



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 32 603 B4** 2006.04.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 32 603.0**
(22) Anmeldetag: **17.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **17.02.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 21/22** (2006.01)
A61B 3/13 (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, 70184
Stuttgart**

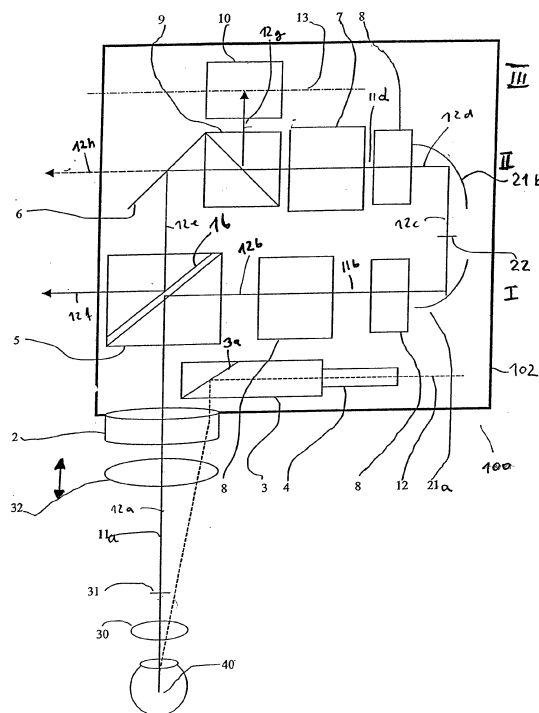
(72) Erfinder:
Sander, Ulrich, Dr., Rebstein, CH

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

DE 41 14 646 C2
DE 102 55 960 A1
DE 101 40 402 A1
DE 41 16 385 A1
US 48 56 872

(54) Bezeichnung: **Stereomikroskop**

(57) Hauptanspruch: Stereomikroskop
mit einem eine optische Achse definierenden Hauptobjektiv
(2) und
einem optischen Invertersystem (5, 21a, 21b) zur Aufrich-
tung und Beobachtungsstrahlvertauschung eines pseudos-
tereoskopischen Bildes,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Invertersystem (5, 21a, 21b) wenigstens eine Zwi-
schenabbildung (22) erzeugt und
einen parallel zur optischen Achse (11a) des Hauptobjek-
tivs (2) verlaufenden Beobachtungsstrahlengang im we-
sentlichen senkrecht zu dieser und umgekehrt einen senk-
recht zur optischen Achse (11a) des Hauptobjektivs (2) ver-
laufenden Beobachtungsstrahlengang im wesentlichen pa-
rallel zu dieser ablenkt.



Beschreibung

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

[0002] 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.

[0003] 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.

Stand der Technik

[0004] 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.

[0005] Aus der DE 41 14 646 C2 ist eine Lösung bekannt, 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.

[0006] 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 Be-

trachtung 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 Mikropkopsystem 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.

[0007] Aus der DE 41 16 385 A1 ist ein ophthalmologisches Stereomikroskop mit wahlweise verwendbarer Zusatzoptik, die zusammen mit einer ein stereoskopisch korrektes, höhen- und seitenrichtiges Bild erzeugenden Umkehroptik in den Strahlengang einbringbar ist, bekannt.

[0008] Schließlich beschreibt die DE 101 40 402 A1 ein Ophthalmoskopie-Vorsatzmodul, das gleichzeitig eine Bildumkehr und eine Strahlvertauschung für mehrere Beobachter bewirkt.

Aufgabenstellung

[0009] Die vorliegende Erfindung strebt an, im Rahmen eines Stereomikroskops eine seitenverkehrte und pseudostereoskopische Abbildung in möglichst einfacher Weise wieder zu invertieren, d. h. seitenrichtig und stereoskopisch abzubilden.

[0010] Dieses Ziel wird erreicht mit einem Stereomikroskop mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0011] Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme, ein optisches Inverter-System zur Aufrichtung und Beobachtungsstrahlvertauschung eines pseudo-stereoskopischen Bildes wenigstens mit einem eine Zwischenabbildung erzeugenden bzw. eine Brechkraft aufweisenden Umlenkelement auszubilden, ist es in einfacher Weise möglich, die Bauhöhe des Stereomikroskops gegenüber herkömmlichen Lösungen zu verkleinern. Somit ist auch die ergonomische Bauhöhe des Mikroskops in vorteilhafter Weise verkleinerbar.

[0012] Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Stereomikroskops sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Zweckmäßigerweise weist das Stereomikro-

skop zwei Umlenkelemente auf, wobei die Zwischenabbildung zwischen diesen beiden Umlenkelementen liegt. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, einen auf das erste Umlenkelement auftreffenden, insbesondere horizontal verlaufenden 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. Somit kann dieser senkrecht verlaufende Strahlengang optimal genutzt werden. Hierdurch lässt sich die Baugröße eines Stereomikroskops sehr klein halten bzw. ein zur Verfügung stehender Bauraum optimal ausnutzen.

[0014] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stereomikroskops ist wenigstens ein Umlenkelement des Inverter-Systems als Hohlspiegel ausgebildet. Hohlspiegel sind in einfacher und preiswerter Weise bereitstellbar, und können ferner in sehr unaufwändiger Weise justiert werden. Es ist ebenfalls denkbar, als Umlenkelemente mit einer Brechkraft ausgebildete Umlenkelemente mit einer Brechkraft ausgebildete Umlenkelemente zu verwenden.

[0015] Zweckmäßigerweise weist das erfindungsgemäße Stereomikroskop 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 Stereomikroskop baut gegenüber herkömmlichen Lösungen sehr klein, da ein Grossteil der notwendigen bzw. zweckmäßigen optischen Komponenten in den ersten und zweiten Mikroskopebenen, welche vorteilhafterweise horizontal verlaufen, vorgesehen sein kann.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen 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. 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 Umlenkelemente des Inverter-Systems relativ niedrig sind. Es ist eben-

falls 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.

[0017] Es erweist sich als besonders vorteilhaft, dass wenigstens ein mit einer Brechkraft ausgebildetes Umlenkelement das Inverter-Systems gleichzeitig als Umlenkelement zur Umlenkung von Strahlengängen zwischen den ersten bis dritten optischen Achsen dient. Mittels einer derartigen Mehrfunktionalität der Umlenkelemente kann Bauraum in wirksamer Weise klein gehalten werden.

[0018] Das erfindungsgemäße Stereomikroskop weist zweckmäßigerweise eine Auskoppelungsvorrichtung zum Auskoppeln eines Assistentenstrahlenganges von einem Hauptbeobachterstrahlengang auf. Mittels einer derartigen Auskoppelungsvorrichtung, welche beispielsweise als physikalischer oder geometrischer Strahlenteiler ausgebildet sein kann, kann in einfacher Weise ein Hauptbeobachter-Einblick und ein Assistenten-Einblick zur Verfügung gestellt werden.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stereomikroskops sind das Invertersystem und die dem Hauptobjektiv vorgeschaltete Zusatzoptik elektromechanisch miteinander gekoppelt. Hierdurch ist es in einfacher Weise möglich, bei Nicht-Verwendung der Zusatzoptik auch das Invertersystem, d. h. insbesondere die eine Brechkraft aufweisenden Umlenkelemente, aus dem Mikroskop-Strahlengang zu entfernen und durch einfache Umlenkelemente, welche keine Brechkraft aufweisen, zu ersetzen. Die elektromechanische Kopplung sorgt hierbei dafür, dass die gemeinsame Entfernung bzw. Einbringung von Invertersystem und Zusatzoptik aus dem bzw. in den Strahlengang des Mikroskops in besonders einfacher Weise möglich ist.

Ausführungsbeispiel

[0020] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter beschrieben.

[0021] In dieser zeigt

[0022] [Fig. 1](#) eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stereomikroskops mit vorgeschaltetem Ophthalmologie-Vorsatz in seitlicher schematischer Schnittansicht und

[0023] [Fig. 2](#) das Mikroskop gemäß [Fig. 1](#) ohne Ophthalmologie-Vorsatz und entsprechend angepasster Optik.

[0024] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Stereomikroskops ist in [Fig. 1](#) 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.

[0025] Das Mikroskop weist ferner Umlenkelemente **5**, **21a**, **21b** auf. Mittels dieser Umlenkelemente sind von einem zu beobachtenden Objekt **40** ausgehende Beobachtungsstrahlen **12a** bis **12g**, welche zunächst im wesentlichen (bei **21a**) 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.

[0026] 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 umfassen, vorgesehen.

[0027] Das dargestellte Mikroskop ist zur simultanen Beobachtung des Objekts **40** durch einen Hauptoperator und einen Assistenten ausgelegt. Zu diesem Zweck ist in der zweiten Mikroskopebene II ein Umlenkelement bzw. eine Auskoppelungseinrichtung **9** vorgesehen, welche die Auskoppelung des Beobachtungsstrahlenganges **12g** für den Assistenten bezüglich des Beobachtungsstrahlenganges **12d** für den Hauptoperator bewirkt. Die Beobachtung des Objekts **40** durch den Assistenten erfolgt in einer dritten Mikroskopebene III.

[0028] 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 Hauptoperator bzw. den Assistenten vorgesehen ist.

[0029] 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 Hauptoperator als auch den Assistenten. Zweckmäßigerweise verlaufen zwei Vergrößerungskanäle des Vergrößerungssystems, insbesondere die Vergrößerungskanäle für den Hauptoperator, 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 Hauptoperator verlaufen. Hierdurch ist eine besonders dichte Packung der vier Vergrößerungskanäle gegeben, wodurch eine besonders geringe Bauhöhe des erfindungsgemäßen Stereomikroskops realisierbar ist. In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sind, aus Gründen der Anschaulichkeit, lediglich einfache 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 Hauptoperator in der Beobachtungsrichtung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hintereinander liegen, so dass lediglich einer dieser Beobachtungsstrahlengänge darstellbar ist. Die vertikal beabstandeten Beobachtungsstrahlengänge 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. 1](#) und [Fig. 2](#) 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 A1 offenbart, auf die hiermit Bezug genommen wird.

[0030] Mittels (nicht dargestellter) Binokulartuben ist anschließend an die Auskoppelungseinrichtung **9** eine stereoskopische Beobachtung des Objekts **40** durch den Hauptoperator bzw. den Assistenten möglich.

[0031] Zweckmäßigerweise ist zur weiteren Umlenkung der stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge für den Hauptoperator hinter der Auskoppelungseinrichtung **9** ein weiteres Umlenkelement **6** vorgesehen, mittels dessen die (stereoskopischen)

Beobachtungsstrahlengänge (bei **12e**) für den Hauptoperator 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 Hauptoperator wieder im wesentlichen in eine horizontale Richtung abgelenkt werden. Die Strahlengänge zu einem (nicht dargestellten) Binokulartubus in der Mikroskopebene I sind mit **12f** bezeichnet.

[0032] Ist hingegen eine Beobachtung des Objekts **40** durch den Hauptoperator 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 Hauptoperator.

[0033] 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.

[0034] 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 in einem gewünschten Winkel auf das zu beleuchtende Objekt **40** gebracht.

[0035] Das Mikroskop **100** ist ferner mit einer Zusatzoptik **30, 32** ausgestattet, welche die Durchführung intraokularer Chirurgie ermöglicht.

[0036] Die Zusatzoptik weist eine Ophthalmoskopierlinse bzw. Funduslinse **30** und eine Korrekturlinse **32** auf. Die Ophthalmoskopierlinse **30** dient zur optischen Kompensation der Brechkraft des Auges.

[0037] Da die Ophthalmoskopierlinse **30** und die Korrekturlinse **32** bei intraokularer Chirurgie gemeinsam verwendet werden, sind sie zweckmäßigerweise mittels eines nichtdargestellten 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.

[0038] 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 (pseudostereoskopisch). 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.

[0039] Das Zwischenbild **31**, wie erwähnt, ist seitenverkehrt und höhenverkehrt bzw. pseudostereoskopisch. Zur Bereitstellung eines höhen- und seitenrichtigen Bildes sind die Umlenkelemente **21a, 21b** als Hohlspiegel (Spiegel mit einem von ∞ abweichenden Radius) ausgebildet. Im Einzelnen ergibt sich folgende Beobachtungsstrahlpropagierung: Die aus dem höhen- und seitenverkehrten Zwischenbild **31** resultierenden Strahlengänge werden mittels der 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 Hohlspiegels **21a** 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 Hohlspiegels **21b** 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 Umlenkelemente **21a, 21b** 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.

[0040] Die Umlenkelemente **21a, 21b** 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, pseudostereoskopischen Zwischenabbildung zur Verfügung gestellt ist.

[0041] Erfindungsgemäß ist es also möglich, herkömmlich verwendete SDI-Systeme, welche relativ komplexe Prismen- und Planspiegelsysteme aufweisen, durch einfache Hohlspiegel **21a**, **21b** zu ersetzen. Es ist ebenfalls denkbar, die durch die Hohlspiegel **21a**, **21b** bereitgestellte Doppelfunktionalität mittels mit einer Brechkraft ausgebildeter Umlenkprismen bereit zu stellen. Es wäre ebenfalls denkbar, anstelle des Umlenkelements **21a** oder **21b** das Umlenkelement **5** mit einer Brechkraft auszubilden. Hierdurch würde das invertierte Zwischenbild der ersten Mikroskopebene I erzeugt werden.

[0042] Soll das Mikroskop **100** ohne den Ophthalmoskopiervorsatz **30**, **32** verwendet werden, ist dieser, aus dem Strahlengang **12a** entfernbar, insbesondere herauschwenkbar. Ein entsprechender Verstellmechanismus, welcher manuell oder motorisch ausgebildet sein kann, ist nicht im einzelnen dargestellt. In diesem Fall werden, wie in [Fig. 2](#) verdeutlicht, die als Hohlspiegel ausgebildeten Umlenkelemente **21a**, **21b** aus dem Beobachtungsstrahlengang entfernt (beispielsweise durch Verschwenken) und durch herkömmliche, planare Umlenkspiegel **22a**, **22b** ersetzt. Im Übrigen entspricht die Konfiguration des Mikroskops gemäß [Fig. 2](#) im wesentlichen derjenigen gemäß [Fig. 1](#), so dass auf eine nochmalige ausführliche Darstellung verzichtet werden kann. Es sei lediglich angemerkt, dass bei Ersetzen der Hohlspiegel **21a**, **21b** durch herkömmliche, als Planspiegel ausgebildete Umlenkelemente **22a**, **22b** weitere Auskoppelungsmöglichkeiten für Strahlengänge gegeben sind, wie sie in [Fig. 2](#) insgesamt mit **50** bezeichnet sind. Zu diesem Zwecke können die Umlenkelemente **22a**, **22b** halbdurchlässig ausgebildet sein, wodurch es zweckmäßig ist, ein weiteres Umlenkelement **51** vorzusehen.

[0043] Zweckmäßigerweise sind die Umlenkelemente **21a**, **21b** bzw. **22a**, **22b** mit dem Ophthalmoskopier-Vorsatz gekoppelt, so dass es bei Entfernung des Ophthalmoskopier-Vorsatzes aus dem Strahlengang **12a** automatisch bzw. motorisch zu einem Ersetzen der Umlenkelemente **21a**, **21b** durch die Umlenkelemente **22a**, **22b** kommt und umgekehrt.

[0044] Schließlich sei darauf hingewiesen, dass es möglich ist, an der Stelle der Umlenkelemente **6** oder **51** Dateneinspiegelungen vorzunehmen. An diesen Stellen ist es auch günstig, einen optischen Strahlenteiler, beispielsweise für eine Dokumentationseinrichtung, einzusetzen.

Bezugszeichenliste

2	Hauptobjektiv
3	Beleuchtungseinrichtung
3a	Umlenkelement der Beleuchtungseinrichtung
4	Faserkabel
5, 6	Umlenkelemente
7	Vergrößerungssystem (Zoom-System)
8	optische Zusatzkomponenten
9	Umlenkelement (Auskoppelungseinrichtung)
10	Umlenkelement
11a, 11b, 11d	optische Achsen
12a–h	Beobachtungsstrahlen
13	Drehachse des Umlenkelement 10
16	Umlenkelement
21a, 21b	Umlenkelemente
22	Zwischenabbildung
30	Ophthalmoskopierlinse (Funduslinse)
31	Zwischenabbildung
32	Korrekturlinse
40	Objekt
50	ausgekoppelte Strahlengänge
51	Umlenkelement
100	Stereomikroskop
102	Mikroskopkörper
I, II, III	Mikroskopebenen

Patentansprüche

1. Stereomikroskop
mit einem eine optische Achse definierenden Hauptobjektiv (**2**) und einem optischen Invertersystem (**5**, **21a**, **21b**) zur Aufrichtung und Beobachtungsstrahlvertauschung eines pseudostereoskopischen Bildes,
dadurch gekennzeichnet, dass das Invertersystem (**5**, **21a**, **21b**) wenigstens eine Zwischenabbildung (**22**) erzeugt und einen parallel zur optischen Achse (**11a**) des Hauptobjektivs (**2**) verlaufenden Beobachtungsstrahlengang im wesentlichen senkrecht zu dieser und umgekehrt einen senkrecht zur optischen Achse (**11a**) des Hauptobjektivs (**2**) verlaufenden Beobachtungsstrahlengang im wesentlichen parallel zu dieser ablenkt.

2. Stereomikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Invertersystem zwei Umlenkelemente (**5**, **21a**, **21b**) aufweist und die Zwischenabbildung (**22**) zwischen diesen beiden Umlenkelementen liegt.

3. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Umlenkelement (**5**, **21a**, **21b**) als Hohlspiegel ausgebildet ist.

4. Stereomikroskop nach einem der vorstehen-

den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es wenigstens ein zumindest zwei stereoskopische Beobachtungskanäle umfassendes Vergrößerungssystem, insbesondere ein Zoom-System (7), aufweist.

5. Stereomikroskop nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Auskopplungsvorrichtung (9) zum Auskoppeln eines Assistentenstrahlengangs von einem Hauptbeobachterstrahlengang.

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

7. Stereomikroskop nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Invertersystem (5, 21a, 21b) und die dem Hauptobjektiv (2) vorgeschaltete Zusatzoptik elektromechanisch miteinander gekoppelt sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

