



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 040 471 B4** 2007.06.21

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 040 471.5**  
 (22) Anmeldetag: **26.08.2005**  
 (43) Offenlegungstag: **15.03.2007**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **21.06.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 21/00** (2006.01)  
**A61B 3/13** (2006.01)  
**A61F 9/007** (2006.01)  
**G02B 26/12** (2006.01)  
**A61B 19/00** (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:  
**Leica Microsystems (Schweiz) AG, Heerbrugg, CH**

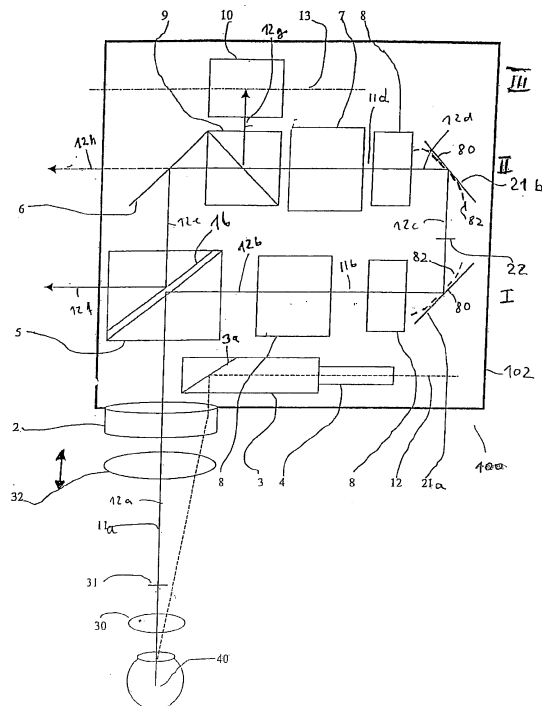
(74) Vertreter:  
**Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70173  
 Stuttgart**

(72) Erfinder:  
**Sander, Ulrich, Dr., Rebstein, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 101 16 723 C1**  
**DE 41 14 646 C2**  
**DE10 2004 015586 A1**  
**DE 199 60 583 A1**  
**DE 198 35 072 A1**  
**DE 103 52 040 A1**  
**DE 103 32 603 A1**  
**DE 697 20 458 T2**  
**US 48 56 872 A**  
**"SDI II, BIOM II", Oculus Optikgeräte GmbH, 1998  
 (Prospekt);**

(54) Bezeichnung: **Mikroskop**

(57) Hauptanspruch: Stereomikroskop mit wenigstens einem optischen Element (21a, 21b), das wahlweise einen Hohlspiegel oder einen Planspiegel zur Invertierung bzw. Umlenkung eines Strahlengangs darstellt, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine optische Element (21a, 21b) als eine Anzahl individuell ansteuerbarer und einstellbarer Mikrospiegel (82) aufweisendes Mikrospiegelarray (80) ausgebildet ist, wobei die Mikrospiegel (82) wahlweise derart einzustellen sind, dass sich insgesamt eine Hohlspiegel- oder Planspiegelanordnung des Mikrospiegelarrays (80) ergibt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Stereomikroskop nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** In der Mikroskopie werden für zahlreiche Anwendungen klein und kompakt bauende Mikroskope benötigt. So ist es bekannt, einen zunächst senkrecht von einem zu beobachtenden Objekt verlaufenden Strahlengang innerhalb des Mikroskopkörpers in die Waagerechte umzulenken, um optische Komponenten, beispielsweise Zoom-Systeme, waagrecht anordnen zu können. Ein somit horizontal verlaufender Strahlengang kann anschließend wieder in die vertikale, und gegebenenfalls noch einmal in eine horizontale Richtung umgelenkt werden. Es ist ebenfalls möglich, Schrägverläufe von Strahlengängen innerhalb des Mikroskopkörpers zu realisieren.

**[0003]** Eine derartige Umlenkung von Strahlengängen wird herkömmlicherweise mittels Umlenkelementen bewerkstelligt, die entweder als Prisma bzw. Prismensysteme oder Spiegel bzw. Spiegelsysteme ausgebildet sind. Derartige Systeme weisen ihrerseits eine gewisse räumliche Ausdehnung auf, wodurch eine klein bauende und kompakte Gestaltung von Mikroskopen erschwert wird. Diese Probleme ergeben sich insbesondere bei Stereomikroskopen.

**[0004]** Ophthalmologische Mikroskope sind an sich bekannt. Sie weisen ein Hauptobjektiv, ein diesem nachgeschaltetes Vergrößerungssystem und ein Binokularsystem mit Okularen auf. Zur Bereitstellung eines Stereomikroskops kann in einem beispielsweise als Zoom-System ausgestalteten Vergrößerungssystem eine Aufspaltung des das Hauptobjektiv durchsetzenden Strahlengangs in eine Anzahl von Strahlengängen durchgeführt werden. Ferner sind ophthalmologische Mikroskope bekannt, welche eine simultane Betrachtung des Objektes durch einen ersten Benutzer (Hauptoperator) und einen zweiten Benutzer (Assistent) gestatten.

**[0005]** Für die Intraokulare Chirurgie, beispielsweise um den Fundus oder fundusnahe Glaskörperbereiche eines menschlichen Auges mikroskopisch betrachten zu können, werden Zusatzoptiken an den Stereomikroskopen benötigt. Diese bestehen aus Linsen, die dem Hauptobjektiv (objektseitig) vorgeschaltet sind.

**[0006]** In dem Prospekt „SDI II, BIOM II“ der Oculus Optikgeräte GmbH aus dem Jahre 1998 sowie der US 4,856,872 ist eine derartige Zusatzoptik beschrieben. Diese Zusatzoptik weist eine nah am zu beobachtenden Objekt anzuordnende Linse (Ophthalmoskopierlinse) und eine näher am Hauptobjektiv angeordnete Linse (Reduktionslinse) auf.

**[0007]** Aus der DE 41 14 646 C2 ist eine Lösung be-

kannt, bei der ein Ophthalmologievorsatz für ein Operationsmikroskop in einem Vorsatzgehäuse untergebracht ist, welches bezüglich des Hauptobjektivs seitlich positionierbar ist. Der Vorsatz weist eine Ophthalmoskopierlinse, ein optisches System zur Bildaufrichtung und eine verschiebbare Linse (Korrekturlinse) zur Fokussierung auf.

**[0008]** Das System zur Bildaufrichtung wird benötigt, da die Zusatzoptiken das Mikroskopbild höhen- und seitenverkehrt und damit in der Beobachtung pseudostereoskopisch abbilden. Dies bedeutet unter anderem, dass bei dem durch die Ophthalmoskopierlinse erzeugten Zwischenbild in der Tiefenwahrnehmung vorne und hinten vertauscht ist. Um mikrochirurgisch arbeiten zu können, ist aber ein aufgerichtetes, stereoskopisch richtiges Bild erforderlich. Gleichzeitig mit der notwendigen Bildaufrichtung muss daher im Operationsmikroskop eine Vertauschung der beiden Beobachtungsstrahlengänge (Pupillenvertauschung) erfolgen, um bei der stereoskopischen Betrachtung den ansonsten auftretenden Pseudo-Stereoeffekt zu vermeiden. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform eines derartigen optischen Systems zur Bildaufrichtung ist als SDI-System (Stereoskopischer Diagonal-Inverter) bekannt. Ein derartiges System ist beispielsweise aus dem bereits erwähnten Prospekt „SDI II, BIOM II“ aus dem Jahre 1998 bekannt. Die Verwendung derartiger SDI-Systeme ist jedoch mit erheblichen Nachteilen für das Mikroskopsystem bzw. die Bildqualität des Mikroskops verbunden. Insbesondere erweist es sich als sehr aufwändig, den optischen Strahlengang dieser Zusatzsysteme mit denjenigen eines Stereomikroskops anzupassen. Das Ergebnis ist oftmals mangelnde Bildqualität sowie ein Feldbeschnitt, der durch unzureichende mechanische Anpassung des SDI-Systems an das Mikroskop hervorgerufen wird. Ferner verschlechtert die Bauhöhe derartiger SDI-Systeme die ergonomische Bauhöhe des Mikroskops.

**[0009]** Aus der DE 103 32 603 A1 ist es zur Verbesserung der oben erläuterten Nachteile bekannt, ein optisches Inverter-System zur Aufrichtung und Beobachtungsstrahlvertauschung eines pseudo-stereoskopischen Bildes mit einem eine Fokussier- bzw. Brechkraft aufweisenden Umlenkelement auszubilden. Hierdurch ist es in einfacher Weise möglich, die Bauhöhe des Stereomikroskops gegenüber herkömmlichen Lösungen zu verkleinern, da auf herkömmliche SDI-Systeme verzichtet werden kann. Somit ist auch die ergonomische Bauhöhe des Mikroskops in vorteilhafter Weise verkleinerbar. Bei den geschilderten ophthalmologischen Mikroskopen mit Zusatzoptik sind die genannten Zusatzoptiken zu meist wahlweise vor das Hauptobjektiv vorschaltbar. Soll ohne Zusatzoptik gearbeitet werden, muss bei dem genannten Stereomikroskop gemäß DE 103 32 603 A1 die zur Bildinvertierung verwendete Hohlspiegelanordnung entfernt werden, da die Inverterfunktio-

on nicht mehr benötigt wird. In der genannten Schrift wird anstelle der Hohlspiegelanordnung eine Planspiegelanordnung eingesetzt. Dies geschieht bisher dadurch, dass die entsprechenden Spiegelanordnungen aus den optischen Strahlengängen aus- bzw. in diese eingeschwenkt werden, wobei hierzu elektromechanische Führungen und eine entsprechende Steuerung notwendig waren. Diese Lösung erwies sich als mechanisch aufwendig, sie erzeugte störende Vibrationen und bedurfte zusätzlichen Platzes zum Ein- und Ausschwenken der Spiegelanordnungen.

**[0010]** Die DE 10 2004 015 586 A1 offenbart ein Mikrospiegelarray in einer Beleuchtungseinheit eines Mikroskops zur selektiven Beleuchtung von Objektbereichen, auch in zeitlicher Abfolge. Der Einsatz eines Mikrospiegelarrays bezieht sich hier auf die Beleuchtungseinrichtung des Mikroskops und nicht auf das Mikroskop selbst, insbesondere dessen Beobachtungsstrahlengang.

**[0011]** Die DE 697 20 458 T2 betrifft ein konfokales Mikroskop mit einem Array von Modulatorelementen (im Transmissions- oder Reflektionsmodus) zur gleichzeitigen oder sequentiellen Teilung des vom Objekt ausgehenden Lichtes in zwei Bereiche. Hierdurch lassen sich ein fokales, konjugiertes Bild (in der "On"-Stellung) und ein nichtkonjugiertes Bild (in der "Off"-Stellung) mit Licht aus Bereichen außerhalb des Fokus erzeugen, wobei letzteres dazu verwendet wird, das Fokusbild zu verstärken. Die DE 199 60 583 A1 betrifft im wesentlichen denselben Gegenstand, wobei hier ein dreidimensionales Probenbild aus den zwei Teilbildern der beiden genannten Bereiche des vom Objekt ausgehenden Lichtes erzeugt wird.

**[0012]** Die DE 198 35 072 A1 betrifft ein Laser-Scanning-Mikroskop mit einem Mikrospiegelarray im Beleuchtungs- und/oder Detektions-Strahlengang. Hier wird vom Objekt emittierte (Fluoreszenz-)Strahlung über ein (Gitter-)Monochromator spektral zerlegt. Das Mikrospiegelarray wird derart angesteuert, dass einzelne spektrale Komponenten sequentiell auf einen Detektor ausgespiegelt werden.

**[0013]** Die DE 103 52 040 A1 offenbart verschiedene zweidimensionale Arrays mit lokal ansteuerbaren Elementen zur Erzeugung von Blenden- und/oder Filteranordnungen.

**[0014]** Schließlich offenbart die DE 101 16 723 C1 in allgemeiner Form ein Array aus Spiegelementen zur Ablenkung von optischen Strahlen.

**[0015]** Mit der vorliegenden Erfindung wird die Bereitstellung eines kompakt bauenden und flexibel einsetzbaren Stereomikroskops angestrebt.

**[0016]** Dieses Ziel wird erreicht mit einem Stereomi-

kroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0017]** Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung wenigstens eines optischen Elements als Mikrospiegelarray ist es in einfacher Weise möglich, zwischen unterschiedlichen Funktionen bzw. Betriebsarten des Mikroskops hin- und herzuschalten, wobei die Mikrospiegel wahlweise derart einzustellen sind, dass sich insgesamt eine Hohlspiegel- oder Planspiegelanordnung des Mikrospiegelarrays ergibt. Wird beispielsweise die Inverterfunktion benötigt, wird durch entsprechende elektronische Ansteuerung und Verstellung der Mikrospiegel des Mikrospiegelarrays eine Hohlspiegelanordnung eingestellt. Wird die Inverterfunktion nicht benötigt, kann durch entsprechende elektronische Ansteuerung und Verstellung der Mikrospiegel eine Planspiegelanordnung eingestellt werden. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass keinerlei mechanische Bauteile bewegt werden müssen, wie dies herkömmlicherweise beispielsweise dann der Fall war, wenn Hohlspiegel aus den optischen Strahlengängen ausgeschwenkt wurden, und entsprechende Planspiegel eingeschwenkt wurden. Die vorliegend vorgeschlagenen Mikrospiegelarrays können herkömmliche Plan- und Hohlspiegel ersetzen, womit auch auf elektromechanische Führungen verzichtet werden kann. Es treten keinerlei störende Vibrationen auf, wie dies bei der Verstellung bzw. dem Austausch der herkömmlichen Hohl- bzw. Planspiegel nur mit relativ großem mechanischen Aufwand zu vermeiden war.

**[0018]** Im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen ist die erfindungsgemäße Lösung mechanisch unaufwendig, da keine relativ großen mechanischen Bauteile, wie Hohlspiegel und Planspiegel, mit großer Genauigkeit verschwenkt werden müssen.

**[0019]** Ein erfindungsgemäß ausgebildetes Mikroskop läßt sich ferner in besonders platzsparender Weise ausführen, da für die Umstellung von einer Hohlspiegelanordnung zu einer Planspiegelanordnung bzw. umgekehrt keine Führungen, Motor und Getriebe benötigt werden.

**[0020]** Auch andere Mikroskopfunktionen lassen sich mit der erfindungsgemäßen Lösung in einfacher Weise bereitstellen. Durch geeignete Anordnung der individuellen Mikrospiegel lassen sich beispielsweise in einfacher Weise (geometrische) Strahlenteiler realisieren. Beispielsweise ist es in einfacher Weise möglich, jeweils benachbarte Mikrospiegel mit ihrer Spiegelfläche jeweils unter einem Winkel zueinander anzuordnen, so dass ein hierauf auftreffender Lichtstrahl teilweise durchgelassen wird, teilweise aber auch abgelenkt wird.

**[0021]** Durch geeignete Anordnung individueller Mikrospiegel lassen sich ferner in einfacher Weise Licht- oder Dateneinspiegelungen oder -ausspiege-

lungen vornehmen. Insbesondere sind derartige Ein- bzw. Ausspiegelungen in Richtungen möglich, die in derart platzsparender Weise mit herkömmlichen Spiegel- oder Prismenanordnungen nicht realisierbar waren.

**[0022]** Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stereomikroskops sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0023]** Zweckmäßigerweise weist das erfindungsgemäße Mikroskop zwei als Mikrospiegelarrays ausgebildete optische Elemente auf. Hierdurch ist es beispielsweise möglich (bei Einstellung einer Hohlspiegelanordnung für beide Mikrospiegelarrays), einen auf das erste Umlenkelement auftreffenden, insbesondere horizontal verlaufenden parallelen Strahlengang zunächst in die Senkrechte umzulenken, und anschließend, durch eine weitere Umlenkung an dem zweiten Umlenkelement, einen im wesentlichen zum ursprünglichen horizontalen Strahlengang parallel verlaufenden Strahlengang zu erzeugen. Ein seiten- und höhenrichtiges Bild wird hierbei entlang des zwischen den beiden Mikroskopebenen senkrecht verlaufenden Strahlenganges erzeugt. Zweckmäßigerweise weisen hierbei beide Mikrospiegelarrays die gleiche fokussierende Brechkraft auf. Hierdurch wird, wie erwähnt, ein paralleler Strahlengang von dem ersten Spiegelarray in ein Seiten- und Höhenrichtiges Zwischenbild abgebildet, und durch das zweite Spiegelarray wiederum in einen parallelen Strahlengang.

**[0024]** Somit kann dieser senkrecht verlaufende Strahlengang optimal genutzt werden. Hierdurch lässt sich die Baugröße eines Mikroskops sehr klein halten bzw. ein zur Verfügung stehender Bauraum optimal ausnutzen. Insgesamt stellen die als Mikrospiegelarrays ausgebildeten optischen Elemente eine Doppelfunktionalität zur Verfügung, nämlich zum einen die Umlenkung, zum anderen die Fokussierung (unter Erzeugung von Zwischenabbildungen) der sie beaufschlagenden Strahlengänge.

**[0025]** Zweckmäßigerweise weist das erfindungsgemäße Mikroskop ein eine erste optische Achse definierendes Hauptobjektiv und Umlenkelemente zum Umlenken eines parallel zu der ersten optischen Achse verlaufenden Strahlenganges entlang einer zweiten optischen Achse in eine erste Mikroskopebene, welche sich unter einem Winkel, insbesondere im wesentlichen senkrecht zu der ersten optischen Achse erstreckt, und anschließend entlang einer dritten optischen Achse in eine zweite Mikroskopebene, welche sich im wesentlichen parallel zu der ersten Mikroskopebene oberhalb von dieser erstreckt, auf. Ein derart aufgebautes Mikroskop baut gegenüber herkömmlichen Lösungen sehr klein, da ein Grossteil der notwendigen bzw. zweckmäßigen optischen Komponenten in den ersten und zweiten Mikroskope-

benen, welche vorteilhafterweise horizontal verlaufen, vorgesehen sein kann.

**[0026]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Mikroskops ist dieses als Stereomikroskop ausgebildet. Stereomikroskope werden unter anderem in der Retinalchirurgie bzw. intraokularen Chirurgie verwendet, wobei hier, wie bereits eingangs erwähnt, Zusatzoptiken an den Stereomikroskopen benötigt werden. Derartige Zusatzoptiken erzeugen pseudostereoskopische Bilder, die mittels einer Invertereinrichtung korrigiert werden müssen. Mittels zweier erfindungsgemäß vorgesehener Mikrospiegelarrays, welche in eine Hohlspiegelanordnung gebracht werden, ist ein derartiges Invertersystem in besonders einfacher Weise realisierbar.

**[0027]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Mikroskops bzw. Stereomikroskops weist dieses ein in der ersten oder zweiten Mikroskopebene entlang der zweiten bzw. dritten optischen Achse ausgebildetes, wenigstens zwei stereoskopische Beobachtungskanäle aufweisendes Vergrößerungssystem, insbesondere ein Zoom-System, auf.

**[0028]** Ein derartiges Zoom-System ist wahlweise vor oder hinter dem Inverter-System positionierbar. Insbesondere eine Positionierung hinter dem Inverter-System erweist sich als besonders günstig, da in diesem Fall die Präzisionsanforderungen an die davor angeordneten optischen Elemente bzw. Umlenkelemente des Inverter-Systems relativ niedrig sind. Es ist ebenfalls denkbar, das Vergrößerungssystem entlang des senkrecht verlaufenden Strahlenganges zwischen den beiden Mikroskopebenen auszubilden. Durch entsprechende Positionierung des Vergrößerungssystems kann insgesamt die Bauhöhe bzw. die horizontale Baulänge des Mikroskops in gewünschter Weise beeinflusst werden.

**[0029]** Es erweist sich als besonders vorteilhaft, dass wenigstens ein mit einer Brechkraft bzw. Fokussierkraft ausbildbares optisches Element (Mikrospiegelarray) des Inverter-Systems gleichzeitig als Umlenkelement zur Umlenkung von Strahlengängen zwischen den ersten bis dritten optischen Achsen dient. Mittels einer derartigen Mehrfunktionalität der optischen Elemente kann der Bauraum in wirksamer Weise klein gehalten werden.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Stereomikroskop weist zweckmäßigerweise eine Auskopplungsvorrichtung zum Auskoppeln eines Assistentenstrahlenganges von einem Hauptbeobachterstrahlengang auf. Mittels einer derartigen Auskopplungsvorrichtung, welche beispielsweise als physikalischer oder geometrischer Strahlenteiler ausgebildet sein kann, kann in einfacher Weise ein Hauptbeobachter-Ein-

blick und ein Assistenten-Einblick zur Verfügung gestellt werden. Eine derartige Auskopplungsvorrichtung kann insbesondere auch als Mikrospiegelarray realisiert sein.

**[0031]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stereomikroskops sind die Mikrospiegelarrays und die dem Hauptobjektiv vorgeschaltete Zusatzoptik miteinander elektromechanisch gekoppelt. Hierdurch ist es in einfacher Weise möglich, bei Nicht-Verwendung der Zusatzoptik die Planspiegelanordnung der Mikrospiegelarrays einzustellen. Die Kopplung sorgt hierbei dafür, dass die jeweilige Anordnung der Spiegelarrays und die Verwendung der Zusatzoptik in besonders einfacher Weise koordinierbar ist.

**[0032]** Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter beschrieben.

**[0033]** In dieser zeigt bzw. zeigen

**[0034]** [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#) eine vergrößerte schematische Darstellung eines erfindungsgemäß einsetzbaren Mikrospiegelarrays,

**[0035]** [Fig. 2](#) eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stereomikroskops mit vorgeschaltetem Ophthalmologie-Vorsatz in seitlicher schematischer Schnittansicht und

**[0036]** [Fig. 3](#) das Mikroskop gemäß [Fig. 2](#) ohne Ophthalmologie-Vorsatz und entsprechend angepasster Optik,

**[0037]** [Fig. 4](#) eine bevorzugte Anordnung eines erfindungsgemäß einsetzbaren Mikrospiegelarrays zur Realisierung einer Strahlenteileranordnung, und

**[0038]** [Fig. 5](#) eine weitere bevorzugte Anordnung eines erfindungsgemäß einsetzbaren Mikrospiegelarrays zur Realisierung einer Strahlenteiler- sowie Ausspiegelungs- bzw. Einspiegelungseinrichtung.

**[0039]** In den [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#) ist schematisch das Wirkprinzip eines erfindungsgemäß einsetzbaren Mikrospiegelarrays dargestellt. Das Mikrospiegelarray ist insgesamt mit **80** bezeichnet, die jeweiligen Mikrospiegel mit **82**. Eine Verbindung des Mikrospiegelarrays **80** mit einer elektronischen Versorgung bzw. einer Steuervorrichtung (nicht dargestellt) ist schematisch dargestellt und mit **84** bezeichnet.

**[0040]** In [Fig. 1a](#) sind die Mikrospiegel **82** des Mikrospiegelarrays **80** derart eingestellt, dass sich insgesamt eine Planspiegelanordnung des Mikrospiegelarrays ergibt. D.h., die Spiegelflächen der Mikrospiegel **82** sind parallel zueinander und planar angeordnet.

**[0041]** In [Fig. 1b](#) ist der Zustand dargestellt, in dem die Mikrospiegel **82** so geschaltet bzw. angesteuert sind, dass sie insgesamt eine Hohlspiegelanordnung erzeugen. Man erkennt, dass zur Realisierung dieser Hohlspiefelfunktion die Mikrospiegel **82** entsprechend zwar in einer Ebene angeordnet sind, jeder Mikrospiegel für sich jedoch relativ zum benachbarten Mikrospiegel rotationssymmetrisch verschwenkt bzw. gekippt ist.

**[0042]** Die konkrete elektronische Ansteuerung, Programmierung und Versorgung des Mikrospiegelarrays **80** ist in den [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#) nicht dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass sich eine derartige Ansteuerung, Programmierung und Versorgung in entsprechenden an sich bekannten Einrichtungen eines Stereomikroskops bzw. einer separaten Elektronikeinheit integrieren läßt.

**[0043]** Eine bevorzugte Ausführungsform eines als Stereomikroskop ausgebildeten erfindungsgemäßen Mikroskops ist in [Fig. 2](#) insgesamt mit **100** bezeichnet. Das Stereomikroskop weist einen Mikroskopkörper **102** auf, in dem als optische Komponenten zunächst ein Hauptobjektiv **2** und ein insbesondere als Zoom-System ausgebildetes Vergrößerungssystem **7** vorgesehen sind.

**[0044]** Das Mikroskop weist ferner optische Elemente bzw. Umlenkelemente **5**, **21a**, **21b** auf. Element **5** ist als Spiegel oder Prisma ausgebildet. Die optischen Elemente **21a**, **21b** sind als individuell ansteuerbare Mikrospiegel **82** aufweisende Mikrospiegelarrays **80** ausgebildet (rein schematisch dargestellt). Mittels dieser optischen Elemente sind von einem zu beobachtenden Objekt **40** ausgehende Achsen **12a** bis **12h** von Beobachtungsstrahlen, welche zunächst im wesentlichen (bei **12a**) in vertikaler Richtung das Hauptobjektiv **2** entlang dessen optischer Achse, im folgenden als erste optische Achse **11a** bezeichnet, durchlaufen, in zwei im wesentlichen horizontal verlaufende Mikroskopebenen I, II umlenkbar (bei **12b**, **12d**). Man erkennt, dass das Vergrößerungssystem **7** in der dargestellten Ausführungsform in der zweiten Mikroskopebene II angeordnet ist. Die optischen Achsen in der ersten und zweiten Mikroskopebene sind im folgenden als zweite bzw. dritte optische Achse **11b**, **11d** bezeichnet.

**[0045]** Objektseitig bezüglich des Vergrößerungssystems **7** sind, wahlweise in der ersten und/oder zweiten Mikroskopebene I, II, entlang der jeweiligen optischen Achsen, optische Zusatzkomponenten, hier insgesamt mit **8** bezeichnet, die beispielsweise Filter, Lasershutter, optische Teiler oder Elemente zur Erzeugung von Zwischenabbildungen und/oder Umlenkungen umfassen, vorgesehen.

**[0046]** Das dargestellte Mikroskop ist zur simultanen Beobachtung des Objekts **40** durch einen Haupt-

opérateur und einen Assistenten ausgelegt. Zu diesem Zweck ist in der zweiten Mikroskopebene II ein Umlenkelement bzw. eine Auskopplungseinrichtung **9** vorgesehen, welche die Auskopplung des Beobachtungsstrahlenganges **12g** für den Assistenten bezüglich des Beobachtungsstrahlenganges **12d** für den Hauptoperateur bewirkt. Die Beobachtung des Objekts **40** durch den Assistenten erfolgt in einer dritten Mikroskopebene III. Diese Auskopplungseinrichtung **9** kann insbesondere auch als Mikrospiegelarray ausgebildet sein.

**[0047]** Die stereoskopische Aufspaltung des das Hauptobjektiv **2** beaufschlagenden (einheitlichen) Strahlengangs **12a** kann in an sich bekannter Weise an beliebiger Stelle innerhalb des Mikroskopgehäuses **102** erfolgen. Zweckmäßigerweise erfolgt die stereoskopische Aufspaltung mittels des Vergrößerungssystems **7**, welches beispielsweise zwei oder vier stereoskopische Beobachtungskanäle aufweisen kann. Es ist ebenfalls denkbar, das Vergrößerungssystem **7** mit vier jeweils paarweise stereoskopischen Beobachtungskanälen auszubilden, wobei dann jeweils ein Paar stereoskopischer Beobachtungskanäle für den Hauptoperateur bzw. den Assistenten vorgesehen ist.

**[0048]** Das Vorsehen von vier Vergrößerungskanälen im Rahmen des Vergrößerungssystems ermöglicht die Realisierung eines geringen vertikalen Abstandes zwischen jeweiliger Beobachtungsachse und dem zu beobachtenden Objekt sowohl für den Hauptoperateur als auch den Assistenten. Zweckmäßigerweise verlaufen zwei Vergrößerungskanäle des Vergrößerungssystems, insbesondere die Vergrößerungskanäle für den Hauptoperateur, horizontal auf gleicher Höhe, wobei zwei weitere Vergrößerungskanäle parallel hierzu, d. h. ebenfalls horizontal, mit einer vertikalen Beabstandung zu einander verlaufen. Diese Vergrößerungskanäle mit vertikaler Beabstandung sind insbesondere für den Assistenten nutzbar. Hierbei ist es insbesondere möglich, dass die vertikal beabstandeten Vergrößerungskanäle oberhalb bzw. unterhalb des Mittelpunkts der Verbindungslinie zwischen den auf gleicher Höhe ausgebildeten Vergrößerungskanälen für den Hauptoperateur verlaufen. Hierdurch ist eine besonders dichte Packung der vier Vergrößerungskanäle gegeben, wodurch eine besonders geringe Bauhöhe des erfindungsgemäßen Stereomikroskops realisierbar ist. In den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist, aus Gründen der Anschaulichkeit, jeweils nur eine Achse der Beobachtungsstrahlengänge dargestellt. Insbesondere ist der Beobachtungsstrahlengang in der zweiten Mikroskopebene II mit **12d** bezeichnet. Es sei zur Erläuterung angemerkt, dass die zwei Beobachtungsstrahlengänge für den Hauptoperateur in der Beobachtungsrichtung der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) hinter einander liegen, so dass lediglich einer dieser Beobachtungsstrahlengänge darstellbar ist. Die vertikal beabstandeten Beobachtungsstrahlen-

gänge in der zweiten Mikroskopebene, welche an dem Umlenkelement **9** in die dritte Mikroskopebene III abgelenkt werden, sind nicht im einzelnen dargestellt. Auch der vertikal verlaufende Beobachtungsstrahlengang **12g** stellt bezüglich der bevorzugten Ausführungsform des Vergrößerungssystems **7** lediglich eine schematische Vereinfachung dar, da tatsächlich bei dieser Ausführungsform in der Darstellung der [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) insgesamt zwei nebeneinander vertikal verlaufende Beobachtungsstrahlengänge in die dritte Mikroskopebene abgelenkt werden. Eine vollständige Darstellung dieser bevorzugten Ausführungsform eines Vergrößerungssystems ist in der DE 102 55 960 offenbart, auf die hiermit Bezug genommen wird.

**[0049]** Mittels (nicht dargestellter) Binokulartuben ist anschließend an die Auskopplungseinrichtung **9** eine stereoskopische Beobachtung des Objekts **40** durch den Hauptoperateur bzw. den Assistenten möglich.

**[0050]** Zweckmäßigerweise ist zur weiteren Umlenkung der stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge für den Hauptoperateur hinter der Auskopplungseinrichtung **9** ein weiteres Umlenkelement **6** vorgesehen, mittels dessen die (stereoskopischen) Beobachtungsstrahlengänge (bei **12e**) für den Hauptoperateur von der zweiten Mikroskopebene II beispielsweise zurück in die erste Mikroskopebene I ablenkbar sind. In der ersten Mikroskopebene I ist ein weiteres Umlenkelement **16** vorgesehen, mittels dessen die Beobachtungsstrahlengänge für den Hauptoperateur wieder im wesentlichen in eine horizontale Richtung abgelenkt werden. Die Strahlengänge zu einem (nicht dargestellten) Binokulartubus in der Mikroskopebene I sind mit **12f** bezeichnet.

**[0051]** Ist hingegen eine Beobachtung des Objekts **40** durch den Hauptoperateur in der zweiten Mikroskopebene II gewünscht, kann auf das Umlenkelement **6** verzichtet werden, bzw. kann dieses halbdurchlässig oder verschiebbar ausgebildet sein. In diesem Fall ergeben sich die mit **12h** bezeichneten Beobachtungsstrahlengänge für den Hauptoperateur.

**[0052]** Für den Assistenten ist in der dritten Mikroskopebene III ein weiteres Umlenkelement **10** vorgesehen, mittels dessen die durch die Auskopplungseinrichtung **9** ausgekoppelten (im wesentlichen vertikal verlaufenden) Strahlengänge **12g** in die dritte Mikroskopebene (d. h. im wesentlichen in eine horizontale Richtung) ablenkbar sind. Das Umlenkelement **10** ist zweckmäßigerweise je nach Orientierung der Assistenten-Beobachtungsstrahlengänge um eine Achse **13** oder eine zu dieser Achse senkrecht verlaufende Achse verschwenkbar, so dass ein Assistenteneinblick über den (nicht dargestellten) Assistenten-Binokulartubus im dargestellten Beispiel in die

Zeichenebene hinein, oder aus der Zeichenebene heraus möglich ist.

**[0053]** Ein Beleuchtungssystem des dargestellten Mikroskops ist insgesamt mit **3**, **4** bezeichnet, wobei mit **4** ein Faserkabel für eine Beleuchtungseinrichtung **3** bezeichnet ist. Über ein Umlenkelement **3a** wird Licht aus dem Faserkabel **4** in einem gewünschten Winkel auf das zu beleuchtende Objekt **40** aufgebracht. Die optische Achse des Faserkabels **4** ist mit **12** bezeichnet. Anstelle des Faserkabels **4** sind auch andere Leuchtmittel einsetzbar, beispielsweise eine Halogenlichtquelle usw.

**[0054]** Das Mikroskop **100** ist ferner mit einer Zusatzoptik **30**, **32** ausgestattet, welche die Durchführung intraokularer Chirurgie ermöglicht.

**[0055]** Die Zusatzoptik weist eine Ophthalmoskopierlinse bzw. Funduslinse **30** und eine Korrekturlinse **32** auf. Die Ophthalmoskopierlinse **30** dient zur optischen Kompensation der Brechkraft des Auges.

**[0056]** Da die Ophthalmoskopierlinse **30** und die Korrekturlinse **32** bei intraokularer Chirurgie gemeinsam verwendet werden, sind sie zweckmäßigerweise mittels eines nicht dargestellten Verschwenkmechanismus aus dem Strahlengang **12a** zwischen Objekt **40** und Hauptobjektiv **2** bzw. der optischen Achse **11a** des Hauptobjektivs **2** heraus verschwenkbar. Durch diese Verschwenkbarkeit ist gewährleistet, daß das Mikroskop **100** auch für andere chirurgische Eingriffe, welche keine derartige Zusatzoptik benötigen, eingesetzt werden kann.

**[0057]** Zur Funktionsweise der Zusatzoptik sei zunächst ausgeführt, dass die Ophthalmoskopierlinse **30** eine erste Zwischenabbildung **31** des Objekts **40** vor dem Hauptobjektiv **2** des Mikroskops **100** erzeugt. Das durch die Ophthalmoskopierlinse **30** erzeugte Bild **31** ist höhen- und seitenverkehrt (pseudo-stereoskopisch). Die Korrekturlinse **32** ist zweckmäßigerweise entlang der optischen Achse **11a** verschiebbar ausgebildet, wie mittels Doppelpfeils angedeutet ist. Durch Verschiebung der Korrekturlinse **32** ist es beispielsweise möglich, auf einen interessierenden Abschnitt des Objektes bzw. Auges **40** zu fokussieren, ohne an den optischen Systemen im Gehäuse **102** Einstellungen vornehmen zu müssen.

**[0058]** Das Zwischenbild **31**, wie erwähnt, ist seitenverkehrt und höhenverkehrt bzw. pseudostereoskopisch. Zur Bereitstellung eines höhen- und seitenrichtigen Bildes sind die einzelnen Mikrospiegel **82** der als Mikrospiegelarrays **80** ausgebildeten optischen Elemente **21a**, **21b** in eine Hohlspiegelanordnung eingestellt, wie sie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 1b](#) erläutert wurde. Im Einzelnen ergibt sich folgende Beobachtungsstrahlpropagierung: Die aus dem höhen- und seitenverkehrten Zwischenbild **31**

resultierenden Strahlengänge werden mittels der Korrektur- bzw. Hilfslinse **32** oder gegebenenfalls (nach Umlenkung am Umlenkelement **5**) der optischen Zusatzkomponenten **8** in einen im wesentlichen achsparallelen Strahlengang entlang der optischen Achse **11b** der ersten Mikroskopebene I umgewandelt. Dieser achsparallele Strahlengang wird mittels des als Hohlspiegel wirkenden optischen Elements **21a** (Mikrospiegelarray **80** in Hohlspiegelanordnung) in eine weitere Zwischenabbildung **22** im vertikalen Strahlengang **12c** zwischen den beiden Mikroskopebenen I, II abgelenkt. Diese Zwischenabbildung **22** ist seitenrichtig und höhenrichtig bzw. stereoskopisch. Diese Zwischenabbildung **22** wird dann mittels des als Hohlspiegel wirkenden optischen Elements **21b** (Mikrospiegelarray **80**) in der zweiten Mikroskopebene II wieder ins Unendliche abgebildet (im wesentlichen achsparalleler Strahlengang). Entlang der dritten optischen Achse **11d** befindet sich das vorzugsweise als vierkanaliges Zoom-System ausgebildete Vergrößerungssystem **7**, wodurch, wie bereits erwähnt die stereoskopische Aufspaltung für den Hauptoperator und Assistenten stattfindet. Es sei an dieser Stelle noch einmal auf die Doppelfunktionalität der optischen Elemente **21a**, **21b** (Mikrospiegelarrays **80**) verwiesen. Einerseits dienen sie zur Umlenkung der Strahlengänge und somit zur optimalen Raumausnutzung innerhalb des Mikroskopkörpers **102**, andererseits zur Invertierung eines pseudostereoskopischen Zwischenbildes, wodurch die Anzahl der optischen Komponenten gegenüber herkömmlichen Lösungen reduzierbar ist.

**[0059]** Die optischen Elemente **21a**, **21b** (Mikrospiegelarrays **80**) dienen also jeweils sowohl zur Umlenkung der Beobachtungsstrahlengänge innerhalb des Mikroskopgehäuses als auch zur Bilderzeugung bzw. zur Abbildung ins unendliche, wodurch in einfacher und preiswerter Weise eine Bildaufrichtung einer invertierten, pseudo-stereoskopischen Zwischenabbildung zur Verfügung gestellt ist.

**[0060]** Erfindungsgemäß ist es also möglich, herkömmlich verwendete SDI-Systeme, welche relativ komplexe Prismen- und Planspiegelsysteme aufweisen, durch Mikrospiegelarrays zu ersetzen. Es wäre ebenfalls denkbar, anstelle des optischen Elements **21a** oder **21b** das Umlenkelement **5** mit einer Brechkraft bzw. als Mikrospiegelarray auszubilden. Hierdurch würde das invertierte Zwischenbild in der ersten Mikroskopebene I erzeugt werden.

**[0061]** Soll das Mikroskop **100** ohne den Ophthalmoskopiervorsatz **30**, **32** verwendet werden, ist dieser, aus dem Strahlengang **12a** entfernbar, insbesondere herausschwenkbar. Ein entsprechender Verstellmechanismus, welcher manuell oder motorisch ausgebildet sein kann, ist nicht im Einzelnen dargestellt. In diesem Fall werden, wie in [Fig. 3](#) verdeutlicht, die als Mikrospiegelarrays **80** ausgebildeten op-

tischen Elemente **21a**, **21b** derart modifiziert, dass sich die Anordnung der einzelnen Mikrospiegel parallel zueinander und planar, wie sie in [Fig. 1a](#) dargestellt ist, ergibt. Somit wirken die optischen Elemente **21a**, **21b** (Mikrospiegelarrays **80**) als Planspiegel, wie in [Fig. 3](#) anschaulich dargestellt ist. Im Übrigen entspricht die Konfiguration des Mikroskops gemäß [Fig. 3](#) im wesentlichen derjenigen gemäß [Fig. 2](#), so dass auf eine nochmalige ausführliche Darstellung verzichtet werden kann.

**[0062]** Es sei angemerkt, dass bei Einstellung der Mikrospiegelarrays **80** zur Bereitstellung einer Planspiegelfunktion weitere Auskoppelungsmöglichkeiten für Strahlengänge realisierbar sind, wie sie in [Fig. 3](#) mit **50a**, **50b**, **50c** bezeichnet sind. Zu diesem Zwecke können die Mikrospiegel **82** halbdurchlässig ausgebildet sein. Es ist ebenfalls denkbar, durch Ausbildung von Zwischenräumen zwischen den einzelnen Mikrospiegeln **82** einen geometrischen Strahlenteiler zu realisieren.

**[0063]** Beispielhafte Anordnungen der Mikrospiegel **82** der Mikrospiegelarrays **80** zur Realisierung von Auskopplungen bei **50a**, **50b**, **50c** in [Fig. 3](#) sind in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt.

**[0064]** In [Fig. 4](#) ist eine Anordnung der Mikrospiegel **82** dargestellt, wie sie beispielsweise das optische Element **21a** bei gleichzeitiger Auskopplung des Strahlengangs **50c** erfüllt. Die Anordnung der Mikrospiegel ist **82** analog einsetzbar im Falle des als Umlenkelement dienenden optischen Elements **21b**, wenn dieses lediglich den ausgekoppelten Strahlengang **50a** bereitstellen soll.

**[0065]** Man erkennt in [Fig. 4](#), dass ein Teil der Mikrospiegel **82**, hier mit **82'** bezeichnet, im wesentlichen parallel zu einem einfallenden Strahlengang **112** ausgerichtet ist. Ein anderer Teil der Mikrospiegel, hier mit **82''** bezeichnet, beschreibt einen Winkel von 45 Grad bezüglich des einfallenden Strahlengangs. Diese Anordnung der Mikrospiegel **82** führt insgesamt dazu, dass ein Teil des einfallenden Lichts um 90 Grad in einem Strahlengang **112'** abgelenkt wird, während ein anderer Teil des einfallenden Lichts als Strahlengang **112''** das Mikrospiegelarray ohne Ablenkung durchläuft.

**[0066]** Zur gleichzeitigen Realisierung einer Strahlumlenkung und der zwei Auskopplungen **50a**, **50b**, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ist beispielsweise eine Mikrospiegelanordnung verwendbar, wie sie schematisch in [Fig. 5](#) dargestellt ist. Die Mikrospiegel, die wie in [Fig. 4](#) angeordnet sind, sind wiederum mit **82'** und **82''** bezeichnet. Analog zu [Fig. 4](#) bewirken sie eine Ablenkung bzw. Transmission eines Strahlengangs **112** in Strahlengänge **112'**, **112''**.

**[0067]** Ein Teil der Mikrospiegel **82** ist bei dieser An-

ordnung unter einem Winkel von 90 Grad bezüglich der Mikrospiegel **82''** angeordnet. Diese Mikrospiegel sind mit **82'''** bezeichnet. Insgesamt lenken diese Mikrospiegel **82'''** den einfallenden Lichtstrahl **112** in entgegengesetzter Richtung zu den Spiegeln **82''**. Der sich ergebende Strahlengang ist mit **112'''** in [Fig. 5](#) bezeichnet. Hierdurch ergeben sich auch bei Anordnung eines optischen Elements **21b** in der in [Fig. 3](#) dargestellten Diagonalen Auskoppelungsmöglichkeiten, die bei herkömmlichen Prismen bzw. Spiegeln nicht möglich waren. Ein als herkömmlicher Spiegel ausgebildetes Umlenkelement **21b** in der Anordnung der [Fig. 3](#) ist nicht in der Lage, eine Auskopplung eines Teilstrahlengangs **50b** zu bewirken. Durch die erfindungsgemäß mögliche Ablenkung eines Strahlengangs in beliebig viele Teilstrahlengänge (es sind selbstverständlich auch mehr als drei Teilstrahlengänge denkbar) sind besonders klein bauende und kompakte optische Anordnungen innerhalb eines Mikroskopkörpers realisierbar.

**[0068]** Es sei darauf hingewiesen, dass die Mikrospiegel **88**, **88'**, **88''**, **88'''** zweckmäßigerweise in ihrer Größe und Lage derart ausgebildet sein sollten, dass sie durch einen benachbarten Spiegel bzw. benachbarte Spiegel abgelenkte oder transmittierte Strahlengänge nicht abschatten oder vignettieren.

**[0069]** Es sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass mittels der Mikrospiegelanordnungen, wie sie insbesondere in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigt sind, auch entsprechende Strahleinkopplungen bzw. Dateneinkopplungen aus unterschiedlichen Richtungen möglich sind.

**[0070]** Zweckmäßigerweise sind die optischen Elemente **21a**, **21b** bzw. die Mikrospiegelarrays **80** mit dem Ophthalmoskopier-Vorsatz gekoppelt, so dass es bei Entfernung des Ophthalmoskopier-Vorsatzes aus dem Strahlengang **12a** automatisch bzw. motorisch eine Verstellung der Mikrospiegel **82** zur Bereitstellung einer Planspiegelfunktion bewerkstelligt werden kann.

**[0071]** Es sei darauf hingewiesen, dass es auch möglich ist, beispielsweise die Umlenkelemente **6** oder **51** als Mikrospiegelarrays auszubilden, und auch hier die Einspiegelungen und/oder Ausspiegelungen vorzunehmen. Es kann auch günstig sein, hier einen optischen Strahlenteiler, beispielsweise für eine Dokumentationseinrichtung, einzusetzen.

**[0072]** Mit den erfindungsgemäß beschriebenen Mikrospiegelarrays **80**, mit denen in einfacher Weise sowohl Hohlspiegel- als auch Planspiegelfunktionen als auch Strahleinteilerfunktionen realisierbar sind, ergeben sich weitere neue Möglichkeiten zum Betreiben eines Stereomikroskops: Wenn beispielsweise das Mikroskop in der Planspiegelfunktionalität der Mikrospiegelarrays betrieben wird, d.h. also bei-



spielsweise nicht in der Retinalchirurgie verwendet wird, kann durch Ansteuerung eines oder beider Mikrospiegelarrays eine Verstimmung des parallelen Strahlengangs dadurch erzeugt werden, dass eine sphärische Oberfläche auf ein Mikrospiegelarray oder auf beide Mikrospiegelarrays gelegt wird. Mit einer derartigen Verstimmung, die zudem kontinuierlich erfolgen kann, ist es beispielsweise möglich, ohne die Verschiebung einer Linse eine Fokussierung der Mikroskopoptik zu gewährleisten (adaptiere Optik).

**[0073]** Weiterhin lassen sich durch entsprechende Einstellung der einzelnen Mikrospiegel auf den Mikrospiegelarrays beliebige Flächen, sogenannte Freiformflächen erstellen, mit denen im Strahlengang auftretende bzw. festgestellte Fehler kompensiert werden können. Bei klassischen Optikelementen waren derartige Fehler nur durch einen erhöhten optischen Aufwand im Design korrigierbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Hauptobjektiv
<b>3</b>	Beleuchtungseinrichtung
<b>3a</b>	Umlenkelement der Beleuchtungseinrichtung
<b>4</b>	Faserkabel
<b>5, 6</b>	Umlenkelemente
<b>7</b>	Vergrößerungssystem (Zoom-System)
<b>8</b>	optische Zusatzkomponenten
<b>9</b>	Umlenkelement (Auskopplungseinrichtung)
<b>10</b>	Umlenkelement
<b>11a, 11b, 11d</b>	optische Achsen der optischen Elemente
<b>12</b>	optische Achse des Faserkabels
<b>12a-h</b>	Achsen der Beobachtungsstrahlen
<b>13</b>	Drehachse des Umlenkelement <b>10</b>
<b>16</b>	Umlenkelement
<b>21a, 21b</b>	optische Elemente (Umlenkelemente)
<b>22</b>	Zwischenabbildung
<b>30</b>	Ophthalmoskopierlinse (Funduslinse)
<b>31</b>	Zwischenabbildung
<b>32</b>	Korrekturlinse
<b>40</b>	Objekt
<b>50a, 50b, 50c</b>	ausgekoppelte Strahlengänge
<b>51</b>	Umlenkelement
<b>80</b>	Mikrospiegelarray

<b>82</b>	Mikrospiegel
<b>82', 82'', 82'''</b>	Mikrospiegel <b>82</b> in spezieller Orientierung
<b>84</b>	Versorgung
<b>100</b>	Stereomikroskop
<b>102</b>	Mikroskopkörper (Gehäuse)
<b>112, 112', 112'', 112'''</b>	Strahlengänge
<b>I, II, III</b>	Mikroskopebenen

#### Patentansprüche

1. Stereomikroskop mit wenigstens einem optischen Element (**21a**, **21b**), das wahlweise einen Hohlspiegel oder einen Planspiegel zur Invertierung bzw. Umlenkung eines Strahlengangs darstellt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine optische Element (**21a**, **21b**) als eine Anzahl individuell ansteuerbarer und einstellbarer Mikrospiegel (**82**) aufweisendes Mikrospiegelarray (**80**) ausgebildet ist, wobei die Mikrospiegel (**82**) wahlweise derart einzustellen sind, dass sich insgesamt eine Hohlspiegel- oder Planspiegelanordnung des Mikrospiegelarrays (**80**) ergibt.

2. Stereomikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es wenigstens zwei als Mikrospiegelarrays (**80**) ausgebildete optische Elemente (**21a**, **21b**) aufweist.

3. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Mikrospiegelarrays (**80**) derart ansteuerbar bzw. einstellbar sind, dass sie eine gleiche oder unterschiedliche Fokussier- bzw. Brechkraft bereitstellen.

4. Stereomikroskop nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es ein eine erste optische Achse (**11a**) definierendes Hauptobjektiv (**2**) und optische Elemente (**5**, **21a**, **21b**) zum Umlenken eines parallel zu der optischen Achse (**11a**) verlaufenden Strahlenganges entlang einer zweiten optischen Achse (**11b**) in einer ersten Mikroskopebene I, welche sich in einem Winkel, insbesondere im wesentlichen senkrecht zu der ersten optischen Achse (**11a**) erstreckt und anschließend entlang einer dritten optischen Achse (**11d**) in eine zweite Mikroskopebene II, welche sich im wesentlichen parallel zu der ersten Mikroskopebene I oberhalb von dieser erstreckt, aufweist.

5. Stereomikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass dieses ein in der ersten oder zweiten Mikroskopebene entlang der zweiten bzw. dritten optischen Achse ausgebildetes, wenigstens zwei stereoskopische Beobachtungskanäle umfassendes Vergrößerungssystem, insbesondere ein Zoom-System (**7**), aufweist.

6. Stereomikroskop nach Anspruch 4 oder 5, da-

durch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine optische Element (**21a**, **21b**) gleichzeitig als Umlenkelement zur Umlenkung von Strahlengängen zwischen den ersten, zweiten und/oder dritten optischen Achsen (**11a**, **11b**, **11d**) dient.

7. Stereomikroskop nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Auskopplungsvorrichtung zum Auskoppeln eines Assistentenstrahlengangs von einem Hauptbeobachterstrahlengang.

8. Stereomikroskop nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Ophthalmoskopierlinse (**30**) und eine Korrekturlinse (**32**) umfassende Zusatzoptik, welche einem Hauptobjektiv (**2**) vorgeschaltet ist.

9. Stereomikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine optische Element (**21a**, **21b**) und die dem Hauptobjektiv (**2**) vorgeschaltete Zusatzoptik, insbesondere elektromechanisch, miteinander gekoppelt sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

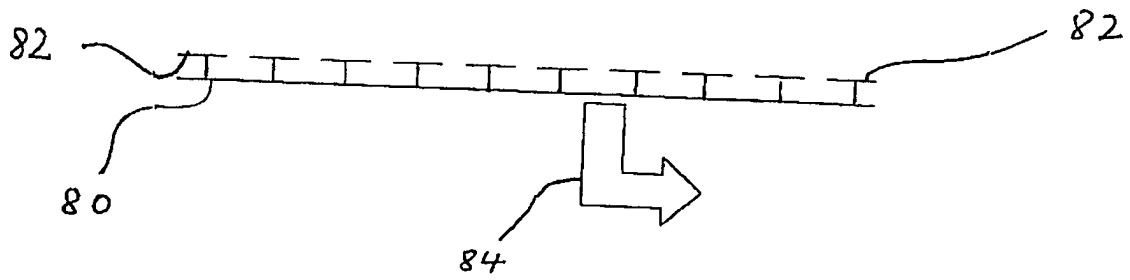


Fig. 1a

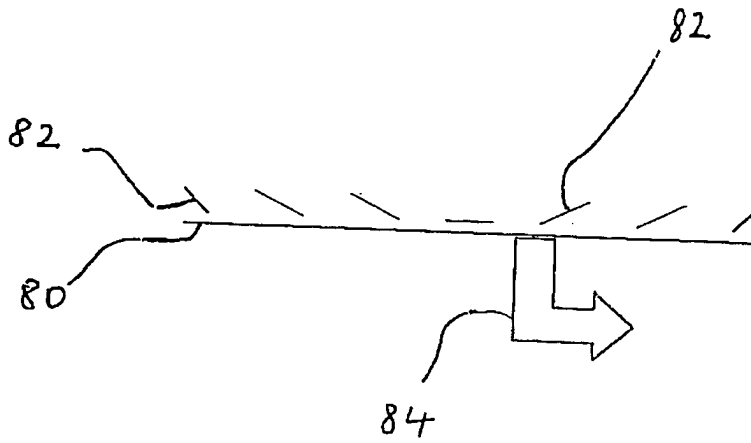


Fig. 1b



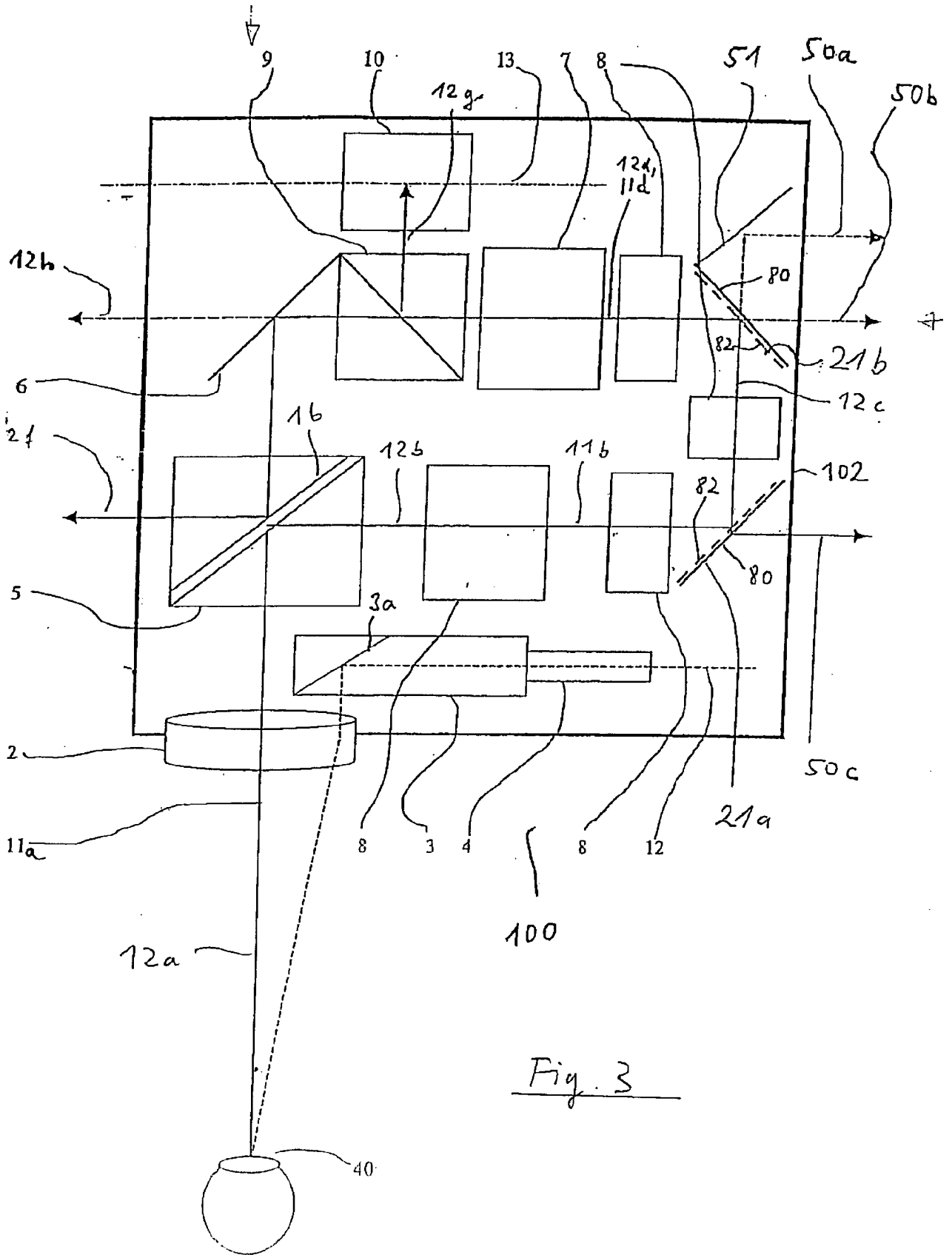


Fig. 3

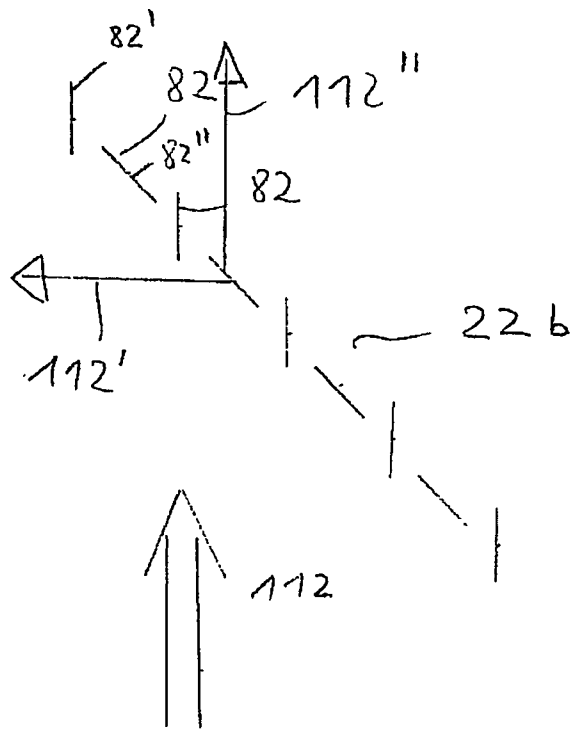


Fig. 4

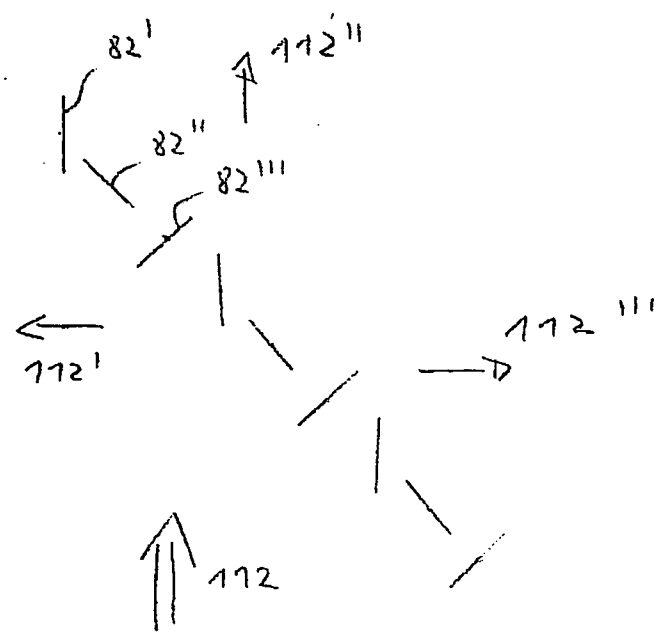


Fig. 5