(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. April 2006 (13.04.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/037473 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 21/22 (2006.01) *G02B 21/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010194

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. September 2005 (21.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 048 299.3 1. Oktober 2004 (01.10.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WINTEROT, Johannes** [DE/DE]; Kornblumenweg 10, 07745 Jena (DE). **JAHN, Dirk** [DE/DE]; Schützenhofstrasse 71, 07743 Jena (DE).

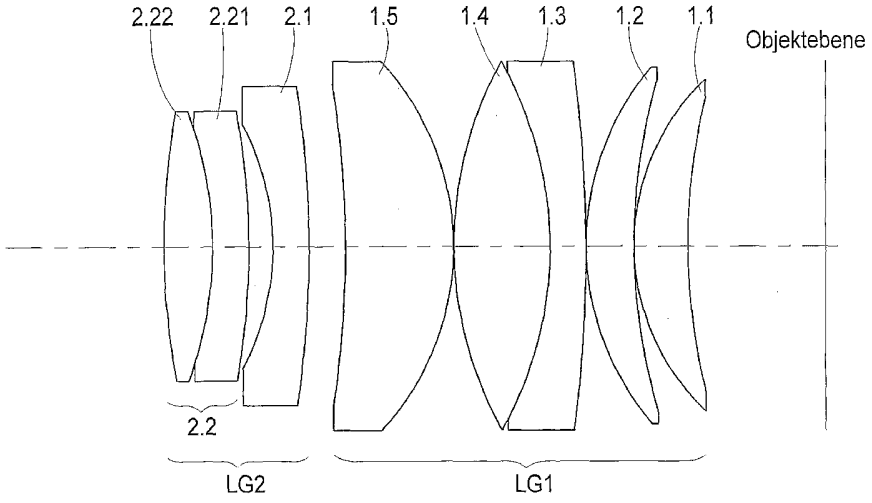
(74) Anwalt: **BECK, Bernard**; c/o Carl Zeiss Jena GmbH, Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROSCOPE OBJECTIVE

(54) Bezeichnung: MIKROSKOPOBJEKTIV



OBJEKTEBENE = OBJECT PLANE

(57) **Abstract:** The invention relates to an objective, especially for stereomicroscopes, which is designed like a telescope. Said objective (1) comprises two lens groups (LG1 and LG2). The first lens group (LG1), which faces the object plane, is provided with a positive refractive power and is composed of several lenses (1.1 to 1.5), at least two of which form a cemented element. The second lens group (LG2), which faces the image, is provided with a negative refractive power and is composed of a converging cemented element (2.2) and a diverging lens (2.1). The inventive objective (1) is characterized in that the following conditions B_1 and B_2 are met: B_1: $46.5 < D_{AP} = 60$, and B_2: $0.16 = \tan ?_1$, wherein D_{AP} represents the diameter of the exit pupil (AP) of the objective (1) while $?_1$ represents the maximum field angle.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf ein Objektiv, insbesondere für Stereomikroskope, welche nach dem Teleskoptyp aufgebaut sind, wobei das Objektiv (1) zwei Linsengruppen (LG1) und (LG2) umfaßt, wobei die erste, der Objektebene zugewandte Linsengruppe (LG1) eine positive

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/037473 A1

SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Brechkraft besitzt und aus mehreren Linsen (1.1 bis 1.5) besteht, von denen mindestens zwei ein Kittglied bilden. Die zweite, bildseitige Linsengruppe (LG2) besitzt eine negative Brechkraft und besteht aus einem sammelnden Kittglied (2.2) und einer zerstreuenden Linse (2.1). Das Objektiv (1) ist dadurch gekennzeichnet, daß die folgenden Bedingungen B_1 und B_2: B_1: $46{,}5 < D_{AP} \leq 60$ und B_2: $0{,}16 \leq \tan \omega_1$ erfüllt sind, worin D_{AP} der Durchmesser der Austrittspupille (AP) des Objektivs (1) und ω_1 der maximale Feldwinkel sind.

MIKROSKOPOBJEKTIV

Die Erfindung betrifft ein Mikroskopobjektiv, insbesondere für Stereomikroskope, welche einen großen Pupillendurchmesser besitzt und bei Auflicht-Hellfeld-Beleuchtung Anwendung findet.

Bei Stereomikroskopen nach der Teleskopbauweise werden zwecks Erzielung eines stereoskopischen Eindrucks zwei getrennte Lichtkanäle durch ein und dasselbe Objektiv geführt, was zur Folge hat, daß die Dimensionen eines solchen Objektivs, vor allem im Hinblick auf den Linsendurchmesser, bedeutend größer sind als bei Objektiven für die klassischen Mikroskope oder bei Stereomikroskopen nach dem Greenough-Typ. Hinzu kommt, daß die Anforderungen an die Mikroskopobjektive in Bezug auf die Korrektion der Farbfehlers der Bildfeldebnung und der Vermeidung von Verzerrungen immer höher werden.

Die Objektive werden meist im Zusammenhang mit afokalen Vergrößerungswechslern und wechselbaren Tuben benutzt. Um die Benutzung des Mikroskops mit Vergrößerungen zu ermöglichen, welche sowohl eine Übersichtsabbildung eines Objektes, als auch eine Detaildarstellung ohne Objektivwechsel erlauben, sind Objektive erforderlich, bei denen mehr Raum für geeignete Vergrößerungswechsler im Bereich der Nachvergrößerung verfügbar ist und die auch im Objektraum eine größere nutzbare Apertur bieten.

Eine Erschließung der Fluoreszenz an Stereomikroskopen im Auflicht- Hellfeld stellt an die Konstruktion der Objektive neue Ansprüche. So ist aus der Sicht der Geräte eine Trennung der Strahlengänge von der Anregung der Fluoreszenz und

der Beobachtung in der Eintrittsöffnung aus dem Gerät in das Objektiv notwendig. Dieses führt zu großen Öffnungen. Die Korrektionsanforderungen sind bei derartigen Objektiven für Stereomikroskope in Teleskopbauweise hoch. Hinzu kommt noch, daß die Materialauswahl auf Grund der Fluoreszenzanregung bezüglich Transparenz und Eigenfluoreszenz der verwendeten Materialien eingeschränkt ist.

Ein Objektiv für Stereomikroskope nach dem Teleskoptyp ist in der EP 1 369 729 A2 beschrieben, welches aus drei optischen Linsengruppen besteht, wobei die erste Linsengruppe zur Objektseite hin und die dritte Linsengruppe zu einem Vergrößerungswechsler hin angeordnet sind. Dieses Objektiv erfüllt gewisse Bedingungen bezüglich des Durchmessers der Eintrittspupille des dem Objektiv nachgeordneten Vergrößerungswechslers und des maximalen Feldwinkels des Objektivs bei schwächster Vergrößerung.

In der JP 2001-147378 ist ein zur Nutzung in Stereomikroskopen in Teleskopbauweise geeignetes Objektiv beschrieben, welches, aus Richtung des Mikroskopkörpers betrachtet, aus einer ersten Linsengruppe mit positiver Brechkraft, einer zweiten Linsengruppe mit mindestens einem Dreifachkittglied und aus einer dritten Linsengruppe mit positiver Brechkraft besteht. Diese Linsengruppen können neben den Kittgliedern auch Einzellinsen und auch Kombinationen aus Einzellinsen und Kittgliedern umfassen.

Ein weiteres Objektiv für Stereomikroskope vom Teleskoptyp ist in der JP 2001-221955 beschrieben. Das Objektiv besteht, aus Richtung des Mikroskopkörpers gesehen, aus zwei Linsengruppen, wobei eine erste Linsengruppe mit positiver Brechkraft ein bikonvexes Kittglied und eine zweite Linsen-

gruppe mindestens zwei Kittglieder enthält. Die Linsengruppen können neben den Kittgliedern auch Einzellinsen und auch Kombinationen aus Einzellinsen und Kittgliedern umfassen.

In der US 6,271,971 ist ein Objektiv für Stereomikroskope in Teleskopbauweise beschrieben, bei welchem die Optimierung des Verhältnisses von Bauraum und Objektivbrennweite im Vordergrund steht.

So liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Objektiv für Stereomikroskope in Teleskopbauweise zu schaffen, welches bei einen einfachen kompakten Aufbau die Anforderungen im Hinblick auf Korrektion des Farbfehlers, der Verzeichnung, wie auch die Forderungen nach größerem Raum für Vergrößerungswechsler und größerer nutzbarer Apertur im Objektraum erfüllt und einen großen Arbeitsabstand und ein ebenes Gesichtfeld realisiert.

Diese Aufgabe wird bei einem Objektiv mit zwei, aus Einzellinsen und jeweils mindestens einem Kittglied bestehenden Linsengruppen gelöst, wobei die folgenden Bedingungen

B_1: $46,5 < D_{AP} \leq 60$ und

B_2: $0,16 \leq \tan \omega_1$

erfüllt sind und D_{AP} der Austrittsdurchmesser des Objektivs und ω_1 der Winkel des maximalen Feldes ist.

Die Linsengruppen können Einzellinsen, mindestens ein Kittglied oder eine Kombination von Einzellinsen und Kittgliedern umfassen.

So besitzt ein vorteilhaftes Objektiv eine Brennweite $f' \geq 40$ mm und ≤ 200 mm.

Vorteilhaft ist es, wenn die Einkopplung des Beleuchtungsstrahlenganges in die Austrittspupille des Objektivs vorgenommen wird.

Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Mittelpunkte der Eintrittspupille des Beleuchtungsstrahlenganges und die Mittelpunkte der beiden Strahlengänge des Objektivs ein gleichschenkliges Dreieck innerhalb der Austrittspupille des Objektivs bilden, in welchem der Mittelpunkt der Austrittspupille liegt.

In Bezug auf die Austrittspupille des Objektivs ist es vorteilhaft, daß die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$0,25 \leq a_1/D_{AP} \leq 0,5$$

$$0,25 \leq a_2/D_{AP} \leq 0,5$$

$$0,25 \leq a_3/D_{AP} \leq 0,5.$$

Hierin sind a_1 und a_2 die Abstände der Mittelpunkte M_1 und M_2 der beiden Strahlengänge des Objektivs vom Mittelpunkt M der Austrittspupille des Objektivs und a_3 der Abstand des Mittelpunktes M_3 der Eintrittspupille des Beleuchtungsstrahlenganges vom Mittelpunkt M der Austrittspupille des Objektivs.

So ist auch vorteilhaft, wenn die Brennweite dieser zweiten Linsengruppe der folgenden Bedingung genügt:

$-0,0668 * f'^2 + 7,4933 * f' - 460 \leq f'_2 \leq -0,0668\ f'^2 + 7,4933 * f' - 400,$

worin f'_2 die Brennweite der zweiten Linsengruppe und f' die Gesamtbrennweite des Objektivs sind.

Ein vorteilhaftes Objektiv ergibt sich auch, wenn die zweite Linsengruppe ein Kittglied und eine Einzellinse umfaßt,

wobei das Kittglied dem Vergrößerungswechsler benachbart angeordnet ist und daß die Brennweite dieser zweiten Linsengruppe der folgenden Bedingung genügt:

$-0,0668 * f'^2 + 7,4933 * f' - 460 \leq f'_2 \leq -0,0668\ f'^2 + 7,4933 * f' - 400,$

worin f'_2 die Brennweite der zweiten Linsengruppe und f' die Gesamtbrennweite des Objektivs sind. Die Einzellinse ist vorzugsweise als Meniskus ausgebildet mit der konvexen Seite zum Objekt hin gelegen.

Es ist auch von Vorteil, wenn das Kittglied der zweiten Linsengruppe der Bedingung

$10^{-8} * f'^2 + 9*10^{-8} * f' - 10^{-4} \leq 1/f_1 /\nu_{e1} + 1/f_2 /\nu_{e2} \leq 10^{-8} * f'^2 + 9*10^{-8} * f' + 10^{-4}$

genügt und die Linse 2.1 dieser Linsengruppe der Bedingung $\nu_{e3} \leq 55$ genügt, worin f'_1 die Brennweite der Linsen 2.22, f'_2 die Brennweite der Linsen 2.21, f' die Gesamtbrennweite des Objektivs, ν_{e1} und ν_{e2} die Abbe'schen Zahlen der Linsen 2.22 und 2.21, ν_{e3} die Abbe'sche Zahl der Linse 2.1 sind.

Bei der Ausführung der Erfindung besitzt die erste Linsengruppe eine positive Brechkraft und besteht aus mehreren Linsen, von denen mindestens zwei ein Kittglied bilden. Die zweite Linsengruppe besitzt eine negative Brechkraft und besteht aus einem sammelnden Kittglied und einer zerstreuenden Linse.

Eine vorteilhafte erste Ausführung des Objektivs mit einer Brennweite $f' = 50$ mm, einer Eintrittsöffnung 55 mm und einem Öffnungsverhältnis 1:0,9 wird mit den im Anspruch 10 dargelegten Konstruktionsdaten realisiert. Diese erste Ausführung umfaßt zwei Linsengruppen, wobei, von Objektraum

aus gesehen, eine erste Linsengruppe mit positiver Brechkraft aus zwei Einzellinsen mit positiver Brechkraft und einer aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe, gefolgt von einer Einzellinse mit positiver Brechkraft und eine zweite Linsengruppe mit negativer Brechkraft aus einer weiteren Einzellinse mit negativer Brechkraft und einer aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe mit positiver Brechkraft bestehen.

Ein vorteilhafte zweite Ausführung des Objektivs mit einer Brennweite f´= 100 mm, einer Eintrittsöffnung von 55 mm und einem Öffnungsverhältnis von 1:1,8 wird den im Anspruch 11 dargelegten Konstruktionsdaten realisiert. Diese zweite Ausführung umfaßt ebenfalls zwei Linsengruppen, wobei, von Objektraum aus gesehen, eine erste Linsengruppe mit positiver Brechkraft aus einer aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe und einer Einzellinse mit positiver Brechkraft und eine zweite Linsengruppe mit negativer Brechkraft, bestehend aus einer Einzellinse mit negativer Brechkraft und einer aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe mit positiver Brechkraft vorgesehen ist.

Eine dritte Ausführung des Objektivs mit einer Brennweite f´= 80 mm, einer Eintrittsöffnung von 55 mm und einem Öffnungsverhältnis von 1:1,45 ist durch die folgenden, in Anspruch 12 dargelegten Konstruktionsdaten herstellbar. Diese dritte Ausführung umfaßt ebenfalls zwei Linsengruppen, wobei, von Objektraum aus gesehen, eine erste Linsengruppe mit positiver Brechkraft aus zwei Einzellinsen mit positiver Brechkraft, einer aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe und aus einer weiteren Einzellinse mit positiver Brechkraft und eine zweite Linsengruppe mit negativer Brechkraft aus einer Einzellinse mit negativer Brechkraft und aus ei-

ner aus zwei Linsen bestehenden Kittgruppe positiver Brechkraft bestehen.

Ein Objektiv, welches bei Fluoreszenz-Stereo-Mikroskopen vorteilhaft anwendbar ist, ergibt sich, wenn die Bedingung $\tau(350;\ 5)_j \geq 0{,}8$ erfüllt ist, worin $\tau(350;\ 5)_j$ die Medienreintransmission bei einer Wellenlänge des Lichtes von 350 nm und einer Substratdicke von 5 mm ist und ein Index $j = 1, 2, \ldots$ für alle optischen Medien des Objektivs steht.

Das so geschaffene Mikroskopobjektiv ist besonders zur Anwendung in der Fluoreszenz-Stereo-Mikroskopie im Auflicht-Hellfeld geeignet und bietet vor allem diesbezüglich Vorteile gegenüber bekannten Objektiven. Des Weiteren ergeben sich Vorteile im Hinblick auf die Korrektion des Farbfehlers, der Bildfeldebnung und der Verzeichnung wie auch bezüglich der Forderung nach größeren Räumen für die dem Objektiv nachgeordneten Vergrößerungswechsler und einer größeren nutzbaren Apertur im Objektraum.

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen

Fig.1 stark vereinfacht den Aufbau eines Stereomikroskops vom Teleskoptyp,
Fig.2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Objektivs,
Fig.3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Objektivs,
Fig.4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Objektivs und
Fig.5 die Anordnung der unterschiedlichen Pupillen in der Objektivpupille.

Zur Veranschaulichung ist der Aufbau eines Stereomikroskops vom Teleskop- oder Fernrohrtyp in Fig.1 als Blockbild dar-

gestellt. Das Stereomikroskop umfaßt ein Objektiv 1, welches erfindungsgemäß, vom zu beobachtenden, in einer Objektebene 2 angeordneten Objekt 3 aus gesehen, aus einer erste Linsengruppe LG1 und einer zweiten Linsengruppe LG2 besteht. Zur Bildseite hin sind dem Objektiv 1 in zwei getrennten Strahlengängen 6 und 7 in der Folge je ein Vergrößerungswechsler 8 und 9 sowie Tubuslinsen 10 und 11 nachgeordnet. Das Objekt 1 wird in der Bildebene 12 des jeweiligen Strahlenganges 7 und 8 als reelles Zwischenbild 13 und 14 abgebildet. Zur Beobachtung der Zwischenbilder 13 und 14 ist in jedem Strahlengang 6, 7 ein Okular 15 und 16 vorgesehen.

Wie bei derartigen Stereomikroskopen üblich, blenden die beiden Tubussysteme aus den vom Objektiv 1 angebotenen parallelen Strahlenbündeln zwei auch zueinander parallele Teilbündel aus. Dabei wird ein außeraxialer Objektpunkt durch das Objektiv in eine nachgeordnete Optik, z. B. einen Vergrößerungswechsler in deren Eintrittspupille unter einem Winkel ω eingeleitet.

Bei dem in Fig.2 dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt das Objektiv, von der Objektebene aus betrachtet, in Richtung zur Bildebene 12 eine erste Linsengruppe LG1 und nachfolgend eine zweite Linsengruppe LG2. Die Linsengruppe LG1 hat insgesamt eine positive Brechkraft und die Linsengruppe LG2 hat insgesamt eine negative Brechkraft.

Wie aus Fig.2 ferner zu ersehen ist, besteht die erste Linsengruppe LG1 aus fünf Linsen 1.1 bis 1.5, von denen die Linsen 1.3 und 1.4 zu einem Kittglied miteinander verkittet sind. Die Linsengruppe LG2 besteht aus einer Linse 2.1 mit negativer Brechkraft und einem Kittglied 2.2 mit positiver

Brechkraft. Die Kittgruppe 2.2 besteht aus einer weiteren Linse 2.21 und einer Linse 2.22 mit positiver Brechkraft. Dieses Mikroskopobjektiv weist folgende Konstruktionsdaten auf mit den Radien in mm, den Abständen d in mm, den Brechzahlen n_e und den Abbe´schen Zahlen ν_e:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	ν_e
		Objektebene		
		33.23399		
	-143.28340			
1.1		12.70000	1.498450	81.30
	-45.64480			
		0.20000		
	-156.22550			
1.2		10.00000	1.498450	81.30
	-61.77000			
		0.20000		
	487.02500			
1.3		9.00000	1.747940	44.60
	86.59320			
1.4		21.20000	1.498450	81.30
	-86.59320			
		0.20000		
	65.55050			
1.5		22.70000	1.498450	81.30
	334.94300			
		6.71704		
	172.77720			
2.1		9.40000	1.584820	40.56
	48.69730			
		7.59559		

	193.86600			
2.21		6.00000	1.607180	37.76
	79.72170			
2.22		8.80000	1.498450	81.30
	-258.51300			

Dieses Objektiv 1 besitzt eine Brennweite von 50 mm, eine Eintrittsöffnung von 55 mm und ein Öffnungsverhältnis von 1:0,9.

Ein Beispiel zu einer zweiten Ausführung eines erfindungsgemäßen Objektivs ist in Fig.3 dargestellt. Dieses Objektiv besitzt ebenfalls zwei Linsengruppen LG1 und LG2. Die erste, objektseitige Linsengruppe LG1 besteht aus drei Linsen 1.1 bis 1.3, von denen die Linsen 1.1 und 1.2 miteinander verkittet sind. Hier besteht die Linsengruppe LG2 aus einer Linse 2.1 mit negativer Brechkraft und einem aus Linsen 2.21 und 2.22 bestehenden Kittglied 2.2 mit positiver Brechkraft.

Dieses Mikroskopobjektiv weist folgende Konstruktionsdaten auf mit den Radien in mm, den Abständen d in mm, den Brechzahlen n_e und den Abbe´schen Zahlen ν_e:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	ν_e
		Objektebene		
		81.08262		
	109.02830			
1.1		27.00000	1.498450	81.05
	-45.97500			
1.2		9.70000	1.758440	52.09

	-133.35410			
		0.15000		
	101.08200			
1.3		14.70000	1.498450	81.05
	-128.62950			
		1.91858		
	120.58530			
2.1		8.70000	1.616640	44.27
	45.64480			
		11.20295		
	152.25440			
2.21		7.80000	1.518720	63.96
	41.86920			
2.22		14.00000	1.622470	63.19
	613.12200			

Dieses Objektiv 1 besitzt eine Brennweite von 100 mm, eine Eintrittsöffnung von 55 mm und ein Öffnungsverhältnis von 1:1,8.

In Fig.4 ist ein weiteres erfindungsgemäßes Objektiv dargestellt. Diese dritte Ausführung des Objektivs mit einer Brennweite f´= 80 mm, einer Eintrittsöffnung von 55 mm und einem Öffnungsverhältnis von 1:1,45 umfaßt ebenfalls zwei Linsengruppen LG1 und LG2, wobei, von Objektraum aus gesehen, die erste Linsengruppe LG1 mit positiver Brechkraft aus zwei Einzellinsen 1.1 und 1.2 mit jeweils positiver Brechkraft, einer aus zwei Linsen 1.3 und 1.4 bestehenden Kittgruppe und aus einer weiteren Linse 1.5 mit positiver Brechkraft und eine zweite Linsengruppe LG2 mit negativer Brechkraft aus einer Linse 2.1 mit negativer Brechkraft und aus einer aus zwei Linsen 2.21 und 2.22 bestehenden Kittgruppe 2.2 bestehen.

Dieses in Fig.4 dargestellte Mikroskopobjektiv weist folgende Konstruktionsdaten auf mit den Radien in mm, den Abständen d in mm, den Brechzahlen n_e und den Abbe´schen Zahlen ν_e:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	ν_e
		Objektebene		
		61.00000		
	330.28404			
1.1		11.10000	1.530190	67.58
	-87.89693			
		0.15000		
	179.10180			
1.2		13.50000	1.530190	67.58
	-81.26925			
		2.04381		
	-76.62790			
1.3		7.00000	1.758440	52.10
	56.32682			
1.4		18.70000	1.487940	80.07
	-160.14134			
		0.15000		
	78.20610			
1.5		17.40000	1.530190	67.58
	-121.89972			
		0.15000		
	82.85538			
2.1		7.0000	1.758440	52.10
	49.22050			
		10.76007		

	214.01477			
2.21		7.0000	1.510450	60.98
	65.99372			
2.22		7.65175	1.622860	60.08
	276.92831			

Dieses Objektiv 1 besitzt eine Brennweite von 80 mm, eine Eintrittsöffnung von 55 mm und ein Öffnungsverhältnis von 1:1,45.

In Fig.5 ist die Lage der verschiedenen Pupillen in der Austrittspupille AP dargestellt. Es handelt sich hier um die Pupillen mit den Mittelpunkten M_1 und M_2 der beiden Beobachtungsstrahlengänge des Stereomikroskops und um die Eintrittspupille M_3 des in die Austrittspupille AP des Objektivs 1 eingekoppelten Beleuchtungsstrahlenganges. Diese drei Pupillen, deren Mittelpunkte mit M_1, M_2 und M_3 bezeichnet sind, sind so in der Austrittsspupille AP angeordnet, dass deren Mittelpunkte M_1, M_2 und M_3 ein gleichschenkliges Dreieck bilden, und der Mittelpunkt M der Austrittspupille AP innerhalb dieses Dreiecks liegt, wobei die folgenden Bedingungen zu erfüllen sind:

$$0,25 \leq a_1/D_{AP} \leq 0,5$$

$$0,25 \leq a_2/D_{AP} \leq 0,5$$

$$0,25 \leq a_3/D_{AP} \leq 0,5,$$

worin a_1 und a_2 die Abstände der Mittelpunkte M_1 und M_2 der beiden Strahlengänge des Objektivs 1 vom Mittelpunkt M der Austrittspupille AP des Objektivs 1 und a_3 der Abstand des Mittelpunktes M_3 der Eintrittspupille des Beleuchtungsstrahlenganges vom Mittelpunkt M der Austrittspupille AP des Objektivs 1 sind.

Bezugszeichen

1	Objektiv
2	Objektebene
3	Objekt
6, 7	Strahlengang
8, 9	Vergrößerungswechsler
10, 11	Tubuslinse
12	Zwischenbildebene
13, 14	Zwischenbild
15, 16	Okular
LG1, LG2	Linsengruppe
1.1 bis 1.5	Linse
2.1	Linse
2.2	Kittgruppe
2.21, 2.22	Linse
ω	Winkel
M	Mittelpunkt
M_1 bis M_3	Mittelpunkt
AP	Austrittspupille

Patentansprüche

1. Objektiv, insbesondere für Stereomikroskope, welche nach dem Teleskoptyp aufgebaut sind, wobei das Objektiv zwei Linsengruppen umfaßt, von denen, von der Objektebene aus gesehen, eine erste Linsengruppe mit positiver Brechkraft der Objektebene und eine zweite Linsengruppe mit negativer Brechkraft einer nachgeordneten Optik benachbart sind, dadurch gekennzeichnet,
daß die folgenden Bedingungen B_1 und B_2
B_1: $46{,}5 < D_{AP} \leq 60$ und
B_2: $0{,}16 \leq \tan \omega_1$
erfüllt sind, worin D_{AP} der Durchmesser der Austrittspupille (AP) des Objektivs (1) und ω_1 der maximale Eintrittswinkel in die nachgeordnete Optik sind.

2. Objektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennweite des Objektivs (1) $f' \geq 40$ mm und ≤ 200 mm beträgt.

3. Objektiv nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einkopplung des Beleuchtungsstrahlenganges in die Austrittspupille (AP) des Objektivs (1) erfolgt.

4. Objektiv nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelpunkt (M_3) der Eintrittspupille des Beleuchtungsstrahlenganges und die Mittelpunkte (M_1 und M_2) der beiden Strahlengänge (6, 7) des Objektivs (1) ein gleichschenkliges Dreieck innerhalb der Austrittspupille (AP) des Objektivs (1) bilden, in welchem der Mittelpunkt (M) der Austrittspupille (AP) liegt.

5. Objektiv nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bedingungen erfüllt sind:

$0,25 \leq a_1/D_{AP} \leq 0,5$

$0,25 \leq a_2/D_{AP} \leq 0,5$

$0,25 \leq a_3/D_{AP} \leq 0,5,$

worin a_1 und a_2 die Abstände der Mittelpunkte (M_1 und M_2) der beiden Strahlengänge des Objektivs (1) vom Mittelpunkt (M) der Austrittspupille (AP) des Objektivs (1) und a_3 der Abstand des Mittelpunktes (M_3) der Eintrittspupille des Beleuchtungsstrahlenganges vom Mittelpunkt (M) der Austrittspupille(AP) des Objektivs (1) sind.

6. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennweite dieser zweiten Linsengruppe der folgenden Bedingung genügt:

$-0,0668 * f'^2 + 7,4933 * f' - 460 \leq f'_2 \leq -0,0668\ f'^2 + 7,4933 * f' - 400,$

worin f'_2 die Brennweite der zweiten Linsengruppe und f' die Gesamtbrennweite des Objektivs (1) sind.

7. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Linsengruppe ein Kittglied und eine Einzellinse umfaßt, wobei das Kittglied dem Vergrößerungswechsler (8, 9) benachbart angeordnet ist und daß die Brennweite dieser zweiten Linsengruppe der folgenden Bedingung genügt:

$-0,0668 * f'^2 + 7,4933 * f' - 460 \leq f'_2 \leq -0,0668\ f'^2 + 7,4933 * f' - 400,$

worin f'_2 die Brennweite der zweiten Linsengruppe und f' die Gesamtbrennweite des Objektivs (1) sind.

8. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Kittglied der zweite Linsengruppe der Bedingung genügt:

$10^{-8} * f'^2 + 9*10^{-8} * f' - 10^{-4} \leq 1/f_1 / \nu_{e1} + 1/f_2 / \nu_{e2} \leq 10^{-8} * f'^2 + 9*10^{-8} * f' + 10^{-4}$

und die Linse (2.1) der Linsengruppe der Bedingung $\nu_{e3} \leq 55$ genügt, worin f'_1 die Brennweite der Linsen (2.22), f'_2 die Brennweite der Linsen (2.21), f' die Gesamtbrennweite des Objektivs, ν_{e1} und ν_{e2} die Abbe'schen Zahlen der Linsen (2.22 und 2.21), ν_{e3} die Abbe'sche Zahl der Linse (2.1) sind.

9. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß erste Linsengruppe eine positive Brechkraft besitzt und aus mehreren Linsen besteht, von denen mindestens zwei ein Kittglied bilden, und daß die zweite Linsengruppe eine negative Brechkraft besitzt und aus einem sammelnden Kittglied und einem zerstreuenden Linse besteht.

10. Mikroskopobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch die folgenden Leistungsparameter: Brennweite $f' = 50$ mm; Eintrittsöffnung 55 mm; Öffnungsverhältnis 1:0,9 und die folgenden Konstruktionsdaten in unterstehender Tabelle:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	ν_e
		Objektebene		
		33.23399		
	-143.28340			
1.1		12.70000	1.498450	81.30

	-45.64480			
		0.20000		
	-156.22550			
1.2		10.00000	1.498450	81.30
	-61.77000			
		0.20000		
	487.02500			
1.3		9.00000	1.747940	44.60
	86.59320			
1.4		21.20000	1.498450	81.30
	-86.59320			
		0.20000		
	65.55050			
1.5		22.70000	1.498450	81.30
	334.94300			
		6.71704		
	172.77720			
2.1		9.40000	1.584820	40.56
	48.69730			
		7.59559		
	193.86600			
2.21		6.00000	1.607180	37.76
	79.72170			
2.22		8.80000	1.498450	81.30
	-258.51300			

worin d die Abstände zwischen den Linsen, n_e die Brechzahlen und v_e die Abbe´sche Zahl des Glases sind.

11. Mikroskopobjektiv nach einem der Anspruch 1 bis 9, gekennzeichnet durch die folgenden Leistungsparameter: Brennweite f´= 100 mm; Eintrittsöffnung 55 mm; Öff-

nungsverhältnis 1:1,8 und die folgenden Konstruktionsdaten in unterstehender Tabelle:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	v_e
		Objektebene		
		81.08262		
	109.02830			
1.1		27.00000	1.498450	81.05
	-45.97500			
1.2		9.70000	1.758440	52.09
	-133.35410			
		0.15000		
	101.08200			
1.3		14.70000	1.498450	81.05
	-128.62950			
		1.91858		
	120.58530			
2.1		8.70000	1.616640	44.27
	45.64480			
		11.20295		
	152.25440			
2.21		7.80000	1.518720	63.96
	41.86920			
2.22		14.00000	1.622470	63.19
	613.12200			

worin d die Abstände in mm zwischen den Linsen, n_e die Brechzahlen und v_e die Abbe´sche Zahl des Glases sind.

12. Mikroskopobjektiv nach einem der Anspruch 1 bis 9, gekennzeichnet durch die folgenden Leistungsparameter: Brennweite f´= 80 mm; Eintrittsöffnung 55 mm; Öffnungs-

verhältnis 1:1,45 und die folgenden Konstruktionsdaten in unterstehender Tabelle:

Linse	Radius mm	Abstand d mm	n_e	v_e
		Objektebene		
		61.00000		
	330.28404			
1.1		11.10000	1.530190	67.58
	-87.89693			
		0.15000		
	179.10180			
1.2		13.50000	1.530190	67.58
	-81.26925			
		2.04381		
	-76.62790			
1.3		7.00000	1.758440	52.10
	56.32682			
1.4		18.70000	1.487940	80.07
	-160.14134			
		0.15000		
	78.20610			
1.5		17.40000	1.530190	67.58
	-121.89972			
		0.15000		
	82.85538			
2.1		7.0000	1.758440	52.10
	49.22050			
		10.76007		
	214.01477			
2.21		7.0000	1.510450	60.98
	65.99372			

2.22	276.92831	7.65175	1.622860	60.08

worin d die Abstände mm zwischen den Linsen, n_e die Brechzahlen und ν_e die Abbe´sche Zahl des Glases sind.

13. Objektiv, nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Anwendung bei Fluoreszenzstereomikroskopen.

14. Objektiv, insbesondere für Fluoreszenzstereomikroskope,gekennzeichnet durch die Bedingung:
$\tau(350; 5)_j \geq 0,8$,
worin $\tau(350; 5)_j$ die Reintransmission bei einer Wellenlänge des Lichtes von 350 nm und einer Substratdicke von 5 mm ist und ein Index j = 1, 2, …. für alle optischen Medien des Objektivs steht.

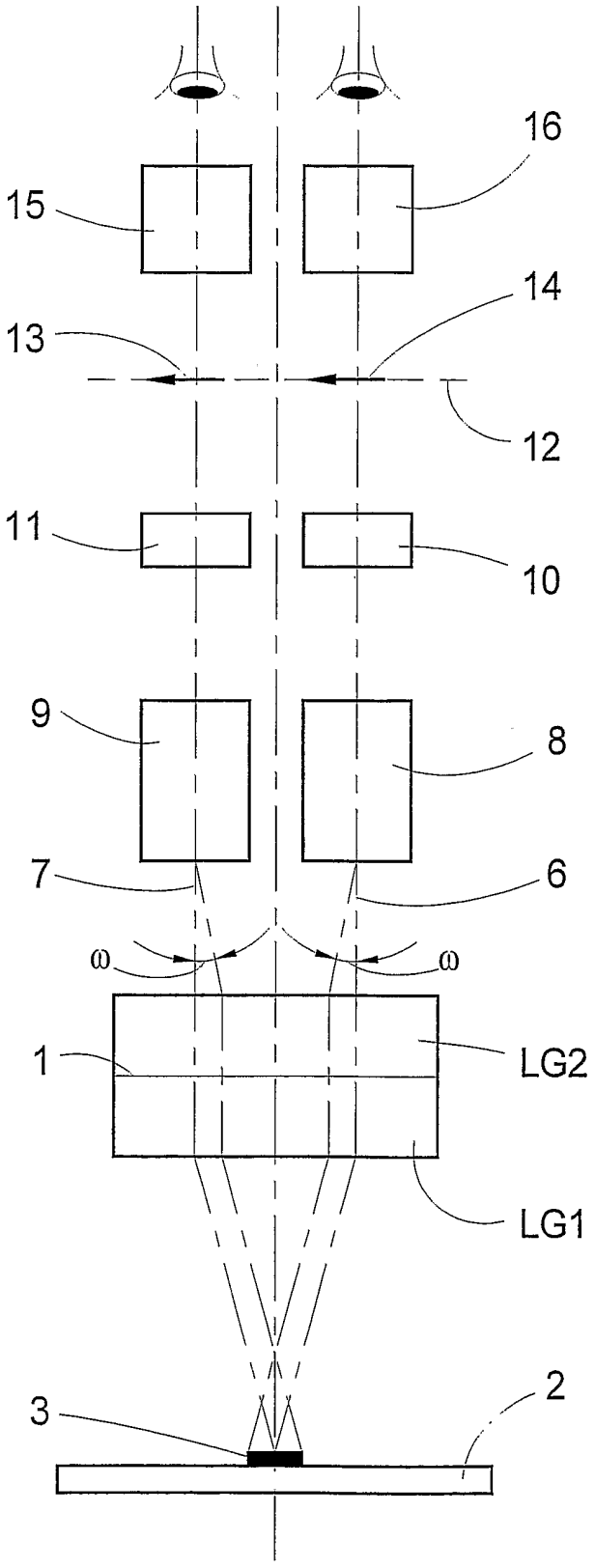


Fig.1

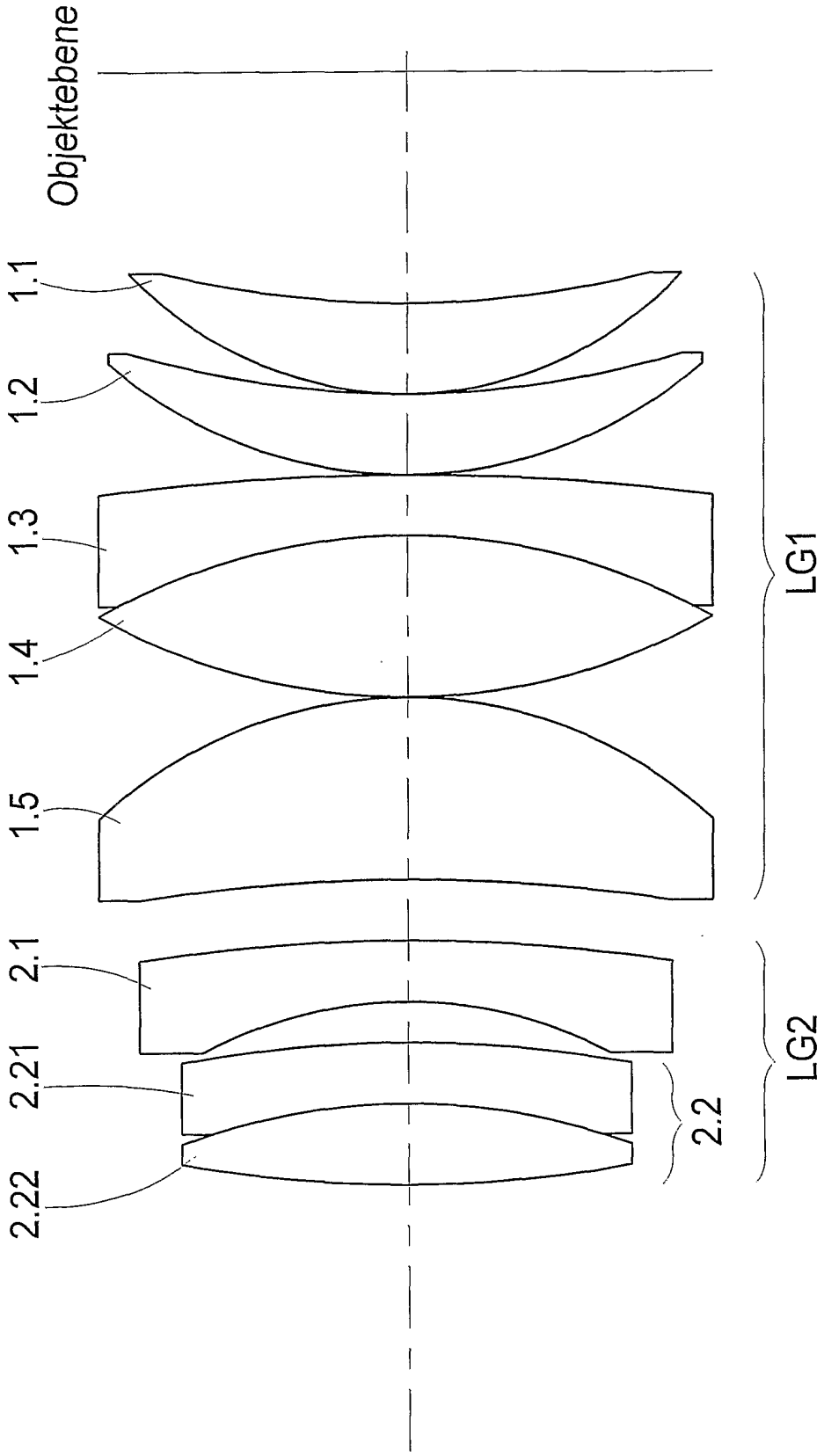


Fig.2

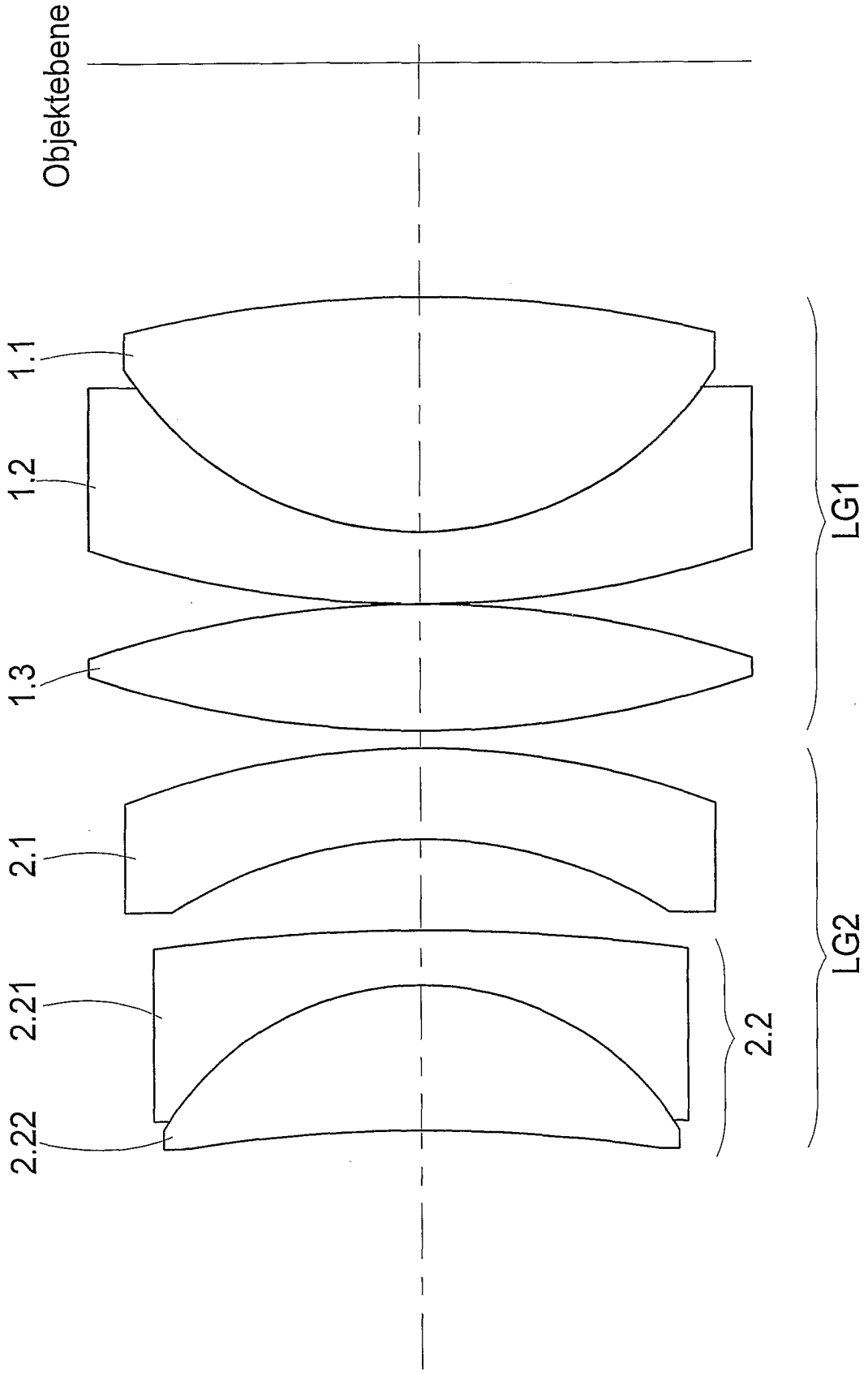


Fig.3

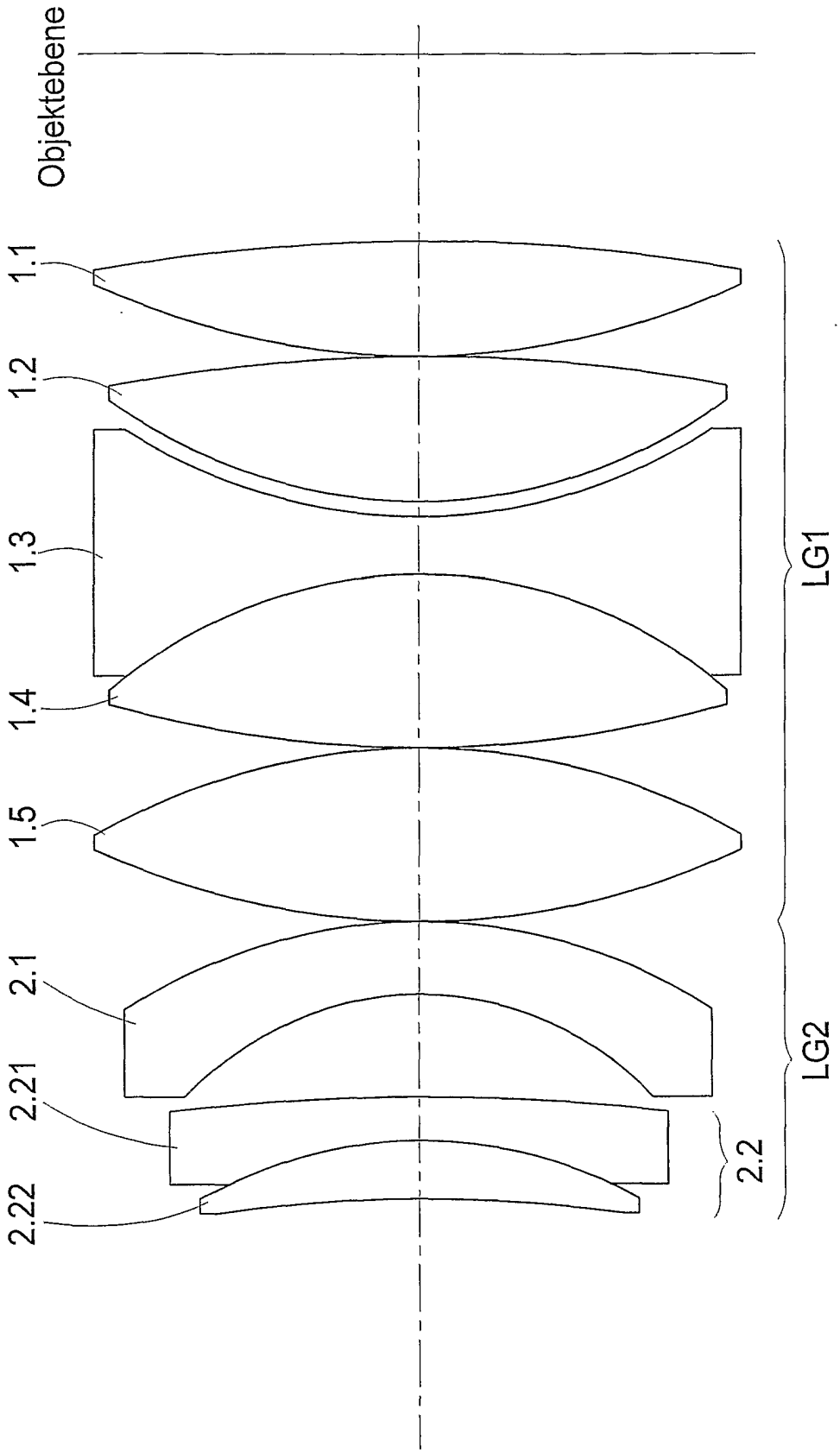


Fig.4

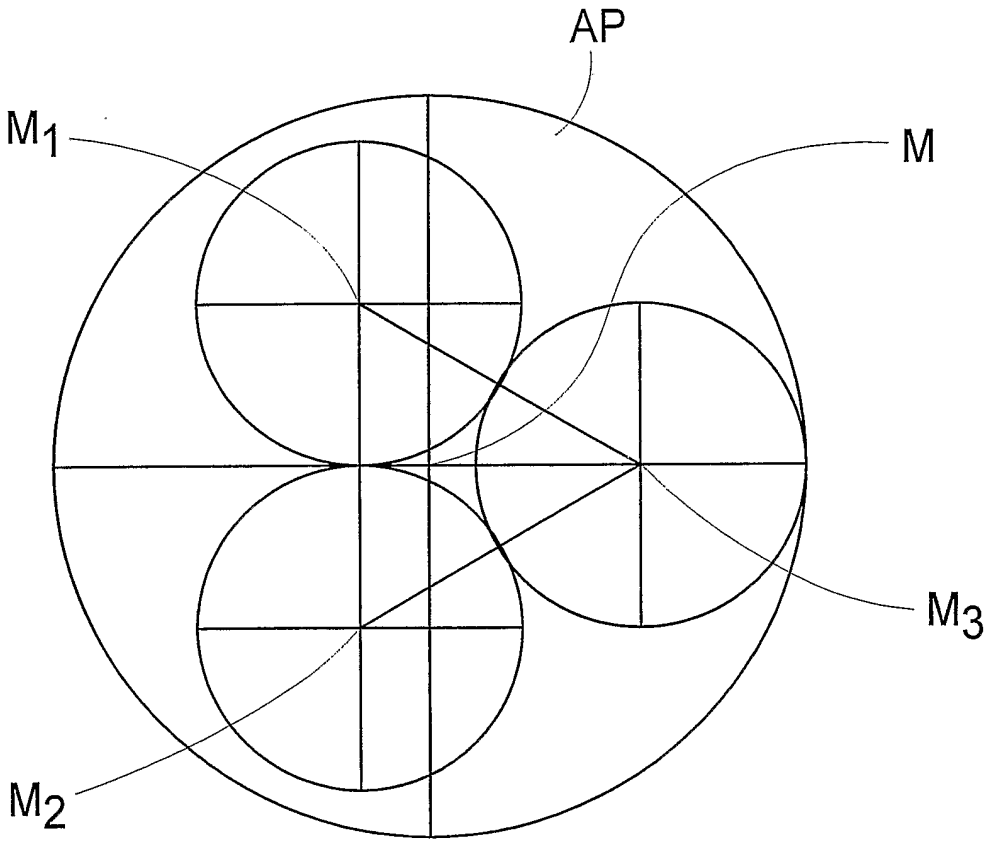


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/010194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B21/22 G02B21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MURTY A S ET AL: "DESIGN OF A HIGH-RESOLUTION STEREO ZOOM MICROSCOPE" OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, US, vol. 36, no. 1, January 1997 (1997-01), pages 201-209, XP000683132 ISSN: 0091-3286 Abschnitt 2.1 Abschnitt 2.3 figures 1,2	1-12
Y	-----	13,14
Y	US 2001/003490 A1 (KAWASAKI KENJI ET AL) 14 June 2001 (2001-06-14) abstract; figures	13,14
A	-----	1-12
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 November 2005	20/12/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Seibert, J

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/010194

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	H BEYER, H RIESENBERG: "Handbuch der Mikroskopie" 1988, VEB VERLAG TECHNIK , BERLIN , XP002355648 page 346 - page 352	1-14
A	ZIMMER K-P: "OPTICAL DESIGNS FOR STEREOMICROSCOPES" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 3482, 1998, pages 690-697, XP009013507 ISSN: 0277-786X the whole document	1-14
A	US 5 852 515 A (KURATA ET AL) 22 December 1998 (1998-12-22) abstract; figures	1-14
A	US 6 339 507 B1 (YONEZAWA YASUO) 15 January 2002 (2002-01-15) abstract; figures	1-14
A	EP 1 369 729 A (LEICA MICROSYSTEMS AG) 10 December 2003 (2003-12-10) cited in the application abstract; figures	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/010194

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001003490 A1	14-06-2001	DE 10059184 A1	23-08-2001
		JP 2001166214 A	22-06-2001
US 5852515 A	22-12-1998	JP 10026729 A	27-01-1998
US 6339507 B1	15-01-2002	JP 2000284184 A	13-10-2000
EP 1369729 A	10-12-2003	DE 10225192 A1	08-01-2004
		JP 2004054259 A	19-02-2004
		US 2003227672 A1	11-12-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/010194

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
G02B21/22 G02B21/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MURTY A S ET AL: "DESIGN OF A HIGH-RESOLUTION STEREO ZOOM MICROSCOPE" OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, US, Bd. 36, Nr. 1, Januar 1997 (1997-01), Seiten 201-209, XP000683132 ISSN: 0091-3286 Abschnitt 2.1 Abschnitt 2.3 Abbildungen 1,2	1-12
Y	-----	13,14
Y	US 2001/003490 A1 (KAWASAKI KENJI ET AL) 14. Juni 2001 (2001-06-14) Zusammenfassung; Abbildungen	13,14
A	-----	1-12
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. November 2005	20/12/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Seibert, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/010194

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	H BEYER, H RIESENBERG: "Handbuch der Mikroskopie" 1988, VEB VERLAG TECHNIK , BERLIN , XP002355648 Seite 346 - Seite 352	1-14
A	ZIMMER K-P: "OPTICAL DESIGNS FOR STEREOMICROSCOPES" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, Bd. 3482, 1998, Seiten 690-697, XP009013507 ISSN: 0277-786X das ganze Dokument	1-14
A	US 5 852 515 A (KURATA ET AL) 22. Dezember 1998 (1998-12-22) Zusammenfassung; Abbildungen	1-14
A	US 6 339 507 B1 (YONEZAWA YASUO) 15. Januar 2002 (2002-01-15) Zusammenfassung; Abbildungen	1-14
A	EP 1 369 729 A (LEICA MICROSYSTEMS AG) 10. Dezember 2003 (2003-12-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/010194

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001003490 A1	14-06-2001	DE 10059184 A1	23-08-2001
		JP 2001166214 A	22-06-2001
US 5852515 A	22-12-1998	JP 10026729 A	27-01-1998
US 6339507 B1	15-01-2002	JP 2000284184 A	13-10-2000
EP 1369729 A	10-12-2003	DE 10225192 A1	08-01-2004
		JP 2004054259 A	19-02-2004
		US 2003227672 A1	11-12-2003