



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 903 A5

51 Int. Cl.⁷: G 02 B 021/22
G 02 B 015/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 03288/95

22 Anmeldungsdatum: 22.11.1995

30 Priorität: 23.12.1994 DE 4446210

24 Patent erteilt: 14.01.2000

45 Patentschrift
veröffentlicht: 14.01.2000

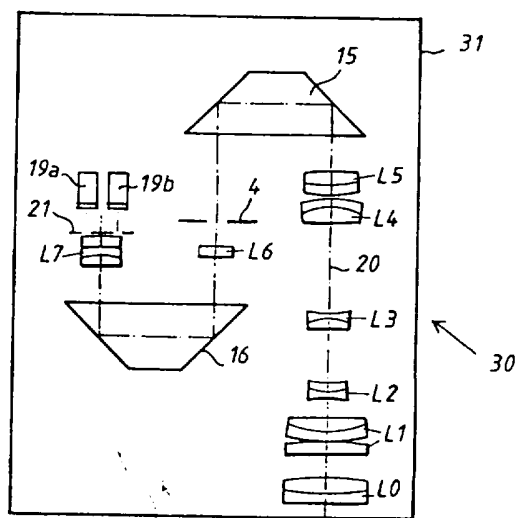
73 Inhaber:
Firma Carl Zeiss, D-89520 Heidenheim/Brenz (DE)

72 Erfinder:
Dr. Fritz Strähle, Im Brühl 41, 73540 Heubach (DE)

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

54 Zoom-System für mindestens zwei stereoskopische Beobachtungs- oder Dokumentationsstrahlengänge.

57 Ein Zoom-System für mindestens zwei stereoskopische Beobachtungsstrahlengänge umfasst ein mehrgliedriges pankratisches Vergrößerungssystem (L1, L2, L3, L4) sowie ein, dem pankratischen Vergrößerungssystem (L1, L2, L3, L4) beobachtungs- und/oder dokumentationsseitig nachgeordnetes afokales Umkehrsystem (L5, L6, L7), das die stereoskopische Pupillenebene bzw. die Gerätepupillen der vorgesehenen nachgeordneten Beobachtungs- oder Dokumentationseinheit (19a, 19b) etwa in die Mitte des pankratischen Vergrößerungssystems (L1, L2, L3, L4) abbildet. Insbesondere geeignet ist das Zoom-System für ein Stereomikroskop (30).



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zoom-System für mindestens zwei stereoskopische Beobachtungs- oder Dokumentations-Strahlengänge einer nachgeordneten Beobachtungs- oder Dokumentations-

einheit, z.B. einem Stereomikroskop.
Bekannte, nach dem Teleskopprinzip aufgebaute Stereomikroskope umfassen üblicherweise ein gemeinsames Hauptobjektiv für die beiden stereoskopischen Beobachtungs-Strahlengänge. Das verwendete Hauptobjektiv kann hierbei sowohl festbrennweitig oder aber mit variabler Brennweite ausgeführt sein. Dem Hauptobjektiv ist zumeist ein pankratisches Vergrößerungssystem nachgeordnet, wobei für jeden der beiden stereoskopischen Beobachtungs-Strahlengänge ein separates pankratisches Vergrößerungssystem vorgesehen ist.

Solche getrennten pankratischen Vergrößerungssysteme für die einzelnen stereoskopischen Beobachtungs-Strahlengänge erfordern nunmehr einen relativ hohen Aufwand. So müssen beispielsweise die einzelnen Vergrößerungssysteme in den beiden stereoskopischen Beobachtungs-Strahlengängen bezüglich Bildlagen und Parallelität der beiden optischen Achsen exakt zueinander justiert werden. Ferner ist für die beiden Vergrößerungssysteme eine hochpräzise Mechanik erforderlich, die den Gleichlauf der optischen Elemente beim Variieren der Vergrößerung gewährleistet. Zudem ergibt sich dabei ein erhöhter Herstellungsaufwand hinsichtlich der in zweifacher Ausfertigung benötigten optischen Elemente.

Zur Lösung der angesprochenen Problematik ist aus den deutschen Offenlegungsschriften DE 4 123 279 sowie DE 4 336 715 jeweils bekannt, hinter dem Hauptobjektiv eines derartigen ein pankratisches Vergrößerungssystem anzuordnen, das eine gemeinsame optische Achse mit dem Hauptobjektiv aufweist. Der freie Durchmesser der optischen Komponenten des pankratischen Vergrößerungssystems ist dabei jeweils so gross dimensioniert, dass die beiden stereoskopischen Beobachtungs-Strahlengänge das pankratische Vergrößerungssystem gemeinsam durchsetzen. Grundsätzlich lässt sich über eine derartige Lösung der oben erwähnte Mehraufwand reduzieren bzw. die Justage vereinfachen. Bei einem hohen Zoom-Faktor mit einem grossen Vergrößerungsbereich weist das optische System aus den beiden oben genannten deutschen Offenlegungsschriften nunmehr jedoch den Nachteil auf, dass es aufgrund der dann resultierenden grossen freien Durchmesser relativ voluminös baut. Diese Problematik soll gemäss DE 4 336 715 dadurch entschärft werden, dass eine Strahlumlenkung innerhalb des pankratischen Vergrößerungssystems vorgeschlagen wird.

Auch eine derartige Strahlumlenkung kompliziert den Aufbau des Stereomikroskopes jedoch in unerwünschter Weise, da eine einfache Steuerung der beweglichen Komponenten des pankratischen Vergrößerungssystems aufgrund des nunmehr gefalteten Strahlenganges innerhalb des pankratischen Vergrößerungssystems nicht möglich ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher ein Zoom-System für mindestens zwei stereoskopische oder Beobachtungs-Dokumentations-Strahlengänge zu schaffen, welches auch bei einem grossen Zoom-Faktor eine einfache Steuerung der beweglichen Elemente des Zoom-Systems sicherstellt. Ferner wird ein kompakter Aufbau des Zoom-Systems angestrebt, wobei für den Benutzer wahlweise verschiedenste Beobachtungs- oder Dokumentationsmöglichkeiten gewährleistet sein sollten.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Zoom-System mit den Merkmalen der abhängigen Patentansprüche. Ein Stereomikroskop mit dem erfindungsgemässen Zoom-System ist Gegenstand des Anspruches 11.

Erfindungsgemäss umfasst das Zoom-System neben einem bekannten pankratischen Vergrößerungssystem ein nachgeordnetes afokales Umkehrsystem. Das afokale Umkehrsystem erfüllt hierbei im Wesentlichen zwei Funktionen. Zum einen werden damit die Pupillendurchmesser der stereoskopischen Beobachtungs- oder Dokumentationsstrahlengänge durch die Wahl eines geeigneten Abbildungsstabes des Umkehrsystems verändert, vorzugsweise verkleinert in das pankratische Vergrößerungssystem abgebildet. Gleichzeitig lässt sich dadurch auch die Grösse der jeweiligen Stereobasis, d.h. der Abstand der beiden Beobachtungspupillen einstellen.

Zum anderen können mit Hilfe des afokalen Umkehrsystems die Geräte-Pupillen bzw. Eintrittspupillen des stereoskopischen Beobachtungs- bzw. Dokumentationssystems optimal in das pankratische Vergrößerungssystem abgebildet werden, d.h. es wird eine Abbildung der stereoskopischen Pupillenebene in das pankratische Vergrößerungssystem bewirkt. Hierbei erfolgt die Abbildung der stereoskopischen Pupillenebene über das afokale Umkehrsystem vorzugsweise etwa in die Mitte des jeweiligen pankratischen Vergrößerungssystems.

Auf diese Art und Weise gewährleistet das afokale Umkehrsystem auch eine optimale Korrektur der Bildfehler des pankratischen Vergrößerungssystems.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Aufbaus besteht darin, dass die stereoskopischen Strahlengänge bzw. Strahlenbüschel im pankratischen Vergrößerungssystem miteinander verflochten verlaufen und nur eine relativ geringe Radial-Ausdehnung aufweisen. Als Konsequenz hieraus lässt sich das pankratische Vergrößerungssystem mit einem relativ geringen freien Durchmesser ausführen. Daraus wiederum resultiert eine deutliche Verkürzung der Baulänge des pankratischen Vergrößerungssystems.

Als weiterer Vorteil der kompakten Strahlführung innerhalb des pankratischen Vergrößerungssystems ist aufzuführen, dass trotz der relativ geringen Durchmesser des erfindungsgemässen Zoom-Systems

praktisch keinerlei Vignettierungen auftreten und somit auch kein Intensitätsabfall zwischen Bildmitte und Bildrand resultiert.

Des Weiteren gewährleistet das erfindungsgemässe Zoom-System, dass die Bildintensität über den gesamten Zoom-Bereich konstant bleibt, was insbesondere für Präzisions-Anwendungen wie etwa beim Einsatz eines derartigen Stereomikroskopes als Operationsmikroskop wichtig ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Grösse der Austrittspupillen des erfindungsgemässen Zoom-Systems in der stereoskopischen Pupillenebene auch bei variierender Vergrösserung konstant bleibt.

Über eine Faltung des Strahlenganges lediglich des afokalen Umkehrsystems mit Hilfe eines oder mehrerer geeigneter Umlenkelemente wie Prismen oder Spiegel lässt sich ein kompakter Aufbau des kompletten erfindungsgemässen Zoom-Systemes sicherstellen. Die Vergrösserungsvariation erfolgt in einer derartigen Ausführungsform nach wie vor im linear aufgebauten Teil, d.h. im pankratischen Vergrösserungssystem, während etwa im optischen System aus der DE 43 36 715 hierzu ein gefalteter Strahlengang im pankratischen Vergrösserungssystem erforderlich ist.

Vorteilhafterweise ist über ein entlang der optischen Achse bewegliches Element des pankratischen Vergrösserungssystems auch eine Innenfokussierung innerhalb eines bestimmten Schnittweitenbereiches mit dem erfindungsgemässen Zoom-System realisierbar.

Das erfindungsgemässe Zoom-System ist des Weiteren afokal und ermöglicht deshalb, dass Hauptobjektive unterschiedlicher Brennweite in Verbindung mit dem erfindungsgemässen Zoom-System innerhalb eines Stereomikroskopes eingesetzt werden können. Somit ist eine optionale Anpassung an verschiedenste Arbeitsabstände und Vergrösserungen etc. möglich.

Ferner können als pankratisches Vergrösserungssystem verschiedenste bekannte afokale pankratische Vergrösserungssysteme mit mindestens drei optischen Komponenten zum Einsatz kommen. Entscheidend ist jeweils die optische Auslegung des afokalen Umkehrsystems dergestalt, dass die Geräte-Pupillen des stereoskopischen Beobachtungs- oder Dokumentationssystems nach Lage und Grösse optimal, vorzugsweise etwa in die Mitte des pankratischen Vergrösserungssystems abgebildet werden.

Beobachtungsseitig oder dokumentationsseitig gestattet das erfindungsgemässe Zoom-System den Einsatz eines herkömmlichen Binokulartubus zum unmittelbaren Einblick durch einen Beobachter ebenso wie etwa den Einsatz ein oder mehrerer elektrooptischer Detektoreinheiten, die die Aufzeichnung des jeweiligen Bildes in bekannter Art und Weise übernehmen.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten des erfindungsgemässen Zoom-Systems ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Zeichnungen.

Dabei zeigt

Fig. 1a und 1b je eine seitliche Schnitt-Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Zoom-Systems in Verbindung mit dem festbrennweitigen Hauptobjektiv eines Stereomikroskopes;

Fig. 2 eine schematisierte Darstellung eines Stereomikroskopes mit einem herkömmlichen Binokulartubus, inklusive des erfindungsgemässen Zoom-Systemes;

Fig. 3 eine schematisierte Darstellung eines Stereomikroskopes mit dem erfindungsgemässen Zoom-System sowie zwei im gleichen Gehäuse angeordneten elektrooptischen Detektoreinheiten, wobei ein gefalteter Strahlengang für das afokale Umkehrsystem vorgesehen ist.

Die Fig. 1a und 1b zeigen jeweils eine seitliche Schnitt-Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Zoom-Systems in Verbindung mit einem festbrennweitigen Hauptobjektiv (L0) eines Stereomikroskopes, über das eine gewünschte Objekzebene (OE) betrachtet wird. Eingezeichnet sind in den Fig. 1a und 1b ferner die Bezeichnungen für die einzelnen optischen Komponenten sowie die Linsenradien r_i , Linsendicken d_i sowie Linsenabstände d_i , wie sie im folgenden Datensatz der Tabelle 1 spezifiziert werden.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind lediglich zwei stereoskopische Teilstrahlengänge vorgesehen; es ist jedoch jederzeit möglich, das erfindungsgemässe Zoom-System auch in Verbindung mit mehr als zwei stereoskopischen Teilstrahlengängen einzusetzen, wenn z.B. weitere Teilstrahlengänge für einen Mitbeobachter oder aber zur Dokumentation vorgesehen sind.

Im Folgenden soll der Aufbau des erfindungsgemässen Zoom-Systems ausgehend vom Hauptobjektiv (L0) entlang der optischen Achse (20) des Gesamtsystems erläutert werden. Als Hauptobjektiv (L0) kommen hierbei Hauptobjektive mit verschiedenen Brennweiten grundsätzlich ebenso in Betracht wie Vario-Objektive etc. Dem gemeinsam von mehreren stereoskopischen Beobachtungsstrahlengängen durchsetzten Hauptobjektiv (L0) folgt beobachtungsseitig nachgeordnet das erfindungsgemässe Zoom-System. Dieses besteht zum einen aus einem bekannten mehrgliedrigen, pankratischen Vergrösserungssystem (A), welches unmittelbar dem Hauptobjektiv (L0) nachgeordnet und in Fig. 1b dargestellt ist.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1b umfasst das pankratische Vergrösserungssystem (A) vier optische Komponenten (L1, L2, L3, L4). Ausgehend vom Hauptobjektiv (L0) ist eine erste, sammelnde optische Komponente (L1) vorgesehen, der zwei optische Komponenten (L2, L3) mit zerstreuer optischer Wirkung folgen. Als vierte optische Komponente (L4) des pankratischen Vergrösserungssystems (A) ist eine weitere Komponente (L4) mit sammelnder optischer Wirkung vorgesehen. Sämtliche optischen

Komponenten (L1, L2, L3, L4) des pankratischen Vergrößerungssystems (A) sind im dargestellten Ausführungsbeispiel als Kittglieder bzw. als Kittglied mit Einzellinse ausgeführt.

Zur gewünschten Variation der Vergrößerung werden im dargestellten pankratischen Vergrößerungssystem (A) des erfindungsgemässen Zoom-Systems die beiden inneren, zerstreuerenden optischen Komponenten (L2, L3) in definierter Abhängigkeit voneinander verschoben, was durch die beiden zugeordneten Pfeile verdeutlicht werden soll.

Über den in Tabelle 1 aufgeführten Optik-Datensatz des dargestellten Ausführungsbeispiels des pankratischen Vergrößerungssystems (A) in Tabelle 1 ist eine Vergrößerungs-Variation im Intervall $\Gamma = [0.5-2.0]$ möglich, d.h. es ist ein Zoom-Faktor 4 realisiert.

Ferner ist die erste optische Komponente (L1) des pankratischen Vergrößerungssystems (A) ebenfalls innerhalb eines bestimmten Intervalles entlang der optischen Achse (20) beweglich angeordnet und ermöglicht damit zusätzlich eine Innenfokussierung in einem definierten Schnittweitenbereich von ca. ± 20 mm mit Hilfe des erfindungsgemässen Zoom-Systems. Dies ist insbesondere bei der Verwendung von festbrennweiten Hauptobjektiven ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Zoom-Systems.

Dem pankratischen Vergrößerungssystem (A) nachgeordnet folgt beobachtungs- und/oder dokumentationsseitig ein afokales Umkehrsystem (B) innerhalb des erfindungsgemässen Zoom-Systems, welches in Fig. 1a dargestellt ist. Das afokale Umkehrsystem (B) umfasst im dargestellten Ausführungsbeispiel drei optische Komponenten (L5, L6, L7), wobei zwischen den zwei begrenzenden Komponenten (L5, L7) mit sammelnder optischer Wirkung eine Feldlinse (L6) angeordnet ist. Die beiden sammelnden optischen Komponenten (L5, L7) sind hierbei als zweiteiliges Kittglied (L5) bzw. als Kittglied mit Einzellinse (L7) ausgeführt. Objektseitig benachbart zur Feldlinse (L6) ist ferner eine Feldblende (4) angeordnet.

Beobachtungs- oder dokumentationsseitig ist dem afokalen Umkehrsystem (B) des Weiteren eine Doppelblende (21) nachgeordnet, die zwei Blendenöffnungen für die Stereo-Strahlengänge aufweist. Die beiden Blendenöffnungen besitzen jeweils einen Durchmesser von 4.5 mm und sind in einem Abstand von 10.5 mm voneinander angeordnet, d.h. es resultiert im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Stereobasis von 10.5 mm. Die beiden Blendenöffnungen definieren somit die stereoskopische Pupillenebene, in der die Austritts-Pupillen des Zoom-Systems und die Geräte-Pupillen bzw. Eintritts-Pupillen der nachgeordneten Beobachtungs- oder Dokumentationseinheit zusammenfallen.

Das afokale Umkehrsystem (B) des erfindungsgemässen Zoom-Systems ist nunmehr optisch so dimensioniert, dass die stereoskopische Pupillenebene bzw. die Gerätepupillen der zugehörigen Beobachtungs- oder Dokumentationseinheit ungefähr in die Mitte des pankratischen Vergrößerungssystems (A) hin abgebildet werden. Durch eine derartige Abbildung der stereoskopischen Pupillenebene bzw. Gerätepupillen über das afokale Umkehrsystem (B) wird eine kompakte, verflochtene Strahlführung im pankratischen Vergrößerungssystem (A) erreicht, d.h. eine Einkopplung der in der Ebene der Gerätepupillen bzw. in der stereoskopischen Pupillenebene räumlich getrennten stereoskopischen Teilstrahlengänge. Die erforderlichen freien Durchmesser der optischen Komponenten (L1, L2, L3, L4) des pankratischen Vergrößerungssystems (A) müssen als Folge hieraus nicht besonders gross gewählt werden. Entsprechend reduziert sich demzufolge auch der optische Korrektionsaufwand für die optischen Elemente (L1, L2, L3, L4) des pankratischen Vergrößerungssystems (A).

Eine weitere Verbesserung für die optische Korrektion resultiert aus der optimalen Pupillenlage ungefähr in der Mitte des pankratischen Vergrößerungssystems.

Neben der definierten Lage der abgebildeten Pupillenebene wird durch die Wahl des Abbildungs-massstabes des afokalen Umkehrsystems ferner auch die Grösse bzw. der Durchmesser der Gerätepupillen bestimmt, wie auch die resultierende Stereobasis, d.h. der Pupillenabstand.

Die optischen Daten einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemässen Zoom-Systems sind in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt.

In der Tabelle 1 werden mit r_i die jeweiligen Krümmungsradien der einzelnen Linsen bezeichnet, mit d_i die Abstände zwischen den einzelnen optisch wirksamen Flächen. Die freien Durchmesser wurden mit d_f bezeichnet.

Die verwendeten Bezeichnungen in den beiden Tabellen entsprechen den Bezeichnungen in Fig. 1. Die Durchnummerierung der Radien und Abstände erfolgt hierbei ausgehend von der ersten optischen Komponente (L1) des pankratischen Vergrößerungssystems (A).

Für die Abstände d_5 , d_8 und d_{11} sind in Tabelle 1 die Intervalle der Abstände zu den jeweils benachbarten optisch wirksamen Flächen angegeben, die zur gewünschten Vergrößerungsvariation des pankratischen Vergrößerungssystems (A) in entsprechend definierter Abhängigkeit voneinander verändert werden.

Die blosse Variation der Lage der ersten optischen Komponente (L1) bei definierter Lage der beiden Komponenten L2 und L3 im pankratischen Vergrößerungssystem (A) hingegen dient zur erwähnten Schnittweiten-Variation, d.h. zu der gewünschten Innenfokussierung in einem bestimmten Intervall.

In der folgenden Tabelle 1 sind ferner die jeweiligen Glassorten für die einzelnen Linsen des dargestellten Ausführungsbeispiels angegeben, wobei die Glassorten unter den angegebenen Handelsbezeichnungen bei der Firma Schott Glaswerke, Mainz, zu erhalten sind.

Selbstverständlich stellt das Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Zoom-Systems in Tabelle 1 lediglich eine mögliche Ausführungsform dar, d.h. durch entsprechende Variationen der optischen Daten ist auch eine alternative Auslegung erfindungsgemäss möglich.

CH 689 903 A5

Tabelle 1

	Radius r_i /mm	Dicke bzw. Abstand d_i /mm	Fr. Durchm. d_f /mm	Medium
5	$r_1 = 794.330$		33.200	
		$d_1 = 5.000$		PSK53A
10	$r_2 = 214.410$		33.100	
		$d_2 = 0.200$		Luft
	$r_3 = -69.283$		32.700	
		$d_3 = 4.000$		SF56A
15	$r_4 = -42.781$		31.300	
		$d_4 = 5.000$		PSK53A
	$r_5 = \text{Plan}$		30.900	
20		$d_5 = [7.995\text{--}49.142]$		Luft
	$r_6 = 55.431$		15.800	
		$d_6 = 2.500$		BAF4
25	$r_7 = -17.529$		15.700	
		$d_7 = 3.500$		SFL6
	$r_8 = -34.724$		15.400	
		$d_8 = [21.195\text{--}12.723]$		Luft
30	$r_9 = 66.834$		16.800	
		$d_9 = 3.500$		SFL56
	$r_{10} = 27.781$		17.300	
35		$d_{10} = 2.500$		BAF52
	$r_{11} = -97.163$		17.900	
		$d_{11} = [35.110\text{--}2.435]$		Luft
40	$r_{12} = -225.490$		23.200	
		$d_{12} = 6.000$		PK50
	$r_{13} = 26.993$		23.900	
		$d_{13} = 3.500$		SF2
45	$r_{14} = 48.697$		25.100	
		$d_{14} = 1.000$		Luft
	$r_{15} = -76.626$		22.000	
50		$d_{15} = 3.000$		SF1
	$r_{16} = -33.982$		22.000	
		$d_{16} = 6.000$		LLF6
55	$r_{17} = 85.976$		22.000	
		$d_{17} = 106.980$		Luft
	$r_{18} = \text{Plan}$		13.500	
		$d_{18} = 4.000$		KS5
60	$r_{19} = 44.991$		13.500	
		$d_{19} = 97.340$		Luft

65

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Radius r_i/mm	Dicke bzw. Abstand d_i/mm	Fr. Durchm. d_f/mm	Medium
$r_{20} = 217.520$		15.500	
	$d_{20} = 4.000$		BAK4
$r_{21} = 26.227$		15.500	
	$d_{21} = 3.000$		SF5
$r_{22} = 73.388$		15.700	
	$d_{22} = 0.200$		Luft
$r_{23} = -262.270$		15.700	
	$d_{23} = 4.000$		F5
$r_{24} = 185.670$		15.700	
	$d_{24} = 1.000$		Luft

Das erfindungsgemässe Zoom-System ist des Weiteren afokal, d.h. es können Hauptobjektive verschiedenster Brennweite in Verbindung hiermit eingesetzt werden, hierzu zählen etwa auch Objektive variabler Schnitt- und Brennweite. Das im Ausführungsbeispiel der Fig. 1a und 1b sowie in Verbindung mit dem Optik-Datensatz aus Tabelle 1 eingesetzte Hauptobjektiv weist etwa eine Brennweite von 200 mm auf.

Des Weiteren ist es erfindungsgemäss möglich, auch alternative pankratische Vergrösserungssysteme mit drei oder aber fünf und mehr optischen Elementen in Verbindung mit dem afokalen Umkehrsystem einzusetzen. Es muss jeweils lediglich gewährleistet sein, dass über das afokale Umkehrsystem die stereoskopische Pupillenebene bzw. die Gerätepupillen der nachgeordneten Beobachtungs- oder Dokumentationseinheit in das pankratische Vergrösserungssystem, vorzugsweise in dessen Mitte hin abgebildet werden.

Anhand der Fig. 2 und 3 werden im Folgenden mögliche Ausführungsvarianten eines Stereomikroskopes beschrieben, in denen das erfindungsgemässe Zoom-System verwendet wird. In der schematisierten Darstellung der Fig. 2 ist hierbei die Anordnung des erfindungsgemässen Zoom-Systems aus Fig. 1 in einer ersten Ausführungsform eines Stereomikroskopes (10) dargestellt, das beobachtungsseitig einen – schematisiert dargestellten – herkömmlichen Binokulartubus (11) mit entsprechenden Okularen (12a, 12b) zur Beobachtung aufweist. Hinsichtlich des detaillierten Aufbaus geeigneter Binokulartuben (11) sei an dieser Stelle etwa auf die DE 2 654 778 der Anmelderin verwiesen.

Das in Verbindung mit dem erfindungsgemässen Zoom-System eingesetzte Hauptobjektiv (L0) weist eine feste Brennweite auf. Die restlichen Bezeichnungen der optischen Komponenten des erfindungsgemässen Zoom-Systems entsprechen den Bezeichnungen des bereits beschriebenen Ausführungsbeispiels aus den Fig. 1a und 1b.

Wird in einer derartigen Ausführungsform ferner eine aufrechte und stereoskopisch richtige Betrachtung des Bildes durch den Tubus gewünscht, so ist des Weiteren eine Pupillenvertauschung sowie eine Bildumkehr vorzunehmen. Hierfür geeignet ist etwa ein Geradsicht-Prisma nach Schmidt/Pechan, das dann vorzugsweise in den Luftabständen des erfindungsgemässen Zoom-Systems angeordnet wird.

Das in Fig. 3 dargestellte, weitere Ausführungsbeispiel eines Stereomikroskopes (30) mit dem erfindungsgemässen Zoom-System weist hierbei einen teilweise gefalteten Strahlengang innerhalb des Zoom-Systemes auf. Ferner ist das erfindungsgemässe Zoom-System zusammen mit zwei elektrooptischen Detektoreinheiten (19a, 19b) im Gehäuse (31) des Stereomikroskopes (30) angeordnet.

Hinsichtlich der optischen Daten des erfindungsgemässen Zoom-Systemes entspricht auch dieses Ausführungsbeispiel dem der Fig. 1a und 1b, d.h. die Bezugszeichen für die einzelnen optischen Elemente sind identisch mit denen der vorhergehenden Figuren.

Gefaltet angeordnet ist in diesem Ausführungsbeispiel hierbei lediglich der Strahlengang des afokalen Umkehrsystems (B) innerhalb des erfindungsgemässen Zoom-Systemes. Hierzu sind im dargestellten Ausführungsbeispiel insgesamt vier Umlenkflächen in geeigneten Prismen (15, 16) im Gehäuse (31) des Stereomikroskopes (30) vorgesehen. Alternativ hierzu ist selbstverständlich auch der Einsatz entsprechender Umlenkspiegel etc. möglich.

Das pankratische Vergrösserungssystem (B) bzw. dessen optische Komponenten (L1, L2, L3, L4,) hingegen sind nach wie vor linear angeordnet.

Eine derartige Ausführung des erfindungsgemässen Zoom-Systems innerhalb eines Stereomikroskopes gestattet nunmehr einen kompakten Aufbau, während gleichzeitig eine einfache Verschiebbarkeit der optischen Elemente (L1, L2, L3, L4) des linear angeordneten pankratischen Vergrösserungssystems (A) gewährleistet bleibt.

Innerhalb eines derartigen Stereomikroskopes können des Weiteren Mittel zur Stereobasis-Anpassung bei variierender Vergrößerung vorgesehen werden, die dem erfindungsgemässen Zoom-System beobachtungs- und/oder dokumentationsseitig nachgeordnet werden. Hierbei ist etwa die Verwendung einer sog. Spiegeltreppe mit variablen Abständen möglich, deren Abstände in Abhängigkeit der jeweiligen Pankrat-Vergrößerung ebenfalls definiert variiert werden und so eine konstante Stereobasis auch bei variierender Vergrößerung gewährleisten.

Patentansprüche

1. Zoom-System für mindestens zwei stereoskopische Beobachtungs- oder Dokumentationsstrahlengänge einer nachgeordneten Beobachtungs- oder Dokumentationseinheit mit einer vorgegebenen stereoskopischen Pupillenebene, in der Gerätepupillen liegen, wobei das Zoom-System aus einem mehrgliedrigen pankratischen Vergrößerungssystem (A), sowie einem dem pankratischen Vergrößerungssystem (A) beobachtungs- oder dokumentationsseitig nachgeordneten afokalen Umkehrsystem (B) besteht und das afokale Umkehrsystem (B) die stereoskopische Pupillenebene in das pankratische Vergrößerungssystem (A) abbildet.
2. Zoom-System nach Anspruch 1, wobei das afokale Umkehrsystem (B) drei optische Komponenten (L5, L6, L7) umfasst.
3. Zoom-System nach Anspruch 2, wobei das afokale Umkehrsystem (B) aus zwei optischen Komponenten (L5, L7) mit sammelnder optischer Wirkung besteht, zwischen denen eine Feldlinse (L6) sowie eine Feldblende (4) angeordnet ist.
4. Zoom-System nach einem der Ansprüche 1–3, wobei über das afokale Umkehrsystem (B) eine Abbildung der stereoskopischen Pupillenebene etwa in die Mitte des pankratischen Vergrößerungssystems (A) erfolgt.
5. Zoom-System nach einem der Ansprüche 2–4, wobei im Strahlengang des afokalen Umkehrsystems (B) mindestens ein Umlenkelement (15, 16) angeordnet ist.
6. Zoom-System nach Anspruch 1, wobei das pankratische Vergrößerungssystem (A) mindestens drei optische Komponenten (L1, L2, L3, L4) umfasst.
7. Zoom-System nach Anspruch 6, wobei die optischen Komponenten (L1, L2, L3, L4) des pankratischen Vergrößerungssystems linear angeordnet sind.
8. Zoom-System nach Anspruch 6, wobei zwischen zwei optischen Komponenten (L1, L4) mit sammelnder optischer Wirkung zwei optische Komponenten (L2, L3) mit negativer optischer Wirkung verschiebbar entlang der optischen Achse (20) angeordnet sind und eine Variation der Vergrößerung durch definiertes Verschieben der beiden mittleren optischen Komponenten (L2, L3) erfolgt.
9. Zoom-System nach Anspruch 8, wobei ferner die objektseitig erste optische Komponente (L1) des pankratischen Vergrößerungssystems (A) verschiebbar entlang der optischen Achse (20) angeordnet ist und durch definiertes Verschieben dieser optischen Komponente (L1) eine Innenfokussierung innerhalb eines bestimmten Schnittweitenbereiches erfolgt.
10. Zoom-System nach den Ansprüchen 3 und 9, mit den in der folgenden Tabelle 1 aufgeführten optischen Daten:

Tabelle 1

Radius r_i /mm	Dicke bzw. Abstand d_i /mm	Fr. Durchm. d_F /mm	Medium
$r_1 = 794.330$		33.200	
	$d_1 = 5.000$		PSK53A
$r_2 = 214.410$		33.100	
	$d_2 = 0.200$		Luft
$r_3 = -69.283$		32.700	
	$d_3 = 4.000$		SF56A
$r_4 = -42.781$		31.300	
	$d_4 = 5.000$		PSK53A
$r_5 = \text{Plan}$		30.900	
	$d_5 = [7.995-49.142]$		Luft
$r_6 = 55.431$		15.800	
	$d_6 = 2.500$		BAF4

Tabelle 1 (Fortsetzung)

	Radius r_i /mm	Dicke bzw. Abstand d_i /mm	Fr. Durchm. d_F /mm	Medium
5	$r_7 = -17.529$		15.700	
		$d_7 = 3.500$		SFL6
	$r_8 = -34.724$		15.400	
10		$d_8 = [21.195..12.723]$		Luft
	$r_9 = 66.834$		16.800	
		$d_9 = 3.500$		SFL56
15	$r_{10} = 27.781$		17.300	
		$d_{10} = 2.500$		BAF52
	$r_{11} = -97.163$		17.900	
20		$d_{11} = [35.110..2.435]$		Luft
	$r_{12} = -225.490$		23.200	
		$d_{12} = 6.000$		PK50
	$r_{13} = 26.993$		23.900	
25		$d_{13} = 3.500$		SF2
	$r_{14} = 48.697$		25.100	
		$d_{14} = 1.000$		Luft
30	$r_{15} = -76.626$		22.000	
		$d_{15} = 3.000$		SF1
	$r_{16} = -33.982$		22.000	
		$d_{16} = 6.000$		LLF6
35	$r_{17} = 85.976$		22.000	
		$d_{17} = 106.980$		Luft
	$r_{18} = \text{Plan}$		13.500	
40		$d_{18} = 4.000$		SK5
	$r_{19} = 44.991$		13.500	
		$d_{19} = 97.340$		Luft
45	$r_{20} = 217.520$		15.500	
		$d_{20} = 4.000$		BAK4
	$r_{21} = 26.227$		15.500	
		$d_{21} = 3.000$		SF5
50	$r_{22} = 73.388$		15.700	
		$d_{22} = 0.200$		Luft
	$r_{23} = -262.270$		15.700	
55		$d_{23} = 4.000$		F5
	$r_{24} = 185.670$		15.700	
		$d_{24} = 1.000$		Luft

wobei mit r_i die jeweiligen Krümmungsradien der einzelnen optischen Komponenten bezeichnet sind, neben denen jeweils die freien Durchmesser d_F aufgeführt werden; mit d_i die Abstände zwischen den optisch wirksamen Flächen des Zoom-Systems angegeben sind, und zwei der optischen Komponenten (L2, L3) des pankratischen Vergrößerungssystems (A) innerhalb der angegebenen Grenzen entlang der optischen Achse (20) verschiebbar sind.

11. Stereomikroskop mit einem von mindestens zwei Beobachtungsstrahlengängen durchsetzten Hauptobjektiv (L0), dem ein Zoom-System nach einem der vorangehenden Ansprüche beobachtungs- oder dokumentationsseitig nachgeordnet ist.

5 12. Stereomikroskop nach Anspruch 11, wobei dem Zoom-System beobachtungsseitig mindestens ein stereoskopischer Binokulartubus (11) nachgeordnet und optische Mittel zur Bildaufrichtung und Pupillenvertauschung vorgesehen sind.

13. Stereomikroskop nach Anspruch 11, wobei dem Zoom-System dokumentationsseitig mindestens eine elektrooptische Detektoreinheit (19a, 19b) nachgeordnet ist.

10 14. Stereomikroskop nach Anspruch 12 oder 13, wobei das pankratische Vergrößerungssystem (A) linear aufgebaut ist, während das afokale Umkehrsystem (B) einen über mindestens ein Umlenkelement (15, 16) gefalteten Strahlengang aufweist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1a

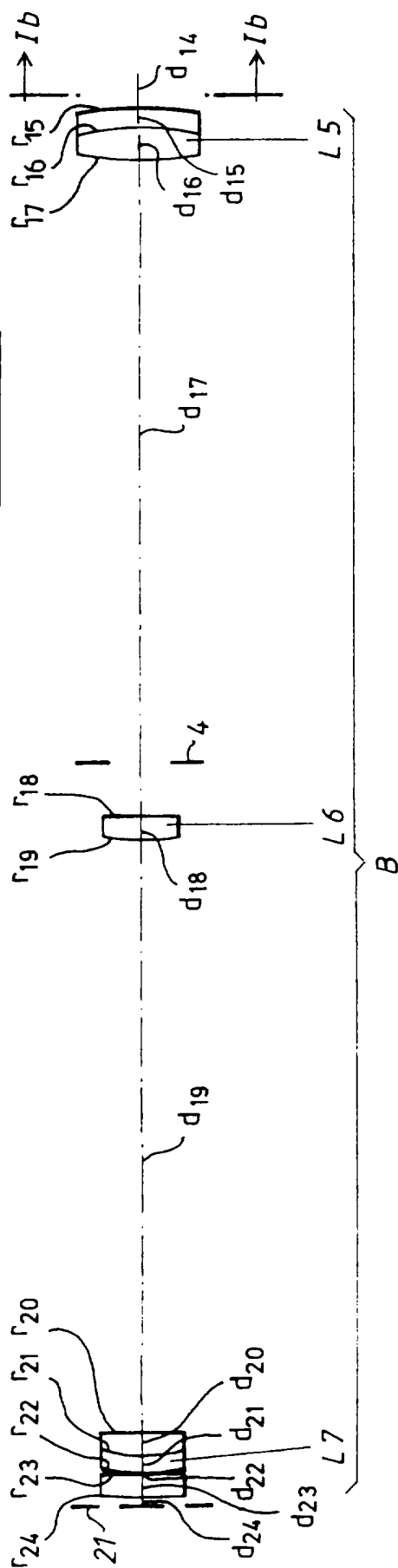
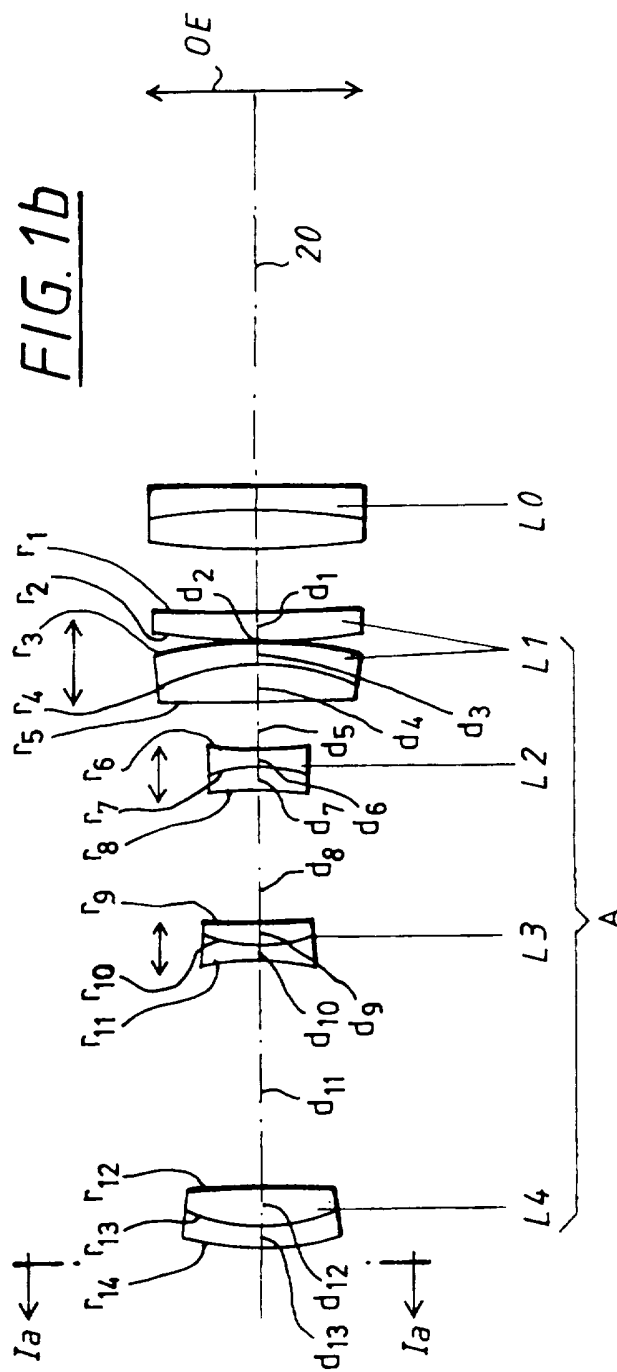


FIG. 1b



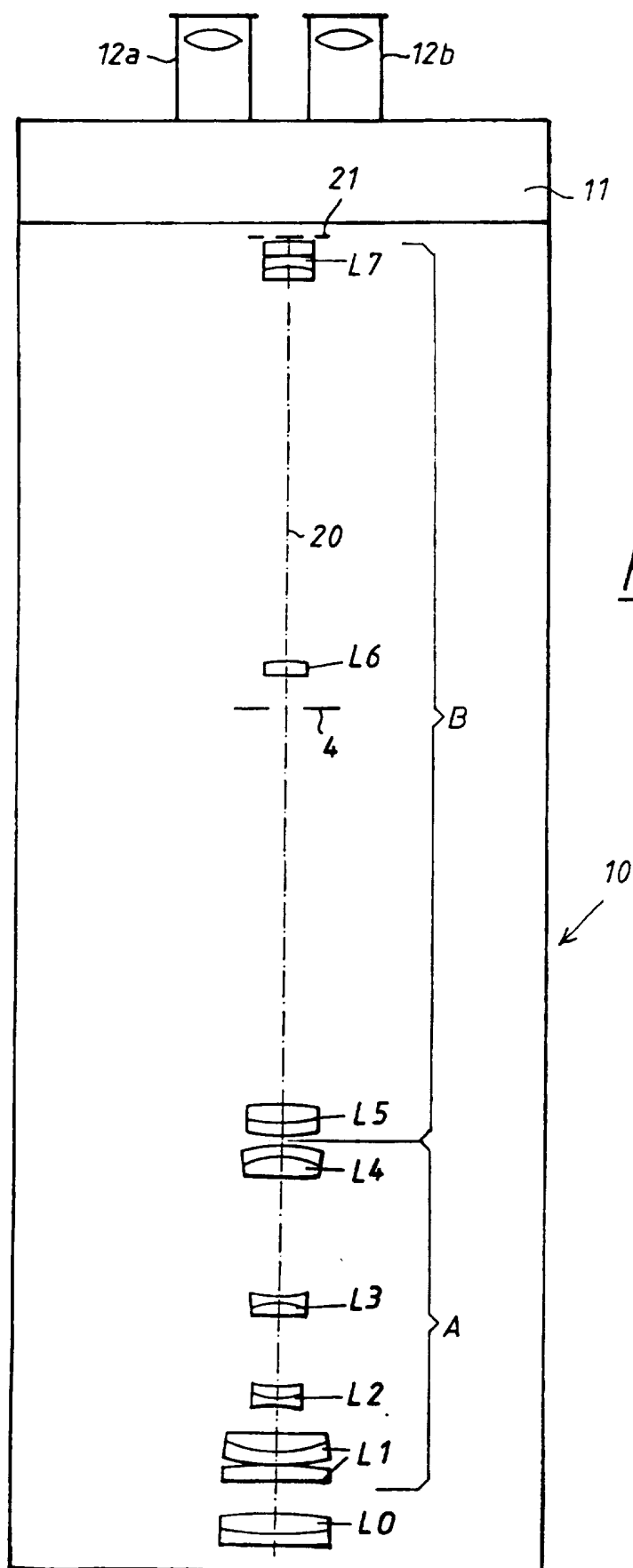


FIG. 2

FIG. 3

