



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 005 932 A1** 2006.08.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 005 932.5**

(22) Anmeldetag: **09.02.2005**

(43) Offenlegungstag: **17.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 3/12 (2006.01)**
A61B 3/14 (2006.01)

(71) Anmelder:
Carl Zeiss Meditec AG, 07745 Jena, DE

(74) Vertreter:
Diehl & Partner, 80333 München

(72) Erfinder:
**Teige, Frank, 07749 Jena, DE; Biernat, Detlef,
07747 Jena, DE; Müller, Lothar, 07646 Ottendorf,
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 03 211 C2

US 58 15 233 A

WO 04/0 49 927 A1

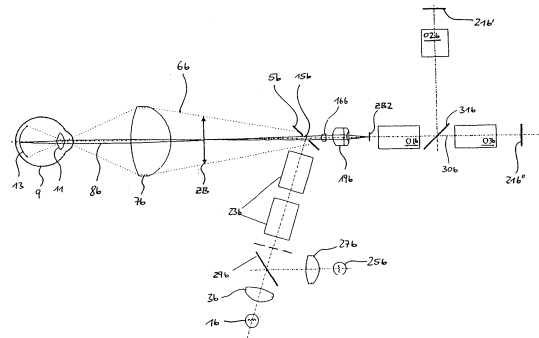
WO 99/18 456 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Fokussierung und Astigmatismuskompensator für eine Funduskamera**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum Betrachten eines Augenhintergrundes, insbesondere eine Funduskamera, enthält eine Lichtquelle (1b) zum Bereitstellen von Beleuchtungsstrahlung; einen Beleuchtungsstrahlengang zum Richten der Beleuchtungsstrahlung auf den Augenhintergrund; und eine Beobachtungsoptik zum Abbilden des beleuchteten Augenhintergrundes, wobei die Beobachtungsoptik eine hinsichtlich ihrer Brechkraft elektrisch einstellbare Baugruppe (16b) umfaßt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Untersuchung des Augenhintergrundes mittels eines optischen Systems und insbesondere mittels elektronischer Sensoren zur Bildaufnahme, vorzugsweise eine Funduskamera. Ferner betrifft die Erfindung einen Astigmatismuskompensator, insbesondere für eine Funduskamera.

Stand der Technik

[0002] Üblicherweise muß bei Benutzung einer Funduskamera in Abhängigkeit von der Fehlsichtigkeit des Patienten das optische Beobachtungssystem der Funduskamera von einem Patienten zum nächsten jeweils so verändert werden, daß der Augenhintergrund scharf auf dem Bildaufnahmesensor abgebildet wird. Um möglichst viele Patienten untersuchen zu können, wird der Fokussierbereich mit mindestens ± 25 dpt gewählt. Bei bekannten Funduskameras wird entweder ein Teil des optischen Systems entlang der optischen Achse des Objektivs verschoben; oder es wird der Bildaufnehmer entlang der optischen Achse verschoben (siehe **Fig. 1a, 1b**).

[0003] Es hat sich herausgestellt, daß die bekannten Funduskameras einerseits präzise mechanische Komponenten erfordern, die schon an sich teuer sind und zudem einem Verschleiß unterliegen, und daß ferner mit diesen Funduskameras nicht bei allen Patienten scharfe Aufnahmen des Augenhintergrundes erhalten werden können.

Aufgabenstellung

[0004] Die Erfindung setzt sich daher zum Ziel, eine Vorrichtung zur Betrachtung des Augenhintergrundes bereitzustellen, die auf einfachere Weise und/oder bei einem größeren Anteil der Patienten gestattet, scharfe Bilder von deren Augenhintergrund zu erhalten.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Vorrichtung zum Betrachten eines Augenhintergrundes gemäß Anspruch 1, durch den Astigmatismuskompensator nach Anspruch 7, und durch die einstellbare Linse gemäß Anspruch 10.

[0006] Unter einem ersten Aspekt stellt die Erfindung eine Vorrichtung zum Betrachten eines Augenhintergrundes bereit, welche eine Beobachtungsoptik mit einer hinsichtlich ihrer Brechkraft elektrisch einstellbaren Linse aufweist. Die derart einstellbare Brechkraft kann dabei eine sphärische oder/und zylindrische Brechkraft sein; im letzteren Falle kann auch die Achslage der zylindrischen Brechkraft einstellbar sein. Die Vorrichtung kann einen insbesondere elektronischen Bildaufnahmesensor umfassen und/oder zur direkten visuellen Beobachtung ausge-

bildet sein. Die elektrisch einstellbare Linse kann Flüssigkristallschichten aufweisen oder zwei in einem Behälter aufgenommene Fluide umfassen, zwischen denen eine durch Anlegen einer Spannung verformbare Phasengrenzfläche ausgebildet ist.

[0007] Unter einem zweiten Aspekt stellt die Erfindung einen Astigmatismuskompensator bereit, der eine Linse mit einstellbarer radial-asymmetrischer Brechkraft umfaßt, wobei die Linse zwei Elektroden umfaßt, zwischen denen beim Anlegen einer Spannung ein elektrisches Feld ausgebildet ist.

[0008] Unter einem dritten Aspekt stellt die Erfindung eine einstellbare Linse bereit, wobei die Linse zwei in einem Behälter aufgenommene Fluide umfaßt, zwischen denen eine durch Anlegen einer Spannung radial-asymmetrisch verformbare Phasengrenzfläche ausgebildet ist.

Ausführungsbeispiel

[0009] Weitere vorteilhafte Details und Aspekte gehen aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen hervor. Darin zeigt:

[0010] **Fig. 1a** eine herkömmliche Funduskamera mit zu verschiebendem optischem System;

[0011] **Fig. 1b** eine andere herkömmliche Funduskamera mit zu verschiebendem Bildaufnehmer;

[0012] **Fig. 2** eine weitere herkömmliche Funduskamera mit einer Stokes'-Linse als Astigmatismuskompensator;

[0013] **Fig. 3** eine erfindungsgemäße Funduskamera mit einer elektrisch steuerbaren Linse;

[0014] **Fig. 4** eine weitere erfindungsgemäße Funduskamera mit einem elektrisch steuerbaren Astigmatismuskompensator;

[0015] **Fig. 5a Fig. 5b** eine elektrooptische Linse auf Flüssigkristallbasis in Quer- und Aufsicht;

[0016] **Fig. 6** eine elektrooptische Linse auf Fluidbasis im Querschnitt;

[0017] **Fig. 7** ein Schema einer Elektrodenanordnung für die in **Fig. 6** schematisch dargestellte Linse in Aufsicht;

[0018] **Fig. 8** eine weitere elektrooptische Linse auf Fluidbasis.

[0019] Bei der bekannten Kamera nach **Fig. 1a** wird Licht einer Lichtquelle **1** durch eine Linse **3** auf einen Lochspiegel **5** gerichtet. Von dem Lochspiegel **5** wird

das Beleuchtungslicht **6** durch eine Frontlinse **7** der Funduskamera auf das Auge **9**, und damit durch die Augenlinse **11** auf den Augenhintergrund **13** gerichtet. Das vom Augenhintergrund **13** ausgehende Strahlenbündel wird durch die Augenlinse **11** und die Frontlinse **7** der Funduskamera auf die Apertur **15** im Lochspiegel **5** gerichtet. Hinter der Apertur **15** ist eine Kompensationslinse **17** einschwenkbar. Schließlich wird das Beobachtungsstrahlenbündel **8** durch eine in Richtung des Strahlenganges verlagerbare Hauptlinsengruppe **19** auf einen Bildaufnahmesensor **21** abgebildet.

[0020] Bei der bekannten Variante nach [Fig. 1b](#) sind die Komponenten grundsätzlich in gleicher Weise angeordnet, jedoch ist statt der Hauptlinsengruppe **19'** der Bildaufnahmesensor **21'** in Richtung des Strahlenganges verlagerbar. In beiden Varianten markiert ZB eine Zwischenbildebene.

[0021] Bei der weiteren bekannten Variante nach [Fig. 2](#) ist die Kompensationslinse als Stokes'-Linsenpaar **17''** ausgebildet, mit dem durch mechanisches Einstellen der Achsenlagen der beiden Linsen ein Astigmatismus des Auges **9** nach Betrag und Richtung ausgeglichen werden kann. In diesem Fall erzeugt die Hauptlinsengruppe **19''** ein zweites Zwischenbild ZB2, welches durch eine mehrteilige Abbildungsoptik O1 zunächst auf einen Klappspiegel **31** und nachfolgend entweder durch eine Sucheroptik O2 auf den CCD-Sensor einer Sucherkamera **21'**, oder durch eine Dokumentationsoptik O3 auf den CCD-Sensor einer Dokumentationskamera **21''** abgebildet wird. Außerdem ist im Beleuchtungsstrahlengang zusätzlich eine Blitzlampe **25** mit zugehöriger Optik **27** vorgesehen, deren Licht über einen Beleuchtungsklappspiegel **29** und eine zusätzliche Beleuchtungsoptik **23** auf den Lochspiegel **5** gerichtet werden kann.

[0022] Gegenüber der bekannten Funduskamera nach [Fig. 1a](#) oder [Fig. 1b](#) ist in der in [Fig. 3](#) gezeigten ersten Ausführungsform sowohl die Hauptlinsengruppe **19a** als auch der Bildaufnahmesensor **21a** fest montiert. Ihrer Struktur oder Funktion nach den vorstehend beschriebenen Komponenten vergleichbare Bauteile sind hierbei und nachfolgend mit gleichen Ziffern, aber zur Unterscheidung mit nachgestellten Kleinbuchstaben gekennzeichnet. In diesem Beispiel ist gleichfalls eine einschwenkbare Kompensationslinse **17a** zur Grobanpassung an die Brechkraft des Patientenauges vorgesehen, die aber verzichtbar ist. In diesem Beispiel ist zwischen Apertur **15a** und Kompensationslinse **17a** eine elektrisch verstellbare Linse **16** angeordnet. Die Position zwischen Apertur **15a** und Hauptlinsengruppe **19a** ist für die Anordnung der einstellbaren Linse **16** bevorzugt, da an dieser Stelle das Beobachtungsstrahlenbündel **8a** einen relativ geringen Durchmesser aufweist, und daher ein geringer freier Durchmesser der verstellba-

ren Linse **16** ausreicht. Statt des Lochspiegels **5a** kann allerdings auch ein anderer Strahlenteiler verwendet werden, um das Beleuchtungslicht in den Beobachtungsstrahlengang einzukoppeln, beispielsweise ein geometrischer Strahlenteiler wie etwa ein in einer lateralen Hälfte des Strahlenbündels angeordneter einfacher Spiegel ohne Loch.

[0023] In der in [Fig. 4](#) gezeigten zweiten Ausführungsform ist, im Unterschied zu der bekannten Variante nach [Fig. 2](#), statt des Stokes'-Linsenpaares eine elektrisch verstellbare Linse **16b** zwischen der Apertur **15b** des Lochspiegels **5b** und der Hauptlinsengruppe **19b** angeordnet. Diese elektrisch verstellbare Linse **16b** ist so ausgebildet, daß sie in zwei einstellbaren, aufeinander senkrechten Hauptrichtungen jeweils unabhängig voneinander einstellbare Brechkraft aufweist. Beispielsweise kann die Brechkraftereinstellung auf Flüssigkristallschichten beruhen, wie sie in den Patentschriften US 4,795,248 und US 5,815,233 beschrieben sind. Die Offenbarung dieser Druckschriften wird in die vorliegende Anmeldung durch Inbezugnahme vollumfänglich aufgenommen.

[0024] [Fig. 5a](#) zeigt eine Baugruppe **16c** änderbarer optischer Wirkung im Querschnitt. Die Baugruppe **16c** umfaßt eine erste Flüssigkristallschicht **103** und eine zweite Flüssigkristallschicht **105**, welche beiderseits einer gemeinsamen transparenten durchgehenden Elektrode **107** angeordnet sind. Auf einer der gemeinsamen Elektrode **107** gegenüberliegenden Seite der Flüssigkristallschicht **103** ist eine ebenfalls transparente Elektrodenstruktur **109** vorgesehen, wie sie in [Fig. 5b](#) in Draufsicht dargestellt ist. Die Elektrodenstruktur **109** stellt eine Vielzahl ansteuerbarer Pixel **111** bereit, welche in einem beispielsweise rechtwinkligen Gitter angeordnet sind. Eine Steuerung **113** ist vorgesehen, um an ein jedes der Pixel **111** eine einstellbare Spannung über einen Treiber **115** anzulegen, welcher den einzelnen Pixeln die Spannungen zuführt, wie dies von Flüssigkristallanzeigen her bekannt ist. Hiermit ist ein elektrisches Feld zwischen einem jeweiligen Pixel **111** und der gemeinsamen Elektrode **107** einstellbar, und in Abhängigkeit von dem eingestellten elektrischen Feld stellt die Flüssigkristallschicht **103** für einen diese durchsetzenden Lichtstrahl **117** eine änderbare optische Weglänge für eine Polarisationsrichtung des Strahls **117** bereit. Auf einer von der gemeinsamen Elektrode **107** wegweisenden Seite der Flüssigkristallschicht **105** ist eine weitere transparente Elektrodenstruktur **109** mit dem in [Fig. 5b](#) gezeigten Aufbau angeordnet, welche ebenfalls von der Steuerung **113** angesteuert wird. Während die Flüssigkristallschicht **103** die änderbare optische Weglänge für eine in [Fig. 5a](#) mit einem Pfeil **119** angedeutete Polarisationsrichtung in der Zeichenebene der Figur bereitstellt, stellt die Flüssigkristallschicht **105** eine entsprechende änderbare optische Weglänge für eine hierzu orthogonale Polarisationsrichtung bereit, wie dies durch das Symbol **121** in

[Fig. 5a](#) angedeutet ist.

[0025] Durch entsprechende Ansteuerung der Elektrodenstruktur **109** ist es somit möglich, für beide Polarisationsrichtungen des Strahls **117** optische Weglängen der beiden Flüssigkristallschichten **103**, **105** bereitzustellen, welche als Funktion von einer Position auf den Schichten **103**, **105** einstellbar sind. Somit kann die Baugruppe **16c** insgesamt angesteuert werden, um einstellbare optische Wirkungen für den Strahl **117** bereitzustellen, wie beispielsweise eine Rundlinsenwirkung positiver oder negativer Brechkraft bezüglich einer wählbaren optischen Achse, oder auch eine Zylinderlinsenwirkung positiver oder negativer Brechkraft bezüglich einer einstellbaren Symmetrieebene.

[0026] Andererseits kann die Brechkrafteinstellung auf Linsen mit zwei durch eine Phasengrenzfläche getrennten Fluiden beruhen, wie sie von der Firma Varioptic, 69007 Lyon, Frankreich, vertrieben werden. Die Funktionsweise solcher Linsen ist beispielsweise in der internationalen Patentanmeldung WO 1999/018456 beschrieben; die Offenbarung dieser Druckschrift wird in die vorliegende Anmeldung durch Inbezugnahme vollumfänglich aufgenommen. [Fig. 6](#) zeigt einen Querschnitt einer solchen optischen Baugruppe **16d** einstellbarer optischer Wirkung. Die Baugruppe **16d** umfaßt ein Gehäuse **221** mit zwei Eintritts- bzw. Austrittsfenstern **223**, zwischen welchen zwei nicht mischbare Flüssigkeiten **225** und **227** mit unterschiedlichem Brechungsindex eingeschlossen sind. Die eine Flüssigkeit **225** ist beispielsweise Wasser oder Salzwasser und die andere Flüssigkeit **227** ist beispielsweise Öl oder ein Methylphenylsiloxangemisch von vorzugsweise gleicher oder ähnlicher Dichte wie das Wasser bzw. Salzwasser. Das Gehäuse **221** stellt für die beiden Flüssigkeiten **225**, **227** eine bezüglich einer optischen Achse **229** der Baugruppe symmetrische konische Wand **231** bereit, an der eine Grenzfläche **233** zwischen den beiden Flüssigkeiten unter einem Randwinkel θ anliegt. Eine ebenfalls konusförmige Elektrode **235** ist innerhalb der Wand **231** angeordnet, und eine ringförmige Elektrode **236** ist in dem Volumen der Flüssigkeit **225** nahe dem Fenster **223** angeordnet. Die Flüssigkeit **225** ist elektrisch leitend, während die Flüssigkeit **227** elektrisch im wesentlichen nichtleitend ist. Eine Spannung zwischen den Elektroden **235** und **236** ist durch eine Steuerung **213** einstellbar. Eine Änderung der Spannung zwischen den Elektroden **235** und **236** ändert den Winkel θ , den die Grenzfläche **233** zwischen den beiden Flüssigkeiten **225**, **227** mit der Wand **231** einschließt. Durch Änderung der Spannung zwischen den Elektroden **235**, **236** ist damit die Gestalt und Krümmung der Grenzfläche **233** änderbar, wie dies durch eine gestrichelte Linie **233'** in [Fig. 6](#) schematisch dargestellt ist. Aufgrund der unterschiedlichen Brechungsindizes der beiden Flüssigkeiten **225**, **227** ist damit eine Linsenwirkung der

Baugruppe **16d** für einen diese entlang der optischen Achse **229** durchsetzenden Lichtstrahl änderbar. Wenn die konusförmige Elektrode **235** in eine Vielzahl von separat ansteuerbaren Sektoren **235e₁** bis **235e₈** unterteilt ist, wie dies in [Fig. 7](#) schematisch dargestellt ist, kann in jedem Sektor **235e₁** bis **235e₈** ein anderer Randwinkel ausgebildet werden. Zur Bereitstellung einer zylindrischen oder torischen Grenzfläche mit unterschiedlichen Brechkräften in aufeinander senkrechten Hauptkrümmungsebenen werden einander diametral gegenüberliegende Sektoren von einer Steuerung **33** mit einer gleichen, maximalen Spannung angesteuert (beispielsweise Sektoren **235e₁** und **235e₅**), und die zu diesen senkrecht angeordneten Sektoren (beispielsweise Sektoren **235e₃** und **235e₇**) mit einer untereinander gleichen, minimalen Spannung (beispielsweise 0 V). Dazwischenliegende Sektoren (beispielsweise Sektoren **235e₂**, **235e₄**, **235e₆** und **235e₈**) werden von der Steuerung **33** mit dem Wert nach dazwischenliegenden Spannungen angesteuert. Je mehr Sektoren vorgesehen sind, desto feiner kann die Spannungsabstufung erfolgen, und desto genauer kann eine torische Grenzfläche erzeugt werden. Es ist aber bevorzugt, wenigstens **4** und bis zu **64** Sektoren vorzusehen; ferner ist bevorzugt, eine gerade Zahl von Sektoren vorzusehen, insbesondere eine durch vier teilbare Zahl von Sektoren. Die Linsenanordnung **16d** kann auch drehbar gehalten sein, um eine Grobeinstellung auf die Achsenlage eines Astigmatismus eines Patientenauges zu ermöglichen; in diesem Fall würde die Steuerung **33** nur die Spannungs-Feineinstellung leisten.

[0027] Es ist aber auch möglich, statt der radialsymmetrischen Geometrie der Baugruppe **16d** eine quaderförmige Geometrie **16f** vorzusehen, und statt einer sektorierten, konusförmigen Elektrode in den vier aufeinander senkrecht stehenden Umfangswänden jeweils eine ebene Elektrode **235f₁** bis **235f₄** anzuordnen (siehe [Fig. 8](#)). Die Elektroden sind jeweils von der Nachbarelektrode isoliert, können jedoch mit der jeweils gegenüberliegenden Elektrode elektrisch leitend verbunden sein. Zur Ausbildung einer zylindrischen Grenzfläche zwischen den Fluiden **225f** und **227f** wird an zwei einander gegenüberliegenden Wänden (beispielsweise Elektroden **235f₁** und **235f₃**) ein Randwinkel von 90° eingestellt, während an den beiden anderen Wänden (beispielsweise Elektroden **235f₂** und **235f₄**) ein anderer Randwinkel θ eingestellt wird. Daraus resultiert eine zylindrisch geformte Grenzfläche, die einen Augen-Astigmatismus eines Patienten dem Betrag nach zu kompensieren vermag. Um diese Anordnung auch auf die Achslage des Augen-Astigmatismus des Patienten einstellen zu können, ist sie bevorzugt um ihre optische Achse **35** drehbar gelagert.

[0028] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist im Vergleich zu bekannten Vorrichtungen zur Kompen-

sation zylindrischer Augenfehler deutlich einfacher in der Herstellung und in der Handhabung. Die optischen Komponenten sind einfacher und brauchen überhaupt keine, oder nur eine einfach zu realisierende Drehbewegung ausführen zu können. Insbesondere brauchen die optischen Komponenten und der Bildaufnehmer nicht verschiebbar zu sein, können also fest angeordnet sein und sind daher leichter justierbar.

[0029] Beispielsweise wird bei der bekannten Vorrichtung nach [Fig. 2](#) der Betrag der durch die Stokes'-Linsen 17" bereitgestellten zylindrischen Brechkraft zur Astigmatismuskompensation durch den Winkel der relativen Anordnung der Stokes'-Linsen 17" bestimmt; dieser Relativ-Winkel muß daher genau eingestellt sein. Dem zu Folge müssen Achslagen beider Linsen des Stokes'-Linsenpaars 17" unabhängig voneinander genau einstellbar sein. In der vorliegenden Erfindung muß hingegen nur die Achslage der Gesamtanordnung durch die Drehung der Vorrichtung relativ zum Patientenauge eingestellt werden, wofür eine geringere Genauigkeit ausreicht. Der Betrag der zylindrischen Brechkraft zur Astigmatismuskompensation ist aber durch die Höhe der angelegten Spannung elektrisch einstellbar, und erfordert daher keine so präzise Mechanik.

[0030] Darüber hinaus ist der jeweils tatsächlich eingestellte Zylinderwert, anders als bei bekannten Vorrichtungen, einschließlich Betrag, Vorzeichen und Achslage in Form der Steuerspannungen für die elektrisch angesteuerte Linse und über die Position der angesteuerten Elektroden bzw. den eingestellten Anordnungswinkel der einstellbaren Linsenbaugruppe leicht auswertbar und einer dokumentierenden oder rechnerischen Weiterverarbeitung (zum Beispiel für Meßaufgaben, Fokussierhilfen, automatische Fokussierung etc.) einfach zugänglich. Hierzu kann die Steuerung zusätzlich ein Ausgabesignal bereitstellen.

[0031] Zudem ist es mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, an Hand einer anderweitig gemessenen Brechkraft des Patientenauges automatisch die Kompensationslinse der Funduskamera elektrisch so einzustellen, daß ein optimal scharfes Bild des Augenhintergrundes aufgenommen oder/und betrachtet werden kann. Hierzu kann die Steuerung zusätzlich eine Eingabeschnittstelle oder/und eine Tastatur aufweisen. Im letzteren Fall können die Brechkraft des Patientenauges repräsentierende Daten beispielsweise in einer elektronisch gespeicherten Tabelle zusammen mit Identifizierungsdaten des Patienten hinterlegt sein; durch Eingabe der Patientenidentifizierung und eines Aktivierungsbefehls kann dann die Scharfeinstellung der Kamera ausgelöst werden. Damit werden Serienuntersuchungen an mehreren Patienten hintereinander sehr erleichtert, zumal auch Untersuchungen der bei-

den Augen desselben Patienten normalerweise unterschiedlicher Einstellungen der Kompensationsoptik bedürfen.

[0032] Die Erfindung ist nicht nur bei erwachsenen menschlichen Patienten einsetzbar, sondern wegen ihres Zeitvorteils durch die schnellere Scharfeinstellung der Kamera einerseits bei Kindern, andererseits bei Wirbeltieren allgemein, besonders bei Säugetieren, insbesondere bei Haustieren wie Hunden und Katzen besonders vorteilhaft, da sowohl Kinder als auch (Haus)Tiere bei längerandauernden Untersuchungen zu einem problematischen Verhalten neigen können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Betrachten eines Augenhintergrundes, insbesondere eine Funduskamera, mit: einer Lichtquelle zum Bereitstellen von Beleuchtungsstrahlung; einem Beleuchtungsstrahlengang zum Richten der Beleuchtungsstrahlung auf den Augenhintergrund; und eine Beobachtungsoptik zum Abbilden des beleuchteten Augenhintergrundes, wobei die Beobachtungsoptik eine hinsichtlich ihrer Brechkraft elektrisch einstellbare Baugruppe umfaßt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die einstellbare Baugruppe eine elektrisch einstellbare sphärische Brechkraft bereitstellt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die einstellbare Baugruppe eine elektrisch einstellbare zylindrische Brechkraft bereitstellt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die einstellbare Baugruppe eine elektrisch einstellbare Achslage der zylindrischen Brechkraft bereitstellt.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend einen elektronischen Sensor zur Bildaufnahme des darauf abgebildeten Augenhintergrundes.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektrisch einstellbare Baugruppe einen Behälter sowie zwei in dem Behälter aufgenommene Fluide umfaßt, zwischen denen eine Phasengrenzfläche ausgebildet ist, und ferner wenigstens zwei Elektroden umfaßt, zwischen welchen bei Anlegen einer Spannung ein elektrisches Feld erzeugt wird, welches wenigstens eines der Fluide durchsetzt und die Grenzfläche verformt.

7. Astigmatismuskompensator mit einer optischen Achse, insbesondere zum Kompensieren eines Astigmatismus' eines auf der optischen Achse angeordneten Auges, umfassend eine auf der opti-

schen Achse angeordnete optische Baugruppe mit elektrisch einstellbarer Brechkraft, sowie wenigstens zwei Elektroden, welche dazu ausgebildet und angeordnet sind, daß die Baugruppe bei Anlegen einer Spannung an den wenigstens zwei Elektroden eine zu der optischen Achse radial-asymmetrische Brechkraft bereitstellt.

8. Astigmatismuskompensator nach Anspruch 7, wobei die Baugruppe eine verstellbare Achslage einer zylindrischen Brechkraft bereitstellt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend den Astigmatismuskompensator nach Anspruch 7 oder 8.

10. Einstellbare Linse, umfassend:
einen Behälter;
ein in dem Behälter enthaltenes erstes Fluid;
ein in dem Behälter enthaltenes zweites Fluid, welches mit dem ersten Fluid eine Phasengrenze ausbildet;
eine erste Elektrode;
wenigstens eine zweite Elektrode, welche relativ zu der ersten Elektrode derart angeordnet ist, daß bei Anlegen einer Spannung an die Elektroden ein wenigstens eines der Fluide durchsetzendes derartiges elektrisches Feld erzeugt wird, daß die Grenzfläche eine rotationsasymmetrische Gestalt annimmt.

11. Einstellbare Linse nach Anspruch 10, wobei die Gestalt der Grenzfläche bei angelegter Spannung torisch ist.

12. Einstellbare Linse nach Anspruch 10, wobei die Gestalt der Grenzfläche bei angelegter Spannung zylindrisch ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend die einstellbare Linse nach einem der Ansprüche 10 bis 12.

14. Astigmatismuskompensator nach Anspruch 7 oder 8, umfassend die einstellbare Linse nach einem der Ansprüche 10 bis 12.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

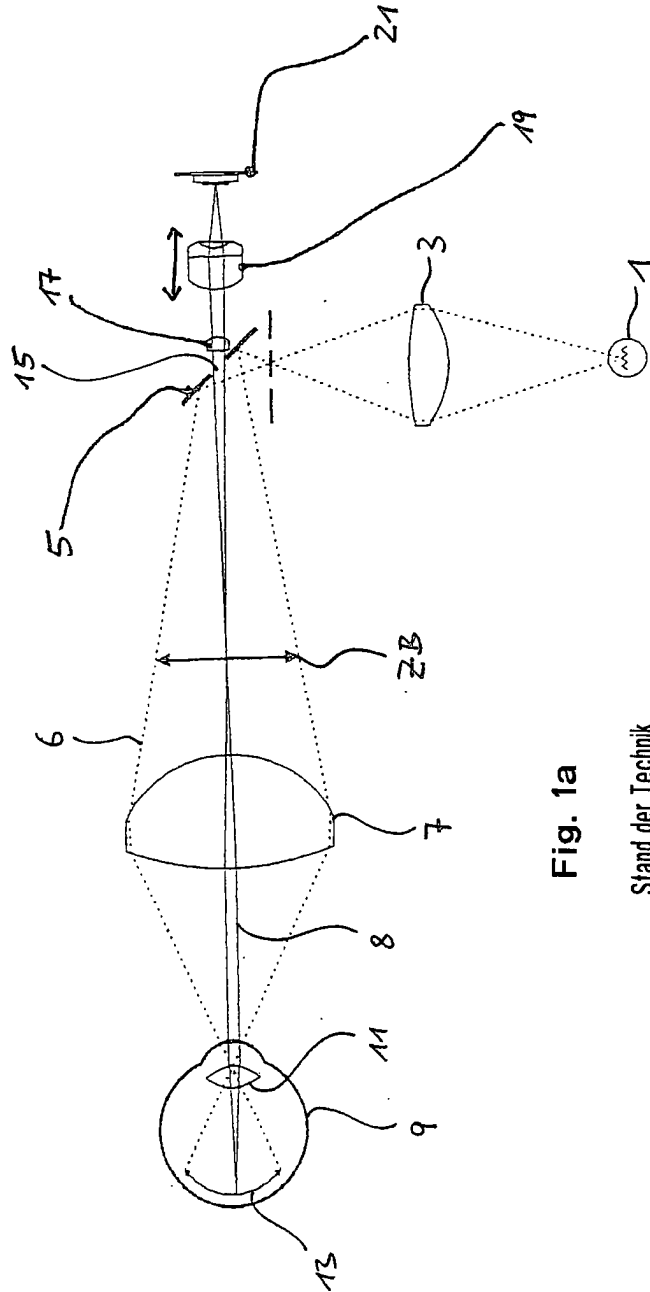


Fig. 1a

Stand der Technik

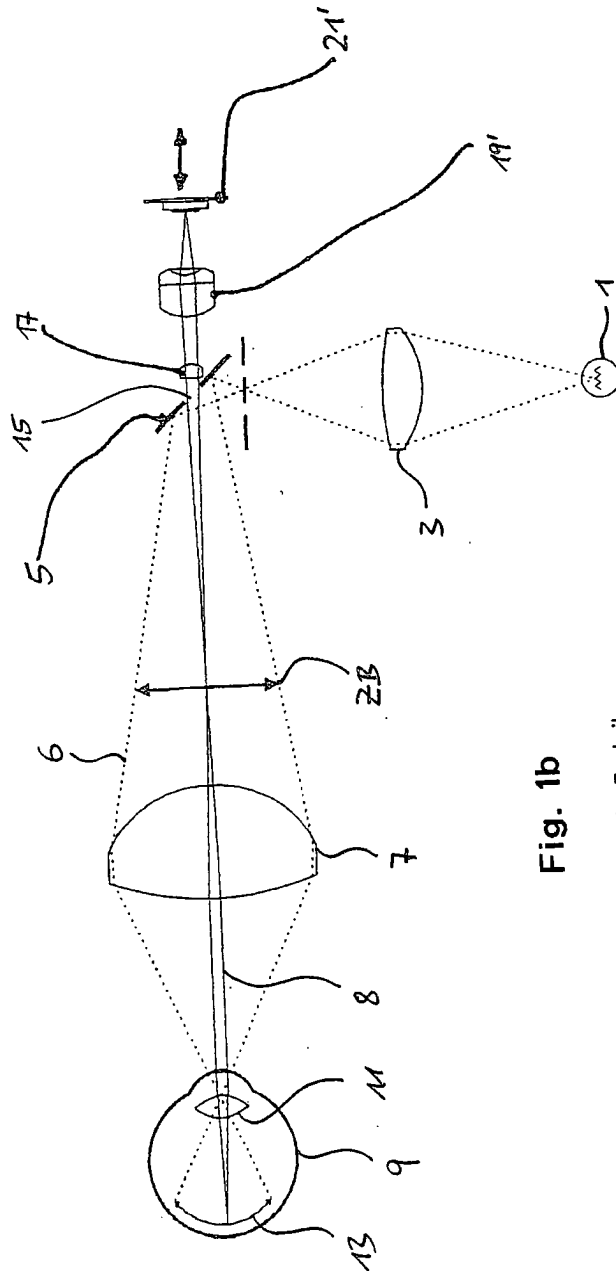


Fig. 1b

Stand der Technik

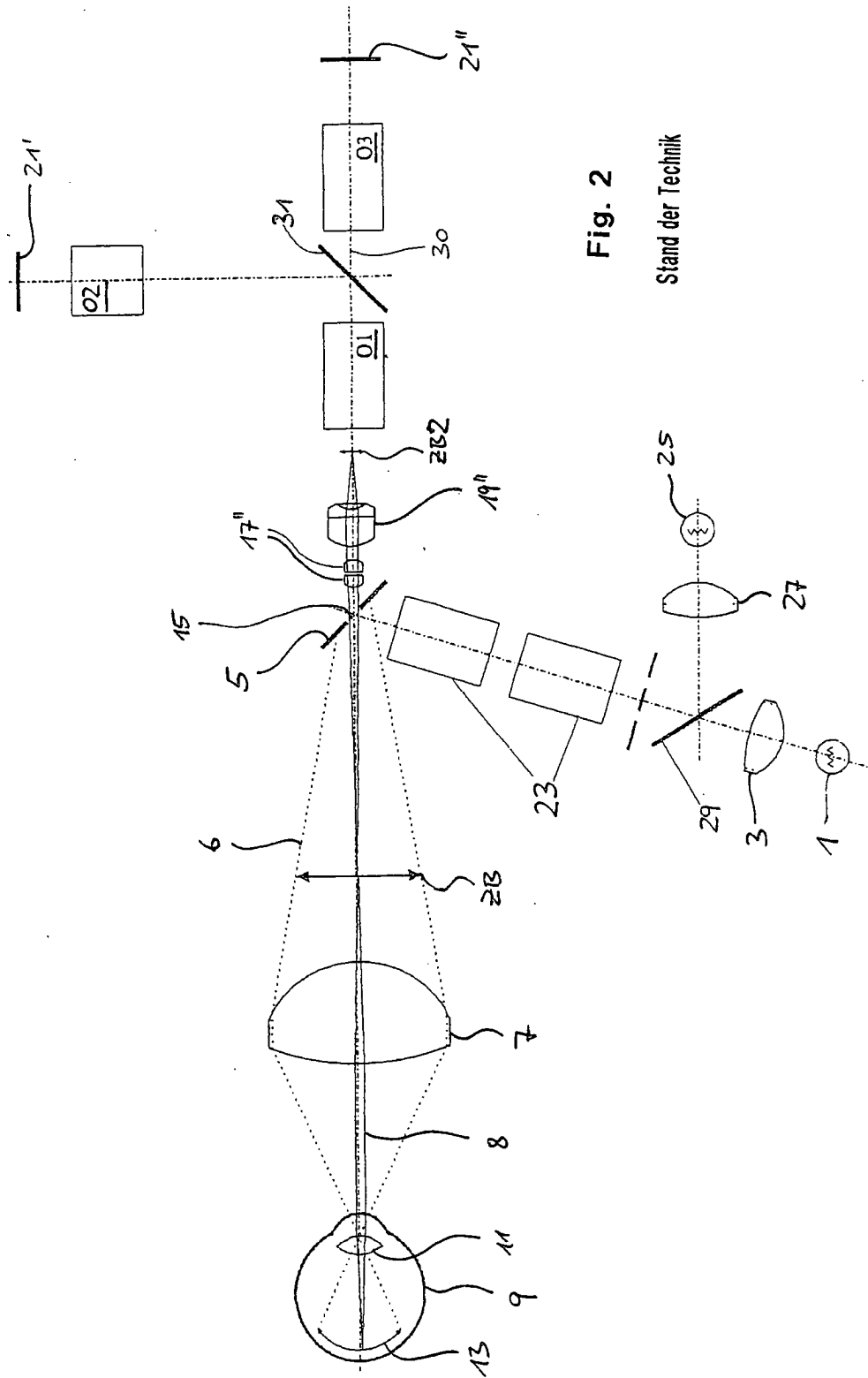


Fig. 2

Stand der Technik

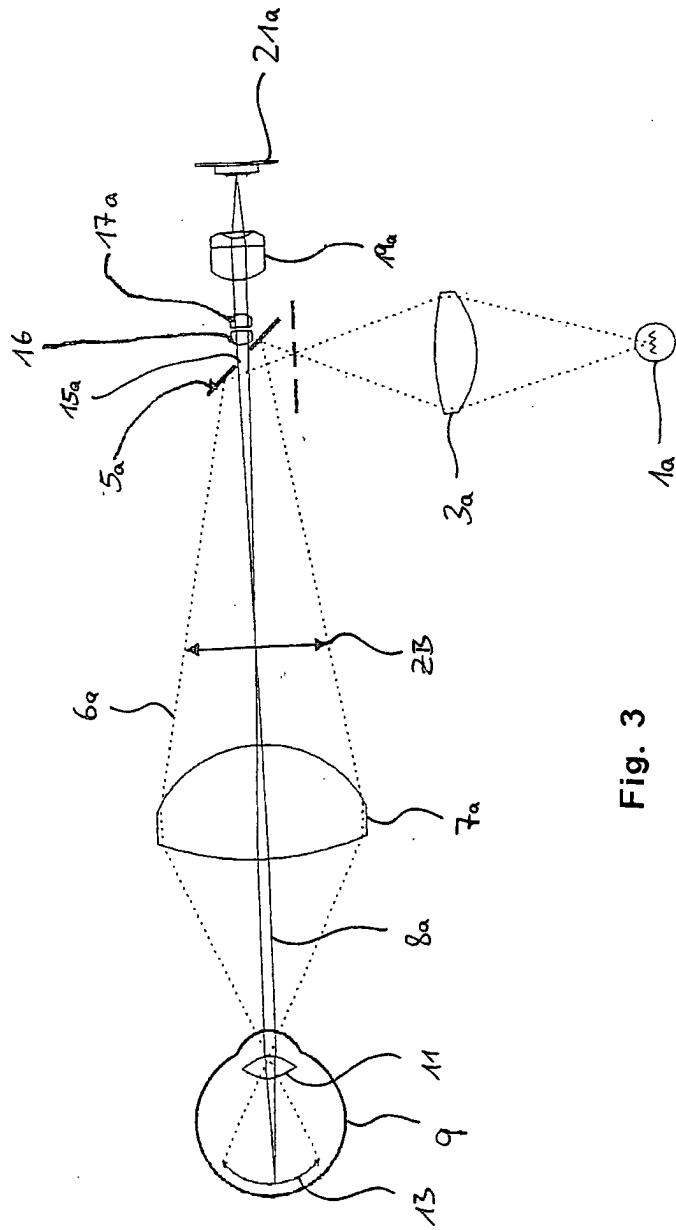


Fig. 3

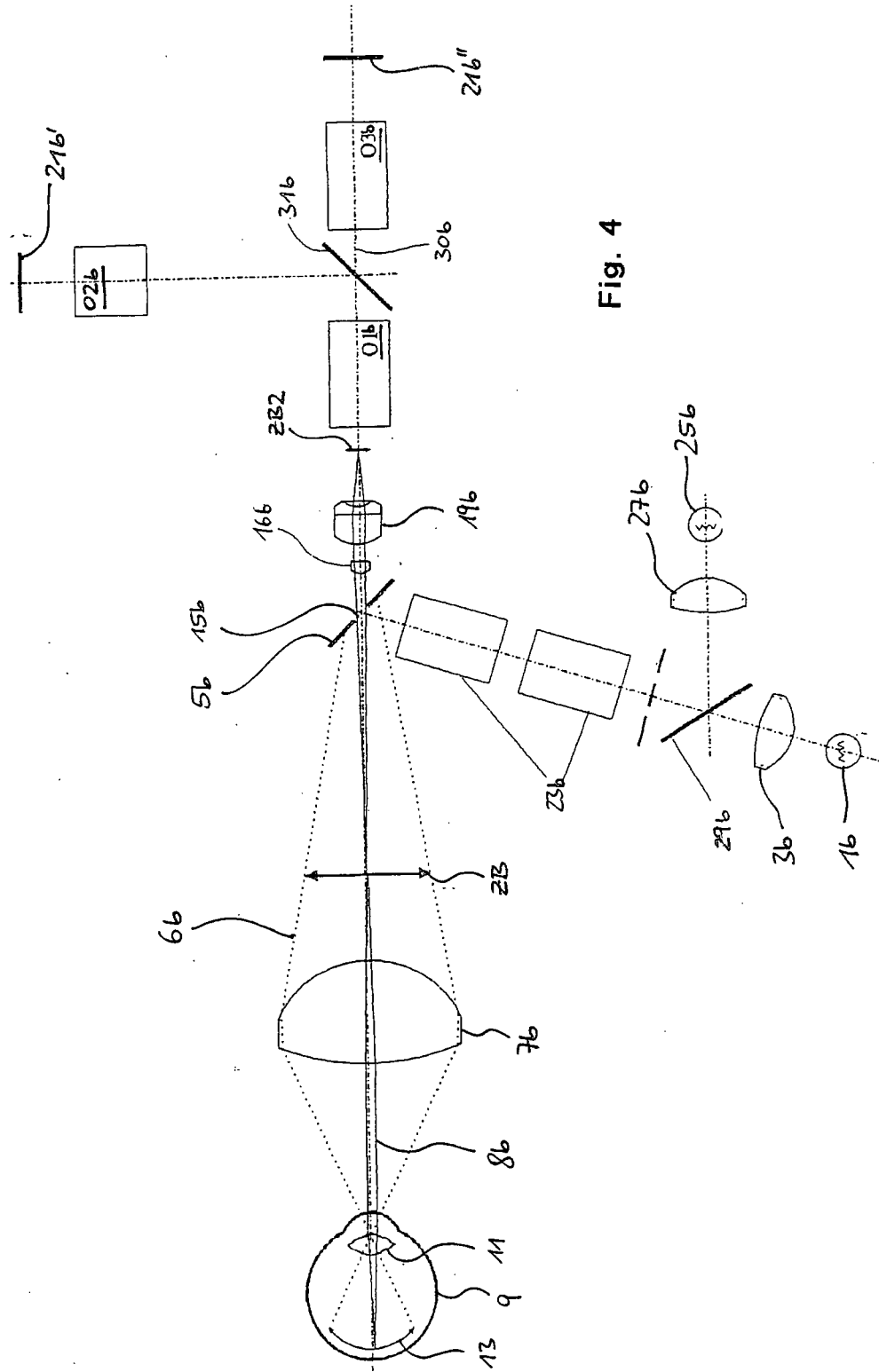


Fig. 4

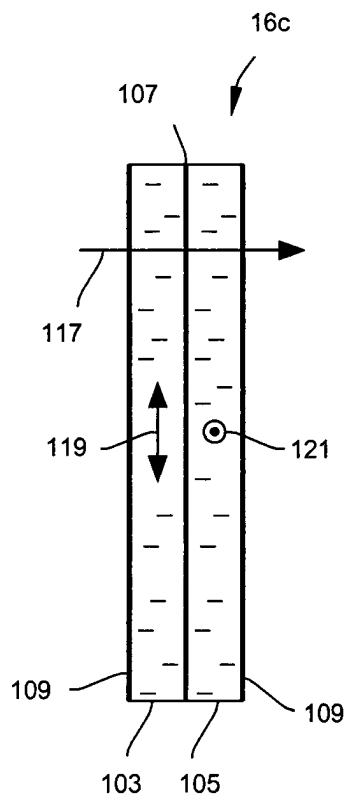


Fig. 5a

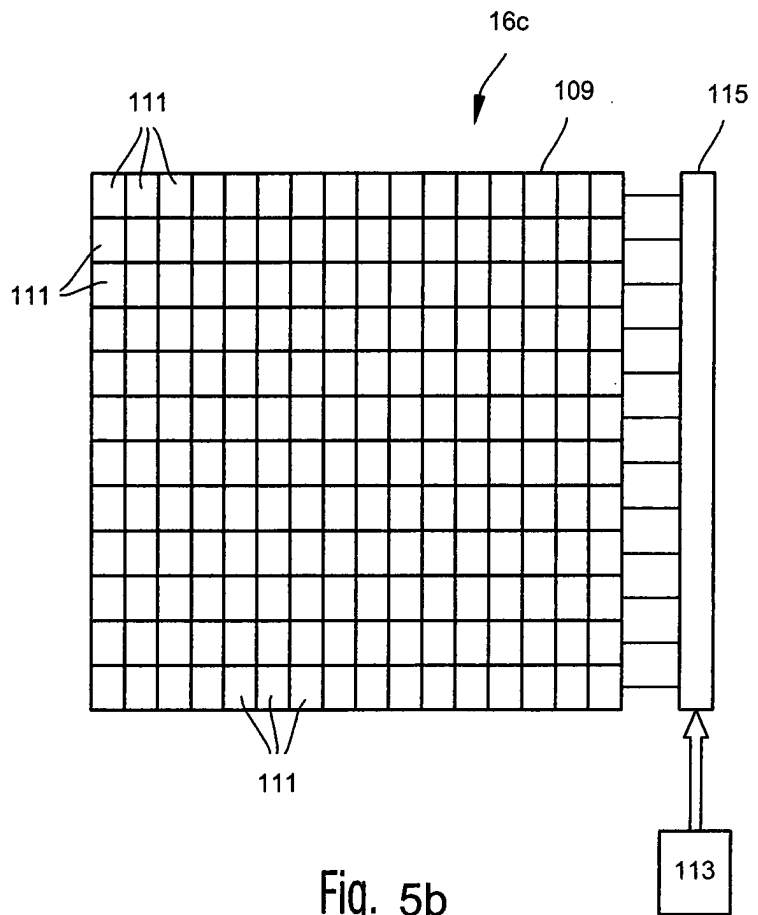


Fig. 5b

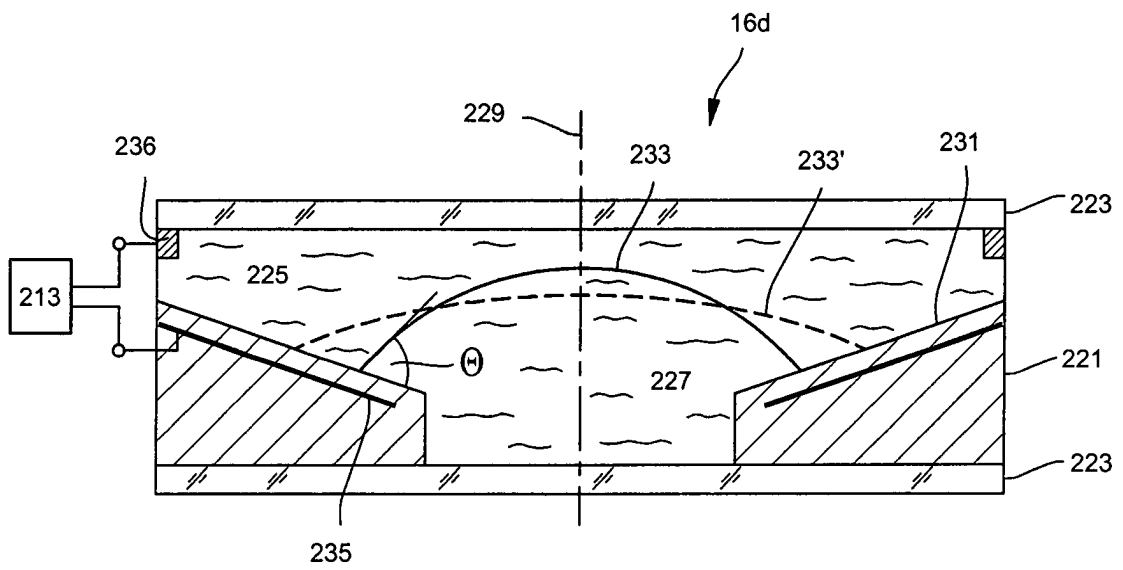


Fig. 6

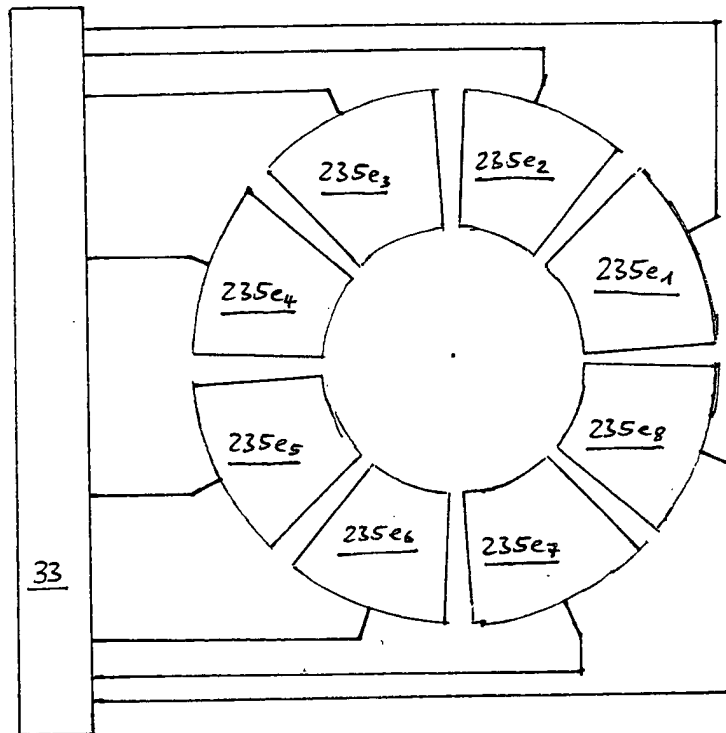


Fig. 7

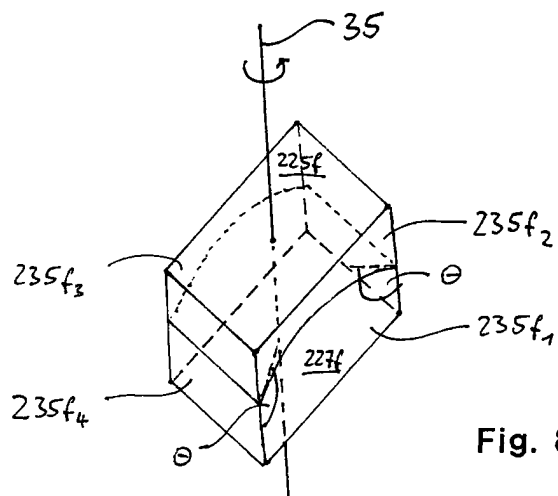


Fig. 8