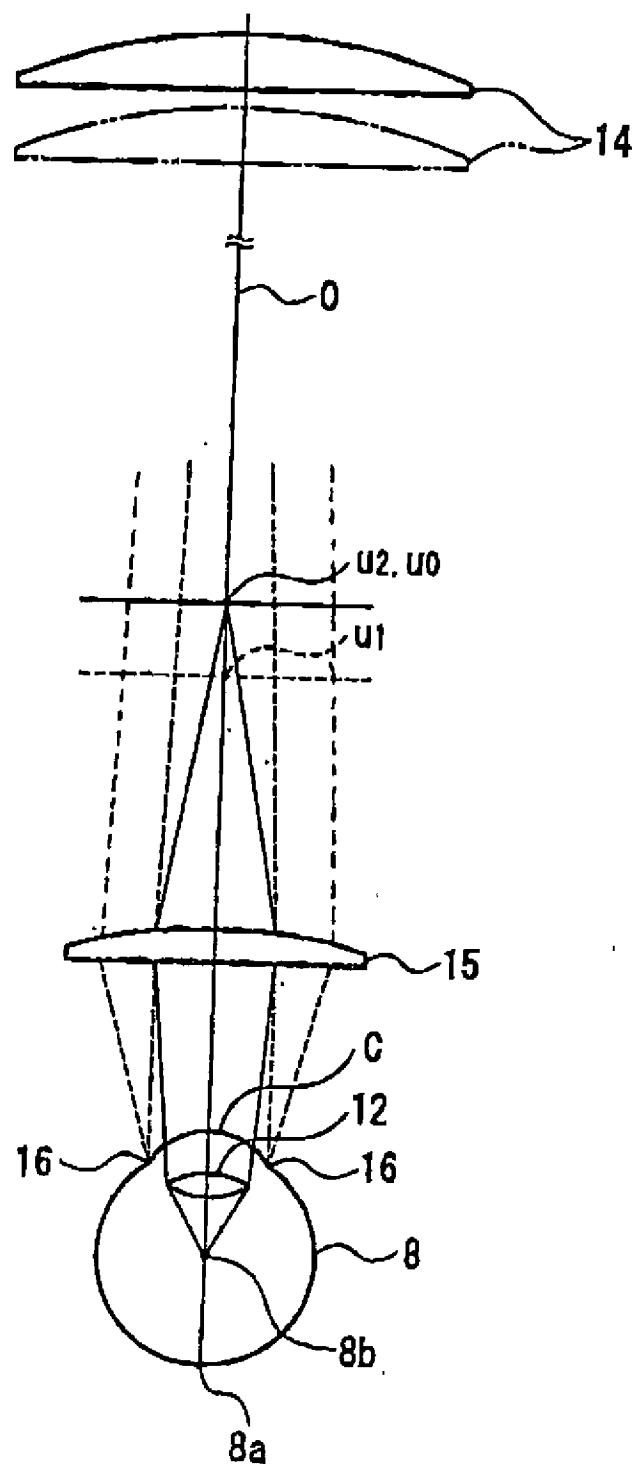


Fig. 22

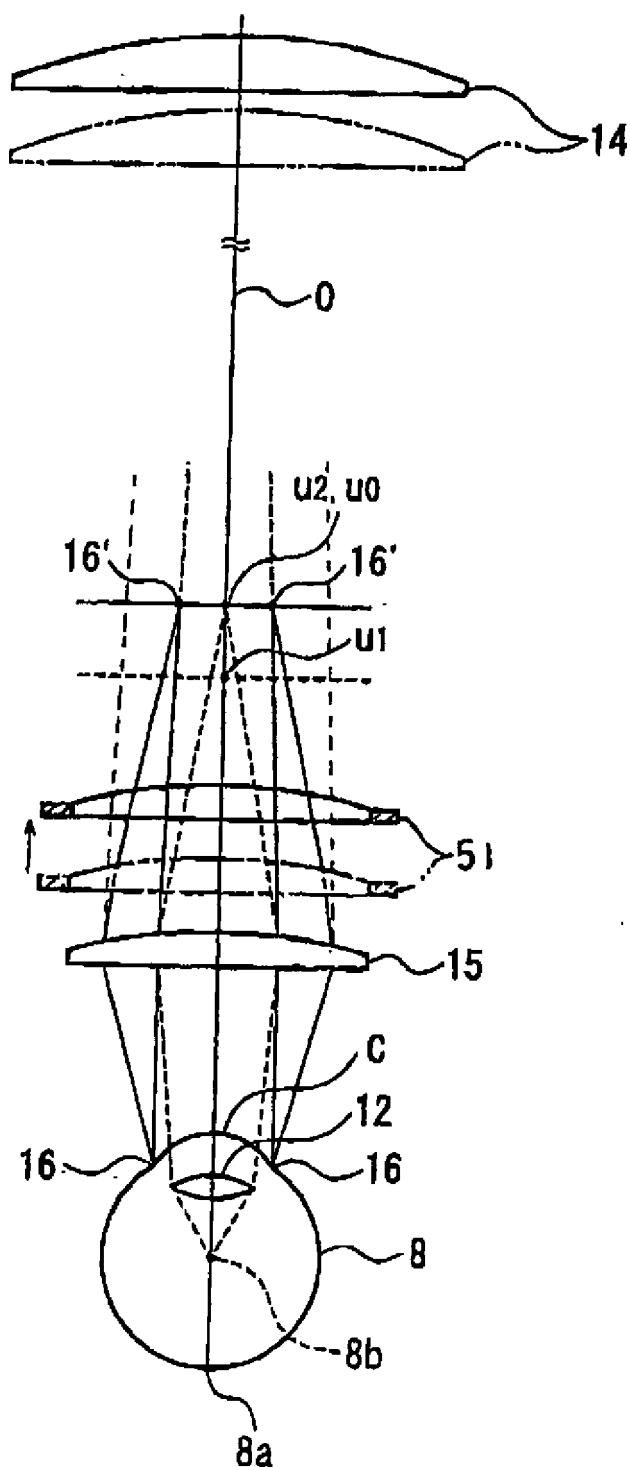


Fig. 23

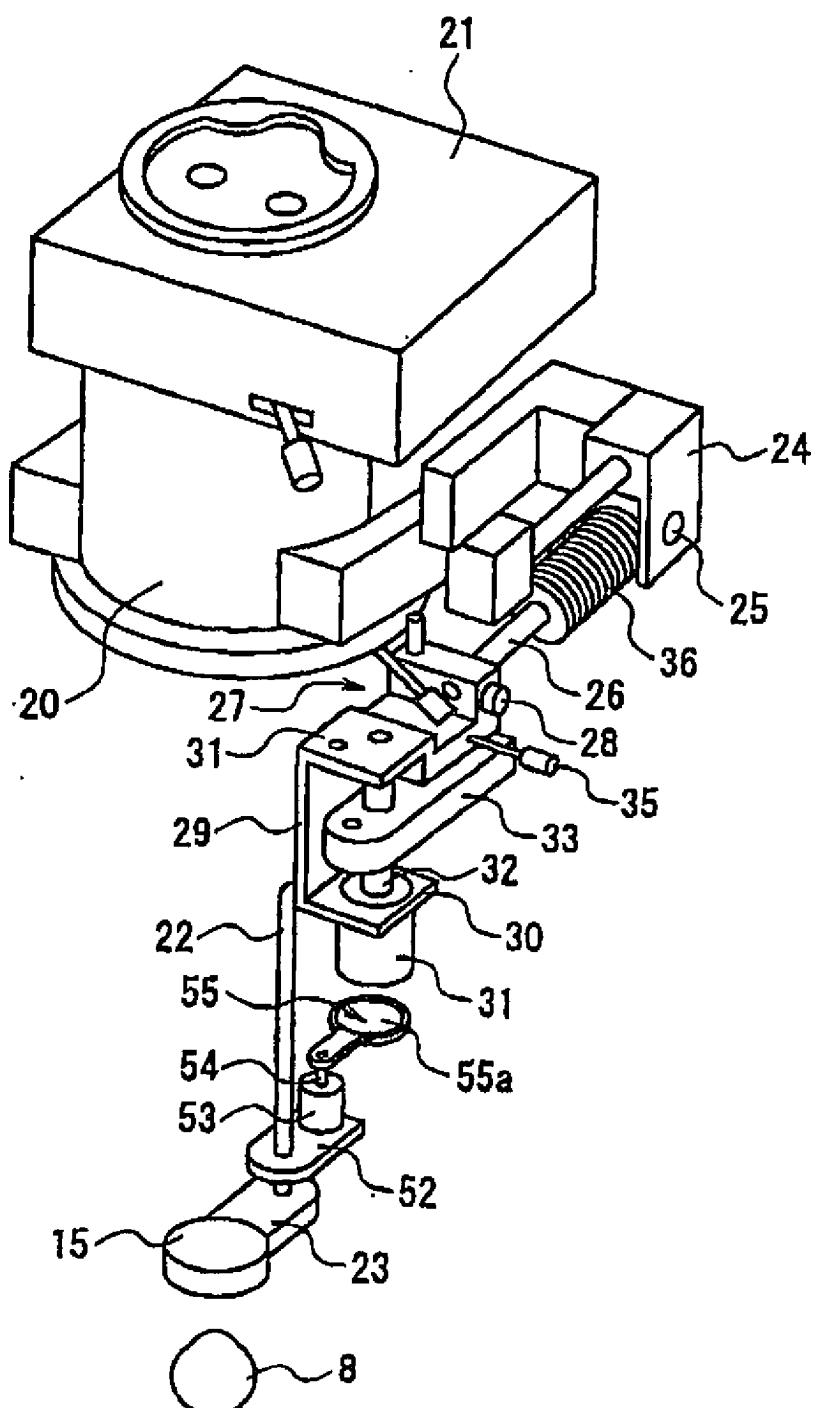


Fig. 24

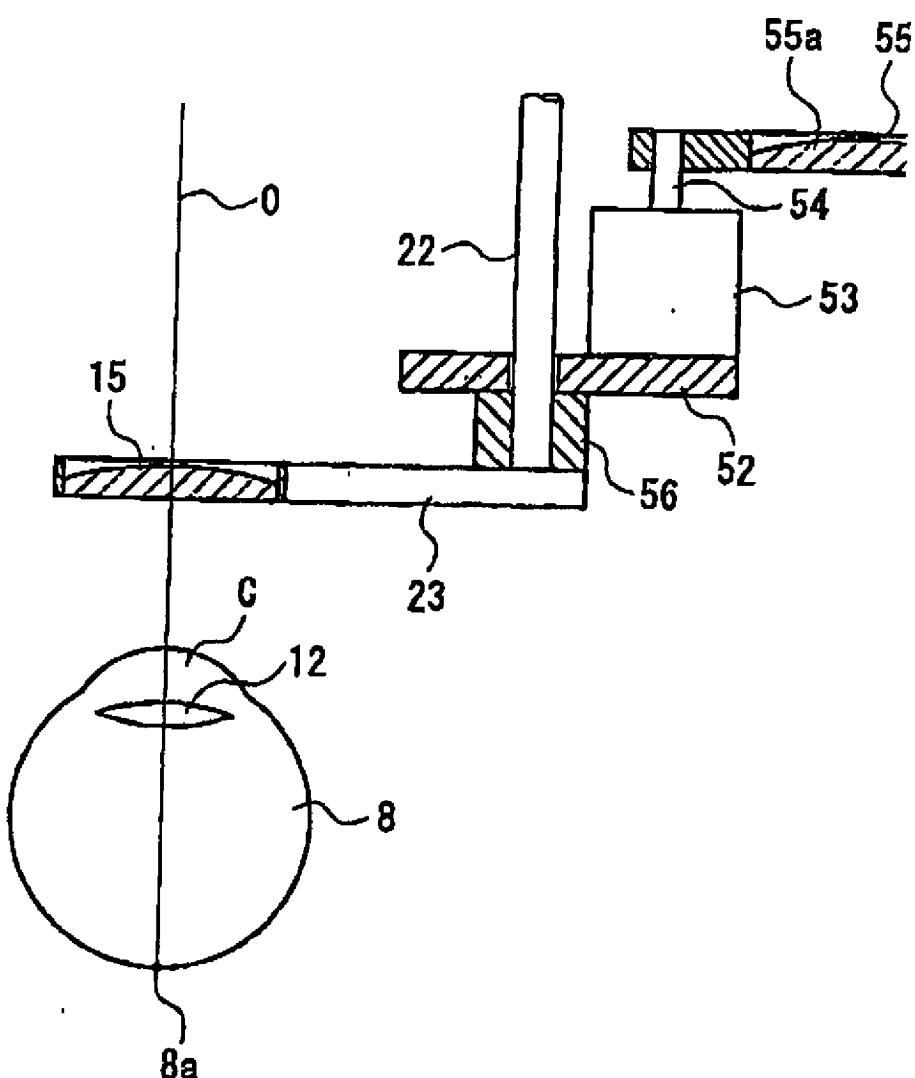


Fig. 25

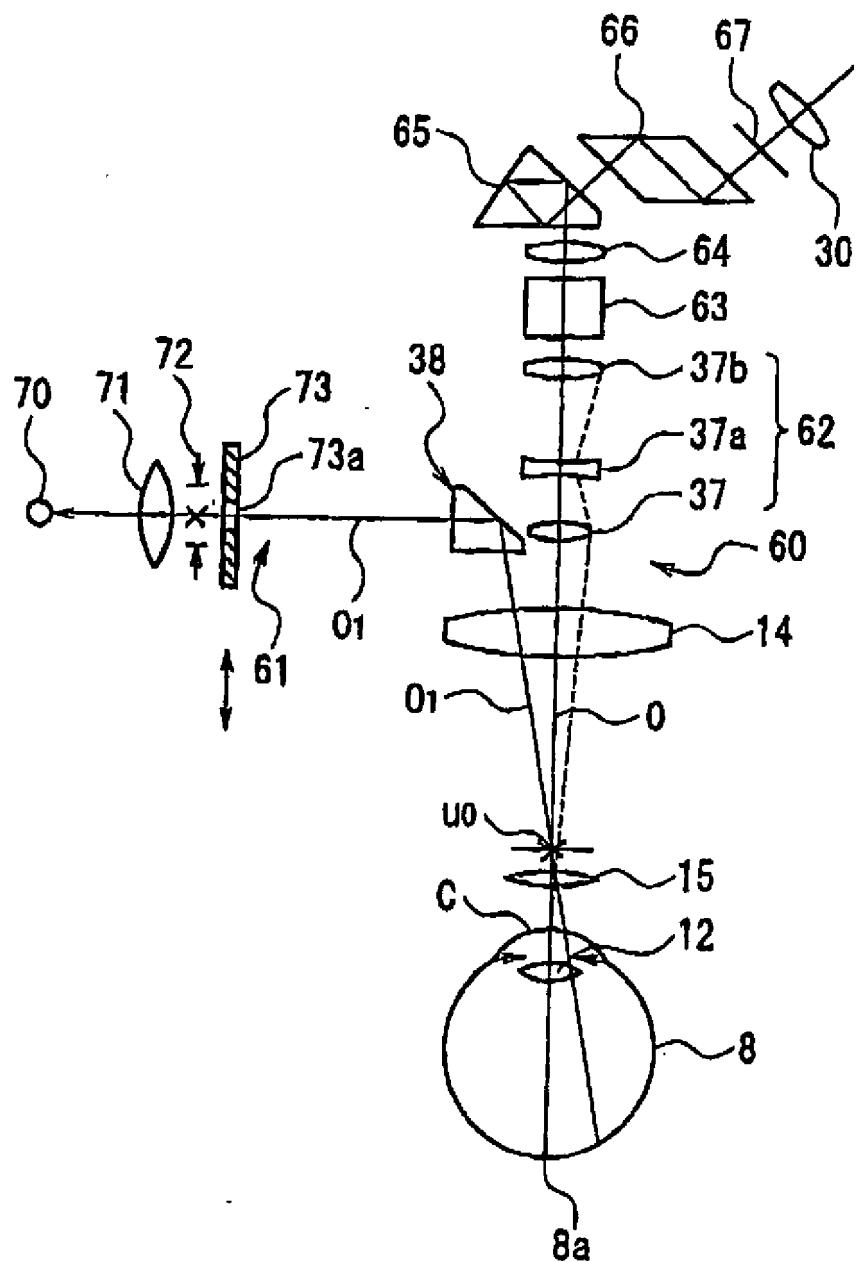


Fig. 26

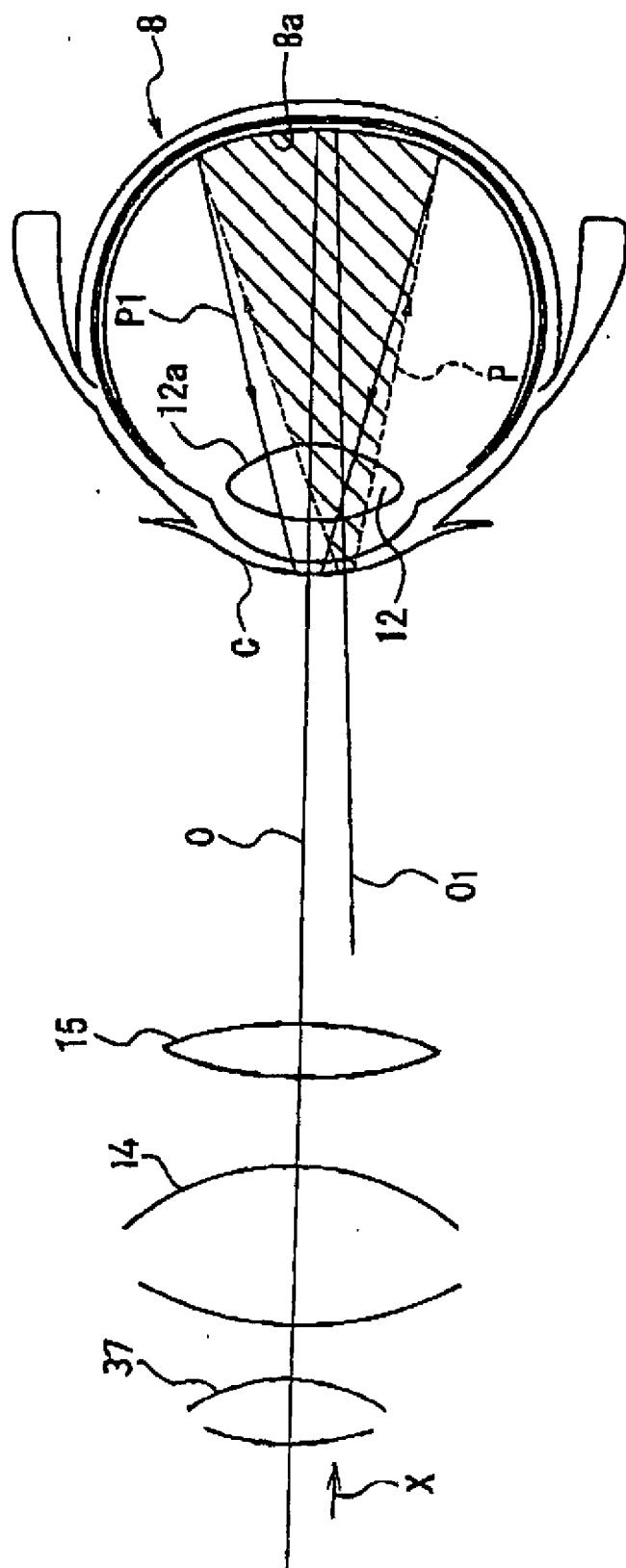


Fig. 27

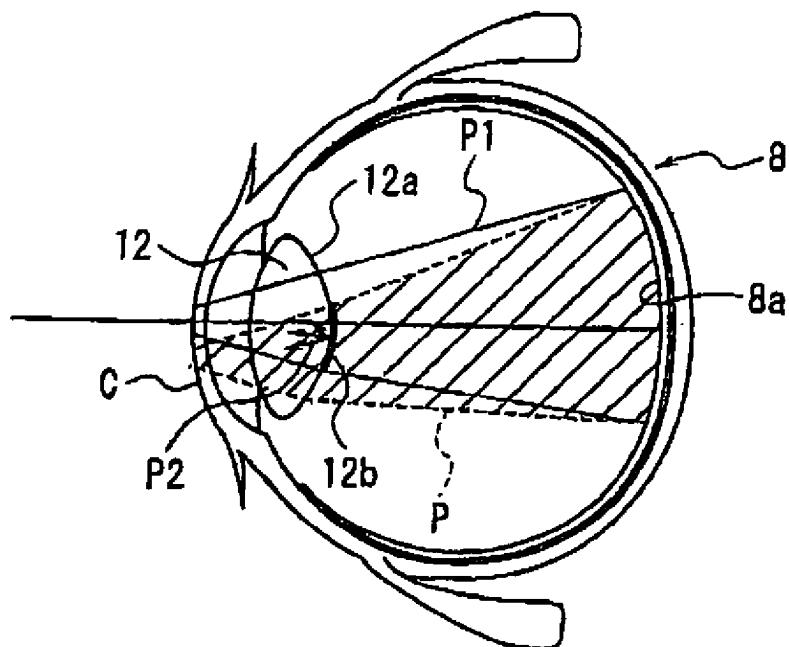


Fig. 28

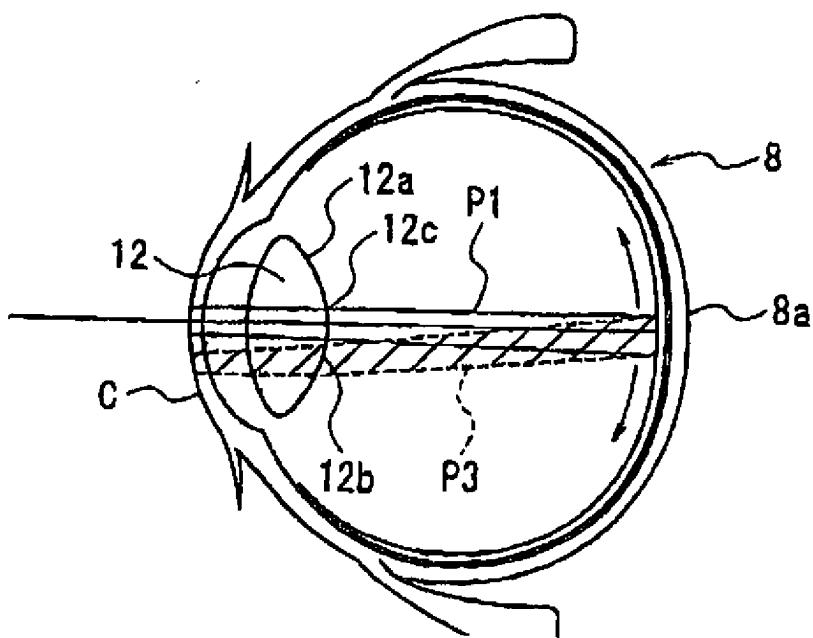


Fig. 29

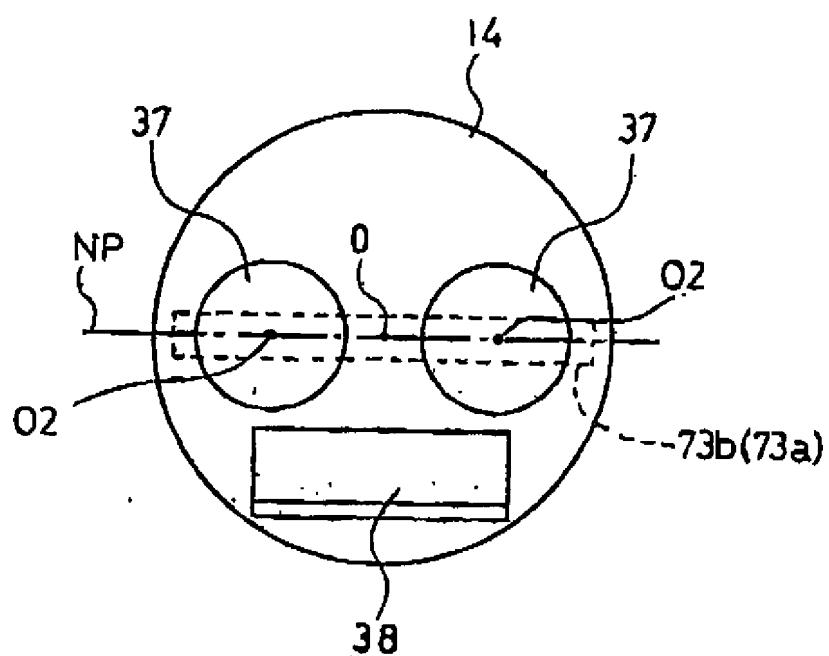


Fig. 30

