



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 03 575 B4 2006.06.01**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 03 575.5**
 (22) Anmeldetag: **03.02.1995**
 (43) Offenlegungstag: **28.09.1995**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **01.06.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 21/22 (2006.01)**
G02B 17/04 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01)
A61B 1/00 (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).

(66) Innere Priorität:
P 44 10 147.3 24.03.1994

(73) Patentinhaber:
Carl Zeiss AG, 73447 Oberkochen, DE

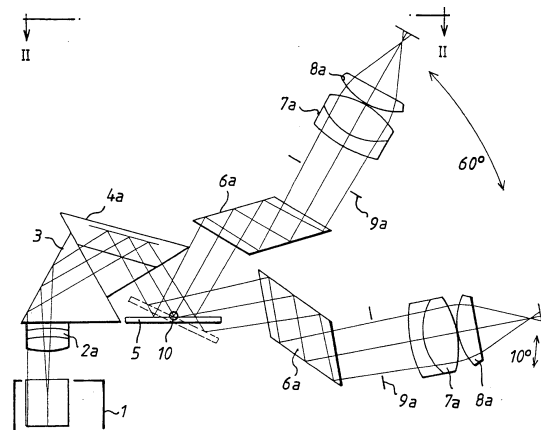
(72) Erfinder:
Lücke, Christian, 73447 Oberkochen, DE; Lemcke, Ulrich, 89522 Heidenheim, DE; Vry, Uwe, Dr., 73432 Aalen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 37 18 843 A1
DE 36 15 842 A1
DE 26 54 778 A1
DE 93 08 044 U1

(54) Bezeichnung: **Binokulartubus für ein Stereomikroskop**

(57) Hauptanspruch: Binokulartubus für ein Stereomikroskop

- mit einem ersten Dachkant-Prisma (4a, 104a), das als Bildumkehr-Element wirkt und von einem ersten stereoskopischen Teilstrahlengang (11a) durchsetzt wird,
 - mit einem zweiten Dachkant-Prisma (4b), das als Bildumkehr-Element wirkt und von einem zweiten stereoskopischen Teilstrahlengang (11b) durchsetzt wird, wobei
 - ein Umlenkprisma (3, 103) vorgesehen ist, das den ersten- und den zweiten stereoskopischen Teilstrahlengang (11a, 11b) von einer Eintrittsfläche zu einer Austrittsfläche umlenkt,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- das erste Dachkant-Prisma (4a, 104a) und das zweite Dachkant-Prisma (4b) auf einer Eintrittsfläche oder Austrittsfläche des Umlenkprismas (3, 103) angeordnet sind, wobei
 - das Umlenkprisma (3, 103) mit dem ersten Dachkant-Prisma (4a, 104a) und dem zweiten Dachkant-Prisma (4b) eine Prismenbaugruppe bildet, und wobei
 - der erste stereoskopische Teilstrahlengang (11a) das erste Dachkant-Prisma (4a, 104a) von einer Eintrittsfläche zu einer von der Eintrittsfläche verschiedenen Austrittsfläche und der zweite stereoskopische Teilstrahlengang (11b) das...



Beschreibung

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

[0002] Binokulartuben für Stereomikroskope mit optischer Strahlaufwicklung finden beispielsweise in Operationsmikroskopen Anwendung. Dort ist bei einer großen Hauptobjektiv-Schnittweite ein möglichst kurzer Arbeitsabstand zwischen dem Mikroskop-Einblick und dem betrachteten Objekt erforderlich, um dadurch dem Chirurgen eine entspannte Körperhaltung bei der Durchführung seiner Arbeiten zu ermöglichen.

[0003] Desweiteren wird bei Operationsmikroskopen üblicherweise eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Veränderung des Einblickwinkels zwischen dem Gehäuse des Stereomikroskopes und dem Binokulartubus gewünscht.

[0004] Ferner sollte ein derartiger Binokulartubus eine Möglichkeit zur Einstellung des Augenabstandes bieten.

Stand der Technik

[0005] Ein Binokulartubus der eingangs genannten Art ist aus der DE 37 18 843 A1 bekannt. Dort ist ein neigungsverstellbarer Doppeltubus beschrieben, in dem zwei rechtwinklige Prismen mit Dachkante vorgesehen sind, die als Bildumkehr-Elemente wirken. Mit den beiden Prismen werden die stereoskopischen Teilstrahlengänge seitlich versetzt, um so den Abstand der Beobachtungspupillen zu vergrößern. Die Prismen bauen allerdings vergleichsweise voluminös und haben eine entsprechend ausladende Bauform des Binokulartubus zur Folge. Weiter ist bei dem Doppeltubus in den stereoskopischen Teilstrahlengängen ein Umlenkprisma angeordnet, das rautefförmig ausgebildet ist und den Strahlengang, der es durchsetzt, von einer Eintrittsfläche zu einer Austrittsfläche umlenkt. Bei dem Binokulartubus gibt es verhältnismäßig lange Glas- und Luftwege. Darüber hinaus sind für die stereoskopischen Teilstrahlengänge jeweils separate Schwenkspiegel vorgesehen, die getrennt justiert werden müssen. Der Justieraufwand für diesen Binokulartubus ist damit hoch. Schließlich gibt es bei dem Binokulartubus in jedem der stereoskopischen Teilstrahlengänge zwei Kittglieder, was eine ungünstige Pupillenlage zur Folge hat.

[0006] Die DE 36 15 842 A1 offenbart eine Zwischenbaugruppe für ein stereoskopisches Operationsmikroskop für die Augenchirurgie. Die Zwischenbaugruppe ist zur Anordnung zwischen einem Zoom-System und einem Einblicktubus vorgesehen. Die Zwischenbaugruppe ermöglicht eine vollkommene Bildumkehr ohne Richtungsänderung des Strah-

lenganges, bewirkt jedoch einen Strahlenversatz. Die Zwischenbaugruppe der DE 36 15 842 A1 besteht aus einem in einem Gehäuse angeordneten Prismensystem mit einem einzelnen Pentagonprisma mit Dachkante und einem Halbquaderprisma mit Dachkante.

[0007] In der DE 26 54 778 A1 ist ein Binokulartubus beschrieben, der um eine senkrecht zu den optischen Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge orientierte Schwenkachse drehbar angeordnet ist. Ebenfalls drehbar um die Schwenkachse ist ein Umlenkspiegel angeordnet, der beim Schwenken des Binokulartubus um den jeweils halben Verschwenk-Winkel mitgedreht wird. Dem drehbaren Umlenkspiegel ist eine erste Gruppe optischer Umlenkelemente nachgeordnet, welche die vom Umlenkspiegel kommenden Strahlengänge in Richtung einer zweiten Gruppe von Umlenkelementen hin ablenkt. Die beiden Umlenkelement-Gruppen sind zusammen mit dem kompletten Binokulartubus schwenkbar. Desweiteren sind nach der zweiten Gruppe von Umlenkelementen in den stereoskopischen Teilstrahlengängen Rhombusprismen drehbar um die jeweilige optische Achse angeordnet, um so eine wahlweise Einstellung des Augenabstandes zu ermöglichen. Den Rhombusprismen sind in den Teilstrahlengängen wiederum die Okulare nachgeordnet.

[0008] Der aus der DE 26 54 778 A1 bekannte Binokulartubus beinhaltet ferner ein Optikbauteil, das aus einer Prismengruppe mit beidseitig ange kitteten Linsen besteht. Ein derartiges Optikbauteil stellt hinsichtlich der Fertigung hohe Anforderungen.

[0009] Mit zunehmenden Anforderungen an die Arbeits-Ergonomie resultiert jedoch u.a. der Wunsch nach einem ergonomisch günstigeren Schwenkbereich, als er mit einem derartigen Binokulartubus zu realisieren ist. Mitunter wird beispielsweise eine andere Relativorientierung des Binokulartubus zum Gehäuse des Stereomikroskopes angestrebt.

[0010] Eine weitere Variante eines Binokulartubus für Stereomikroskope ist aus der DE 9308044 U1 bekannt. Die Bildumkehr erfolgt hierbei mit den bekannten Porro-Prismen 2.Art. Bei großen Pupillen-Durchmessern und entsprechenden großen Zwischenbildern bauen diese optischen Bildumkehr-Elemente sehr voluminös. Desweiteren gestaltet sich dann die Verstellmöglichkeit für die geforderte variable Pupillendistanz mit dem dort beschriebenen Binokulartubus als äußerst aufwendig bzw. überhaupt nicht realisierbar.

Aufgabenstellung

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Binokulartubus bereitzustellen, für den ein Jus-

tieraufwand bei der Fertigung vergleichsweise gering ist. Dabei soll der Binokulartubus neben einer möglichst optimalen Ergonomie für den Beobachter auch eine gute Abbildungsqualität gewährleisten, ohne dass im Binokulartubus Vignettierungen auftreten.

[0012] Diese Aufgabe wird durch einen Binokulartubus für ein Stereomikroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] In dem Binokulartubus ist eine Prismen-Baugruppe vorgesehen, die im wesentlichen aus einem Umlenkprisma mit zwei an dessen Austritts- oder Eintrittsfläche angeordneten Dachkantprismen besteht. Die beiden Dachkantprismen dienen jeweils als Bildumkehr-Elemente und sind zudem relativ zu den optischen Achsen der eintretenden stereoskopischen Teilstrahlengänge versetzt angeordnet. Daraus ergibt sich eine Vergrößerung des Abstandes der beiden optischen Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge nach dem Durchtritt durch diese optischen Elemente. Die Verstellung der Pupillendistanz mit Hilfe der drehbaren Rhombus-Prismen wird derart wesentlich erleichtert, da dann entsprechend mehr Platz zum Verdrehen dieser Elemente zur Verfügung steht.

[0015] Insgesamt resultiert in einer möglichen Ausführungsform nunmehr ein hinreichender Schwenkbereich des erfindungsgemäßen Binokulartubus in einem Winkelintervall von 50° , d.h. es ergeben sich entsprechend gute ergonomische Arbeitsbedingungen für den operierenden Chirurgen.

[0016] Indem pro Strahlengang lediglich ein achromatisches Kittglied vorgesehen wird, kann der Justieraufwand und der fertigungstechnische Aufwand im Vergleich zum Stand der Technik besonders gering gehalten werden.

[0017] Ferner erlaubt das erfindungsgemäße Konzept des Binokulartubus vergleichsweise größere Durchmesser des mittels der Okulare betrachteten Zwischenbildes, ohne daß sich Vignettierungen für den Beobachter als unerwünschte Folge ergeben.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus ist ferner ein Verschwenken aus einer sogenannten Geradsichtposition heraus möglich. Unter einer Geradsichtposition wird hierbei eine Stellung des Binokulartubus verstanden, bei der die Einblickrichtung durch den Binokulartubus parallel zur optischen Achse des Stereomikroskopes hin ausgerichtet ist. Ein solcher Tubus baut aufgrund der erfindungsgemäßen Maßnahmen sehr kurz, d.h. der Arbeitsabstand zwischen dem betrachteten Objekt und dem Mikroskop-Einblick kann bei gestreckter Orientierung von Mikros-

kop- und Okularachse deutlich minimiert werden.

Ausführungsbeispiel

[0019] Weitere Vorteile sowie Einzelheiten des erfindungsgemäßen Binokulartubus ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

[0020] Dabei zeigt

[0021] [Fig. 1](#) den prinzipiellen Strahlengang und die Anordnung der wesentlichen Elemente eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Binokulartubus in zwei Schwenk-Stellungen;

[0022] [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf die optischen Elemente des erfindungsgemäßen Binokulartubus aus dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#);

[0023] [Fig. 3a-Fig. 3c](#) jeweils eine verschiedene Ansicht der Prismen-Baugruppe aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#);

[0024] [Fig. 4](#) den prinzipiellen Strahlengang und die Anordnung der wesentlichen Elemente in einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Binokulartubus;

[0025] [Fig. 5](#) eine Seitenansicht mit dem Strahlengang und der Anordnung der wesentlichen Elemente eines dritten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Binokulartubus, der aus einer Geradsichtposition heraus verschwenkbar ist.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt eine seitliche Darstellung der wesentlichen Elemente einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus in zwei Schwenkstellungen, welche auch die beiden extremen Schwenkstellungen darstellen.

[0027] Die stereoskopischen Teilstrahlengänge gelangen über das optische System des eigentlichen Stereomikroskopes in den erfindungsgemäßen Binokulartubus. Vor dem Binokulartubus durchtreten die beiden parallelen stereoskopischen Teilstrahlengänge jeweils bekannte Tubuslinsen (**2a**) bzw. Tubusobjektive, von denen in dieser Darstellung lediglich eines sichtbar ist.

[0028] Das – nicht dargestellte – optische System des Stereomikroskopes weist einen bekannten optischen Rufbau mit einem Hauptobjektiv und einer nachfolgenden Vergrößerungswechsel-Einrichtung auf.

[0029] Das Gehäuse (**1**) des Stereomikroskopes verlassen zwei parallele stereoskopische Teilstrahlengänge, die anschließend in den eigentlichen Binokulartubus gelangen. Den Tubuslinsen (**2a**) nachge-

ordnet folgt im dargestellten Ausführungsbeispiel des Binokulartubus eine Prismen-Baugruppe (3, 4a), die aus einem Umlenkprisma (3) für die beiden stereoskopischen Teilstrahlengänge sowie zwei an der Austrittsfläche angeordneten Dachkantprismen (4a) besteht. In der Darstellung der Fig. 1 ist selbstverständlich jeweils nur der vom Beobachter aus linke stereoskopische Teilstrahlengang und die entsprechenden darin angeordneten optischen Elemente sichtbar.

[0030] Das Umlenkprisma (3) ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als 60°-Prisma ausgeführt und wird von den beiden stereoskopischen Teilstrahlengängen gemeinsam genutzt. Auf der Austrittsfläche des Umlenkprismas (3), die in Richtung der Okulare orientiert ist, ist im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils ein 90°-Dachkantprisma in den beiden stereoskopischen Teilstrahlengängen angeordnet. Zur detaillierten Anordnung bzw. Funktionsweise der kompletten Prismen-Baugruppe (3, 4a) dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus, sei auf die Fig. 3a-Fig. 3c verwiesen.

[0031] Nach erfolgter Bildumkehr in der Prismen-Baugruppe (3, 4a) bzw. den beiden Dachkantprismen (4a) gelangen die stereoskopischen Teilstrahlengänge schließlich auf ein drehbar angeordnetes Umlenkelement (5), welches wiederum von den beiden stereoskopischen Teilstrahlengängen gemeinsam genutzt wird. Als Umlenkelement (5) ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein rechteckförmiger Spiegel vorgesehen. Das Umlenkelement (5) ist um die Schwenkachse (10) drehbar angeordnet, die der Schwenkachse des gesamten erfindungsgemäßen Binokulartubus entspricht. Alternativ zum drehbar gelagerten Umlenkspiegel können selbstverständlich auch andere reflektierende optische Elemente zum Einsatz kommen.

[0032] In einer definierten Orientierung mit dem Umlenkelement (5) verbunden sind die nachfolgend angeordneten optischen Elemente des erfindungsgemäßen Binokulartubus. Dies sind im einzelnen die dem Umlenkelement (5) nachgeordneten Rhombusprismen (6a), Sehfeldblenden (9a) sowie die Okularlinsen (7a, 8a) im jeweiligen stereoskopischen Teilstrahlengang.

[0033] In Fig. 1 sind nunmehr zwei mögliche, extreme Schwenkstellungen dieser ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus dargestellt. Deutlich erkennbar ist hierbei, daß die Prismen-Baugruppe (3, 4a) in jeder Schwenkstellung eine definierte, feste Orientierung zum Gehäuse (1) des Stereomikroskopes aufweist, während das Umlenkelement (5) sowie die nachfolgend angeordneten optischen Elemente (6a, 9a, 7a, 8a) in jeweils fixer Relativorientierung zueinander zum Gehäuse (1) des Stereomikroskopes schwenkbar sind.

[0034] Die beiden eingezeichneten Schwenkstellungen entsprechen Winkeln zwischen der optischen Achse der Teilstrahlengänge und der Horizontalen von 60° und 10°. Der Binokulartubus dieses Ausführungsbeispiels gestattet demnach einen Schwenkbereich in einem Winkelbereich von insgesamt 50°. Wie bereits im Binokulartubus aus der DE 26 54 778 A1 wird das um die Schwenkachse drehbar gelagerte Umlenkelement (5) beim Verschwenken um den jeweils halben Verschwenkwinkel des Binokulartubus mitgedreht. Bei einem Verschwenkwinkelbereich des Binokulartubus von 50° ergibt sich damit ein Winkelintervall von 25°, in dem das Umlenkelement (5) drehbar ist.

[0035] Eine Draufsicht auf die Anordnung der einzelnen optischen Elemente der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus ist in Fig. 2 dargestellt.

[0036] Deutlich erkennbar ist hierbei nunmehr der Aufbau der Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b), bestehend aus dem gemeinsam genutzten Umlenkprisma (3) und den beiden, auf der Austrittsfläche auf gekitteten 90°-Dachkantprismen (4a, 4b), über die ein Strahlversatz der optischen Achsen (11a, 11b) der eintretenden stereoskopischen Teilstrahlengänge erfolgt. Die optischen Achsen (11a, 11b) der stereoskopischen Teilstrahlengänge werden hierbei nach dem Passieren der Dachkantprismen (4a, 4b) jeweils nach außen versetzt, d.h. es resultiert ein größerer Abstand d' der beiden optischen Achsen (11a, 11b) nach dem Durchtritt durch die Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b) im Vergleich zum Abstand d beim Eintritt in die Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b). Dieser Achsversatz $\delta d := d' - d$ ist insofern vorteilhaft, als dadurch der zur Verfügung stehende freie Durchmesser für die beiden Rhombusprismen (6a, 6b) vergrößert wird und damit auch mehr Raum für die Drehung der beiden Rhombusprismen (6a, 6b) zur Verfügung steht. Dadurch wird die konstruktive Ausführung des Binokulartubus wesentlich erleichtert. Die Drehbarkeit der beiden Rhombusprismen (6a, 6b) inklusive der nachgeordneten Okularlinsen (7a, 8a; 7b, 8b) um die jeweilige optische Achse (11a, 11b) ist erforderlich, um die gewünschte Einstellbarkeit des Augenabstandes für den Beobachter zu gewährleisten.

[0037] Verschiedene Ansichten des im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und Fig. 2 eingesetzten Prismen-Baugruppe sind in den Fig. 3a – Fig. 3c dargestellt.

[0038] Fig. 3a zeigt hierbei die Seitenansicht des 60°-Umlenkprismas (3) und das vom Beobachter aus linke Dachkantprisma (4a). Ebenfalls dargestellt ist in Fig. 3a die optische Achse (11a) des eintretenden linken stereoskopischen Teilstrahlenganges und die erfolgenden Reflexionen an den entsprechenden Flächen in der Prismen-Baugruppe (3, 4a).

[0039] Eine Vorderansicht der Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b) ist in [Fig. 3b](#) dargestellt. Deutlich ersichtlich ist hierbei der resultierende Versatz $\delta d = d' - d$ der optischen Achsen (11a, 11b) nach dem erfolgten Durchtritt der stereoskopischen Teilstrahlengänge durch die Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b). Der Abstand d' der beiden optischen Achsen ist nach dem Durchtritt durch die Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b) deutlich vergrößert im Vergleich zum Abstand d der optischen Achsen (11a, 11b) beim Eintritt in das gemeinsam genutzte Umlenkprisma (3). Ebenfalls dargestellt ist in [Fig. 3b](#) jeweils der Austrittspunkt (12a, 12b) der optischen Achsen aus den beiden 90°-Dachkantprismen (4a, 4b).

[0040] Eine perspektivische Darstellung der Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b) sowie der optischen Achsen (11a, 11b) der durchtretenden stereoskopischen Teilstrahlengänge und die erfolgenden Reflexionen an den einzelnen Reflexionsflächen ist in [Fig. 3c](#) dargestellt. Deutlich ersichtlich ist dabei die Anordnung der beiden 90°-Dachkantprismen (4a, 4b) auf der Austrittsfläche des gemeinsam genutzten Umlenkprismas (3), die in Richtung der Okulare orientiert ist. Ebenfalls ersichtlich ist in dieser Darstellung der Aufbau der beiden Dachkantprismen (4a, 4b) mit der jeweiligen Dachkante (15a, 15b).

[0041] Die im Binokulartubus erforderliche Bildumkehr erfolgt demnach im erfindungsgemäßen Binokulartubus über die Dachkantprismen (4a, 4b) in der vorab beschriebenen Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b). Der erfindungsgemäße Aufbau dieser Ausführungsform der Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b) erlaubt nunmehr sowohl einen kompakten Aufbau sowie desweiteren die gewünschte Vergrößerung des Abstandes der beiden optischen Achsen (11a, 11b) der stereoskopischen Teilstrahlengänge.

[0042] Neben der in diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Wahl des Umlenkprismas und den daran angeordneten Dachkantprismen zur Bildumkehr können selbstverständlich erfindungsgemäß auch alternative Umlenkprismen bzw. Prismenanordnungen mit einer Dachkante zur Bildumkehr eingesetzt werden. Wesentlich ist jeweils die erforderliche Bildumkehr aufgrund einer ungeraden Anzahl erfolgreicher Reflexionen und der resultierende Versatz der Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge.

[0043] So ist etwa auch der Einsatz eines sogenannten Prismas mit unechter Dachkante möglich, bei dem keine Pupillenteilung durch die Dachkante erfolgt, sondern eine Dachfläche die volle Pupille reflektiert. Hierbei würden an die Fertigungstoleranzen des Dachkantwinkels keine so hohen Anforderungen gestellt, um die optischen Spezifikationen zu erfüllen.

[0044] Eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus für ein Stereomikros-

kop ist in [Fig. 4](#) dargestellt.

[0045] Die vom optischen System des Stereomikroskopes kommenden Teilstrahlengänge gelangen nach dem Durchtritt durch die Tubuslinsen (102a) auf das schwenkbar angeordnete Umlenkelement (105), das um die Schwenkachse (110) drehbar ist. In fester Relativorientierung mit dem Umlenkelement (105) verbunden sind die nachfolgend angeordneten optischen Elemente (103, 104a, 106a, 109a, 107a, 108a) des Binokulartubus. Nach der Umlenkung der stereoskopischen Teilstrahlengänge über das Umlenkelement (105) gelangen diese auf eine Prismen-Baugruppe, bestehend aus einem wiederum gemeinsam genutzten Umlenkprisma (103) sowie zwei daran angeordneten Dachkantprismen (104a), von denen in der Darstellung der [Fig. 4](#) nur eines sichtbar ist. Nach der erfolgten Bildumkehr in den Dachkantprismen (104a) treffen die stereoskopischen Teilstrahlengänge wiederum auf die beiden drehbar um die optische Achse angeordneten Rhombusprismen (106a), mit denen die Einstellung der Pupillendistanz. des Beobachters erfolgt. Den Rhombusprismen (106a) nachgeordnet ist jeweils eine Sehfeldblende (109a) sowie die Okularoptik (107a, 108a) in den stereoskopischen Teilstrahlengängen.

[0046] Ebenso wie im ersten Ausführungsbeispiel der [Fig. 1-3](#) ist auch in diesem Ausführungsbeispiel eine kompakt bauende Prismen-Baugruppe (103, 104a) im erfindungsgemäßen Binokulartubus angeordnet, die wiederum die gewünschte Vergrößerung des Abstandes der optischen Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge und die erforderliche Bildumkehr über die Dachkantprismen bewirkt.

[0047] Eine dritte mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus ist in [Fig. 5](#) in einer Seitenansicht dargestellt. Bei der dargestellten Ausführungsform handelt es sich um einen Binokulartubus, der aus einer sogenannten Geradsicht-Position heraus um einen definierten Winkelbetrag verschwenkt werden kann. Unter einer Geradsicht-Position sei hierbei eine Position des Binokulartubus verstanden, bei der die optischen Achsen der Okulare parallel zur optischen Achse des Mikroskopes ausgerichtet sind. Ein derartiger Binokulartubus ist beispielsweise bei einem Operationsmikroskop in der Neurochirurgie von Vorteil.

[0048] Die das Gehäuse (200) des Stereomikroskopes verlassenden stereoskopischen Teilstrahlengänge gelangen über die beiden Tubuslinsen (202a) auf die in fixer Relativ-Anordnung zum Gehäuse (200) vorgesehene Prismen-Baugruppe. Von den beiden Tubuslinsen (202a) ist in der Darstellung der [Fig. 5](#) wiederum nur eine sichtbar. Die Prismen-Baugruppe besteht aus einem Umlenkprisma (203) sowie zwei daran angeordneten Dachkant-Prismen (204a), von denen in der Darstellung der [Fig. 5](#) ebenfalls nur ei-

nes sichtbar ist. Im Gegensatz zu den beiden vorab beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die beiden Dachkant-Prismen (204a) nunmehr auf der Eintrittsfläche des Umlenkprismas (203) angeordnet. Die stereoskopischen Teilstrahlengänge durchsetzen nach dem Durchtritt der Tubuslinsen (202a) demzufolge zuerst die beiden Dachkant-Prismen (204a) und werden erst anschließend über das Umlenkprisma (203) geeignet abgelenkt.

[0049] Die beiden Dachkant-Prismen (204a) sind ebenso wie in den vorab beschriebenen Ausführungsbeispielen derart angeordnet, daß nach Durchtritt der stereoskopischen Teilstrahlengänge ein Parallel-Versatz nach außen hin erfolgt.

[0050] Nach der Bildumkehr in den beiden Dachkant-Prismen (204a) gelangen die stereoskopischen Teilstrahlengänge über das Umlenkprisma (203) in Richtung der nachfolgend angeordneten optischen Elemente des erfindungsgemäßen Binokulartubus. In ebenfalls fester Relativorientierung zu den Tubuslinsen (204a) bzw. zur Prismen-Baugruppe folgt nachgeordnet ein weiteres optisches Element in Form eines Kittglieds (212).

[0051] Dem Kittglied (212) wiederum nachgeordnet folgt der bewegliche Teil dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus. Hierbei treffen die beiden stereoskopischen Teilstrahlengänge zunächst auf ein Umlenkelement (205) in Form eines gemeinsam genutzten Schwenkspiegels. Das Umlenkelement (205) ist zusammen mit den nachfolgenden optischen Elementen des Binokulartubus drehbar um eine Achse (210) gelagert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Drehung aus der Geradsichtposition heraus um 30° möglich. Neben der Geradsicht-Stellung ist in Fig. 5 desweiteren die Lage der optischen Achse in der um 30° verschwenkten Position dargestellt. Über das Umlenkelement (205) werden die stereoskopischen Teilstrahlengänge zumindest teilweise wieder in die Richtung des betrachteten Objektes zurück umgelenkt. Dadurch ist eine deutliche Verkürzung der Gesamt-Baulänge dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus realisierbar.

[0052] Zum beweglichen Teil des Binokulartubus gehören desweiteren die dem Umlenkelement (205) bzw. Schwenkspiegel nachgeordneten beiden Rhombusprismen (206a) sowie die – nicht dargestellten – Okularlinsen in den beiden Okularen (211). Die beiden Rhombusprismen (206a) wiederum sind um eine Achse beweglich gelagert, die senkrecht zur Prismen-Längsachse orientiert ist und ermöglichen durch entsprechendes Verdrehen um diese Achse die Einstellung der gewünschten Pupillendistanz.

[0053] Diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Binokulartubus bietet nunmehr eine extrem

kurzbauende Variante eines Stereomikroskopes, bei der aus einer Geradsichtposition heraus der Binokulartubus verschwenkt werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn ein möglichst kurzer Arbeitsabstand zwischen dem Operationsmikroskop und dem Patienten gewünscht wird.

Patentansprüche

1. Binokulartubus für ein Stereomikroskop
 - mit einem ersten Dachkant-Prisma (4a, 104a), das als Bildumkehr-Element wirkt und von einem ersten stereoskopischen Teilstrahlengang (11a) durchsetzt wird,
 - mit einem zweiten Dachkant-Prisma (4b), das als Bildumkehr-Element wirkt und von einem zweiten stereoskopischen Teilstrahlengang (11b) durchsetzt wird, wobei
 - ein Umlenkprisma (3, 103) vorgesehen ist, das den ersten- und den zweiten stereoskopischen Teilstrahlengang (11a, 11b) von einer Eintrittsfläche zu einer Austrittsfläche umlenkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - das erste Dachkant-Prisma (4a, 104a) und das zweite Dachkant-Prisma (4b) auf einer Eintrittsfläche oder Austrittsfläche des Umlenkprismas (3, 103) angeordnet sind, wobei
 - das Umlenkprisma (3, 103) mit dem ersten Dachkant-Prisma (4a, 104a) und dem zweiten Dachkant-Prisma (4b) eine Prismenbaugruppe bildet, und wobei
 - der erste stereoskopische Teilstrahlengang (11a) das erste Dachkant-Prisma (4a, 104a) von einer Eintrittsfläche zu einer von der Eintrittsfläche verschiedenen Austrittsfläche und der zweite stereoskopische Teilstrahlengang (11b) das zweite Dachkant-Prisma (4a, 104a) von einer Eintrittsfläche zu einer von der Eintrittsfläche verschiedenen Austrittsfläche durchläuft, wodurch ein seitlicher Versatz der stereoskopischen Teilstrahlengänge (11a, 11b) bewirkt wird.
2. Binokulartubus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Umlenkelement (5) für die beiden stereoskopischen Teilstrahlengänge (11a, 11b) vorgesehen ist, das um eine Schwenkachse (10) drehbar angeordnet ist.
3. Binokulartubus nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Dachkant-Prismen (4a, 4b; 104a) auf der Austrittsfläche des Umlenkprismas (3; 103) angeordnet sind.
4. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkprisma (3) als 60°-Prisma ausgeführt ist, das von den beiden stereoskopischen Teilstrahlengängen gemeinsam nutzbar ist und auf die in Richtung Okular orientierte Austrittsfläche des Umlenkprismas (3) je ein 90°-Dachkantprisma (4a, 4b) aufgekittet und versetzt zu den opti-

schen Achsen (**11a**, **11b**) der stereoskopischen Teilstrahlengänge angeordnet ist.

5. Binokulartubus nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die 90°-Dachkantprismen (**4a**, **4b**) als Halbwürfelpisma mit Dachkante ausgeführt sind.

6. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Dachkantprismen (**4a**, **4b**, **104a**) so angeordnet sind, daß für die durchtretenden stereoskopischen Teilstrahlengänge nach erfolgtem Durchtritt eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den optischen Achsen (**11a**, **11b**) der stereoskopischen Teilstrahlengänge resultiert.

7. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den stereoskopischen Teilstrahlengängen zwischen den Okularen und der Prismen-Baugruppe (**3**, **4a**, **4b**; **103**, **104a**) je ein um die optische Achse (**11a**, **11b**) schwenkbares, zur Einstellung des Augenabstandes dienendes Rhombusprisma (**6a**; **106a**) angeordnet ist.

8. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismen-Baugruppe (**3**, **4a**, **4b**) in einer gleichbleibenden Orientierung relativ zum Mikroskop-Gehäuse (**1**) angeordnet ist und die nachfolgend angeordneten optischen Elemente in den stereoskopischen Teilstrahlengängen des Binokulartubus gemeinsam mit dem optischen Umlenkelement (**5**) um die Schwenkachse (**10**) drehbar angeordnet sind.

9. Binokulartubus nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkelement (**5**) in einem Winkelintervall von 25° drehbar angeordnet ist.

10. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Umlenkelement (**105**) inklusive der nachgeordneten Prismen-Baugruppe (**103**, **104a**) sowie der weiteren optischen Elemente des Binokulartubus in definierter, gleichbleibender Relativorientierung zueinander um die Schwenkachse (**110**) drehbar angeordnet sind.

11. Binokulartubus nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Dachkant-Prismen (**204a**, **204b**) auf der Eintrittsfläche des Umlenkprismas (**203**) angeordnet sind.

12. Binokulartubus nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Prismen-Baugruppe in gleichbleibender Relativ-Orientierung zum Gehäuse (**200**) des Stereomikroskopes angeordnet ist und das Umlenkelement (**205**) sowie die dem Umlenkelement (**205**) nachgeordneten optischen Elemente (**206a**) um eine Achse (**210**) drehbar relativ zur Prismen-Baugruppe angeordnet sind.

13. Binokulartubus nach Anspruch 12, dadurch

gekennzeichnet, daß das Umlenkelement (**205**) und die nachgeordneten optischen Elemente (**206a**) in fester Relativ-Anordnung zueinander angeordnet sind.

14. Binokulartubus nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß über das Umlenkelement (**205**) eine zumindest teilweise Umlenkung der stereoskopischen Teilstrahlengänge in die Richtung des betrachteten Objektes erfolgt.

15. Binokulartubus nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Umlenkelement (**205**) in den stereoskopischen Teilstrahlengängen Rhombusprismen (**206a**) sowie Okularlinsen nachgeordnet sind.

16. Binokulartubus nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rhombusprismen (**206a**) drehbar um eine Achse gelagert sind, die jeweils senkrecht zur Prismen-Längsachse orientiert ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

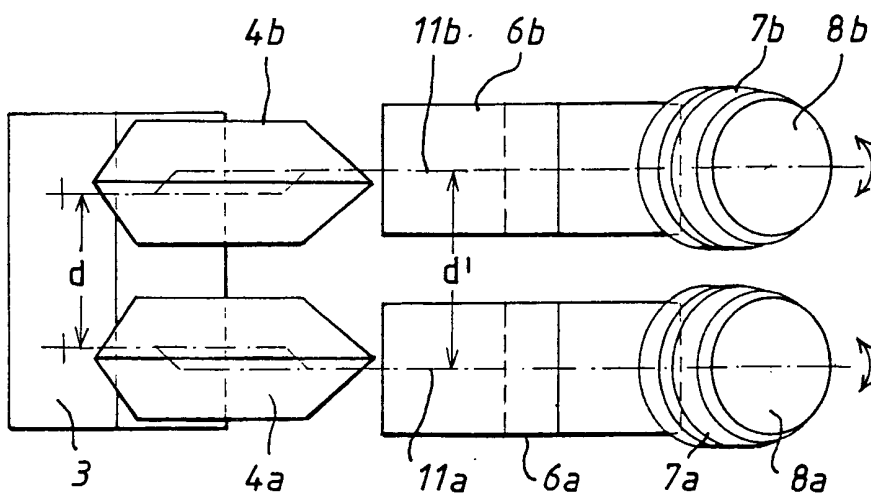
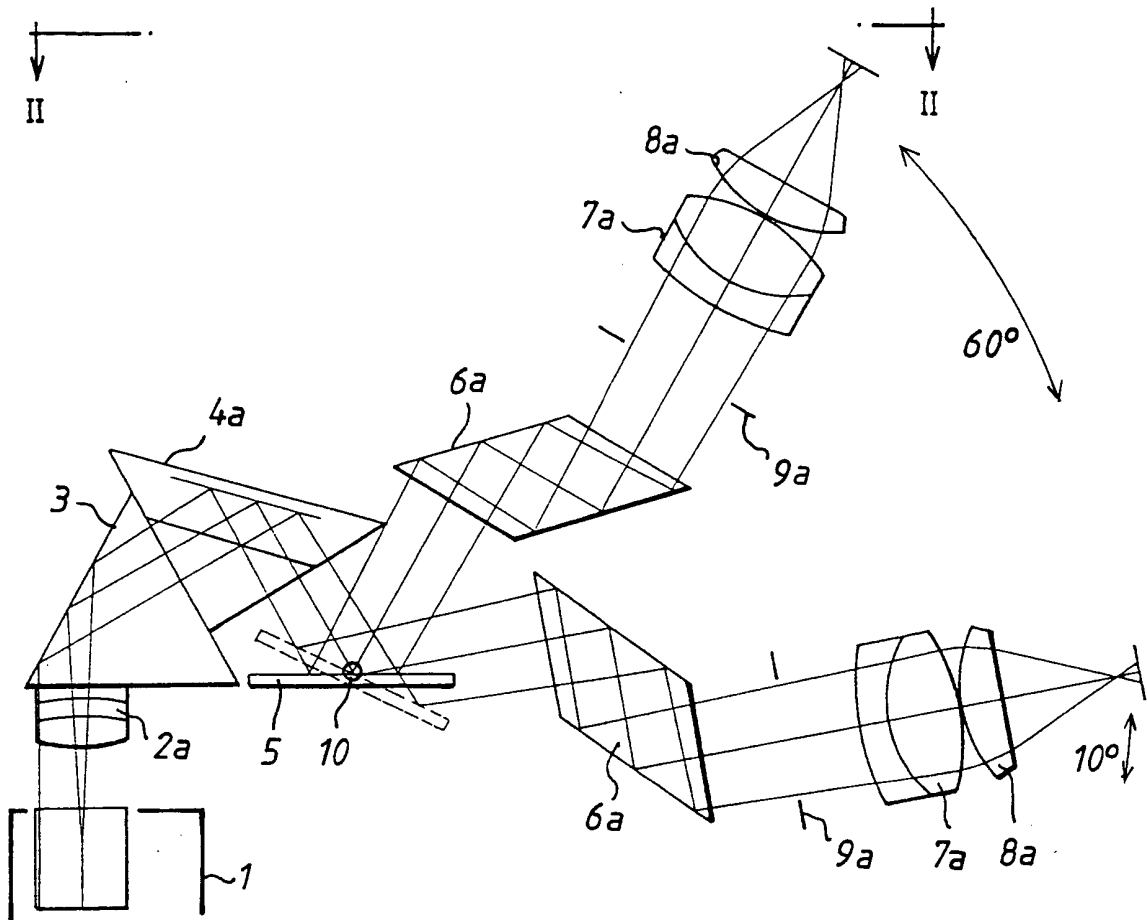


FIG. 2

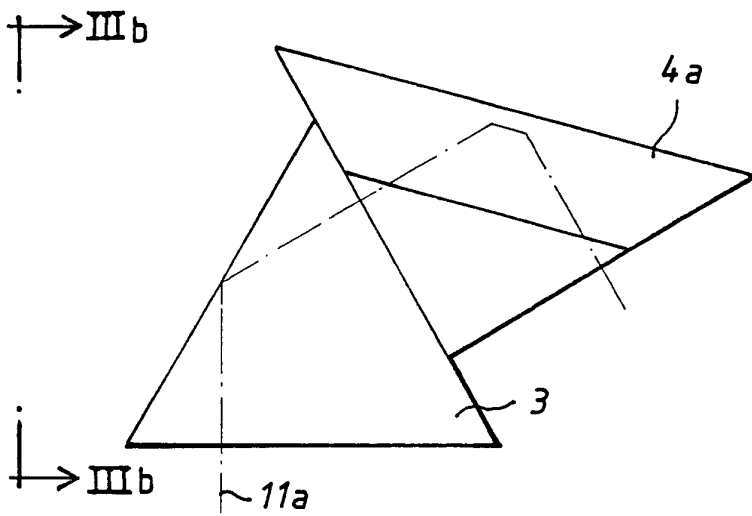


FIG. 3a

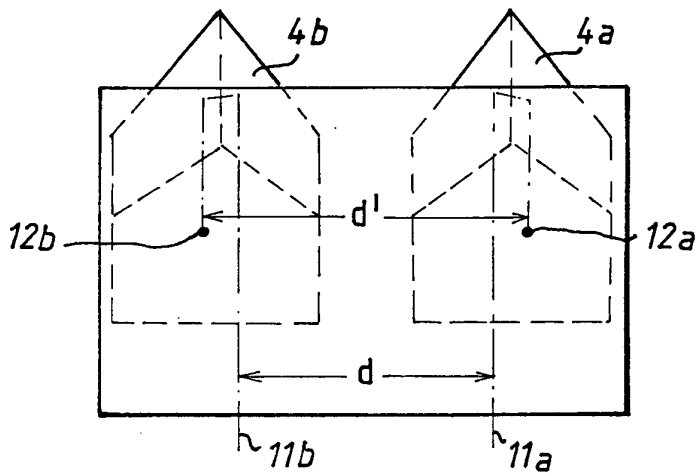


FIG. 3b

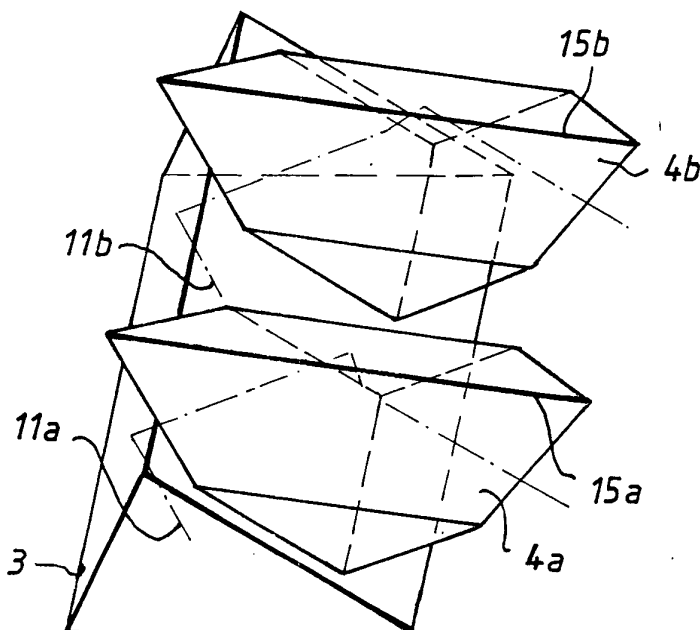


FIG. 3c

FIG. 4

