



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 004 623 A1** 2007.08.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 004 623.4**

(22) Anmeldetag: **01.02.2006**

(43) Offenlegungstag: **09.08.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 21/22** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Carl Zeiss Surgical GmbH, 73447 Oberkochen, DE**

(74) Vertreter:  
**Diehl & Partner GbR, 80333 München**

(72) Erfinder:  
**Obrebski, Andreas, Dr., 40489 Düsseldorf, DE**

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

**DE 101 21 732 A1**

**DD 2 79 326 A1**

**US 38 84 548**

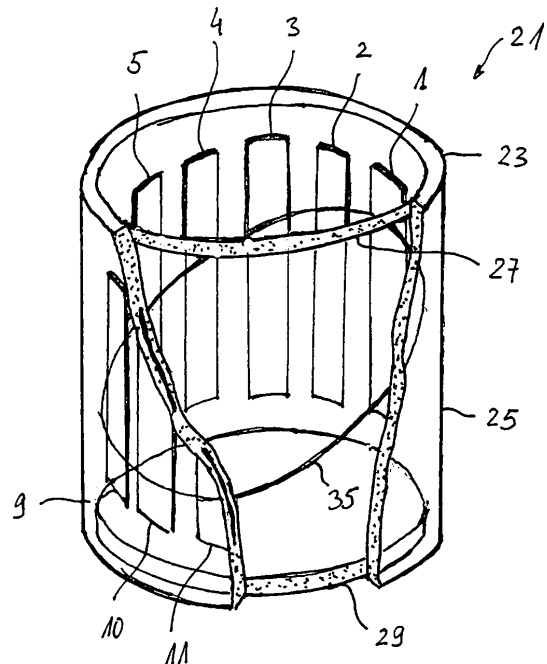
**WO 2005/1 19 308 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Variable optische Anordnung und optisches System mit einem solchen Stereo-Mikroskopiesystem**

(57) Zusammenfassung: Eine variable optische Anordnung umfaßt einen Behälter, in welchem zwei Flüssigkeiten mit voneinander verschiedenem Brechungsindex aufgenommen sind. An einer Umfangswand des Behälters verteilt sind mehrere Elektroden angeordnet, um Kontaktwinkel einer Phasengrenzfläche zwischen den beiden Flüssigkeiten in Abhängigkeit von einer Umfangsposition einstellen zu können. Die Anordnung wird bevorzugt als Strahlableiter betrieben. Eine bevorzugte Anwendung der Anordnung liegt im Bereich von Operationsmikroskopen, um eine Verlagerbarkeit des Objektfeldes ohne mechanische Bewegung von Komponenten zu erzielen und um insbesondere auch eine optische Kompensation von Schwingungen zu ermöglichen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine variable optische Anordnung, ein optisches System, insbesondere ein Stereo-Mikroskopiesystem. Insbesondere betrifft die Erfindung eine solche variable optische Anordnung, welche in der Lage ist, ein diese durchsetzendes Strahlenbündel abzulenken, so daß eine Richtung eines Schwerstrahls des in die Anordnung eintretenden Strahlenbündels verschieden ist von einer Richtung des Schwerstrahls des aus der Anordnung austretenden Strahlenbündels.

**[0002]** Die Erfindung betrifft insbesondere auch ein solches abbildendes optisches System, welches als Operationsmikroskop und hierbei insbesondere als Stereo-Operationsmikroskop ausgebildet ist.

**[0003]** Aus DE 103 30 581 A1 und DE 198 56 696 A1 sind Stereo-Mikroskopiesysteme bekannt, welche ein Stereo-Operationsmikroskop und ein Stativ mit mehreren aneinander angelenkten Stativgliedern umfassen. Die Stativglieder sind gelenkig miteinander verbunden, so daß das Stereo-Operationsmikroskop durch einen Benutzer relativ zu einem Operationsfeld in eine gewünschte Position verlagert werden kann. Ist diese Position erreicht, werden Bremsen in den Gelenken aktiviert, um diese Position zu fixieren. In manchen Situationen ist es gewünscht, das durch das Stereo-Operationsmikroskop abgebildete Objektfeld relativ zu dem Operationsfeld nur geringfügig lateral zu verlagern. Ein Lösen der Bremsen und Bewegen des Operationsmikroskops relativ zu dem Operationsfeld unter Ausnutzung der Gelenkigkeit des Stativs führt zu einer Neupositionierung des Stereo-Operationsmikroskops relativ zu dem Objektfeld, wozu der Benutzer beide Hände einsetzen muß und dabei Schwierigkeiten hat, die gewünschte kleine laterale Verlagerung feinfühlig auszuführen. Deshalb weisen die genannten Stereo-Operationsmikroskopiesysteme eine mechanisch-motorische Verlagerungseinrichtung auf, welche zwischen dem Stereo-Operationsmikroskop und dem Stativ eingefügt ist, um durch einen ansteuerbaren Antrieb das Stereo-Operationsmikroskop relativ zu dem Operationsfeld lateral verlagern zu können, ohne hierbei die Bremsen in den Gelenken des Stativs lösen zu müssen und die relative Ausrichtung der Stativglieder zueinander ändern zu müssen. Diese Verlagerungseinrichtung hat allerdings den Nachteil, daß sie technisch aufwendig ist und aufgrund ihres Eigengewichts ein vergleichsweise aufwendigeres und stabileres Stativ notwendig macht.

**[0004]** Aus US 5,731,896 ist ein Operationsmikroskop bekannt, welches in seinem Strahlengang eine variable optische Anordnung aufweist, um durch zum Beispiel Erschütterungen bedingte Verlagerungen des Mikroskops relativ zu einem beobachteten Objekt optisch so zu kompensieren, daß das Objekt für

einen Betrachter als stationäres Bild erscheint. Hierzu ist eine Objektivlinse des Mikroskops mittels Aktuatoren lateral zum Strahlengang verlagerbar ausgestaltet. Die Aktuatoren werden in Abhängigkeit von einer mittels Beschleunigungssensoren erfaßten Beschleunigung angesteuert.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine variable optische Anordnung vorzuschlagen, welche einen vergleichsweise einfachen mechanischen Aufbau aufweist und insbesondere mechanische Verlagerungen erzeugende Antriebe, wie etwa einen Linearmotor, nicht benötigt.

**[0006]** Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein abbildendes optisches System bereitzustellen, welches in der Lage ist, in einem Strahlengang des Systems eine laterale Verlagerung zu erzeugen. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stereo-Operationsmikroskop bereitzustellen, welches in der Lage ist, in einem Strahlengang des Systems eine laterale Verlagerung zu erzeugen.

**[0007]** Weiter ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stereo-Operationsmikroskopiesystem mit einem Stereo-Operationsmikroskop und einem das Stereo-Operationsmikroskop halternden Stativ vorzuschlagen, bei welchem eine laterale Verlagerung eines durch das Stereo-Operationsmikroskop abgebildeten Objektfeldes relativ zu einem Operationsfeld erleichtert ist.

**[0008]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen eine variable optische Anordnung bereit, welche in der Lage ist, als Strahlableiter zu arbeiten.

**[0009]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt die variable optische Anordnung einen Behälter mit einem lichttransparenten ersten Fenster, einem lichttransparenten zweiten Fenster, welches mit Abstand von dem ersten Fenster angeordnet ist, und einer Umfangswand, welche zwischen dem ersten Fenster und dem zweiten Fenster angeordnet ist; eine in dem Behälter aufgenommene erste Flüssigkeit und eine in dem Behälter aufgenommene zweite Flüssigkeit, welche einen Brechungsindex aufweist, welcher von einem Brechungsindex der ersten Flüssigkeit verschieden ist, wobei zwischen der ersten Flüssigkeit und der zweiten Flüssigkeit eine erste Phasengrenzfläche ausgebildet ist, welche an der Umfangswand anliegt und durch diese begrenzt ist; eine Gruppe von Steuerelektroden, welche in Umfangsrichtung um die Umfangswand verteilt an dem Behälter angeordnet sind, wobei eine Anzahl der Steuerelektroden der Gruppe von Steuerelektroden größer als vier ist; und ein Spannungsversorgungssystem, welches dazu konfiguriert ist, einer jeden Steuerelektrode der Gruppe von Steuerelektroden eine einstellbare elektrische

Spannung zuzuführen.

**[0010]** Die Anordnung nutzt ein als "electrowetting" bezeichnetes Phänomen. Hintergrundinformation zu diesem Phänomen ist in dem Artikel "Tunable liquid lens based on electrowetting technology: principle, properties and applications" von L. Saurei et al. beschrieben. Das Prinzip beruht auf der Erkenntnis, daß ein Winkel, den eine Phasengrenzfläche zwischen zwei Flüssigkeiten mit einer Wand eines Behälters für die beiden Flüssigkeiten einschließt, durch Anlegen einer elektrischen Spannung änderbar ist.

**[0011]** Bei der variablen optischen Anordnung sind in dem Behälter wenigstens zwei verschiedene Flüssigkeiten angeordnet. Die beiden Flüssigkeiten sind miteinander im wesentlichen nicht mischbar, so daß ein Volumen, welches die eine Flüssigkeit einnimmt, von einem Volumen, welches die andere Flüssigkeit einnimmt, durch eine Phasengrenzfläche getrennt ist, entlang welcher die beiden Flüssigkeiten aneinander angrenzen. Die Phasengrenzfläche ist durch die Umfangswand des Behälters begrenzt. Die Umfangswand des Behälters kann hierbei eine beliebige Gestalt aufweisen und beispielsweise ein Rohr mit einem kreisförmigen Querschnitt sein. Es ist jedoch auch möglich, daß die Umfangswand aus mehreren Teilwänden zusammengesetzt ist, welche an Kanten zusammenstoßen und dort miteinander einen Winkel einschließen. Ein Beispiel hierfür ist ein Rohr, welches aus vier Teilwänden gebildet ist, welche einen rechteckigen Rohrquerschnitt definieren.

**[0012]** Der Behälter umfaßt weiter zwei lichttransparente Fenster, durch welche abzulenkende Strahlung in den Behälter eintritt bzw. austritt und hierbei die beiden Flüssigkeiten durchsetzt. Die mehreren Steuerelektroden sind in Umfangsrichtung verteilt an der Umfangswand angeordnet. Über die einer jeden Steuerelektrode zuführbare elektrische Spannung kann dann ein Winkel eingestellt werden, welchen die Phasengrenzfläche mit der Umfangswand in einem Bereich der jeweiligen Steuerelektrode einschließt.

**[0013]** Hierdurch ist es möglich, eine Gestalt der Phasengrenzfläche gezielt zu beeinflussen und insbesondere deren Orientierung bezüglich einer Längsachse der Umfangswand einzustellen. Es kann somit eine Neigung der Phasengrenzfläche bezüglich der Längsachse erhöht oder erniedrigt werden und eine Orientierung der Neigung in Umfangsrichtung um die Längsachse verändert werden. Ein die Anordnung durchsetzendes Strahlenbündel kann somit in Abhängigkeit von der eingestellten Neigung abgelenkt werden, wobei sowohl die Richtung der Ablenkung als auch deren Stärke über die den Steuerelektroden zugeführten Spannungen einstellbar ist.

**[0014]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Anzahl der Steuerelektroden der Gruppe

von Steuerelektroden größer als vier. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Anzahl der Steuerelektroden gleich acht. Es läßt sich dann durch ein den Steuerelektroden geeignet zugeführtes Spannungsmuster die Orientierung der Neigung der Phasengrenzfläche im wesentlichen stetig ändern.

**[0015]** Gemäß weiteren Ausführungsformen der Erfindung ist die Anzahl der Steuerelektroden größer als acht, beispielsweise in der Größenordnung von zwanzig, dreißig oder mehr Steuerelektroden. Je größer die Anzahl der Steuerelektroden ist, um so genauer kann die Gestalt der Phasengrenzfläche bei beliebiger Orientierung ihrer Neigung definiert werden. Insbesondere läßt sich hierdurch eine weitgehend plane Phasengrenzfläche mit einstellbarer Orientierung erzeugen, wodurch sich für den die Anordnung passierenden Lichtstrahl die Wirkung eines optischen Keils ergibt, der bezüglich der Strahlachse orientierbar ist.

**[0016]** Die beiden Flüssigkeiten haben im Hinblick auf die gewünschte optische Wirkung der Anordnung unterschiedliche optische Brechungsindizes. Im Hinblick auf eine präzise und reproduzierbar einstellbare Wirkung der durch die den Steuerelektroden zugeführten Spannungen auf die Flüssigkeiten wirkenden Potentiale ist eine der beiden Flüssigkeiten elektrisch leitend und steht mit einer Sammelelektrode in Kontakt, welcher durch das Spannungsversorgungssystem eine vorbestimmte Spannung, beispielsweise Massepotential, zugeführt ist. Die Steuerelektroden selbst sind vorzugsweise von den Flüssigkeiten isoliert an der Umfangswand angebracht, indem sie beispielsweise in die Umfangswand eingebettet oder an deren Außenwand angebracht sind. Die Steuerelektroden stehen somit mit den Flüssigkeiten nicht in direktem mechanischen Kontakt sondern weisen von den Flüssigkeiten einen Abstand auf, der zum Beispiel einer Dicke einer Isolationschicht zwischen den Steuerelektroden und den Flüssigkeiten und somit einem Abstand zwischen den Steuerelektroden und der Innenoberfläche der Umfangswand entspricht.

**[0017]** Gemäß Ausführungsformen der Erfindung ist das den Steuerelektroden zugeführte Spannungsmuster folgendermaßen konfiguriert: Einer Steuerelektrode wird eine größte Spannung zugeführt, einer dieser Steuerelektrode an der Umfangswand gegenüberliegend angeordneten Steuerelektrode wird eine kleinste Spannung zugeführt, und den in Umfangsrichtung zwischen diesen beiden Steuerelektroden angeordneten Elektroden werden Spannungen zugeführt, welche kleiner sind als die größte Spannung und größer als die kleinste Spannung.

**[0018]** Das Spannungsversorgungssystem kann die Steuerelektrode, welcher die größte Spannung zuge-

führt wird, aus der Menge der Steuerelektroden auswählen und ändern und dadurch die Orientierung der Neigung der Phasengrenzfläche und folglich die Richtung der Strahlablenkung einstellen. Ferner kann das Spannungsversorgungssystem eine Differenz zwischen der größten Spannung und der kleinsten Spannung einstellen und hierdurch die Stärke der Neigung und folglich die Stärke der Strahlablenkung einstellen.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform hierin weist das Spannungsversorgungssystem einen Eingang für ein Orientierungs- und Amplitudensignal auf und wählt in Abhängigkeit von dem zugeführten Orientierungs- und Amplitudensignal die Steuerelektrode aus, welcher die größte Spannung zugeführt wird, und stellt in Abhängigkeit von dem Orientierungs- und Amplitudensignal auch die Größe der Differenz zwischen der größten Spannung und der kleinsten Spannung ein. Der Eingang kann zwei Anschlüsse aufweisen, wobei dem einen Anschluß ein Orientierungssignal zugeführt wird, in Abhängigkeit von welchem die Steuerelektrode ausgewählt wird, welcher die größte Spannung zugeführt wird, und wobei dem anderen Anschluß ein Amplitudensignal zugeführt wird, in Abhängigkeit von welchem die Differenz zwischen der größten und der kleinsten Spannung eingestellt wird, um die Stärke der Strahlablenkung einzustellen. Der Eingang kann auch einen einzigen Anschluß aufweisen, welchen das Orientierungs- und Amplitudensignal in modulierter Form, beispielsweise als Binärsignal, zugeführt wird.

**[0020]** Gemäß Ausführungsformen der Erfindung sind in dem Behälter mehr als zwei Flüssigkeiten vorgesehen, so daß sich zwischen den Flüssigkeiten zwei oder mehr Phasengrenzflächen ausbilden, welche von dem die Anordnung durchsetzenden Strahlenbündel durchsetzt werden. Bei geeigneter Auswahl der Flüssigkeiten hinsichtlich ihrer Brechungsindizes und Abbe-Zahlen ist es dann möglich, eine Strahlablenkung bei vergleichsweise geringer Dispersion bereitzustellen. Hierbei kann für die Ansteuerung einer jeden Phasengrenzfläche eine separate Gruppe von Steuerelektroden vorgesehen sein, oder es kann lediglich eine Gruppe von um den Umfang der Umfangswand verteilt angeordneten Steuerelektroden vorgesehen sein, welche die zwei oder mehr Phasengrenzflächen gemeinsam beeinflussen.

**[0021]** Gemäß Ausführungsformen der Erfindung ist ein abbildendes optisches System vorgesehen, welches eine Eingangsoptik und eine Ausgangsoptik umfaßt, welche in einem Abbildungsstrahlengang des optischen Systems hintereinander angeordnet sind. Zwischen der Eingangsoptik und der Ausgangsoptik ist in dem Strahlengang eine variable optische Anordnung der vorangehend erläuterten Art angeordnet. Durch Ansteuern der variablen optischen Anordnung ist es dann möglich, den Strahlengang durch

das optische System gezielt zu beeinflussen und insbesondere eine Ablenkung bzw. einen einstellbaren Knick in den Strahlengang zu erzeugen. Dies kann dazu ausgenutzt werden, ein durch das optische System abgebildetes Objektfeld lateral zu verlagern. Gemäß einer Ausführungsform ist hierbei vorgesehen, bei einer auftretenden Verlagerung des gesamten optischen Systems die variable optische Anordnung derart anzusteuern, daß ein durch das optische System abgebildetes Objektfeld während der Verlagerung des optischen Systems konstant bleibt, so daß das durch das System erzeugte Bild stationär bleibt, obwohl das optische System selbst sich bewegt. Eine bevorzugte Anwendung hierfür liegt in der Kompensation von auf das optische System ausgeübten Schwingungen, so daß ein ansonsten erzeugtes Bild wackeln weitgehend unterbleibt.

**[0022]** Gemäß besonderen Ausführungsformen umfaßt das System hierbei ein Sensorsystem zur Erzeugung eines einer Änderung einer Lage des Systems relativ zu einem Bezugssystem repräsentierenden Signals, welches dann dem Eingang des Spannungsversorgungssystems zugeführt wird, um eine optische Kompensation der Bewegung des optischen Systems derart zu erreichen, daß das von dem abbildenden optischen System erzeugte Bild trotz der Bewegung des Systems ruht.

**[0023]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Stereo-Operationsmikroskopiesystem vorgesehen, welches ein Stereo-Operationsmikroskop und ein Stativ mit mehreren aneinander angelegten und relativ zueinander verlagerbaren Stativgliedern umfaßt, um das Stereo-Operationsmikroskop relativ zu einem Operationsfeld zu verlagern. Ferner umfaßt das Stereo-Operationsmikroskop eine optische Ablenkeinrichtung, um ein durch das Stereo-Operationsmikroskop abgebildetes Objektfeld lateral bezüglich einer Hauptachse eines Objektivs des Stereo-Operationsmikroskops zu verlagern.

**[0024]** Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform hierin umfaßt die optische Ablenkeinrichtung zwei Flüssigkeiten mit unterschiedlichem Brechungsindex, deren Phasengrenzfläche durch eine Steuerung einstellbar ist.

**[0025]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfaßt die optische Ablenkeinrichtung eine Linse oder Linsengruppe, welche über einen Antrieb um wenigstens eine quer zu einer optischen Achse der Linse bzw. Linsengruppe orientierte Achse verkippt werden kann. Durch die Verkipfung der Linse bzw. Linsengruppe wird eine Ablenkung eines die Linse bzw. Linsengruppe durchsetzenden Strahlenganges erreicht.

**[0026]** Hierbei ist es möglich, daß eine Linse bzw. Linsengruppe des Objektivs des Stereo-Operationsmikroskops durch den Antrieb verkippt wird, oder es

können jeweils zwei Linsen bzw. Linsengruppen durch Antriebe verkippt werden, von denen jeweils eine Linse bzw. Linsengruppe in einem von beiden Stereo-Abbildungsstrahlengängen des Stereo-Operationsmikroskops enthalten ist.

**[0027]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfaßt die optische Ablenkeinrichtung wenigstens ein Paar von optischen Keilen, welche hintereinander in einem Abbildungsstrahlengang des Mikroskops angeordnet sind und relativ zueinander oder/und relativ zu einem Objektiv des Mikroskops verdrehbar sind, um eine Orientierung der Ablenkung und eine Stärke der Ablenkung einstellen zu können.

**[0028]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfaßt das Stereo-Operationsmikroskopiesystem eine Benutzerschnittstelle, um die optische Ablenkeinrichtung im Hinblick auf eine Verlagerung eines durch das Stereo-Operationsmikroskopiesystem abgebildeten Objektfeldes lateral innerhalb eines Operationsfeldes anzusteuern.

**[0029]** Das Sensorsystem kann beispielsweise einen Beschleunigungssensor oder/und einen Lage-sensor umfassen.

**[0030]** Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Hierbei zeigt

**[0031]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung einer variablen optischen Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0032]** [Fig. 2](#) eine vereinfachte Schnittdarstellung der in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung,

**[0033]** [Fig. 3](#) ein Schaltungsschema zur Ansteuerung von Steuerelektroden der in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung,

**[0034]** [Fig. 4](#) Graphen, welche Spannungsmuster von Steuerelektroden der in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung zugeführten Spannungen repräsentieren,

**[0035]** [Fig. 5](#) eine vereinfachte Schnittdarstellung einer variablen optischen Anordnung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

**[0036]** [Fig. 6](#) eine vereinfachte Schnittdarstellung einer variablen optischen Anordnung gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der Erfindung,

**[0037]** [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung eines abbildenden optischen Systems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0038]** [Fig. 8](#) das in [Fig. 7](#) gezeigte optische System mit einer anderen Ansteuerung von variablen op-

tischen Anordnungen, welche in dem System enthalten sind,

**[0039]** [Fig. 9](#) eine variable optische Ablenkeinrichtung, welche zwei optische Keile umfaßt,

**[0040]** [Fig. 10](#) eine variable optische Einrichtung, welche eine um eine Querachse verkippbare Linse umfaßt,

**[0041]** [Fig. 11](#) die in [Fig. 10](#) gezeigte variable optische Einrichtung bei einer aus einer Ruhelage verkippten Linse, und

**[0042]** [Fig. 12](#) eine weitere Ausführungsform eines Stereo-Mikroskops mit variabler optischer Anordnung.

**[0043]** [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform einer variablen optischen Anordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in einer schematischen perspektivischen aufgebrochenen Darstellung, und [Fig. 2](#) zeigt diese Anordnung in einer vereinfachten schematischen Schnittdarstellung.

**[0044]** Die Anordnung **21** umfaßt ein Gehäuse **23**, welches aus einer kreiszylindrischen bzw. rohrförmigen Umfangswand **25** und an beiden Stirnseiten des Rohrs **25** derart angebrachte Fenster **27** und **28** besteht, so daß der Behälter **23** ein zylinderförmiges Volumen begrenzt. Das Fenster **27** bildet ein Eintrittsfenster, durch welches ein Lichtstrahl **31** in die optische Anordnung **21** eintritt, und das Fenster **29** bildet ein Austrittsfenster, durch welches der Lichtstrahl **31** aus der optischen Anordnung **21** wieder austritt.

**[0045]** In dem von dem Behälter **23** begrenzten Volumen sind zwei verschiedene Flüssigkeiten angeordnet. Hierbei steht eine in dem Behältervolumen unten angeordnete Flüssigkeit **33** über eine Phasengrenzfläche **35** mit einer in dem Behältervolumen oben angeordnete Flüssigkeit **34** in Kontakt.

**[0046]** Eine Gruppe von sechzehn Steuerelektroden **1, ... 16** ist über den Umfang der Behälterwand **25** verteilt in die Wand eingebettet. Die einzelnen Steuerelektroden **1, ... 16** erstrecken sich als Streifenelektroden in Längsrichtung der Behälterwand **25** und sind voneinander elektrisch isoliert.

**[0047]** [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Ansteuerung der Steuerelektroden **1...16**. Eine jede der Steuerelektroden weist einen durch die Wand **25** nach außen geführten Anschluß **41** auf, welcher mit jeweils einem Ausgang **43** einer Steuerschaltung **45** elektrisch verbunden ist. Die Steuerschaltung **45** ist derart konfiguriert, daß sie einer jeden der Steuerelektroden **1...16** eine einstellbare Spannung zuführen kann. Die Spannungen, welche den Steuerelektroden **1...16** zugeführt werden,

bestimmen einen Kontaktwinkel  $\alpha$ , welchen die Phasengrenzfläche **35** mit der Wand **25** im Bereich der jeweiligen Steuerelektrode einschließt.

**[0048]** **Fig. 2** zeigt beispielhaft einen kleinen Kontaktwinkel  $\alpha_1$ , welchen die Phasengrenzfläche **35** im Bereich der Steuerelektrode **1** mit der Wand **25** einschließt, und einen großen Kontaktwinkel  $\alpha_9$ , welchen die Phasengrenzfläche **35** mit der Wand **25** im Bereich der Steuerelektrode **9** einschließt.

**[0049]** In **Fig. 4** repräsentiert eine Kurve **47** ein Spannungsmuster, welches von der Steuerschaltung **45** an die Steuerelektroden **1...16** angelegt ist. Das durch die Kurve **47** beispielhaft dargestellte Spannungsmuster ist derart gewählt, daß an die Steuerelektrode **1** eine kleinste Spannung angelegt ist und an die Steuerelektrode **9**, welche der Steuerelektrode **1** an der Behälterwand **25** diametral gegenüberliegt, eine größte Spannung angelegt ist. Die an die übrigen Steuerelektroden angelegten Spannungen sind so gewählt, daß diese mit zunehmendem Abstand in Umfangsrichtung von der Steuerelektrode **9** kontinuierlich bis zu dem Wert der an die Steuerelektrode **1** angelegten Spannung abnehmen. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen der an die Steuerelektroden angelegten Spannung und dem Kontaktwinkel, den die Phasengrenzfläche **35** in den Bereich der Steuerelektrode mit der Wand **25** einschließt, nimmt der Kontaktwinkel ausgehend von dem Bereich der Steuerelektrode **9** (Kontaktwinkel  $\alpha_9$ ) in Umfangsrichtung um die Umfangswand **25** bis zu der Steuerelektrode **1** (Kontaktwinkel  $\alpha_1$ ) kontinuierlich ab. Für die Steuerelektroden **5** und **13** ist die zugeführte Spannung derart gewählt, daß der Kontaktwinkel  $\alpha$  in dem Bereich der Elektroden **5** und **13** jeweils etwa  $90^\circ$  beträgt.

**[0050]** Auf diese Weise ist es möglich, die Phasengrenzfläche **25** hinsichtlich ihrer Form derart zu beeinflussen, daß sie eine annähernd plane Fläche bildet, welche bezüglich einer Längsachse **49** der Wand **25** unter einem Winkel  $\gamma$  in Richtung zu der Steuerelektrode **1** geneigt ist.

**[0051]** Aufgrund der unterschiedlichen Brechungsindizes der beiden Flüssigkeiten **33** und **34** wird der durch das Fenster **27** in die Anordnung **21** eintretende Lichtstrahl **31** an der Phasengrenzfläche **35** um einen Winkel  $\delta$  hin zu der Steuerelektrode **1** abgelenkt.

**[0052]** Die Flüssigkeit **34** kann beispielsweise ein Öl sein, und die Flüssigkeit **33** kann beispielsweise Wasser sein, welchem ein Salz zugesetzt ist, so daß dieses elektrisch leitfähig ist. Eine Sammelelektrode **51** steht mit der Flüssigkeit **33** in elektrischem Kontakt, um diese auf ein vorbestimmtes Potential, beispielsweise Massepotential, zu legen. Hierdurch wird die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Einstellung der Kontaktwinkel  $\alpha$  durch die einzelnen Steuer-

elektroden **1...16** erhöht.

**[0053]** Die Steuerschaltung **45** weist einen Eingangsanschluß **53** für die Zuführung eines Orientierungssignals auf. In Abhängigkeit von dem zugeführten Orientierungssignal wählt die Steuerschaltung **45** diejenige Elektrode aus, welcher die größte Spannung zugeführt wird. Eine Kurve **55** in **Fig. 4** repräsentiert ein den Steuerelektroden zugeführtes Spannungsmuster, bei welchem der Steuerelektrode **11** die größte Spannung und der der Steuerelektrode **11** gegenüberliegenden Steuerelektrode **3** die kleinste Spannung zugeführt wird. In dieser Situation ist die Phasengrenzfläche **35** um den Winkel  $\gamma$  hin zu der Steuerelektrode **3** geneigt, und entsprechend wird der Lichtstrahl **31** um den Winkel  $\delta$  hin zu der Steuerelektrode **3** abgelenkt.

**[0054]** In Bezug auf **Fig. 4** ist anzumerken, daß die dort dargestellten Kurvenverläufe rein phänomenologisch sein sollen. Aus der Darstellung soll hervorgehen, daß an eine Elektrode eine größte Spannung angelegt ist und an eine dieser gegenüberliegende Elektrode eine kleinste Spannung angelegt ist und die dazwischen liegenden Spannungswerte kontinuierlich zunehmen bzw. abnehmen sollen. Aus der **Fig. 4** soll allerdings nicht herausgelesen werden, daß die Spannungen unbedingt eine sinusförmige Abhängigkeit von der Position der jeweiligen Steuerelektrode in Umfangsrichtung aufweisen. In der Praxis kann der genaue Verlauf der Kurven, welche die an die Steuerelektroden anzulegenden Spannungen repräsentieren, experimentell bestimmt und in einer Tabelle in einem Speicher des Spannungsversorgungssystems abgelegt werden. So kann die Gestalt der Phasengrenzfläche beispielsweise optisch vermessen werden, und an die einzelnen Steuerelektroden angelegte Spannungen können in Abhängigkeit von dem Ergebnis so lange variiert werden, bis sich eine gewünschte Gestalt der Phasengrenzfläche ergibt. Die auf diese Weise ermittelten Spannungen können zur späteren Verwendung gespeichert werden. Hierbei ist es möglich, für eine Vielzahl verschiedener Gestalten der Phasengrenzfläche die jeweils notwendigen Spannungen zu ermitteln und zu speichern. Bei der Anwendung der variablen optischen Anordnung zur gesteuerten Einwirkung auf Lichtstrahlen können die gespeicherten Spannungswerte dann später zur Einstellung einer gewünschten Gestalt der Phasengrenzfläche abgerufen werden. Soll eine Gestalt der Phasengrenzfläche eingestellt werden, zu welcher vorher keine Spannungswerte ermittelt und/oder gespeichert wurden, so ist es möglich, geeignete Spannungswerte durch Interpolation aus Spannungswerten zu ermitteln, welche für Phasengrenzflächen einer ähnlichen Gestalt ermittelt und gespeichert wurden.

**[0055]** Die Steuerschaltung **45** weist ferner einen Eingangsanschluß **57** für die Zuführung eines Ampli-

tudensignals auf. In Abhängigkeit von dem Amplitudensignal stellt die Steuerschaltung **45** eine Differenz zwischen der den Steuerelektroden **1...16** zugeführten größten Spannung und der den Steuerelektroden **1...16** zugeführten kleinsten Spannung ein. In Figur repräsentiert eine Kurve **59** ein den Steuerelektroden zugeführtes Spannungsmuster, bei welchem zwar der Steuerelektrode **9** die größte Spannung zugeführt wird und der Steuerelektrode **16** die kleinste Spannung zugeführt wird, diese Spannungen allerdings im Vergleich zu den vorangehend erläuterten Spannungen, welche durch die Kurve **47** in [Fig. 4](#) repräsentiert sind, verringert sind. Dies führt dazu, daß die Neigung der Phasengrenzfläche **35** bezüglich der Längsachse **49** geringer wird als der in [Fig. 2](#) gezeigte Winkel  $\gamma$ . Als Folge davon wird der Strahl **31** um einen Winkel hin zu der Steuerelektrode **1** abgelenkt, welcher kleiner ist als der in [Fig. 2](#) gezeigte Winkel  $\delta$ .

**[0056]** Es ist somit möglich, die Ablenkung des Lichtstrahls **31** hinsichtlich Betrag und Richtung über die Eingänge **53** und **57** der Steuerschaltung **45** einzustellen.

**[0057]** Nachfolgend werden Varianten der anhand der [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) erläuterten Ausführungsform dargestellt. Hierbei sind Komponenten, die hinsichtlich ihres Aufbaus oder ihrer Funktion Komponenten der [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) entsprechen, mit den gleichen Bezugsziffern, zur Unterscheidung jedoch mit einem zusätzlichen Buchstaben versehen. Hierbei wird auf die gesamte vorangehende Beschreibung Bezug genommen.

**[0058]** [Fig. 5](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer variablen optischen Anordnung **21a** in einer vereinfachten schematischen Schnittdarstellung ähnlich der [Fig. 2](#). Im Unterschied zu der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform sind bei der Anordnung **21a** drei Flüssigkeiten in einem Behälter **23a** angeordnet. Eine in dem Behälter **23a** oben angeordnete Flüssigkeit **34a** weist einen größeren Brechungsindex auf als eine in dem Behälter **23a** in der Mitte angeordnete Flüssigkeit **33a** und definiert mit dieser eine Phasengrenzfläche **35a**. Eine in dem Behälter **23a** unten angeordnete Flüssigkeit **36** hat wiederum einen größeren Brechungsindex als die Flüssigkeit **33a** und definiert mit dieser eine Phasengrenzfläche **38**. Die beiden Phasengrenzflächen **35a** und **38** sind mit Abstand voneinander entlang einer Längsachse **49a** des Behälters **23a** angeordnet und sind bezüglich der Längsachse **49a** lateral durch die Gehäusewand **23a** begrenzt. Es sind hierbei zwei Sätze von jeweils sechzehn Steuerelektroden **1a**, ... **9a**, ... und **1a'**, ... **9a'**, ... zur Ansteuerung der beiden Phasengrenzflächen **35a** und **38** vorgesehen, wobei der eine Satz von Steuerelektroden **1a**, ... **9a**, ... von einer in der [Fig. 5](#) nicht dargestellten Steuerschaltung über Anschlüsse **41a** mit Spannungen versorgt wird, um die Neigung und Orientierung der Phasengrenzfläche

**35a** bezüglich der Längsachse **49a** einzustellen. Der zweite Satz Steuerelektroden **1a'**, ... **9a'**, ... wird über Anschlüsse **41a'** angesteuert, um Neigung und Orientierung der Phasengrenzfläche **38** bezüglich der Längsachse **49a** einzustellen. Da für jede Phasengrenzfläche **35a**, **38** eine separate Gruppe von Steuerelektroden vorgesehen ist, können die Kontaktwinkel  $\alpha$  der Phasengrenzfläche **35a** unabhängig von den Kontaktwinkeln  $\beta$  der Phasengrenzfläche **38** eingestellt werden.

**[0059]** Die Wirkung der Steuerelektroden eines jeden Satzes auf lediglich eine der beiden Phasengrenzflächen **38** und **35a** ergibt sich daraus, daß lediglich eine der beiden Phasengrenzflächen **38**, **35a** in unmittelbarer Nachbarschaft der jeweiligen Steuerelektrode angeordnet ist. Beispielsweise ist ein Abstand zwischen der Phasengrenzfläche **38** und der Steuerelektrode **9a'** im wesentlichen gleich einer Dicke  $x$  einer Isolationsschicht, welche zwischen der Steuerelektrode **9a'** und einer Innenoberfläche **26** der Umfangswand **25a** vorgesehen ist. Der Abstand zwischen der Phasengrenzfläche **35a** und der Steuerelektrode **9a'** hingegen ist wesentlich größer als die Dicke  $x$  der Isolationsschicht, und die Wirkung der an die Steuerelektrode **9a'** angelegten Spannung auf einen Kontaktwinkel der Phasengrenzfläche **35a** ist deshalb im wesentlichen vernachlässigbar.

**[0060]** Ein in die Anordnung **21a** eintretender Lichtstrahl **31a** wird an der Phasengrenzfläche **35a** um einen Winkel  $\delta_1$  abgelenkt und nachfolgend beim Durchtritt durch die Phasengrenzfläche **38** um einen Winkel  $\delta_2$  abgelenkt, so daß sich insgesamt eine Ablenkung des Strahls **31a** um einen Winkel  $(\delta_1 + \delta_2)$  ergibt. Zudem ist es möglich, bei geeigneter Wahl der Abbe-Zahlen der Flüssigkeiten **34a**, **33a** und **36** zusammen mit den Brechungsindizes eine Dispersion des Lichtstrahls **31a** bei der Ablenkung um den Winkel  $(\delta_1 + \delta_2)$  relativ gering zu halten.

**[0061]** [Fig. 6](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer variablen optischen Anordnung **21b**, welche einen ähnlichen Aufbau aufweist, wie die in [Fig. 5](#) dargestellte Ausführungsform.

**[0062]** Im Unterschied zu der in [Fig. 5](#) gezeigten Anordnung weist die Anordnung **21b** der [Fig. 6](#) lediglich eine Gruppe von Steuerelektroden **1b** ... **9b**, ... auf, um Neigungswinkel und Orientierungen der Neigungen von zwei Phasengrenzflächen **35b** und **38b** gleichzeitig einzustellen. Diese Konfiguration kann eingesetzt werden, wenn die drei Flüssigkeiten **34b**, **33b** und **36b**, zwischen welchen die Phasengrenzflächen **35b** bzw. **38b** bestehen, jeweils paarweise voneinander verschieden sind. In der Regel sind dann die Kontaktwinkel  $\alpha$  der Phasengrenzfläche **35b** etwas verschieden von Kontaktwinkeln  $\beta$  der Phasengrenzfläche **38b**. Allerdings kann die Elektrodenkonfiguration vorteilhaft eingesetzt werden, wenn die

Flüssigkeiten **34b** und **36b** vom gleichen Typ sind, da dann die Phasengrenzflächen **35b** und **38b** im wesentlichen symmetrisch zueinander angeordnet sind.

**[0063]** Die Wirkung der Steuerelektroden **1b** ... **9b** auf beide Phasengrenzflächen **38b** und **35b** ergibt sich deshalb, weil beide Phasengrenzflächen **38b**, **35b** in unmittelbarer Nähe der jeweiligen Steuerelektroden angeordnet sind. Wie in [Fig. 6](#) angedeutet, ist der Abstand beider Phasengrenzflächen **38b**, **35b** von der Steuerelektrode **9b** im wesentlichen gleich einer Dicke  $x$  einer Isolationsschicht, welche zwischen einer Innenoberfläche **26b**, mit welcher die Flüssigkeiten in Kontakt stehen, und der Steuerelektrode **9b**.

**[0064]** In [Fig. 7](#) ist schematisch eine vorteilhafte Anwendung der variablen optischen Anordnung **21** in einem abbildenden optischen System **71** dargestellt. Das optische System **71** ist in dem dargestellten Beispiel ein Stereo-Operationsmikroskop zur Beobachtung eines Operationsfeldes **73** an einem Patienten. Das Operationsmikroskop **72** umfaßt ein Gehäuse **75**, welches an einem Stativ **77** getragen ist. Das Stativ **77** umfaßt eine Mehrzahl von Stativarmen **79**, welche mittels Gelenken **81** aneinander angelenkt sind und das Mikroskop **72** über einen Standfuß **83** relativ zu einem Fußboden **85** in einem Bezugskoordinatensystem **86** frei positionierbar halten.

**[0065]** In dem Gehäuse **75** ist eine Abbildungsoptik aufgenommen, welche eine Eingangsoptik **87** aufweist. Die Eingangsoptik **87** ist in [Fig. 7](#) schematisch als eine einzige Objektivlinse dargestellt. In der Praxis kann das Objektiv des Mikroskops **72** allerdings mehrere Linsen umfassen, welche gegebenenfalls als Kittglieder ausgebildet sind und auch relativ zueinander verlagerbar sein können, um eine Variofunktion bereitzustellen, um einen Arbeitsabstand des Mikroskops **72**, das heißt einen Abstand zwischen dem Körperteil **73** und dem Gehäuse **75**, zu ändern.

**[0066]** Die Optik weist ferner eine Ausgangsoptik auf, welche in dem dargestellten Beispiel ein Paar von Okularen **89** sowie eine Kameraadapteroptik **91** und einen Bildsensor **92** umfaßt. Über die beiden Okulare **89** sind zwei stereoskopische Strahlengänge bereitgestellt, welche das Objektiv **87** gemeinsam durchsetzen und welche die beiden Ausgangsoptiken einzeln separat durchsetzen. In den Strahlengängen der Ausgangsoptiken sind ferner jeweils ein Zoomsystem **93** angeordnet, um eine Vergrößerung, mit der ein Objektfeld **74** durch das Mikroskop **72** abgebildet wird, ändern zu können.

**[0067]** In den Strahlengängen zwischen dem Objektiv **87** als Eingangsoptik und den Zoomsystemen **93** als Ausgangsoptiken ist jeweils eine variable optische Anordnung **21** gemäß einer der vorangehend

beschriebenen Ausführungsformen angeordnet. Die variablen optischen Anordnungen **21** stellen in den Strahlengängen jeweils wenigstens eine Phasengrenzfläche **35** zwischen zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher optischer Dichte bereit. Neigungen und Orientierungen der Neigungen der Phasengrenzflächen **35** bezüglich einer Hauptachse **50** des Objektivs **87** sind über eine in der [Fig. 7](#) nicht dargestellte Steuerung einstellbar. In der in [Fig. 7](#) gezeigten Situation sind die Phasengrenzflächen **35** orthogonal zu der Hauptachse **50** orientiert, so daß die Strahlengänge die Phasengrenzflächen **35** geradlinig durchsetzen und das bezüglich der Hauptachse **50** zentrierte Objektfeld **74** durch das Mikroskop **72** abgebildet wird.

**[0068]** [Fig. 8](#) zeigt das Stereomikroskop **72** der [Fig. 7](#) in einer Situation, in welcher die Phasengrenzflächen **35** bezüglich der Hauptachse **50** geneigt sind, so daß die Strahlengänge beim Durchsetzen der variablen optischen Anordnungen **21** beim Durchgang durch die Phasengrenzflächen **35** eine Strahlableitung erfahren. Dies führt dazu, daß von dem Mikroskop **72** ein Objektfeld **74** abgebildet wird, welches bezüglich der Hauptachse **50** nicht mehr, wie in [Fig. 7](#) gezeigt, zentriert ist, sondern um eine Strecke  $d$  lateral versetzt zu der Hauptachse **50** angeordnet ist.

**[0069]** Somit läßt sich durch geeignete Ansteuerung der variablen optischen Anordnungen **21** das durch das Mikroskop **72** dargestellte Objektfeld **74** seitlich verlagern ohne das Mikroskop **72** selbst durch Betätigen der Stativglieder **79** in dem Koordinatensystem **86** verlagern zu müssen. Zur Einstellung der Verlagerung des Objektfeldes **74** umfaßt das Stereo-Operationsmikroskopiesystem **71** eine Benutzerschnittstelle **107**, welche in der dargestellten Ausführungsform als ein Joystick dargestellt ist, dessen Steuerknüppel in zwei zueinander orthogonale Richtungen auslenkbar ist, um Verlagerungen des Objektfeldes **74** in die  $x$ -Richtung und die  $y$ -Richtung einstellen zu können. Die durch den Benutzer hervorgerufenen Steuersignale der Benutzerschnittstelle **107** werden der Steuerung **45** zugeführt, welche dann die Potentiale zur entsprechenden Ansteuerung der Steuerelektroden der variablen optischen Einrichtungen **35** erzeugt.

**[0070]** Allerdings ist es auch möglich, die variablen optischen Anordnungen **21** in den Strahlengängen des Mikroskops **72** dazu einzusetzen, auftretende Schwingungen des Mikroskops **72** in dem Koordinatensystem **86**, welche ansonsten zu einem Wackeln des durch das Mikroskop **72** dargestellten Bildes führen würden, optisch zu kompensieren. Hierzu umfaßt das Mikroskop **72** ein Sensorsystem, um auftretende Verlagerungen des Mikroskops in dem Bezugssystem **86** zu erfassen und in Abhängigkeit von der erfaßten Verlagerung die beiden variablen optischen Anordnungen derart anzusteuern, daß der erzeugte



laterale Versatz d der Strahlengänge dazu führt, daß immer das gleiche Objektfeld durch das Mikroskop **72** abgebildet wird, obwohl sich das Mikroskop **72** relativ zu dem Körperteil **73** bewegt. Das Sensorsystem kann hierbei einen in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) schematisch dargestellten Beschleunigungssensor **101** umfassen. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann das Sensorsystem einen Lagesensor **103** umfassen, welcher eine Position des Lagesensors **103** relativ zu drei Lichtquellen **105**, welche beispielsweise Leuchtdioden sind und fest in dem Bezugssystem **86** angeordnet sind, optisch, beispielsweise mittels einer Kamera und einem Triangulationsverfahren, erfaßt.

**[0071]** Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann auch ein Bildsignal der Kamera **92** dazu eingesetzt werden, um eine Verlagerung des Objektfeldes in dem von dem Mikroskop **72** dargestellten Bild über ein Bildverarbeitungsverfahren zu erfassen.

**[0072]** Obwohl beispielhaft für das abbildende optische System in der [Fig. 7](#) ein Operationsmikroskop dargestellt ist, kann das abbildende optische System von einem beliebigen Typ, wie beispielsweise einem Fernrohr sein.

**[0073]** Während in den [Fig. 1](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) die Phasengrenzflächen jeweils als plane Flächen dargestellt sind, so ist zu beachten, daß dies eine idealisierte Darstellung ist, mit dem Ziel die Wirkung eines optischen Keils durch die variable optische Anordnung bereitzustellen. In der Praxis ergeben sich von einer gewünschten planen Gestalt der Phasengrenzfläche mehr oder weniger große Abweichungen. Darüber hinaus kann es sogar beabsichtigt sein, die Phasengrenzfläche als gewölbte Fläche auszubilden, wie dies in [Fig. 2](#) angedeutet ist. Dann ist der Wirkung der variablen optischen Anordnung als Strahlableiter nach der Art eines optischen Keils eine Wirkung als Linse überlagert, welche auf den die Anordnung durchsetzenden Strahl auch fokussierend oder defokussierend wirkt. Hierbei ist es insbesondere auch möglich, sämtliche Spannungen, die den Steuerelektroden der Gruppe von Steuerelektroden zugeführt werden, gleich einzustellen, so daß sich für eine jede Steuerelektrode ein gleicher Kontaktwinkel der Phasengrenzfläche einstellt. Die Gestalt der Phasengrenzfläche ist dann rotationssymmetrisch bezüglich der Längsachse. Sind die Kontaktwinkel jeweils von  $90^\circ$  verschieden, ist die Phasengrenzfläche, aus der Sicht einer der beiden Flüssigkeiten, entweder konkav oder konvex, so daß sich für den die Anordnung durchsetzenden Strahl eine fokussierende oder defokussierende Wirkung ergibt. Eine Stärke der fokussierenden bzw. defokussierenden Wirkung ist über einen Anschluß **58** ([Fig. 3](#)) der Steuerung einstellbar. Eine Änderung des dem Anschluß **58** zugeführten Steuersignals überträgt die Steuerung **45** in eine Änderung einer Potentialdifferenz zwischen den Steuerelektroden **1**, ... **16** und der Masseelektrode **51**. Hier-

bei werden die Potentialdifferenzen zwischen den Steuerelektroden **1**, ... **16** untereinander in der Regel prinzipiell nicht geändert. Unter Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) führt eine solche Änderung somit zu einer Verschiebung der Kurve **47** in Vertikalrichtung, ohne deren Amplitude, das heißt deren Unterschied zwischen ihrem Maximalwert und ihrem Minimalwert, und deren Lage in Horizontalrichtung zu ändern.

**[0074]** Für ein Strahlenbündel mit einem ausgedehnten Strahlquerschnitt läßt sich ein sogenannter Schwerstrahl bestimmen, beispielsweise durch Mittelung von Richtungen von Teilstrahlen des Strahlenbündels gewichtet mit Intensitäten der Teilstrahlenbündel. Durchsetzt ein Strahlenbündel ein optisches Element, welches lediglich fokussierend oder defokussierend wirkt, so wird die Richtung des Schwerstrahls dieses Strahlenbündels durch die Wirkung des optischen Elements nicht beeinflusst. Auf diese Weise kann eine fokussierende oder defokussierende Wirkung eines optischen Elements auch von einer strahlableitenden Wirkung unterschieden werden. Die Wirkung eines Strahlableiters liegt darin, die Richtung eines Schwerstrahls eines den Strahlableiter durchsetzenden Strahlenbündels zu ändern. Auf der Grundlage einer Untersuchung des Verlaufes eines Schwerstrahls eines die variable optische Anordnung durchsetzenden Strahlenbündels ist es somit möglich, zu entscheiden, ob die Anordnung auf das diese durchsetzende Strahlenbündel eine strahlableitende Wirkung oder eine fokussierende bzw. defokussierende Wirkung oder eine Kombination hiervon aufweist. Die strahlableitende Wirkung wird im wesentlichen durch eine über den Strahlquerschnitt gemittelte Neigung der Phasengrenzfläche bezüglich der Strahlbündelrichtung bestimmt, während die fokussierende bzw. defokussierende Wirkung der Phasengrenzfläche im wesentlichen durch eine Krümmung derselben in dem von dem Strahlbündel durchsetzten Bereich bestimmt wird. In diesem Sinne sind die Darstellungen der Strahlen **31** in den [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) stark vereinfacht, da sie die Wirkung auf einen einzelnen Teilstrahl eines in Wirklichkeit größeren Strahlenbündels mit einem ausgedehnten Strahlquerschnitt repräsentieren. Qualitativ geht allerdings aus den schematischen Darstellungen der [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) hervor, daß auch ausgedehnte Strahlenbündel, welche die dargestellten variablen optischen Anordnungen durchsetzen, insgesamt eine Strahlableitung erfahren, so daß auch deren jeweilige Schwerstrahlen abgelenkt sind. Aufgrund der Krümmung der Phasengrenzfläche in der Darstellung der [Fig. 2](#) stellt die variable optische Anordnung dort eine kombinierte Wirkung bereit, nämlich zum einen die strahlableitende Wirkung und zum anderen eine defokussierende Wirkung.

**[0075]** In den vorangehend beschriebenen Ausführungsformen ist die Anzahl der Steuerelektroden einer Gruppe von Steuerelektroden gleich sechzehn.

Selbstverständlich kann hier eine größere oder auch kleinere Anzahl von Steuerelektroden gewählt werden, wobei die größere Anzahl von Steuerelektroden eine präzisere Einstellung der Gestalt der Phasengrenzfläche erlaubt, während eine kleinere Anzahl von Steuerelektroden den Schaltungs- und Verdrahtungsaufwand für das Spannungsversorgungssystem reduziert.

[0076] [Fig. 9](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer variablen optischen Einrichtung **21a**. Diese umfaßt zwei optische Keile **111** und **113**, deren Flachseiten quer zu einer Hauptachse **49c** orientiert sind und nacheinander von einem Abbildungsstrahl **31c** durchsetzt sind. Die beiden optischen Keile **111** und **113** sind jeweils in einer separaten Fassung **112** bzw. **114** gehalten, wobei die Fassungen **112**, **114** um die Achse **49c** drehbar in einem Gehäuse **115** aufgenommen sind. Zwei Antriebe **117** und **119** sind vorgesehen, um über Zahnräder **118** bzw. **120** oder Reibräder oder dergleichen die Drehstellungen der optischen Keile **111** und **113** um die Achse **49c** einzustellen. Hierdurch ist es möglich, einen Ablenkwinkel  $\delta$  des die optischen Keile **111**, **113** durchsetzenden Strahls **31c** hinsichtlich seiner Größe als auch seiner Orientierung um die Achse **49c** innerhalb eines in [Fig. 9](#) mit **125** bezeichneten Kreises einzustellen. Hierzu werden die Antriebe **117** und **119** durch eine Steuerung **45c** kontrolliert, welche einen Eingangsanschluß **53c** aufweist, um die Orientierung der Ablenkung um die Achse **49c** einzustellen, und welche ferner einen Eingangsanschluß **57c** aufweist, um eine Größe des Ablenkwinkels  $\delta$  einzustellen.

[0077] Die variable optische Ablenkeinrichtung **21c** kann in einem beliebigen optischen System eingesetzt werden. Gemäß einer Ausführungsform dient sie allerdings in einem Stereo-Operationsmikroskopiesystem dazu, eine laterale Verlagerung eines durch das Stereo-Operationsmikroskop abgebildeten Objektfeldes herbeizuführen, ohne eine Komponente eines Stativs des Stereo-Operationsmikroskopiesystems mechanisch verlagern zu müssen. Somit kann die variable optische Einrichtung **21c** in dem anhand der Figuren und [Fig. 8](#) erläuterten Stereo-Operationsmikroskopiesystem eingesetzt werden, indem ein Paar der in [Fig. 9](#) dargestellten optischen Anordnungen **21c** die beiden variablen optischen Anordnungen **21** in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) ersetzt. Hierbei weisen die beiden optischen Keile **111**, **113** im Vergleich zu dem Objektiv **87** einen reduzierten Durchmesser auf, da sie lediglich jeweils einen der beiden Stereo-Teilstrahlengänge ablenken müssen, welche im Vergleich zu dem Durchmesser des Objektivs **87** einen verkleinerten Strahlbündeldurchmesser aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, eine einzige variable optische Anordnung **21c** im Strahlengang des Stereo-Operationsmikroskops anzuordnen, wobei die Durchmesser der optischen Keile **111**, **113** dann so groß ausgelegt werden, daß sie an den Durchmesser

des Objektivs **87** angepaßt sind und jeweils beide Keile **111**, **113** von dem Paar von Stereo-Teilstrahlengängen durchsetzt sind.

[0078] [Fig. 10](#) zeigt eine weitere Ausführungsform einer variablen optischen Anordnung **21d**. In dem dargestellten Beispiel umfaßt die variable optische Anordnung ein Objektiv **87d** eines Stereo-Operationsmikroskops. Hierbei ist das Objektiv **87d** in [Fig. 10](#) als ein aus zwei Linsen **88**, **90** bestehendes Kittglied dargestellt. In der Praxis kann das Objektiv allerdings mehrere Linsen umfassen, welche teilweise oder sämtlich auch als Kittglieder aus einzelnen Linsen zusammengesetzt sein können. Das Objektiv **87d** ist in einer Fassung **131** gehalten, welche über mehrere angelegte Stangen **135** an Aktuatoren **133** gekoppelt ist. Die Aktuatoren **133** werden von einer Steuerung (in [Fig. 10](#) nicht dargestellt) angesteuert, um die Stangen **135** in eine Richtung **137** (die Vertikalrichtung in [Fig. 10](#)) zu verlagern, um die Linsen **88**, **90** des Objektivs **87d** bezüglich einer Hauptachse **50d** eine die Linse **87d** durchsetzenden Strahlengang zu verkippen. In [Fig. 10](#) ist das Objektiv **87d** in seiner Ausgangslage angeordnet, so daß eine Hauptebene **139** der Linse **88** orthogonal zu der Hauptachse **50d** orientiert ist.

[0079] [Fig. 11](#) zeigt die variable optische Anordnung **21d** in einem ausgelenkten Zustand derart, daß ein die Linse **87d** durchsetzender Hauptstrahl **31d** um eine Strecke  $d$  parallel versetzt wird. Hierzu wurde der in [Fig. 11](#) rechte Aktuator **133** derart angesteuert, daß das Gestänge **135** in Richtung des rechten Pfeils **137** nach oben verlagert wurde, und der in [Fig. 11](#) linke Aktuator **133** wurde derart angesteuert, daß dessen Gestänge **135** in Richtung des linken Pfeils **137** nach unten verlagert wurde, um die Hauptebene **139** der Linse **88** um einen Winkel  $\epsilon$  aus ihrer Ruhelage um eine senkrecht zur Zeichenebene orientierte Achse zu verkippen, was zu einem Versatz des Hauptstrahls **31d** um die Strecke  $d$  und damit eine Verlagerung des durch die Linse **87d** abgebildeten Objektfeldes um die Strecke  $d$  führt.

[0080] In den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) sind lediglich zwei Aktuatoren **133** dargestellt. Um eine unabhängige Verlagerung des Objektfeldes in die x-Richtung und die y-Richtung zu erreichen, sind allerdings wenigstens drei in Umfangsrichtung um das Objektiv **87d** verteilt angeordnete Aktuatoren notwendig.

[0081] Die anhand der [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) erläuterte variable optische Anordnung **21d** kann in ein Stereo-Operationsmikroskopiesystem integriert werden, wie es vorangehend bereits anhand der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) erläutert wurde. Eine Benutzerschnittstelle kann dann dazu vorgesehen sein, um die variable optische Anordnung **21d** im Hinblick auf eine laterale Verlagerung des durch das Stereo-Operationsmikroskopiesystem abgebildeten Objektfeldes zu erzielen.

**[0082]** In dem anhand der [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) erläuterten Beispiel sind es die Linsen **88**, **90**, welche durch Aktuatoren verkippbar in dem Strahlengang gehalten ist, um die variable optische Anordnung zu bilden. Es ist jedoch auch möglich, andere Linsen des Stereo-Operationsmikroskops durch Aktuatoren kippbar zu halten, um eine laterale Verlagerung des durch das Stereo-Operationsmikroskopiesystems abgebildeten Objektfeldes zu erzielen. Beispielsweise können Linsen der einzelnen Stereo-Teilstrahlengänge durch Aktuatoren kippbar gehalten sein. So ist es beispielsweise möglich, Linsen der in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellten Zoomsysteme **93** durch Aktuatoren kippbar auszubilden, um den gewünschten Effekt der Strahlableitung zu erzielen.

**[0083]** [Fig. 12](#) zeigt ein Stereo-Mikroskop **71e** vom Grenough-Typ. Das Stereo-Mikroskop **71e** umfaßt für einen jeden der beiden Stereo-Strahlengänge ein Okular **89e**, ein Zoomsystem **93e** und ein Objektiv **87e**, welches mit einer variablen optischen Anordnung **21e** kombiniert ist. Die variable optische Anordnung **21e** kann von dem anhand der [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) erläuterten Aufbau sein, das heißt wenigstens eine Phasengrenzfläche **35e** zwischen zwei Flüssigkeiten mit verschiedenem Brechungsindex ist durch eine Steuerung (in [Fig. 12](#) nicht dargestellt) derart ansteuerbar, daß zum einen durch Kippen der Phasengrenzfläche **35e** bezüglich einer Zentralachse **49e** der variablen optischen Anordnung **21e** eine Ablenkung des die variable optische Anordnung **21e** durchsetzenden Strahls erzielbar ist. Zum anderen ist die wenigstens eine Phasengrenzfläche **35e** derart ansteuerbar, daß eine Krümmung derselben änderbar ist, um eine Brechkraft der variablen optischen Anordnung **21e** zu ändern. Durch entsprechende Ansteuerung der variablen optischen Anordnung **21e** ist es deshalb möglich, einen Arbeitsabstand des Mikroskops **71e**, das heißt einen Abstand zwischen einer scharf abgebildeten Objektebene **73e** und einer der Objektebene **73e** am nächsten angeordneten optischen Komponente zu ändern. In der in [Fig. 12](#) dargestellten Ausführungsform ist die der Objektebene **73e** am nächsten angeordnete optische Komponente die variable optische Anordnung **21e**. Es ist jedoch auch möglich, die variable optische Anordnung an einer anderen Stelle in dem jeweiligen Strahlengang vorzusehen, so daß das Objektiv **87e** die der Objektebene **73e** am nächsten angeordnete optische Komponente ist.

**[0084]** Durch entsprechende Ansteuerung der variablen optischen Anordnung **21e** ist es somit möglich, zum einen die mit größerem Arbeitsabstand angeordnete Objektebene **73e** und zum anderen die mit einem geringeren Abstand von der variablen optischen Anordnung **21e** angeordnete Objektebene **73e** jeweils scharf als stereoskopisches Bild abzubilden.

**[0085]** Gemäß Ausführungsformen der Erfindung umfaßt eine variable optische Anordnung einen Behälter, in welchen zwei Flüssigkeiten mit voneinander verschiedenem Brechungsindex aufgenommen sind. An einer Umfangswand des Behälters verteilt sind mehrere Elektroden angeordnet, um Kontaktwinkel einer Phasengrenzfläche zwischen den beiden Flüssigkeiten in Abhängigkeit von einer Umfangsposition einstellen zu können. Die Anordnung wird bevorzugt als Strahlableiter betrieben. Eine bevorzugte Anwendung der Anordnung liegt im Bereich von Operationsmikroskopen, um eine Verlagerbarkeit des Objektfeldes ohne mechanische Bewegung von Komponenten zu erzielen und um insbesondere auch eine optische Kompensation von Schwingungen zu ermöglichen.

### Patentansprüche

1. Variable optische Anordnung, umfassend: einen Behälter (**23**) mit einem lichttransparenten ersten Fenster (**27**) und einer Umfangswand (**25**); eine in dem Behälter (**23**) aufgenommene erste Flüssigkeit (**34**) und eine in dem Behälter (**23**) aufgenommene zweite Flüssigkeit (**33**), welche einen Brechungsindex aufweist, welcher von einem Brechungsindex der ersten Flüssigkeit (**34**) verschieden ist, wobei zwischen der ersten Flüssigkeit (**34**) und der zweiten Flüssigkeit (**33**) eine erste Phasengrenzfläche (**35**) ausgebildet ist, welche an der Umfangswand (**25**) anliegt und durch diese begrenzt ist; eine Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**), welche in Umfangsrichtung um die Umfangswand (**25**) verteilt an dem Behälter (**23**) angeordnet sind, wobei eine Anzahl der Steuerelektroden (**1**, ... **16**) der Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**) größer als vier ist; und ein Spannungsversorgungssystem (**45**), welches dazu konfiguriert ist, einer jeden Steuerelektrode (**1**, ... **16**) der Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**) eine einstellbare elektrische Spannung (V) zuzuführen.
2. Variable optische Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Anzahl der Steuerelektroden (**1**, ... **16**) der Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**) größer oder gleich acht ist.
3. Variable optische Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine Sammelelektrode (**51**), wobei die erste Flüssigkeit (**34**) oder die zweite Flüssigkeit (**33**) elektrisch leitend ist und die Sammelelektrode (**51**) die elektrisch leitende Flüssigkeit kontaktiert.
4. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuerelektroden (**1**, ... **16**) von der ersten Flüssigkeit (**34**) und der zweiten Flüssigkeit (**33**) elektrisch isoliert an der Umfangswand (**25**) angeordnet sind.

5. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuerelektroden (**1**, ... **16**) sich parallel zu einer Innenoberfläche der Umfangswand (**25**) erstrecken.

6. Variable optische Anordnung nach Anspruch 5, wobei ein kleinster Abstand einer jeden Steuerelektrode (**1**, ... **16**) von der ersten Phasengrenzfläche (**35**) im wesentlichen einem Abstand der Steuerelektrode (**1**, ... **16**) von der Innenoberfläche der Umfangswand (**25**) entspricht.

7. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner umfassend ein lichttransparentes zweites Fenster (**29**), welches mit Abstand von dem ersten Fenster angeordnet ist, wobei die Umfangswand zwischen dem ersten Fenster (**27**) und dem zweiten Fenster (**29**) angeordnet ist.

8. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Spannungsversorgungssystem (**45**) ferner dazu konfiguriert ist, einer Steuerelektrode (**9**) der Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**) eine größere erste Spannung zuzuführen, einer der Steuerelektrode (**9**), welcher die erste Spannung zugeführt wird, an der Umfangswand (**25**) gegenüberliegend angeordneten Steuerelektrode (**1**) eine kleinere zweite Spannung zuzuführen, welche kleiner ist als die erste Spannung, in Umfangsrichtung zwischen der Steuerelektrode (**9**), welcher die erste Spannung zugeführt ist, und der Steuerelektrode (**1**), welcher die zweite Spannung zugeführt ist, angeordneten Steuerelektroden (**2**, ... **8**, **10** ... **16**) Spannungen zuzuführen, welche jeweils kleiner sind als die erste Spannung und größer sind als die zweite Spannung.

9. Variable optische Anordnung nach Anspruch 8, wobei für eine jede der in Umfangsrichtung zwischen der Steuerelektrode, welcher die erste Spannung zugeführt ist, und der Steuerelektrode, welcher die zweite Spannung zugeführt ist, angeordneten Steuerelektrode (**2**, ... **8**, **10** ... **16**) gilt: die der jeweiligen Steuerelektrode zugeführte Spannung ist zum einen kleiner als eine Spannung, welche einer der jeweiligen Steuerelektrode in die eine Umfangsrichtung unmittelbar benachbarten Steuerelektrode zugeführt ist, und zum anderen größer als eine Spannung, welche einer der jeweiligen Steuerelektrode in die andere Umfangsrichtung unmittelbar benachbarten Steuerelektrode zugeführt ist.

10. Variable optische Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Spannungsversorgungssystem (**45**) ferner dazu konfiguriert ist, die erste Spannung wahlweise einer jeden Steuerelektrode (**1**, ... **16**) der Mehrzahl von Elektroden zuzuführen.

11. Variable optische Anordnung nach einem der

Ansprüche 8 bis 10, wobei das Spannungsversorgungssystem (**45**) ferner dazu konfiguriert ist, eine Differenz zwischen der ersten Spannung und der zweiten Spannung änderbar einzustellen.

12. Variable optische Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Spannungsversorgungssystem wenigstens einen Eingang (**53**, **57**) für ein Orientierungs- und Amplitudensignal aufweist und ferner dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von dem Orientierungs- und Amplitudensignal aus der Gruppe von Steuerelektroden (**1**, ... **16**) die Steuerelektrode auszuwählen, welcher die erste Spannung zugeführt wird, und eine Differenz zwischen der ersten Spannung und der zweiten Spannung einzustellen.

13. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, ferner umfassend ein Sensorsystem (**101**, **103**, **92**) zur Erzeugung eines eine Änderung einer Lage der variablen optischen Anordnung relativ zu einem Bezugssystem (**86**) repräsentierenden Signals, welches dem wenigstens einen Eingang des Spannungsversorgungssystems (**45**) zugeführt ist.

14. Variable optische Anordnung nach Anspruch 13, wobei das Sensorsystem einen Beschleunigungssensor (**101**) umfaßt.

15. Variable optische Anordnung nach Anspruch 13 oder 14, wobei das Sensorsystem einen Lagesensor (**103**) umfaßt.

16. Variable optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, ferner umfassend eine in dem Behälter (**23a**) angeordnete dritte Flüssigkeit (**36**), welche einen Brechungsindex aufweist, welcher von einem Brechungsindex der zweiten Flüssigkeit (**33a**) verschieden ist, wobei zwischen der zweiten Flüssigkeit (**33a**) und der dritten Flüssigkeit (**36**) eine zweite Phasengrenzfläche (**38**) ausgebildet ist, welche an der Umfangswand (**25a**) anliegt und durch diese begrenzt ist.

17. Variable optische Anordnung nach Anspruch 16, wobei für eine jede Steuerelektrode der Gruppe von Steuerelektroden gilt: ein kleinster Abstand einer jeden Steuerelektrode (**1b**, **9b**) von der ersten Phasengrenzfläche (**35b**) entspricht im wesentlichen einem Abstand der Steuerelektrode (**1b**, **9b**) von der Innenoberfläche der Umfangswand (**25b**) in einem Bereich der ersten Phasengrenzfläche (**35b**), und ein kleinster Abstand einer jeden Steuerelektrode (**1b**, **9b**) von der zweiten Phasengrenzfläche (**38b**) entspricht im wesentlichen einem Abstand der Steuerelektrode (**1b**, **9b**) von der Innenoberfläche der Umfangswand (**25b**) in einem Bereich der zweiten Phasengrenzfläche (**38b**).

18. Variable optische Anordnung nach Anspruch

16, wobei eine erste Gruppe von Steuerelektroden (**1a**, **9a**), welche in Umfangsrichtung um die Umfangswand (**25a**) verteilt an dem Behälter (**23a**) angeordnet sind, und eine zweite Gruppe von Steuerelektroden (**1a'**, **9a'**), welche in Umfangsrichtung um die Umfangswand (**25a**) verteilt an dem Behälter angeordnet sind,

wobei für eine jede Steuerelektrode (**1a**, **9a**) der ersten Gruppe von Steuerelektroden gilt: ein kleinster Abstand einer jeden Steuerelektrode von der ersten Phasengrenzfläche (**35a**) entspricht im wesentlichen einem Abstand der Steuerelektrode von der Innenoberfläche der Umfangswand (**25a**) in einem Bereich der ersten Phasengrenzfläche (**35a**), und wobei für eine jede Steuerelektrode (**1a'**, **9a'**) der zweiten Gruppe von Steuerelektroden gilt: ein kleinster Abstand einer jeden Steuerelektrode von der zweiten Phasengrenzfläche (**38**) entspricht im wesentlichen einem Abstand der Steuerelektrode von der Innenoberfläche der Umfangswand (**25a**) in einem Bereich der zweiten Phasengrenzfläche (**38**).

19. Abbildendes optisches System, umfassend: eine Eingangsoptik (**87**) und eine Ausgangsoptik (**93**, **89**, **92**), welche in einem Abbildungsstrahlengang des optischen Systems (**71**) hintereinander angeordnet sind, und eine variable optische Anordnung (**21**) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die variable optische Anordnung (**21**) in dem Abbildungsstrahlengang zwischen der Eingangsoptik (**87**) und der Ausgangsoptik (**93**, **89**, **92**) oder vor der Eingangsoptik angeordnet ist.

20. Abbildendes optisches System nach Anspruch 19, wobei die Ausgangsoptik ein Okular (**89**) oder/und einen Bildsensor (**92**) umfaßt.

21. Stereo-Operationsmikroskop, umfassend: ein Objektiv (**87**) oder ein Paar von Objektiven, welches von wenigstens einem Paar von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, ein Paar von Ausgangsoptiken (**89**), wobei eine jede der Ausgangsoptiken (**89**) des Paares von Ausgangsoptiken von lediglich einem Abbildungsstrahlengang des Paares von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, wenigstens eine variable optische Anordnung (**21**) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei jeder Abbildungsstrahlengang des Paares von Abbildungsstrahlengängen die wenigstens eine variable optische Anordnung (**21**) durchsetzt.

22. Stereo-Operationsmikroskop nach Anspruch 21, wobei die variable optische Anordnung (**21**) in dem Abbildungsstrahlengang zwischen dem Objektiv (**87**) und der Ausgangsoptik (**89**) angeordnet ist.

23. Stereo-Operationsmikroskop nach Anspruch 22, wobei die variable optische Anordnung (**21**) in

dem Abbildungsstrahlengang vor dem Objektiv angeordnet ist.

24. Stereo-Operationsmikroskop nach Anspruch 22 oder 23, wobei ein Paar von variablen optischen Anordnungen (**21**) vorgesehen ist, wobei eine jede der variablen optischen Anordnungen (**21**) des Paares von variablen optischen Anordnungen von lediglich einem Abbildungsstrahlengang des Paares von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist.

25. Stereo-Operationsmikroskop, umfassend: ein Objektiv, welches von einem Paar von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, ein Paar von Ausgangsoptiken, wobei eine jede der Ausgangsoptiken des Paares von Ausgangsoptiken von lediglich einem Abbildungsstrahlengang des Paares von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, wobei das Objektiv und das Paar von Ausgangsoptiken wenigstens eine variable optische Anordnung umfassen, und wobei die wenigstens eine variable optische Anordnung wenigstens eine Linse oder eine Linsengruppe mit einer optischen Achse sowie einen Antrieb umfaßt, welcher dazu konfiguriert ist, die wenigstens eine Linse bzw. Linsengruppe um wenigstens eine quer zu der optischen Achse der wenigstens einen Linse bzw. Linsengruppe orientierte Achse zu verkippen.

26. Stereo-Operationsmikroskop nach Anspruch 25, wobei das Objektiv die Linse bzw. Linsengruppe umfaßt.

27. Stereo-Operationsmikroskop, umfassend: ein Objektiv, welches von einem Paar von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, ein Paar von Ausgangsoptiken, wobei eine jede der Ausgangsoptiken des Paares von Ausgangsoptiken von lediglich einem Abbildungsstrahlengang des Paares von Abbildungsstrahlengängen durchsetzt ist, wobei das Objektiv und das Paar von Ausgangsoptiken wenigstens eine variable optische Anordnung umfassen, und wobei die wenigstens eine variable optische Anordnung zwei optische Keile sowie einen Antrieb umfaßt, welcher dazu konfiguriert ist, die zwei Keile relativ zueinander oder/und gemeinsam relativ zu dem Objektiv zu verdrehen.

28. Stereo-Operationsmikroskopsystem, umfassend: ein Stereo-Operationsmikroskop nach einem der Ansprüche 21 bis 27, ein Stativ mit mehreren aneinander angelenkten und relativ zueinander verlagerbaren Stativgliedern, um das Stereo-Operationsmikroskop relativ zu einem Operationsfeld zu verlagern, und eine Benutzerschnittstelle zur Ansteuerung der variablen optischen Anordnung des Stereo-Operationsmikroskops, um ein von dem Stereo-Operationsmikroskop abgebildetes Objektfeld innerhalb des

Operationsfeldes lateral zu verlagern.

29. Stereo-Operationsmikroskopsystem nach Anspruch 28, wobei die Benutzerschnittstelle dazu konfiguriert ist, Steuersignale zur Verlagerung des Operationsfeldes in zwei zueinander orthogonale Richtungen entgegenzunehmen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

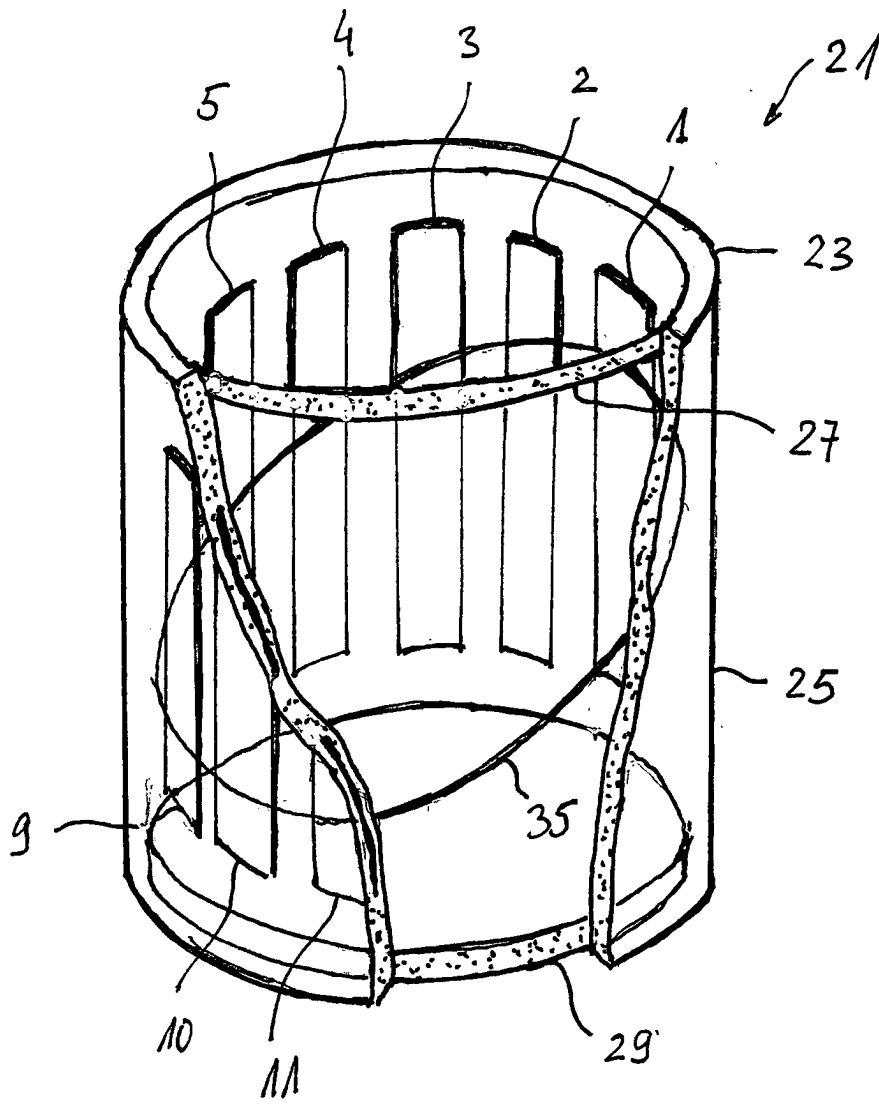


Fig. 1

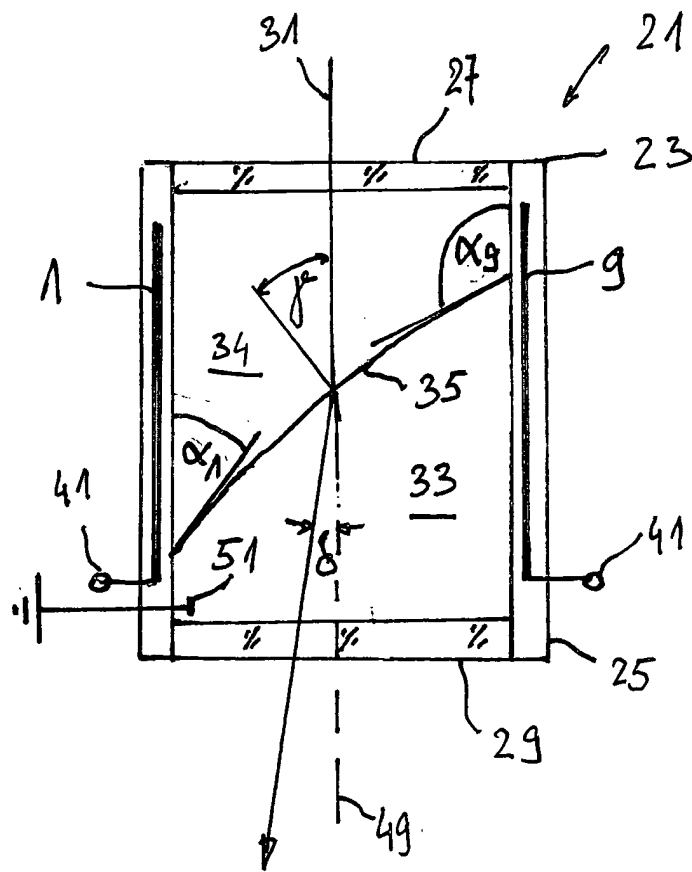


Fig. 2



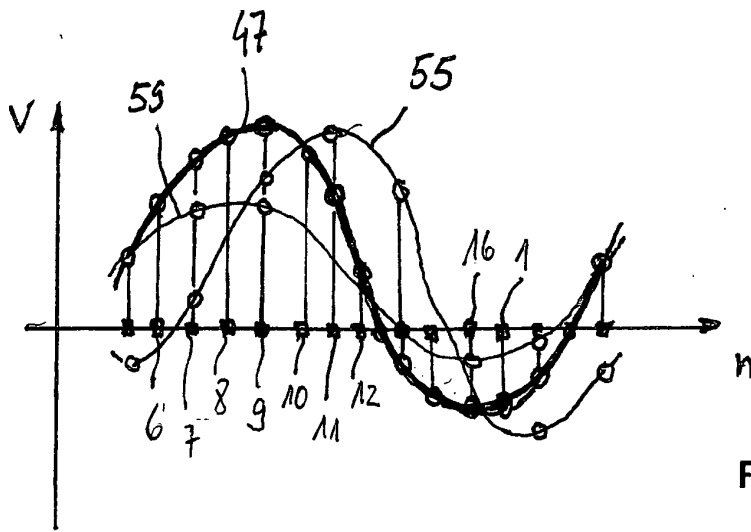


Fig. 4

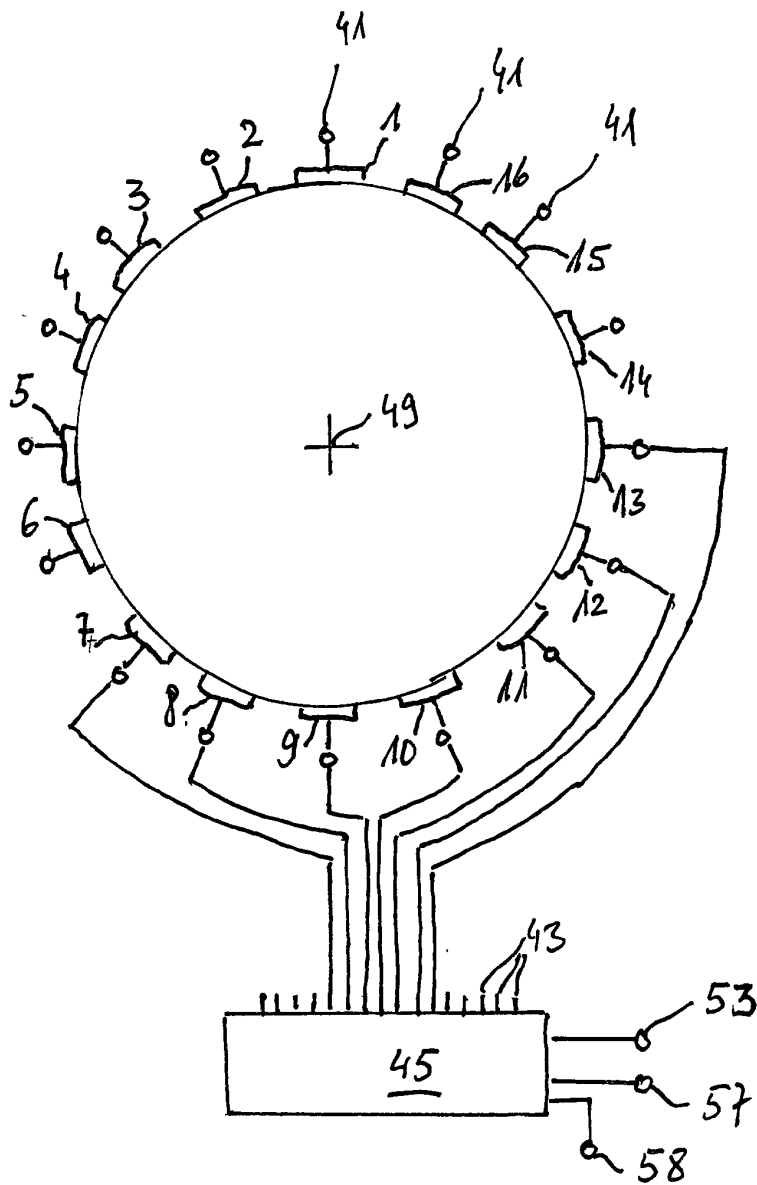


Fig. 3

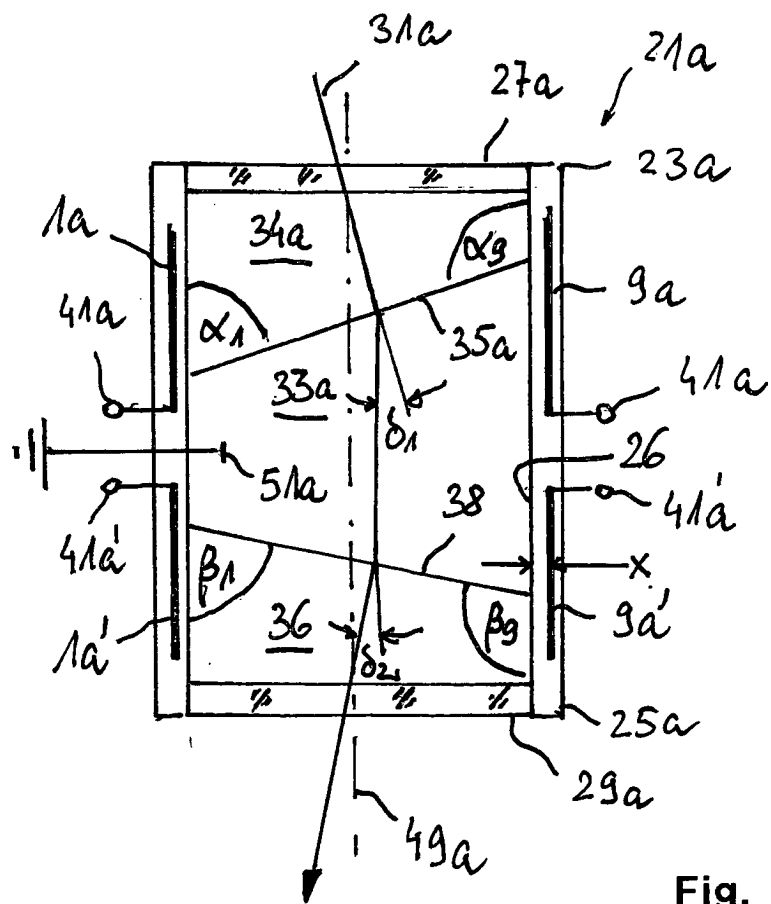


Fig. 5





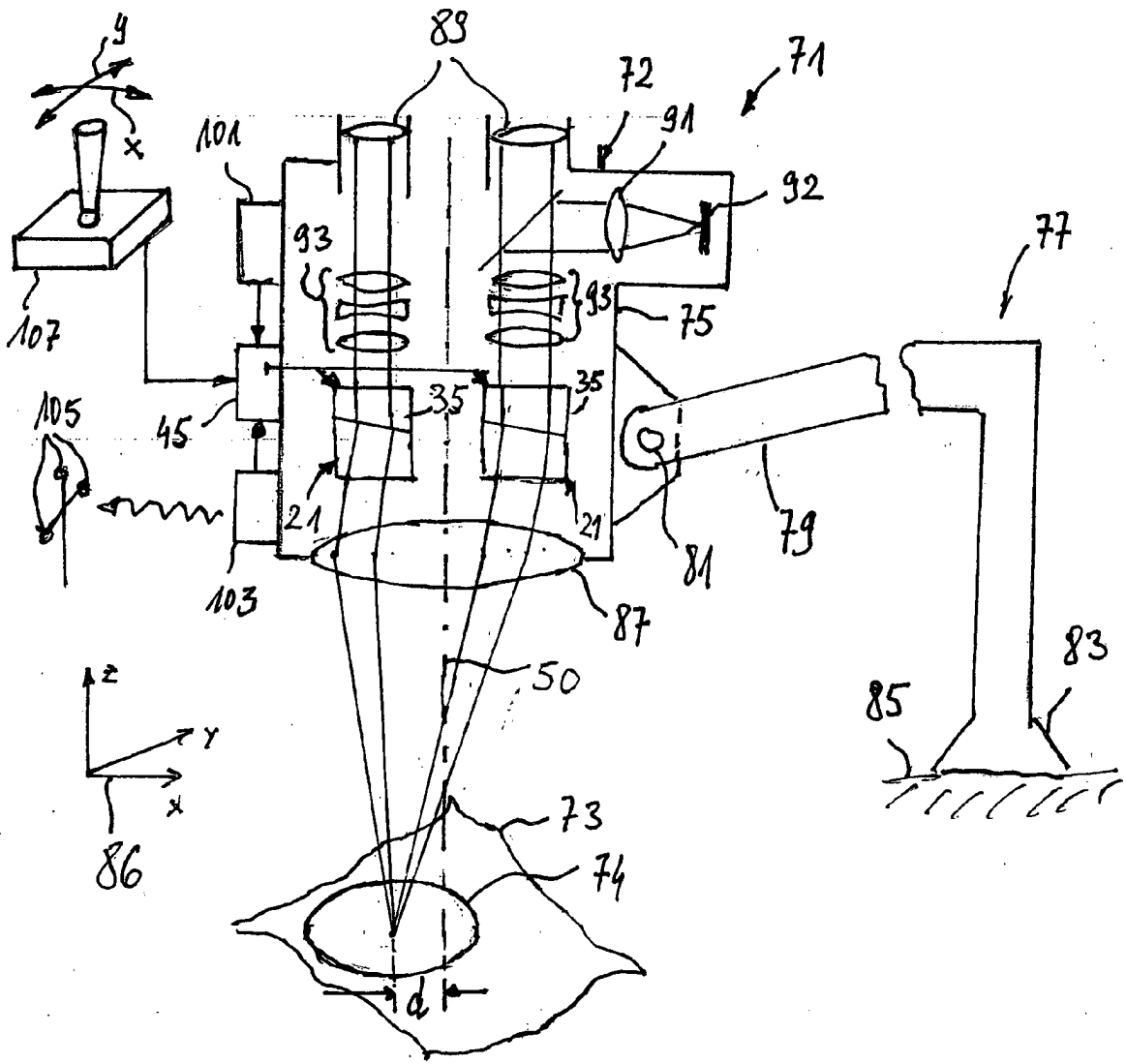


Fig. 8

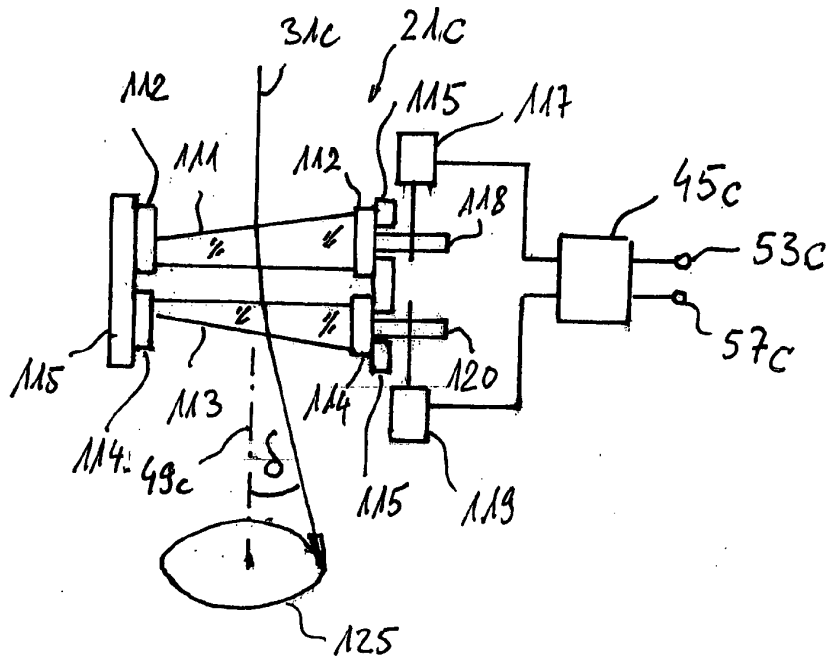


Fig. 9

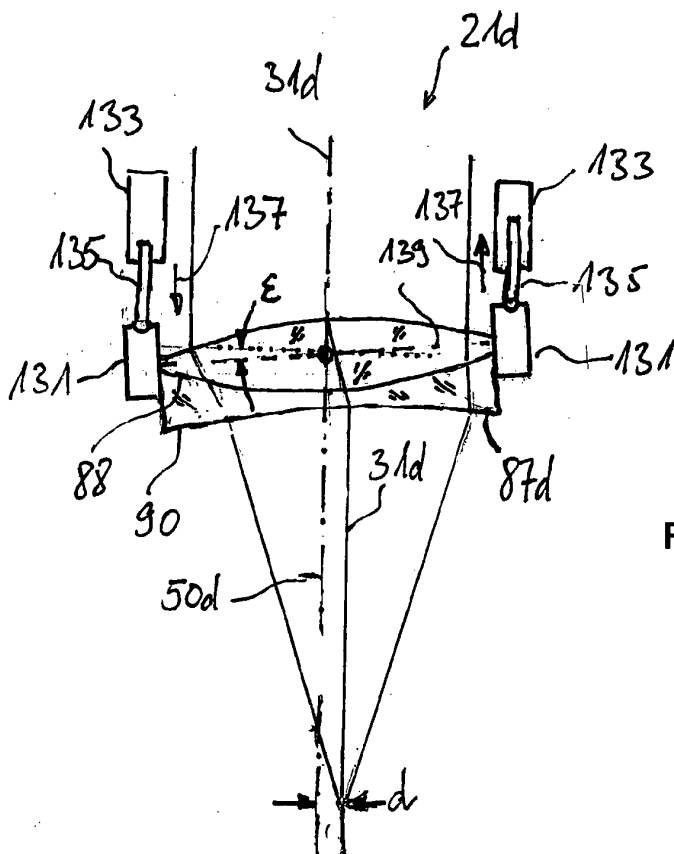


Fig. 11



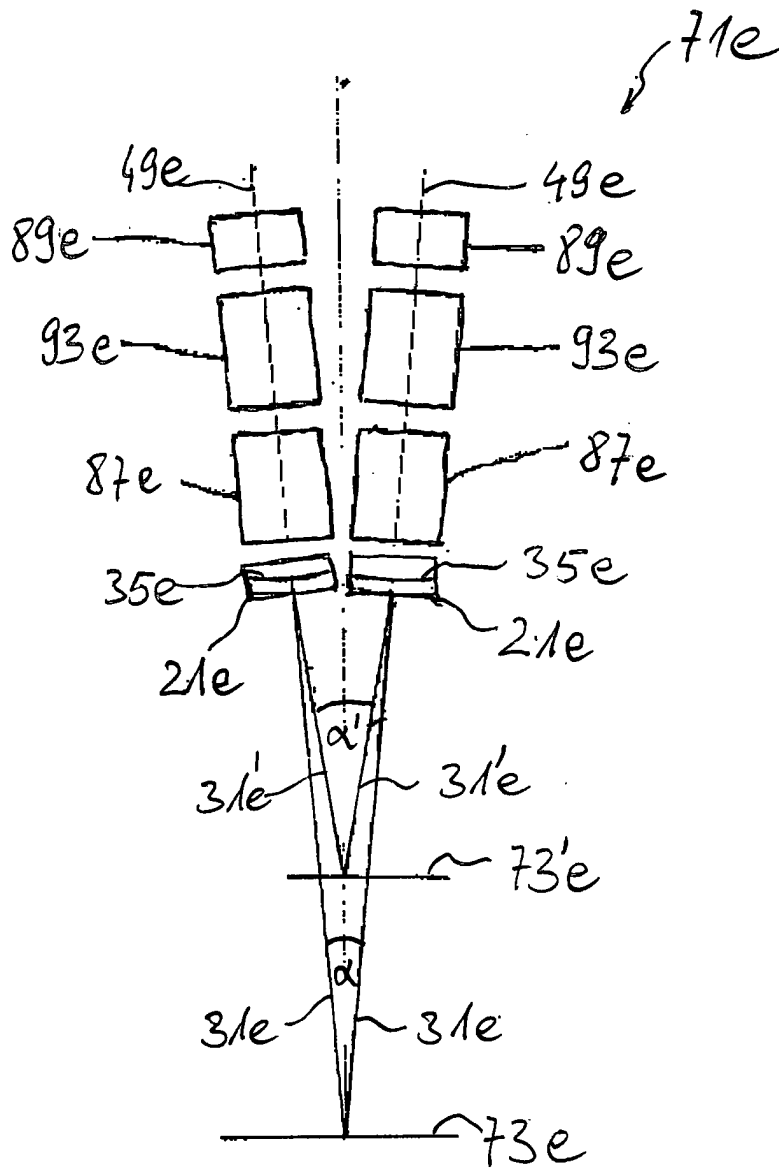


Fig. 12