



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ **CH 689 653 A5**

⑤① Int. Cl.⁶: G 02 B 021/22
G 02 B 005/04
A 61 B 001/00
A 61 B 019/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT A5**

⑳ Gesuchsnummer: 00528/95

㉒ Anmeldungsdatum: 24.02.1995

③① Priorität: 24.03.1994 DE A4410147.3

㉔ Patent erteilt: 30.07.1999

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.07.1999

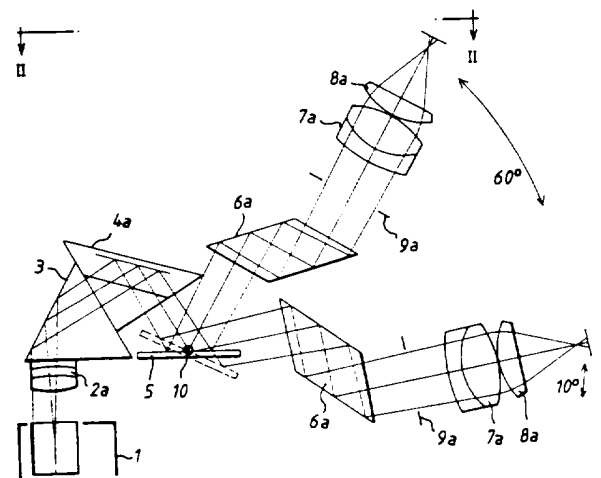
⑦③ Inhaber:
Firma Carl Zeiss, D-89520 Heidenheim/Brenz (DE)

⑦② Erfinder:
Lücke, Christian, Oberkochen (DE)
Vry, Uwe, Dr., Aalen (DE)
Lemcke, Ulrich, Heidenheim/Brenz (DE)

⑦④ Vertreter:
Denemeyer AG, Schulhausstrasse 12,
8002 Zürich (CH)

⑤④ **Binokulartubus für ein Stereomikroskop.**

⑤⑦ In einem schwenkbaren Binokulartubus für ein Stereomikroskop ist eine Prismen-Baugruppe (3, 4a) vorgesehen, die als Umlenkprisma (3) mit zwei aufgeklebten Dachkantprismen (4a) ausgeführt ist, wobei die beiden stereoskopischen Teilstrahlengänge versetzt angeordnet sind.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Binokulartubus für ein Stereomikroskop nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Binokulartuben für Stereomikroskope mit optischer Strahlentwicklung 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.

Des weiteren wird bei Operationsmikroskopen üblicherweise eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Veränderung des Einblickwinkels zwischen dem Gehäuse des Stereomikroskopes und dem Binokulartubus gewünscht. Ferner sollte ein derartiger Einokulartubus eine Möglichkeit zur Einstellung des Augenabstandes bieten.

Ein gattungsgemässer Binokulartubus, der diesen Anforderungen grundsätzlich entspricht, ist beispielsweise aus der DE 2 654 778 der Anmelderin bekannt. Der dort beschriebene Binokulartubus ist um eine senkrecht zu den optischen Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge orientierte Schwenkachse drehbar angeordnet. 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. Des weiteren 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.

Mit zunehmenden Anforderungen an die Arbeitsergonomie 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.

Der Binokulartubus aus der DE 2 654 778 beinhaltet ferner ein Optikbauteil, das aus einer Prismengruppe mit beidseitig angekitteten Linsen besteht. Ein derartiges Optikbauteil stellt hinsichtlich der Fertigung hohe Anforderungen.

Ein weiterer gattungsgemässer Binokulartubus für ein Stereomikroskop ist aus der DE 3 718 843 bekannt. Die in diesem Binokulartubus eingesetzten optischen Bildumkehr-Elemente bestehen aus Spiegel-Prismen-Kombinationen, die vom Strahlengang-Verlauf her Porro-Prismen 2. Art ähneln. Diese bauen jedoch sehr voluminös und führen insgesamt zu einer entsprechend ausladenden Bauweise des ge-

samten Binokulartubus, was mitunter störend für den Beobachter ist. Ferner resultieren verhältnismässig lange Glas- und Luftwege bei einem derartigen Aufbau. Schliesslich sind für die stereoskopischen Teilstrahlengänge jeweils separate Umlenkelemente in Form getrennter Schwenkspiegel vorgesehen, die dementsprechend auch separat zu justieren sind. Es ergibt sich somit ein hoher Justage-Aufwand.

Des weiteren sind bei diesen Binokulartubus in jedem der stereoskopischen Teilstrahlengänge zwei Kittglieder erforderlich, was wiederum zu einer sehr ungünstigen Pupillenlage führt.

Eine weitere Variante eines gattungsgemässen Binokulartubus für Stereomikroskope ist aus der G 9 308 044.1 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. Des weiteren gestaltet sich dann die Verstellmöglichkeit für die geforderte variable Pupillendistanz mit dem dort beschriebenen Binokulartubus als äusserst aufwendig bzw. überhaupt nicht realisierbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die erwähnten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden. Neben einer möglichst optimalen Ergonomie für den Beobachter ist insbesondere eine gute Abbildungsqualität ohne auftretende Vignettierungen im Binokulartubus wünschenswert. Ebenso sollte der Justage- und Fertigungsaufwand reduziert werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Binokulartubus für ein Stereomikroskop mit den Massnahmen aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1. Vorteilhaft ausgestaltete Ausführungen ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäss ist nunmehr eine Prismen-Baugruppe im Binokulartubus 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.

Insgesamt resultiert in einer möglichen Ausführungsform nunmehr ein hinreichender Schwenkbereich des erfindungsgemässen Binokulartubus in einem Winkelintervall von 50°, d.h. entsprechend gute ergonomische Bedingungen für den operierenden Chirurgen.

Des weiteren ist in einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Binokulartubus eine Reduzierung des Justieraufwandes als auch des fertigungstechnischen Aufwands im Vergleich zum Stand der Technik die Folge, da pro Strahlengang lediglich ein achromatisches Kittglied erforderlich ist.

Ferner erlaubt das erfindungsgemässe Konzept des Binokulartubus nunmehr auch grössere Durchmesser des mittels der Okulare betrachteten Zwischenbildes, ohne dass sich Vignettierungen für den Beobachter als unerwünschte Folge ergeben.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Binokulartubus ist ferner ein Verschwenken aus einer sogenannten Geradsichtposition heraus möglich. Unter einer Geradsichtposition sei hierbei eine Stellung des Binokulartubus verstanden, bei der die Einblickrichtung durch den Binokulartubus parallel zur optischen Achse des Stereo-Mikroskopes hin ausgerichtet ist. Ein derartiger 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 Mikroskop- und Okularachse deutlich minimiert werden.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten des erfindungsgemässen Binokulartubus ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

Fig. 1 den prinzipiellen Strahlengang und die Anordnung der wesentlichen Elemente eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Binokulartubus in zwei Schwenk-Stellungen;

Fig. 2 eine Draufsicht auf die optischen Elemente des erfindungsgemässen Binokulartubus aus dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1;

Fig. 3a–3c jeweils eine verschiedene Ansicht der Prismen-Baugruppe aus den Fig. 1 und 2;

Fig. 4 den prinzipiellen Strahlengang und die Anordnung der wesentlichen Elemente in einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Binokulartubus;

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.

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.

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 eine sichtbar ist.

Das – nicht dargestellte – optische System des Stereomikroskopes weist einen bekannten optischen Aufbau mit einem Hauptobjektiv und einer nachfolgenden Vergrösserungswechsel-Einrichtung auf. Das Gehäuse (1) des Stereomikroskopes verlassen zwei parallele stereoskopische Teilstrahlengänge, die anschliessend in den eigentlichen Binokulartubus gelangen. Den Tubuslinsen (2a) nach-

geordnet 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.

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–3c verwiesen.

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.

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.

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.

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 2 654 778 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.

Eine Draufsicht auf die Anordnung der einzelnen optischen Elemente der ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen Binokulartubus ist in Fig. 2 dargestellt. 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 aufgekitteten 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.

Verschiedene Ansichten des im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 eingesetzten Prismen-Baugruppe sind in den Fig. 3a–3c dargestellt. Fig. 3a zeigt hierbei die Seitenansicht des 60° -Umlenkprisma (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).

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).

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 Umlenkprisma (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).

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 des weiteren die gewünschte Vergrösserung des Abstandes der beiden optischen Achsen (11a, 11b) der stereoskopischen Teilstrahlengänge.

Neben der in diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Wahl des Umlenkprisma 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 erfolgender Reflexionen und der resultierende Versatz der Achsen der stereoskopischen Teilstrahlengänge. 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.

Eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Binokulartubus für ein Stereomikroskop ist in Fig. 4 dargestellt.

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 angeordnet.

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.

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.

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 eines 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. 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.

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).

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 des weiteren 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.

Zum beweglichen Teil des Binokulartubus gehören des weiteren 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.

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 mindestens einem gemeinsamen optischen Umlenkelement für die beiden stereoskopischen Teilstrahlengänge, das um eine Schwenkachse drehbar angeordnet ist, und mindestens einem optischen Bildumkehr-Element, dadurch gekennzeichnet, dass eine Prismen-Baugruppe (3, 4a, 4b; 103, 104a) vorgesehen ist, die aus einem Umlenkprisma (3, 103) besteht, auf dessen Austritts- oder Eintrittsfläche zwei Dachkant-Prismen (4a, 4b; 104a) als optische Bildumkehr-Elemente relativ zu den optischen Achsen (11a, 11b) der stereoskopischen Teilstrahlengänge versetzt angeordnet sind.

2. Binokulartubus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Dachkant-Prismen (4a, 4b; 104a) auf der Austrittsfläche des Umlenkprismas (3; 103) angeordnet sind.

3. Binokulartubus nach Anspruch 2, 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 optischen Achsen (11a, 11b) der stereoskopischen Teilstrahlengänge angeordnet ist.

4. Binokulartubus nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die 90°-Dachkantprismen (4a, 4b) als Halbwürfelpisma mit Dachkante ausgeführt sind.

5. Binokulartubus nach Anspruch 2, 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.

6. Binokulartubus nach Anspruch 2, 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.

5

7. Binokulartubus nach Anspruch 2, 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.

10

15

8. Binokulartubus nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkelement (5) in einem Winkelintervall von 25° drehbar angeordnet ist.

20

9. Binokulartubus nach Anspruch 2, 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.

25

10. Binokulartubus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Dachkant-Prismen (204a) auf der Eintrittsfläche des Umlenkprismas (203) angeordnet sind.

30

11. Binokulartubus nach Anspruch 10, 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.

35

40

12. Binokulartubus nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkelement (205) und die nachgeordneten optischen Elemente (206a) in fester Relativ-Anordnung zueinander angeordnet sind.

45

13. Binokulartubus nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass über das Umlenkelement (205) eine zumindest teilweise Umlenkung der stereoskopischen Teilstrahlengänge in die Richtung des betrachteten Objektes erfolgt.

50

14. Binokulartubus nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass dem Umlenkelement (205) in den stereoskopischen Teilstrahlengängen Rhombusprismen (206a) sowie Okularlinsen nachgeordnet sind.

55

15. Binokulartubus nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Rhombusprismen (206a) drehbar um eine Achse gelagert sind, die jeweils senkrecht zur Prismen-Längsachse orientiert ist.

60

65

6

FIG. 1

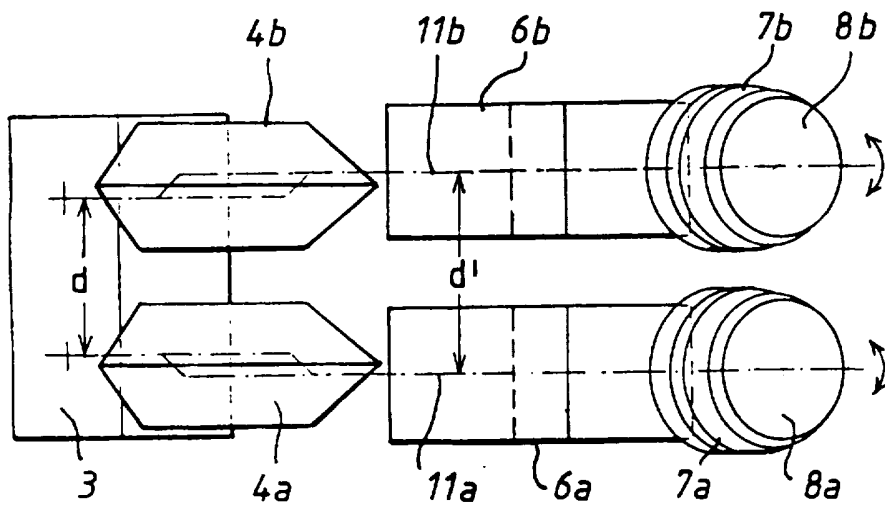
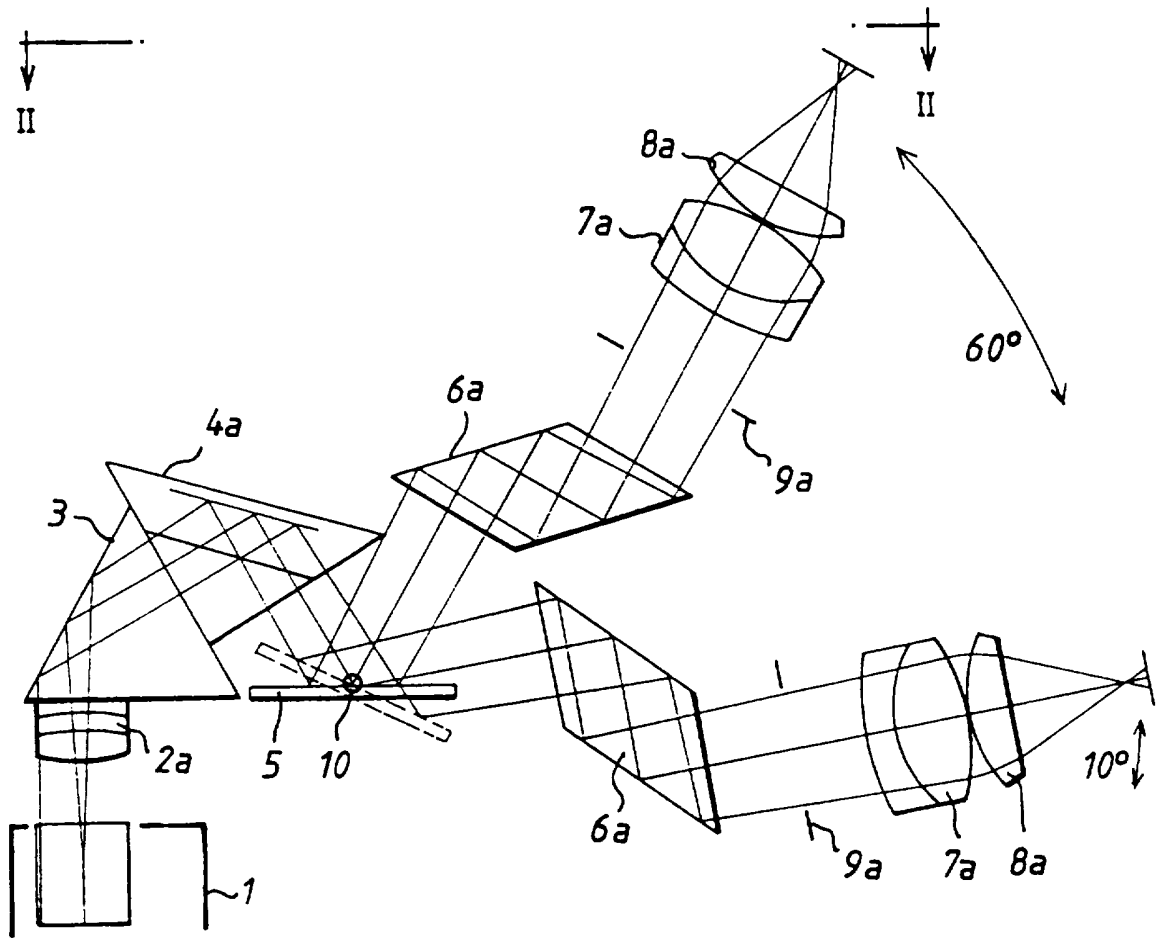


FIG. 2

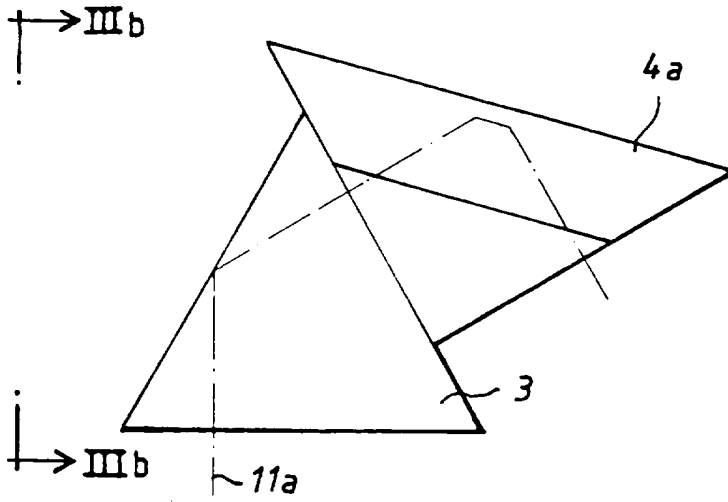


FIG. 3a

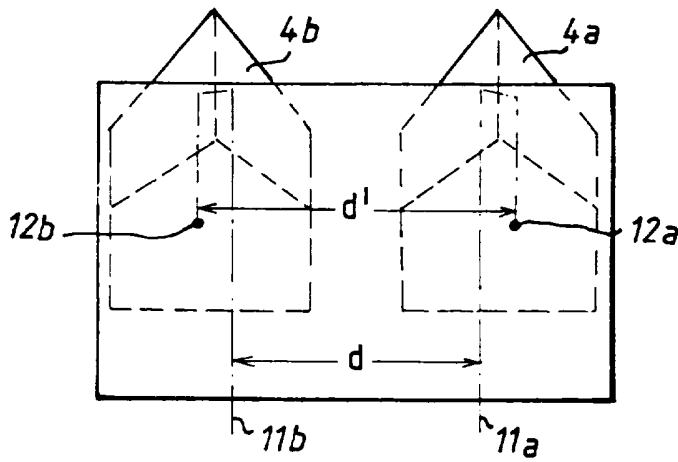


FIG. 3b

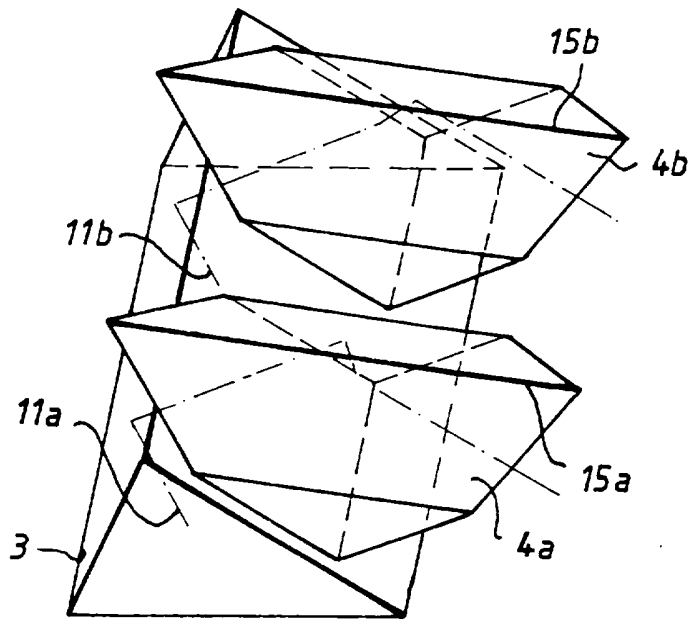


FIG. 3c

FIG. 4

