

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. August 2008 (14.08.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/095880 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G02B 21/08** (2006.01)

Seto; Blk51, Jurong Ease Ave 1, #06-03, Singapore  
609782 (SG).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/051306

(74) **Anwalt: HÖSSLE KUDLEK & PARTNER;** Marcus  
Grunert, P. O. Box 10 23 38, 70019 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Februar 2008 (04.02.2008)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,  
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,  
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,  
SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2007 006 584.3 9. Februar 2007 (09.02.2007) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **LEICA MICROSYSTEMS (SCHWEIZ)**  
**AG** [CH/CH]; Max Schmidheiny-Str. 201, CH-9435  
Heerbrugg (CH).

(72) Erfinder; und

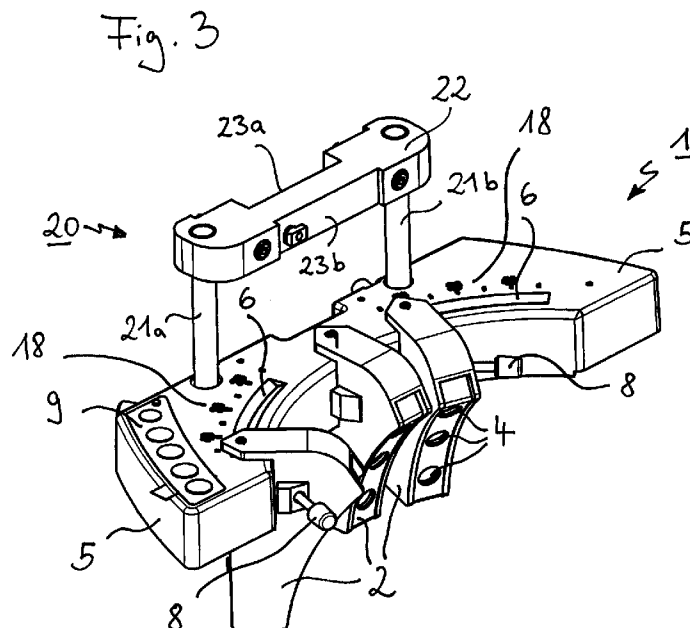
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **SOPPELSA, Peter;**  
Höhlerstrasse 35, CH-9445 Rebstein (CH). **KLOPFER,**  
**Andreas;** Schulstrasse 9, A-6922 Wolfurt (AT). **MING,**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ILLUMINATION DEVICE FOR A MICROSCOPE

(54) **Bezeichnung:** BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN MIKROSKOP



(57) **Abstract:** The invention relates to an illumination device (1) for a microscope (10) using at least one punctiform light source (4) disposed on a carrier element (2), wherein at least one carrier (2) for receiving at least one punctiform light source (4) and a holder, which can be attached to the microscope (10) and has an arched guide (6), are provided, the at least one carrier element (2) being supported displaceably along the guide (6) in a horizontal plane. According to a further consideration, the illumination device (1) comprises a connecting element (20) for fastening the illumination device (1) to a fixed focusing column (12) and to an adjustable focusing arm (11) of a microscope (10). A light-emitting diode may be used as the punctiform light source.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/095880 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung (1) für ein Mikroskop (10) unter Verwendung von mindestens einer an einem Trägerelement (2) angeordneten punktförmigen Lichtquelle (4), wobei mindestens ein Trägerelement (2) zur Aufnahme mindestens einer punktförmigen Lichtquelle (4) und eine am Mikroskop (10) befestigbare Halterung (5) mit einer bogenförmigen Führung (6) vorgesehen sind, wobei das mindestens eine Trägerelement (2) entlang der Führung (6) in einer horizontalen Ebene verschiebbar gelagert ist. Gemäß einem weiteren Aspekt weist die Beleuchtungseinrichtung (1) ein Anschlusselement (20) zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung (1) sowohl an einer feststehenden Fokussäule (12) als auch an einem verstellbaren Fokusarm (11) eines Mikroskops (10) auf. Als punktförmige Lichtquelle kann eine Leuchtdiode eingesetzt werden.

### Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop, insbesondere eine Auflichtbeleuchtungseinrichtung für ein Stereomikroskop, unter Verwendung von mehreren an einem Trägerelement angeordneten punktförmigen Lichtquellen, wie einer Leuchtdiode, und ein  
10 Mikroskop mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung.

Aus der DE 10 2005 036 230 B3 ist ein Stereomikroskopsystem mit einer Auflichtbeleuchtungseinrichtung bekannt, wobei  
15 das Stereomikroskopsystem eine vertikale Fokussäule aufweist, an die vertikal verschiebbar ein Fokusarm angebracht ist. Der Fokusarm erstreckt sich hierbei bogenförmig von der Fokussäule weg und mündet in einer Öffnung, die zur Aufnahme des eigentlichen Stereomikroskops dient. Am Fokus-  
20 arm sind mehrere Leuchtdioden zum einen um die Aufnahmeöffnung für das Stereomikroskop herum, zum anderen entlang des bogenförmigen Teils des Fokusarms fest angeordnet. Als Leuchtdioden werden Hochleistungs-Weißlicht-Dioden eingesetzt. Die Leuchtdioden können einzeln oder in Gruppen be-  
25 trieben werden, wobei auch die Helligkeit einzeln oder in Gruppen regelbar ist. Die um die Aufnahmeöffnung herum angeordneten Leuchtdioden dienen zur steilen Auflichtbeleuchtung, während die entlang des bogenförmigen Teils der Fokussäule angeordneten Leuchtdioden eine schräge Beleuchtung  
30 zur Verfügung stellen (Winkelbereich von 15 Grad bis 105 Grad).

Bei der genannten Schrift sind die Leuchtdioden fest am Fokusarm angeordnet. Somit sind die Elevationswinkel (Höhe, aus der die Beleuchtung erfolgt) durch die Anordnung der Leuchtdioden bei einem festen Azimutwinkel fest vorgegeben.

5 Gleiches gilt für die Azimutwinkel (also der Winkel auf dem horizontalen Kreis, auf dem die Leuchtdioden um die Aufnahmeöffnung herum liegen), für die der Elevationswinkel fest vorgegeben ist. Eine flexible Beleuchtung aus unterschiedlichen Azimut- und Elevationswinkeln ist somit nicht möglich.  
10 Ein weiterer Nachteil der vorgeschlagenen Anordnung besteht darin, dass die Hochleistungsdiode erhebliche Wärme erzeugen, die auf den Fokusarm abgegeben wird, der wiederum mit der Fokussäule verbunden ist.

15 Die Patentschrift EP 1 150 154 B1 offenbart eine Anordnung zur (Auflicht-) Beleuchtung bei Mikroskopen mit einem um die optische Achse orientierten Ringträger, wobei die Beleuchtungsmittel (Weißlicht-Dioden) in mehreren konzentrischen, in einer Ebene liegenden Ringreihen im Ringträger  
20 angeordnet sind. Die Ebene des Ringträgers steht dabei senkrecht zur optischen Achse. Die Leuchtdioden verfügen über einen relativ kleinen Abstrahlwinkel und sind zur optischen Achse des Mikroskops hin gerichtet. Die Leuchtdioden können ebenfalls in Gruppen zusammengeschaltet werden  
25 und werden über eine steuerbare Konstantstromquelle betrieben.

Nachteilig bei dieser vorgeschlagenen Beleuchtungsanordnung ist auch hier, dass die azimutale Richtung der Beleuchtung  
30 zum Objekt nur durch die Ansteuerung einzelner Beleuchtungsmittel erfolgen kann. Da diese wegen der zu erzielenden Homogenität der Beleuchtung in einem engen Abstand zueinander angeordnet sind, steigt mit der Anzahl der ge-

wünschten Winkel in hohem Maße die Anzahl der vorzusehenden Beleuchtungsmittel.

- Weiterhin ist aus der US-5 038 258 eine Beleuchtungsanordnung bekannt, die einen halbkugelförmigen Träger aufweist, in dessen Mittelpunkt die Objektebene des Mikroskops gelegt wird. In unterschiedlichen Höhen, d.h. Ebenen oberhalb der Objektebene, sind auf dem Träger punktförmige Lichtquellen, wie Leuchtdioden, kreisförmig angeordnet. Somit bestimmen auch hier die Anzahl und Art der Anordnung der Leuchtdioden die möglichen Elevations- und Azimutwinkel, unter denen eine Objektbeleuchtung möglich ist. Die Helligkeiten der Leuchtdioden lassen sich hierzu einzeln steuern. Eine bezüglich der Winkel flexible Beleuchtung erfordert auch hier eine hohe Anzahl von Beleuchtungsmitteln. Weiterhin ist durch die domförmige Anordnung der Leuchtdioden auf konzentrischen Kreisringen die Zugänglichkeit zum Objekt behindert.
- Aus der AT 136 806 B ist eine Beleuchtungseinrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt, wobei die Beleuchtungseinrichtung einen Schlitten zur Aufnahme eines oder mehrerer Glühlämpchen als Lichtquelle und eine am Mikroskoptubus befestigbare Halterung aufweist, wobei der Schlitten zusammen mit der Halterung um die Tubusachse auf einem Zwischenstück mit kreisförmiger Führung in einer horizontalen Ebene verschiebbar ist. Hierdurch kann eine mikroskopbezogene Beleuchtung der durch das verwendete Objektiv festgelegten Fokusebene realisiert werden. Da das genannte Zwischenstück sowie die daran befestigte bogenförmige Halterung für den Schlitten mit der Lichtquelle in ihrer Geometrie fest sind, ist nicht ersichtlich, wie die Beleuchtungseinrichtung bei einem Objektivwechsel auf ein

neues Objektiv adaptiert werden kann. Für die Verwendung eines Mikroskops mit Objektivrevolver, wie es heute üblich ist, ist die dort vorgeschlagene Beleuchtungseinrichtung nicht geeignet. Zudem führt die Befestigung der Beleuchtungseinrichtung an dem Mikroskoptubus zur bereits erwähnten nachteiligen Wärmeübertragung an die Mikroskopoptik.

Die DE 195 41 420 A1 offenbart eine Stereomikroskopanordnung mit einem Hauptbeobachter- und einem Mitbeobachter-Mikroskop und einer Beleuchtungseinheit, die Licht über das dem Haupt- und Mitbeobachter-Mikroskop gemeinsame Objektiv in Richtung Objektebene leitet. Die Beleuchtungseinheit ist am Mikroskop befestigt und kann durch Drehung um die optische Achse in eine für den jeweiligen Beobachter optimale Stellung gebracht werden. Die Einstellung unterschiedlicher Elevations- und Azimutwinkel wird in dieser Schrift nicht angesprochen.

Die US-5,570,228 offenbart eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung mit zwei oder mehr Rahmen mit je einer Lichtquelle, deren Licht über einen Lichtleiter in Richtung Objektebene gelenkt wird. Hierbei kann ein Aufhängepunkt des Lichtleiters entlang einer kreisbogenförmigen Führung verschoben werden. Mittels dieser Verstellung kann der Elevationswinkel verändert werden.

Die DE 10 2005 034 829 A1 offenbart ein Mikroskop mit einer Operationsspaltlampe mit Laserlichtquelle, wobei die Beleuchtungsvorrichtung entlang eines Kreisbogensegment-Trägers verschiebbar gelagert ist, wobei die Verschiebung in einer Ebene senkrecht zur Objektebene erfolgt. Der Kreisbogensegmentträger ist an der Rückseite des Mikroskopgehäuses angeordnet.

Schließlich ist grundsätzlich die Verwendung externer Beleuchtungsmittel bekannt. Das Beleuchtungsmittel wird auf einem separaten Stativ neben dem Mikroskop aufgestellt und unter beliebigem Winkel auf das Objekt gerichtet. Beträgt der Winkel zwischen Objektebene und Beleuchtungsachse etwa 90 Grad, so spricht man allgemein von einer steilen Beleuchtung, die zur Beobachtung von Vertiefungen in Objekten verwendet wird. Bei flacheren Beleuchtungswinkeln erhält man eine schräge Beleuchtung, die zur Erkennung von dreidimensionalen Objektstrukturen dient. Bei ganz flachen Beleuchtungswinkeln, also streifender Beleuchtung (nahezu parallel zur Objektebene), spricht man von Dunkelfeld-Beleuchtung. Hierdurch lassen sich Reliefs und andere Oberflächenstrukturen erkennen, wobei an den Strukturen gestreutes und reflektiertes Licht zur Detektion verwendet wird. Eine separate Aufstellung eines Beleuchtungsmittels auf einem Stativ neben dem Mikroskop kostet zusätzlich Platz, stellt eine Gefahrenquelle dar und kann das Arbeiten am Objekt behindern. Zur Änderung des Azimut- oder Elevationswinkels sind das Stativ neu zu positionieren und das Leuchtmittel neu auf das Objekt auszurichten. Die Wiederholbarkeit einer einmal gefundenen Einstellung ist daher erschwert.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, eine Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop unter Verwendung von punktförmigen Lichtquellen anzugeben, mit der eine flexible Beleuchtung aus unterschiedlichen Azimut- und Elevationswinkeln ermöglicht wird, ohne die Leuchtmittel jeweils neu auszurichten, insbesondere um für Stereomikroskope in einfacher und reproduzierbarer Weise unterschiedliche Kontrastierverfahren realisieren zu können.

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop unter Verwendung von mehreren an einem Trägerelement angeordneten punktförmigen Lichtquellen ist durch mehrere

5 Trägerelemente zur Aufnahme jeweils mehrerer punktförmiger Lichtquellen und eine am Mikroskop befestigbare Halterung mit einer bogenförmigen Führung gekennzeichnet, wobei die Trägerelemente entlang dieser Führung in einer zur Objektebene des Mikroskops parallelen bzw. zur optischen Achse

10 senkrechten Ebene verschiebbar gelagert sind. Zweckmässig ist die Halterung derart am Mikroskop befestigbar, dass die Krümmungsmittelpunkte des Bogens in der Nähe oder auf der optischen Achse des Mikroskops liegen und die Lichtquelle auf den Fokuspunkt oder auf einen Punkt in der Nähe

15 des Fokuspunktes des Mikroskops ausgerichtet ist. Mit anderen Worten ist das Trägerelement entlang der Führung in einer horizontalen Ebene entlang eines Bogens um das Objekt verschiebbar gelagert, so dass hierdurch bezogen auf einen Objektpunkt in der Objektebene des Mikroskops unterschied-

20 liche Azimutwinkel der Beleuchtung einstellbar sind. Die Verschiebung eines Trägerelements kann hierbei stufenlos oder in Stufen erfolgen. Es sind Ausführungsformen mit einer Halterung mit mehreren übereinander gelagerten bogenförmigen Führungen oder aber mehrere übereinander gelagerte

25 Halterungen mit jeweils einer bogenförmigen Führung denkbar. Da mehrere punktförmige Lichtquellen vorgesehen sind, ist es zweckmäßig, diese einzeln oder in Gruppen ein- oder auszuschalten und in ihrer Helligkeit zu regeln.

30 Die Verschiebung eines Trägerelements entlang der bogenförmigen Führung der Halterung erlaubt die Einstellung eines bestimmten Azimutwinkels der durch die punktförmige Lichtquelle festgelegten Beleuchtungsachse zu einem Objektpunkt

auf der Objektebene eines Mikroskops. Die Position der punktförmigen Lichtquelle in oder an dem Trägerelement, die Position des Trägerelements an der Halterung sowie die Position der Halterung in Relation zur Objektebene legen  
5 hierbei den Elevationswinkel (oder die Höhe) fest, aus der die Objektbeleuchtung erfolgt. Verschiedene Möglichkeiten der Veränderbarkeit der Elevationswinkel sind weiter unten erläutert.

10 Die Erfindung ermöglicht unterschiedliche Kontrastierverfahren in der Mikroskopie mit Beleuchtung aus unterschiedlichen Azimut- und Elevationswinkeln. Dies wird erfindungsgemäß mit Hilfe von mechanischer Verstellung und/oder durch unterschiedliche Ansteuerung von Beleuchtungskörpern  
15 (punktförmigen Lichtquellen) realisiert. Der Zweck dieser Verstellbarkeit liegt unter anderem in der Anpassung der Beleuchtung an die Form des Objekts zur Vermeidung von Schatten oder Glanz an reflektierenden Präparaten sowie in der Sichtbarmachung der Topographie, des Reliefs oder anderer  
20 Strukturen der Oberfläche ohne Drehung des Objekts. Markierungen auf der Halterung erlauben insbesondere die reproduzierbare Einstellung der Trägerelemente und damit der Azimutwinkel.

25 Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die punktförmigen Lichtquellen, wie Leuchtdioden (lichtemittierende Halbleiterdioden), in einem Trägerelement aufgenommen sind, das wiederum an einer Halterung befestigt ist. Somit wird die entstehende Wärme nicht unmittelbar an das Mikro-  
30 skop (beispielsweise den Fokusarm oder die Fokussäule) abgegeben, so dass für den Benutzer des Mikroskops keine Gefahr durch Hitzeeinwirkung besteht. Die Trägerelemente können optimal zur Abgabe von Wärme (in Geometrie und Materi-

al) gestaltet sein, so dass möglichst wenig Wärme auf die Halterung übertragen wird.

Es ist vorteilhaft, wenn die Führung als Kreisbogen oder  
5 Kreissegment ausgestaltet ist, durch oder nahe dessen Krümmungsmittelpunkt die optische Achse des Mikroskops verläuft. In diesem Fall treffen sich die Beleuchtungsachsen der punktförmigen Lichtquellen in jeder Position des Trägerelements entlang der Führung in einem bestimmten Punkt,  
10 der zweckmäßigerweise im Fokuspunkt des Mikroskops liegt. Prinzipiell ist ein geschlossener Kreisbogen von  $360^\circ$  möglich, zur besseren Zugänglichkeit des Objekts sind jedoch geringere Winkel bevorzugt, insbesondere solche von  $90^\circ$  bis  $180^\circ$ .

15 Erfindungsgemäß sind pro Trägerelement mehrere punktförmige Lichtquellen vorgesehen. Hierdurch können, auch bei fester Anordnung der Lichtquellen, mehrere verschiedene diskrete Werte von Elevationswinkeln realisiert werden, wenn die  
20 Lichtquellen am Trägerelement in unterschiedlichen Höhen (bezogen auf die Objektebene) montiert sind. Hierbei sind die punktförmigen Lichtquellen an einem Trägerelement bevorzugt in einer zweiten Ebene angeordnet, die zweckmäßig näherungsweise die Krümmungsmittelpunkte des Bogens enthält  
25 und im wesentlichen senkrecht zur ersten Ebene der Führungsebene steht, also im wesentlichen senkrecht zur horizontalen Objektebene. Die Lichtquellen sind dann sozusagen übereinander innerhalb des Trägerelements angeordnet, wobei eine Anordnung auf einer Geraden übereinander, also bspw.  
30 in senkrechter Richtung oder in einer zur Objektebene geneigten Richtung, oder aber eine bogenförmige Anordnung vorteilhaft sein kann. Zweckmäßigerweise sind die Lichtquellen wiederum auf einen Punkt in der Nähe des Fokuspunk-

tes des Mikroskops ausgerichtet. Eine kreisbogenförmige Anordnung der Lichtquellen an einem Trägerelement hat den Vorteil, dass die Lichtquellen alle dieselbe Entfernung zu einem Objekt besitzen. Eine Variation des Elevationswinkels  
5 wird bei den genannten festen Anordnungen der Lichtquellen über das Einschalten unterschiedlicher Lichtquellen an einem Trägerelement vorgenommen.

Eine andere Möglichkeit der Variation der Elevationswinkel  
10 ist gegeben, wenn die punktförmigen Lichtquellen in einem Trägerelement verschiebbar angeordnet sind. Die Verschiebung einer Lichtquelle entlang eines Trägerelements kann manuell, aber auch automatisch gesteuert erfolgen. Vorteilhaft ist die Anordnung der verschiebbaren Lichtquellen innerhalb eines Trägerelements auf dem oben erwähnten Bogen  
15 senkrecht zur ersten Ebene der Führungsebene, d.h. senkrecht zur Objektebene. Je nach dem möglichen Verschiebungsbereich lassen sich somit mit einer oder mit mehreren Lichtquellen verschiedene Elevationswinkel realisieren.

20 Selbstverständlich ist auch eine Kombination der Anordnungen möglich, wobei eine oder mehrere Lichtquellen fest, eine andere oder mehrere andere Lichtquellen verschiebbar an einem Trägerelement angeordnet sind.

25 Zur Realisierung verschiedener Elevationswinkel ist es schließlich auch denkbar, ein Trägerelement in einer im wesentlichen vertikalen Richtung verschiebbar an der Halterung der Beleuchtungseinrichtung anzuordnen. Schließlich  
30 kann auch die Halterung der Beleuchtungseinrichtung selbst in im wesentlichen vertikaler Richtung verschiebbar ausgebildet sein. Der vertikalen Verschiebung sind aber durch die begrenzten Abstrahlwinkel der Lichtquellen enge Grenzen

gesetzt, wenn die Homogenität der Beleuchtung erhalten bleiben soll oder die Lichtquellen nicht mit grossem Aufwand angepasst ausgerichtet werden sollen.

- 5 Als punktförmige Lichtquellen eignen sich LEDs (light emitting diodes, deutsch: Leuchtdiode), insbesondere Hochleistungsdiode. Für gängige Kontrastierverfahren in der Mikroskopie sind insbesondere Hochleistungs-Weißlichtdioden geeignet. Sollte gewünscht sein, mit Licht in einem bestimmten Spektralbereich zu arbeiten, sind Leuchtdioden mit  
10 entsprechendem Emissionsspektrum oder Weißlichtdioden mit vorgeschaltetem entsprechendem Filter geeignet.

- Es hat sich für die Praxis als vorteilhaft erwiesen, wenn  
15 zusätzlich zu verschiebbaren Trägerelementen zumindest ein feststehendes Trägerelement an der Führung der Halterung der Beleuchtungseinrichtung vorgesehen ist. Hierdurch kann die Anzahl der verstellbaren Trägerelemente reduziert werden, ohne dass in der Praxis bzgl. der Flexibilität der Beleuchtung Nachteile auftreten.  
20

- In diesem Zusammenhang ist es insbesondere vorteilhaft, wenn drei Trägerelemente vorhanden sind, von denen das mittlere Trägerelement als feststehendes Trägerelement im  
25 Scheitelpunkt der (kreis-)bogenförmigen Führung angeordnet ist. Ausgehend von einer Draufsicht auf Trägerelemente und Objektebene definieren dann das mittlere Trägerelement und ein Objektpunkt eine 0°-Linie, wobei die beiden verschiebbaren Trägerelemente jeweils um einen bestimmten Verschiebewinkel bezogen auf diese 0°-Linie, bspw. um plus bzw. minus 45° oder plus bzw. minus 90°, verschiebbar sind. Die Abstrahlwinkel von Leuchtdioden (Öffnungswinkel des Beleuchtungskegels) liegen im allgemeinen zwischen 5° und  
30

120°. Je nach Anwendung werden geringere oder größere Abstrahlwinkel bevorzugt.

Eine in der Praxis einfach zu realisierende verschiebbare Anordnung eines Trägerelements an einer Halterung einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ist dadurch gegeben, dass das Trägerelement an seiner Rückseite (die von der Lichtquelle abgewandte Seite) einen Vorsprung mit einer inneren Nase aufweist, die in eine entsprechende Nut in der Halterung eingreift, durch die die Führung gebildet wird. Nach Wahl einer bestimmten Position des Trägerelements wird dieses bspw. mittels einer Schraubbefestigung (Klemmschraube) an der Halterung fixiert. Auch eine magnetische Fixierung ist möglich, insbesondere da sich diese leicht lösen lässt, um das Trägerelement entlang der Führung zu verschieben.

Bezüglich der Stromversorgung der punktförmigen Lichtquellen ist es möglich, jede einzelne Lichtquelle über ein gesondertes Kabel mit Strom zu versorgen. Dies setzt verschiebbare Stromzuführungen (Stromkabel) voraus, die sich in der Praxis als hinderlich erweisen können. Alternativ kann die Führung der Halterung der Beleuchtungseinrichtung als Stromschiene dienen, über die die punktförmigen Lichtquellen versorgt werden. Bspw. kann für jedes Trägerelement eine eigene Stromschiene vorgesehen sein. Sind auf dem Trägerelement mehrere punktförmige Lichtquellen vorhanden, so können diese über eine Codierung angesteuert werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung als Mikroskopmodul ausgebildet. Hierzu weist die Halterung der Beleuchtungseinrichtung ein Anschlusselement zur Befestigung der Be-

leuchtungseinrichtung an ein Mikroskop, insbesondere an eine feststehende Fokussäule eines Mikroskops oder an einen verstellbaren Fokusarm eines Mikroskops, auf. Bei einer Befestigung der Beleuchtungseinrichtung an der feststehenden Fokussäule erhält man eine zum Objekt gekoppelte Beleuchtung, die für Aufnahmen mit unterschiedlichen Fokusebenen (Image-Stacks) vorteilhaft ist. Im anderen Fall der Befestigung an einem in Fokusrichtung verstellbaren Fokusarm erhält man jeweils eine optimale Ausleuchtung in der Fokusebene. Beide Verfahren haben in der Mikroskopie, insbesondere bei Kontrastierverfahren, ihre Bedeutung.

In einer bevorzugten Ausgestaltung kann das Anschlusselement als Einzelstück ausgebildet sein, das mit der Halterung der Beleuchtungseinrichtung verbindbar ist. Hierdurch wird es insbesondere möglich, dass das Anschlusselement zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung sowohl an einer feststehenden Fokussäule als auch an einem verstellbaren Fokusarm eines Mikroskops ausgebildet ist. Die Beleuchtungseinrichtung kann dann wahlweise an der feststehenden Fokussäule oder an dem verstellbaren Fokusarm befestigt werden, wodurch das Leuchtfeld wahlweise fest zum Objekt oder fest zur Fokusebene angeordnet wird. Dieser Aspekt der Erfindung wird ausdrücklich unabhängig von der oben geschilderten Beleuchtungseinrichtung als für sich genommen schutzfähig angesehen. Die Beleuchtungseinrichtung kann folglich mit einer Halterung mit horizontaler bogenförmiger Führung realisiert sein (siehe vorangehende Beschreibung), oder als konventionelle Beleuchtung ausgeführt sein. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird im folgendem dieser Aspekt der Erfindung in Zusammenhang mit der bereits geschilderten Beleuchtungseinrichtung weiter ausgeführt. Eine spätere Beanspruchung dieses Aspekts der Erfindung unabhän-

gig von der konkreten Beleuchtungseinrichtung sei an dieser Stelle vorbehalten.

Das als Einzelstück ausgebildete, mit der Halterung der Beleuchtungseinrichtung verbindbare Anschlusselement bildet gemäß diesem Aspekt der Erfindung sowohl eine geeignete Befestigungsmöglichkeit für die Fokussäule als auch eine geeignete Befestigungseinrichtung für den Fokusarm. Je nachdem welche Befestigungsart und damit Beleuchtungsart gewünscht ist, wird das Anschlusselement entsprechend orientiert bzw. ausgerichtet und zum einen mit der Beleuchtungseinrichtung, zum anderen mit dem Fokusarm bzw. der Fokussäule in Verbindung gebracht.

Es ist zweckmäßig, wenn das Anschlusselement einen Bügel aufweist, dessen eine Längsseite zur Befestigung des Bügels an die Fokussäule, dessen andere Längsseite zur Befestigung des Bügels an den Fokusarm ausgebildet ist. In der Regel stellen Fokusarm und Fokussäule Längsprofile dar, die (zur Objektebene hin) unterschiedliche Breiten und/oder Geometrien aufweisen. Der Bügel kann dann ein U-förmiger Haltebügel sein, der auf seinen beiden Längsseiten zwei unterschiedliche U-förmige Profile zur Befestigung an die Fokussäule bzw. an den Fokusarm aufweist. Durch einfaches Drehen des Bügels um  $180^\circ$  kann somit eine wahlweise Befestigung an der Fokussäule bzw. dem Fokusarm realisiert werden.

Das Anschlusselement muss eine weitere Befestigungsschnittstelle zur Beleuchtungseinrichtung aufweisen. Hierzu besitzt der Bügel vorteilhafterweise mindestens eine, insbesondere zwei Säulen zur Befestigung (der Halterung) der Beleuchtungseinrichtung an das Anschlusselement, wozu die Halterung bzw. die Beleuchtungseinrichtung ihrerseits eine

oder mehrere entsprechende Ausnehmungen aufweist. Die Beleuchtungseinrichtung wird dann auf die Säule(n) aufgesteckt. Hierbei ist es sinnvoll, wenn die mindestens eine Säule senkrecht zur Längsrichtung des Bügels verläuft und

5 sich in nur einer Richtung ausgehend von dem Bügel erstreckt. Die Beleuchtungseinrichtung ist somit über die Säule(n) und den die Säulen verbindenden Bügel mit dem Fokusarm oder der Fokussäule eines Mikroskops verbunden. Hierbei verlaufen die Säulen insbesondere parallel zur optischen Achse des Mikroskops bzw. parallel zur Verstell-

10 richtung des Fokusarms und der Bügel verläuft vorzugsweise in seiner Längsrichtung senkrecht zur Säulenrichtung.

Es ist vorteilhaft, wenn die Halterung der Beleuchtungseinrichtung (oder allgemein die Beleuchtungseinrichtung) in

15 einer bestimmten Position entlang einer Säule befestigbar ist. Hierdurch kann die Höhe der Beleuchtungseinrichtung über der Objektebene nochmals eingestellt bzw. justiert werden.

Die konstruktive Gestaltung des Anschlusselements erlaubt eine rasche und einfache Montage der Beleuchtungseinrichtung in beiden Stellungen (Befestigung an Fokusarm bzw. Fokussäule) ohne zusätzliche Teile. Es muss lediglich die

20 Orientierung des Anschlusselements (oder des Haltebügels) geändert werden. Hierzu wird die Beleuchtungseinrichtung von dem Anschlusselement entfernt, dieses entsprechend umorientiert (um 180° gedreht) und wieder mit der Beleuchtungseinrichtung verbunden. Anschließend erfolgt die Montage

25 des Anschlusselements samt Beleuchtungseinrichtung an den Fokusarm oder an die Fokussäule. Je nach Konstruktion ist es auch denkbar, zunächst das Anschlusselement entspre-

30

chend am Mikroskop zu montieren und anschließend die Beleuchtungseinrichtung aufzusetzen.

Die vorstehend genannten und nachfolgend noch zu nennenden  
5 Merkmale der Erfindung können nicht nur in der hier dargestellten Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung eingesetzt werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

10 Die Erfindung und ihre Vorteile seien im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen geschildert, die in der Zeichnung illustriert sind.

Figur 1 zeigt sehr schematisch eine Seitenansicht eines  
15 Mikroskops mit Beleuchtungseinrichtung gemäß Erfindung,

Figur 2 zeigt sehr schematisch eine Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung gemäß Erfindung und eine Objektebene eines Mikroskops,  
20

Figur 3 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Anschlusselement zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung an den Fokusarm eines Mikroskops,  
25

Figur 4 zeigt die Beleuchtungseinrichtung aus Figur 3 befestigt am Fokusarm eines Mikroskops,

Figur 5 zeigt eine Beleuchtungseinrichtung in perspektivischer Ansicht mit einem Anschlusselement zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung an die Fokussäule eines Mikroskops und  
30

Figur 6 zeigt die Beleuchtungseinrichtung aus Figur 5 montiert an die Fokussäule eines Mikroskops.

Die Erfindung sei zunächst anhand der schematischen Darstellungen der Figuren 1 und 2 in ihren wesentlichen Gesichtspunkten umrissen: Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines Mikroskops 10 mit einer Beleuchtungseinrichtung 1. Die Beleuchtungseinrichtung 1 weist in dieser Darstellung zwei Trägerelemente 2 zur Aufnahme jeweils zweier punktförmiger Lichtquellen, hier Leuchtdioden 4, und eine Halterung 5 auf. Das Mikroskop 10 ist über einen in vertikaler Richtung verschiebbaren Fokusarm 11 mit einer vertikalen Fokussäule 12 verbunden. Das Mikroskop 10 weist seinerseits ein Okular 13 und ein Objektiv 14 auf, die in bekannter Weise ein Bild eines Objekts 3 erzeugen.

Die Beleuchtungseinrichtung 1 ist über ein hier nicht im Detail dargestelltes Anschlusselement mit der Fokussäule 12 verbunden. Auf diesen Aspekt der Erfindung wird weiter unten näher eingegangen werden. Die Halterung 5 der Beleuchtungseinrichtung 1 trägt ein Trägerelement 2, das zwei Leuchtdioden 4 aufweist, deren Beleuchtungsachsen 7 auf das Objekt 3 (bzw. die Objektebene) gerichtet sind. Die entsprechenden Elevationswinkel sind mit  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  angegeben. Die Variation des Elevationswinkels  $\alpha$  kann hier folglich durch Umschalten der Leuchtdioden 4 erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann eine Veränderung des Elevationswinkels dadurch erfolgen, dass ein Trägerelement 2 in vertikaler Richtung verschiebbar an der Halterung 5 befestigt ist, und/oder dass die Halterung 5 selbst in vertikaler Richtung verschiebbar (hier an der Fokussäule 12) befestigt ist. Selbstverständlich ist bei den letztgenannten Möglichkeiten

darauf zu achten, dass das Objekt 3 weiterhin im Lichtkegel der Leuchtdioden 4 verbleibt.

Figur 2 zeigt sehr schematisch eine Draufsicht auf die Beleuchtungseinrichtung 1 und die Objektebene mit dem Objekt 3. Dargestellt sind die Führung 6 der Halterung 5 der Beleuchtungseinrichtung 1 (vgl. Figur 1) und drei Trägerelemente 2. In dieser Darstellung sind alle drei Trägerelemente 2 entlang der kreisbogenförmigen Führung 6 verschiebbargelagert. Dargestellt ist ein Verschiebebereich von insgesamt etwa  $90^\circ$ . Somit läßt sich also der Azimutwinkel  $\beta$  zwischen  $0$  und  $90^\circ$  verändern. Selbstverständlich sind Führungen 6 mit größerem Winkelbereich denkbar und je nach Zielsetzung auch sinnvoll. Es sollte hierbei aber darauf geachtet werden, dass die Zugänglichkeit zum Objekt 3 nicht übermäßig eingeschränkt wird. Der Abstrahlwinkel  $\gamma$  der Leuchtdioden 4 (vgl. Figur 1) ist in Figur 2 ebenfalls skizziert. Typische Abstrahlwinkel  $\gamma$  betragen zwischen  $5^\circ$  und  $120^\circ$ . Im vorliegenden Fall beträgt der Abstrahlwinkel  $\gamma$  etwa  $20^\circ$ , so dass das Objekt 3 nahezu vollständig im Lichtkegel der Leuchtdioden 4 liegt.

Wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich, liegt die bogenförmige Führung 6 der Trägerelemente 2 in einer horizontalen Ebene (gleich Zeichenebene in Figur 2), die parallel zur Objektebene und senkrecht zur optischen Achse 15, wie sie durch das Mikroskop 10 definiert wird, verläuft.

Während in Figur 1 die Leuchtdioden 4 in senkrechter Richtung übereinander im Trägerelement 2 angeordnet sind, zeigt Figur 3 eine bogenförmige Anordnung von punktförmigen Lichtquellen 4 an einem Trägerelement 2. Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die Leuchtdioden

bzw. punktförmigen Lichtquellen 4 auch verschiebbar innerhalb eines Trägerelements 2 angeordnet sein können, um eine Veränderung des Elevationswinkels  $\alpha$  vorzunehmen.

5 Figur 3 zeigt eine Beleuchtungseinrichtung 1 mit drei Trägerelementen 2, von denen zwei Trägerelemente 2 jeweils entlang einer bogenförmigen Führung 6 verschiebbar an einer Halterung 5 gelagert sind. Das mittlere der drei Trägerelemente 2 ist fest an der Halterung 5 angeordnet. Jedes Trägerelement 2 weist drei fest angeordnete punktförmige Lichtquellen, hier Leuchtdioden 4, auf, die, wie bereits erwähnt, in vertikaler Richtung (kreis-)bogenförmig angeordnet sind. Der Mittelpunkt des Kreisbogensegments liegt dabei mit Vorteil in dem Objekt 3 (vgl. Figur 1). Eine Skala 18 ermöglicht die reproduzierbare Positionierung der Trägerelemente 2.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, ist der Azimutwinkel, ausgehend von dem fest angeordneten mittleren Trägerelement 2 in einem Bereich von  $\pm 15^\circ$  bis  $\pm 45^\circ$  verstellbar. Dieser Verstellbereich hat sich in der Praxis als zweckmäßig erwiesen. Die beiden verstellbaren Trägerelemente 2 weisen jeweils eine Klemmschraube 8 auf, mittels derer das entsprechende Trägerelement 2 in der gewählten Position an der Halterung 5 fixiert werden kann. Auf die weiteren Möglichkeiten einer magnetischen Fixierung und einer elektronisch gesteuerten Verschiebung eines Trägerelements 2 sei hier nochmals hingewiesen.

30 Aus der perspektivischen Ansicht der Figur 3 läßt sich erkennen, dass die Trägerelemente 2 U-förmige Ausnehmungen haben, die auf der von den Leuchtdioden 4 abgewandten Seite zur Führung entlang der Halterung 5 vorhanden sind. Es ist

hierbei zweckmäßig, wenn im oberen Teil der U-förmigen Ausnehmung das Trägerelement 2 eine innere Nase aufweist, die in die Nut der Führung 6 eingreift. Wie bereits oben erläutert, kann hierdurch auch eine Stromversorgung der einzelnen Leuchtdioden 4 realisiert werden, wenn die Führung 6 eine Stromschiene umfasst, die vom Trägerelement 2 abgegriffen wird. Die Ansteuerung der einzelnen Leuchtdioden 4 müsste in diesem Fall über eine Codierung erfolgen. Alternativ hierzu besitzt jede Leuchtdiode 4 eine eigene Stromzuführung.

Mit 9 ist eine Folientastatur bezeichnet, die zur Bedienung der Beleuchtungseinrichtung 1 dient, wobei neben einer Ein/Aus-Schaltung auch eine Helligkeitssteuerung und eine Schaltung der Sequenzen einzelner Leuchtdioden 4 oder einer Gruppe von Leuchtdioden 4 vorgesehen sein kann. Die Trägerelemente 2 dienen gleichzeitig als Kühlkörper für die Leuchtdioden 4 und können in ihrer Gestalt für einen ausreichenden Kühleffekt optimiert werden (Kühlrippen, aktive Kühlung und ähnliches mehr). Dies ist vorteilhaft für die Integration von Hochleistungs-Leuchtdioden (sog. Power-LEDs). Alternativ oder zusätzlich zur Folientastatur 9 kann die Beleuchtungseinrichtung 1 auch über einen Computer oder ähnliches ferngesteuert werden.

Die Anordnung der Leuchtdioden 4 an einem Träger 2 ist mit Vorteil so gestaltet, dass die oberste Leuchtdiode 4 für eine steile Auflichtbeleuchtung, die mittlere Leuchtdiode 4 für eine schräge Beleuchtung und die unterste Leuchtdiode 4 für eine Dunkelfellbeleuchtung eingesetzt werden kann. Die Befestigung der Leuchtdioden 4 in einer Vertiefung im Trägerelement 2 erlaubt eine Abdeckung der Leuchtdioden 4 zum Schutz des Benutzers vor Verbrennungen und zugleich zum

Schutz der Dioden 4 selbst. Die Abdeckung kann auch zur Aufnahme von Farbfiltern dienen, wobei je nach Einsatzzweck alle Leuchtdioden 4 gleich oder unterschiedlich gefiltert werden können. Durch die stufenlose oder stufige Verschiebung der Trägerelemente 2 um das Objekt 3 herum (vgl. Figuren 1 und 2) können verschiedene Beleuchtungsarten und -richtungen in einfacher Weise realisiert werden, ohne das Objekt 3 zu bewegen.

Die Beleuchtungseinheit 1 stellt ein eigenständiges Modul dar, das mit einem Mikroskop, spezieller mit einem Fokusarm oder einer Fokussäule eines Mikroskops, verbunden werden kann. Zu diesem Zweck kann die Rückseite (die von den Trägerelementen 2 abgewandte Seite der Halterung 5) zur Befestigung am Mikroskop entsprechend ausgebildet sein. Alternativ ist ein Anschlusselement 20 gemäß weiterem Aspekt der Erfindung vorgesehen, das mit der Beleuchtungseinrichtung 1 zu verbinden ist, um die Beleuchtungseinrichtung 1 an ein Mikroskop 10, genauer gesagt wahlweise an die Fokussäule 12 oder den Fokusarm 11 (vgl. Figur 1) anzubringen. Das Anschlusselement 20 ist hier als Einzelstück ausgebildet, das mit der Halterung 5 der Beleuchtungseinrichtung 1 über zwei Säulen zu verbinden ist. Die beiden Säulen 21a, b sind ihrerseits an einem Bügel 22 des Anschlusselements 20 befestigt und verlaufen ausgehend von dem Bügel 22 in eine Richtung und parallel zueinander. Wie im folgenden näher erläutert wird, weist der Bügel 22 an seinen Längsseiten jeweils zwei unterschiedliche Profile oder U-förmige Ausnehmungen 23a, b zur Befestigung des Bügels 22 an die Fokussäule 12 bzw. an den Fokusarm 11 auf.

Es ist vorteilhaft, wenn die Beleuchtungseinrichtung 1 verschiebbar an den Säulen 21a, b des Anschlusselements 20 ge-

lagert ist. Hierdurch läßt sich nach Anbringen des Anschlusselements 20 an den Fokusarm 11 bzw. an die Fokussäule 12 des Mikroskops 10 noch eine (vertikale) Verschiebung der Beleuchtungseinrichtung 1 zu Zwecken der Justierung oder zu Zwecken der weiteren Variation der Elevationswinkels vornehmen.

In der in Figur 3 dargestellten Orientierung des Anschlusselements 20 an der Beleuchtungseinrichtung 1 ist diese zur Befestigung am Fokusarm 11 des in Figur 4 dargestellten Mikroskops 10 vorgesehen.

Figur 4 zeigt eine perspektivische Darstellung der Beleuchtungseinrichtung 1 aus Figur 3, die an dem Fokusarm 11 eines Mikroskops 10 befestigt ist. Bei dem Mikroskop 10 handelt es sich um ein Stereomikroskop mit einem Objektiv 14, gefolgt von einem Mikroskopgehäuse, in dem sich ein Zoomsystem befindet. Die Vergrößerung des Zoomsystems läßt sich durch Bedienen des Verstellknopfes 17 für das Zoomsystem verändern. Es folgt ein weiterer Gehäuseaufsatz, in dem der Tubus untergebracht ist, und auf den die Okulare 13 (vgl. Figur 1) aufzusetzen sind. Die Funktionsweise eines Stereomikroskops 10 ist an sich bekannt und soll daher nicht weiter erläutert werden. Das eigentliche Mikroskop 10 wird von einem Fokusarm 11 getragen, der seinerseits verschiebbar an einer vertikalen Fokussäule 12 befestigt ist. Der Drehknopf 16 ermöglicht die Grob/Fein-Verstellung der vertikalen Höhe des Fokusarms. Auch diese Konstruktion ist an sich bekannt und soll daher nicht weiter erläutert werden.

Die Beleuchtungseinrichtung 1 ist in der in Figur 3 dargestellten Position über das Anschlusselement 20 an den Fokusarm 11 befestigt. Hierzu wird das U-förmige Profil 23a

zum Fokusarm 11 hin orientiert. Das Profil 23a greift in das Profil des Fokusarms 11 ein und beide Teile können mit einer üblichen Befestigungsart (bspw. durch Verschrauben) aneinander befestigt werden. Wird durch Betätigen des Drehknopfes 16 der Fokusarm 11 in vertikaler Richtung verschoben, so bewegt sich die Beleuchtungseinrichtung 1 mit dem Fokusarm 11 mit. Somit bleibt die Beleuchtung in der jeweiligen Fokusebene konstant.

Wie aus Figur 4 ersichtlich, kann die Beleuchtungseinheit 1 über die Säulen 21a, 21b in vertikaler Richtung verschoben werden, wodurch Feinjustierungen möglich sind. Zur Erläuterung der Beleuchtungseinrichtung 1 selbst wird auf die Ausführungen zu Figur 3 verwiesen. Wie aus Figur 4 weiter ersichtlich, treffen die Beleuchtungsachsen 7 der Leuchtdioden 4 auf das Objekt 3 auf der Objektebene 3'. Das Objekt 3 liegt auf der optischen Achse 15 des Mikroskops 10, üblicherweise in dessen Fokus.

Die Figuren 5 und 6 zeigen die Ausrichtung des Anschlusselements an der Beleuchtungseinrichtung 1 zur Befestigung derselbigen an der Fokussäule 12 des in Figur 4 dargestellten Mikroskops 10. Bezüglich der Einzelheiten der Beleuchtungseinrichtung 1 und des Mikroskops 10 sei auf die vorangehenden Figuren verwiesen. Im Folgenden soll lediglich auf die Unterschiede zu den Figuren 3 und 4 eingegangen werden.

Zum Anschluss der Beleuchtungseinrichtung 1 an die Fokussäule 12 wird das Anschlusselement 20 von der Beleuchtungseinrichtung 1 entfernt, von oben nach unten sowie von links nach rechts (also jeweils um  $180^\circ$ ) gedreht und anschließend wieder mit der Beleuchtungseinrichtung 1 verbunden. Auf diese Weise können nunmehr die Säulen 21a und 21b von unten

durch die entsprechenden Ausnehmungen in der Beleuchtungseinrichtung 1 geführt werden. In der Ansicht von Figur 5 sind auch die Klemmschrauben 24 zu erkennen, mittels derer die Beleuchtungseinrichtung 1 entlang der Säulen 21a, 21b verschoben und fixiert werden kann. Die Ausnehmung oder das U-förmige Profil 23b zeigt nunmehr nach außen. Dieses Profil ist entsprechend dem Profil der Fokussäule 12 gestaltet, so dass ein Eingreifen der Profile und eine Befestigung des Anschlusselements 20 an die Fokussäule 12 möglich ist.

Figur 6 zeigt den montierten Zustand, bei dem die Beleuchtungseinrichtung 1 über das Anschlusselement 20 an der Fokussäule 12 des Mikroskops 10 (vgl. Figur 4) befestigt ist. Der Übersichtlichkeit halber sind die Details aus Figur 4 betreffend das Mikroskop in Figur 6 weggelassen. Bei dieser Montageart kann eine ortsfeste Beleuchtung, die immer auf das Objekt 3 gerichtet ist, realisiert werden. Diese Beleuchtungsart ist von Vorteil, wenn Image-Stacks, etwa für dreidimensionale Bildgebung, aufgenommen werden sollen. Die Montage erfolgt, indem zunächst das Anschlusselement 20 in der in Figur 6 dargestellten Weise an der Fokussäule 12 befestigt wird. Anschließend wird die Beleuchtungseinrichtung 1 auf die Säulen 21a, 21b gesetzt und ihrerseits mit den Klemmschrauben 24 fixiert. Diese Vorgehensweise hat sich in der Praxis als besonders zweckmäßig erwiesen. Prinzipiell ist es auch denkbar, auf eine 180°-Drehung des Anschlusselements 20 von oben nach unten zu verzichten und das Anschlusselement 20 aus der in Figur 3 dargestellten Orientierung lediglich um 180° von links nach rechts zu drehen, um es an die Fokussäule 12 zu montieren. In diesem Fall müsste die Beleuchtungseinrichtung 1 zunächst an das An-

schlusselement 20 montiert werden, bevor dieses an der Fokussäule 12 angebracht wird.

**Bezugszeichenliste**

	1	Beleuchtungseinrichtung
	2	Trägerelement
5	3	Objekt
	3'	Objektebene
	4	Lichtquelle, Leuchtdiode
	5	Halterung
	6	Führung
10	7	Beleuchtungsachse
	8	Klemmschraube
	9	Folientastatur
	10	Mikroskop
	11	Fokusarm
15	12	Fokussäule
	13	Okular
	14	Objektiv
	15	optische Achse
	16	Drehknopf für Fokusarm
20	17	Verstellknopf für Zoom
	18	Skala
	20	Anschlusselement
	21a, b	Säulen
	22	Bügel
25	23a, b	Ausnehmungen, Profil
	24	Klemmschrauben
	$\alpha, \alpha_1, \alpha_2$	Elevationswinkel
	$\beta$	Azimutwinkel
	$\gamma$	Abstrahlwinkel

### Patentansprüche

- 5 1. Beleuchtungseinrichtung (1) für ein Mikroskop (10) unter Verwendung von mehreren an einem Trägerelement (2) angeordneten punktförmigen Lichtquellen (4),  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass mehrere Trägerelemente (2) zur Aufnahme jeweils mehrerer punktförmiger Lichtquellen (4) und eine am Mikroskop (10) befestigbare Halterung (5) mit einer bogenförmigen Führung (6) vorgesehen sind, wobei die Trägerelemente (2) entlang der Führung (6) in einer horizontalen Ebene verschiebbar gelagert sind.
- 10
- 15 2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung (6) als Kreisbogen oder Kreisbogensegment ausgestaltet ist.
- 20 3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kreisbogen bzw. das Kreisbogensegment einen Winkel von 90° bis 360°, insbesondere von 90° bis 180° umfasst.
- 25 4. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die punktförmigen Lichtquellen (4) an einem Trägerelement (2) in einer zweiten Ebene angeordnet sind, die im wesentlichen senkrecht zur ersten Ebene der Führungsebene steht.
- 30 5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die punktförmigen Lichtquellen (4) auf

einer Geraden übereinander an einem Trägerelement (2) angeordnet sind.

5 6. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die punktförmigen Lichtquellen (4) versetzt zueinander, insbesondere bogenförmig an einem Trägerelement (2) angeordnet sind.

10 7. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere punktförmige Lichtquellen (4) in einem Trägerelement (2) verschiebbar angeordnet sind.

15 8. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als punktförmige Lichtquelle (4) eine Leuchtdiode, insbesondere Hochleistungsdiode, insbesondere Hochleistungs-Weißlicht-Diode, eingesetzt ist.

20 9. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein feststehendes Trägerelement (2) an der Führung (6) der Halterung (5) vorhanden ist.

25 10. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass drei Trägerelemente (2) vorhanden sind, von denen das mittlere Trägerelement (2) als feststehendes Trägerelement (2) im Scheitelpunkt der bogenförmigen Führung (6) angeordnet ist.

30 11. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Trägerelement (2) mit-

tels einer lösbaren Befestigung an der Halterung (5) fixierbar ist.

12. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung (6) der Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) eine Stromschiene zur Versorgung der mindestens einen punktförmigen Lichtquelle (4) aufweist.

13. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass jede punktförmige Lichtquelle (4) eine eigene Stromzuführung aufweist.

14. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) ein Anschlusselement (20) zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung (1) an einer feststehenden Fokussäule (12) oder an einem verstellbaren Fokusarm (11) eines Mikroskops (10) aufweist.

15. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlusselement (20) als Einzelstück ausgebildet ist, das mit der Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) verbindbar ist.

16. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlusselement (20) zur Befestigung der Beleuchtungseinrichtung (1) sowohl an einer feststehenden Fokussäule (12) als auch an einem verstellbaren Fokusarm (11) eines Mikroskops (10) ausgebildet ist.

17. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlusselement (20) einen Bügel (22) aufweist, dessen eine Längsseite zur Befestigung des Bügels (22) an die Fokussäule (12), dessen andere Längsseite zur Befestigung des Bügels (22) an den Fokusarm (11) ausgebildet ist.

18. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Bügel (22) mindestens eine Säule (21a, 21b) zur Befestigung der Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) an das Anschlusselement (20) aufweist, wozu die Halterung (5) ihrerseits eine entsprechende Ausnehmung aufweist.

19. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Säule (21a, 21b) senkrecht zur Längsrichtung des Bügels (22) verläuft und sich in eine Richtung ausgehend von dem Bügel (22) erstreckt.

20. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) in einer bestimmten Position entlang einer Säule (21a, 21b) befestigbar ist.

21. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Säule (21a, 21b) parallel zur Verstellrichtung des Fokusarms (11) bzw. parallel zur Fokussäulenrichtung ausgerichtet ist, wenn das Anschlusselement (20) am Mikroskop (10) montiert ist.

22. Mikroskop (10), insbesondere Stereomikroskop, mit einer Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 21.

- 5 23. Mikroskop (10) nach Anspruch 22, bei dem die Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) derart am Mikroskop (10) befestigt ist, dass die Krümmungsmittelpunkte der bogenförmigen Führung (6) auf oder in der Nähe der optischen Achse (15) des Mikroskops (10) liegen.

10

24. Mikroskop (10) nach Anspruch 22 oder 23, bei dem die Halterung (5) der Beleuchtungseinrichtung (1) derart am Mikroskop (10) befestigt ist, dass die mindestens eine Lichtquelle (4) der Beleuchtungseinrichtung (1) auf den Fokus-

15 punkt oder auf einen Punkt in der Nähe des Fokuspunkts des Mikroskops (10) ausgerichtet ist.

Fig. 1.

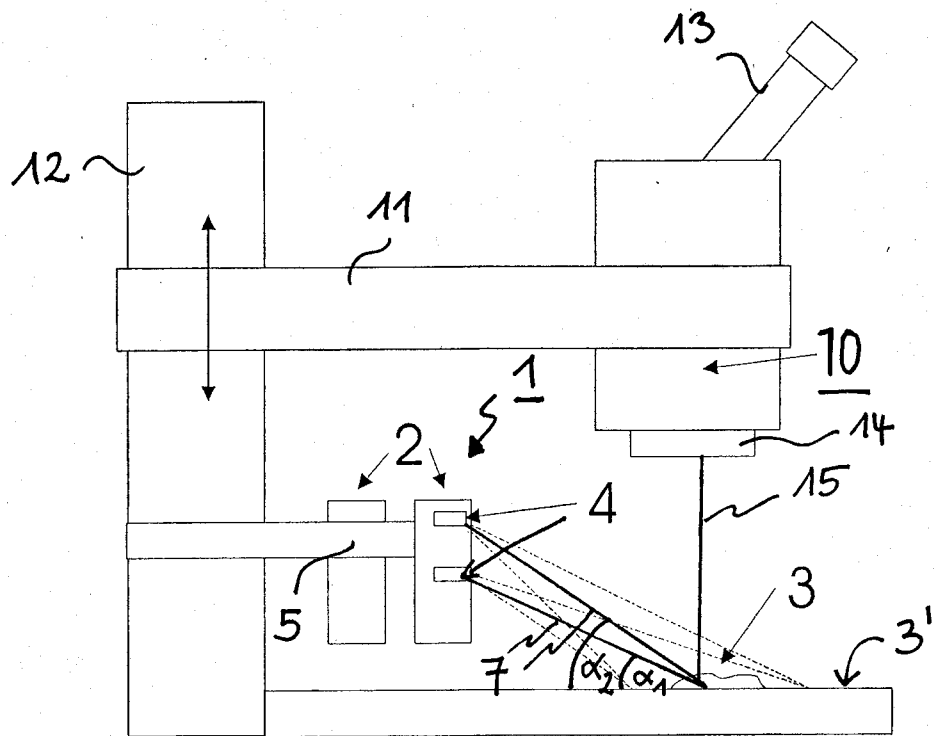


Fig. 2

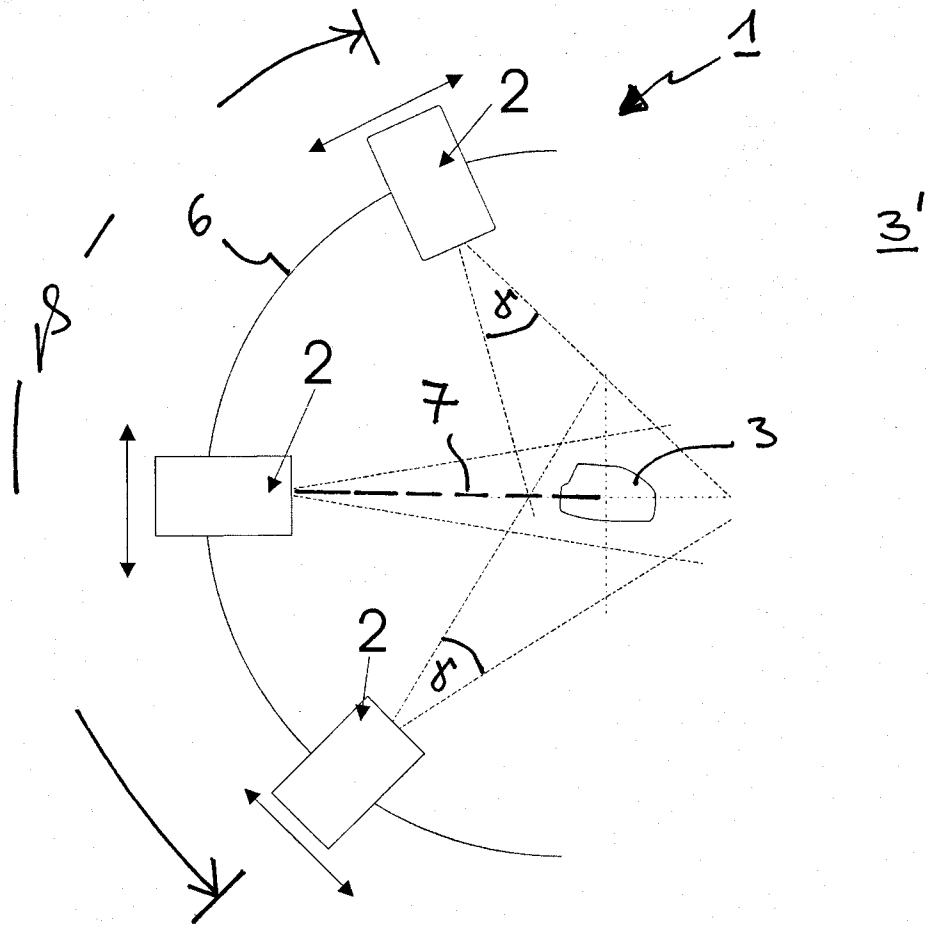
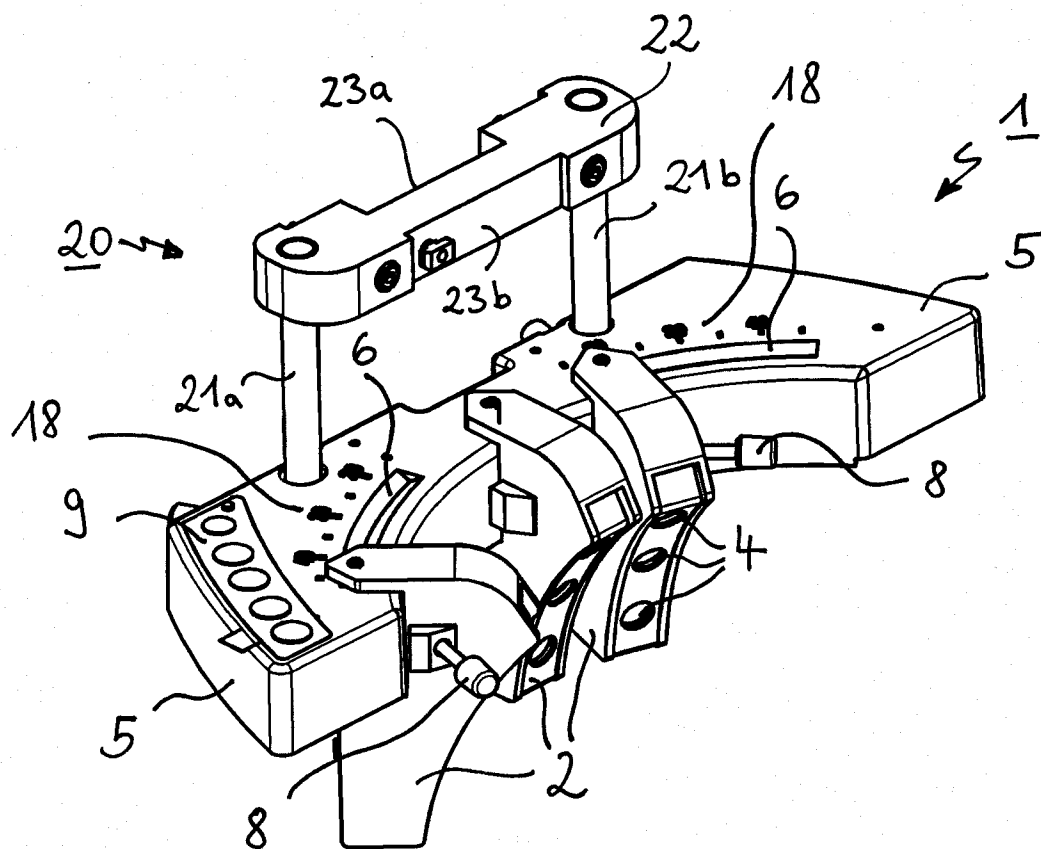
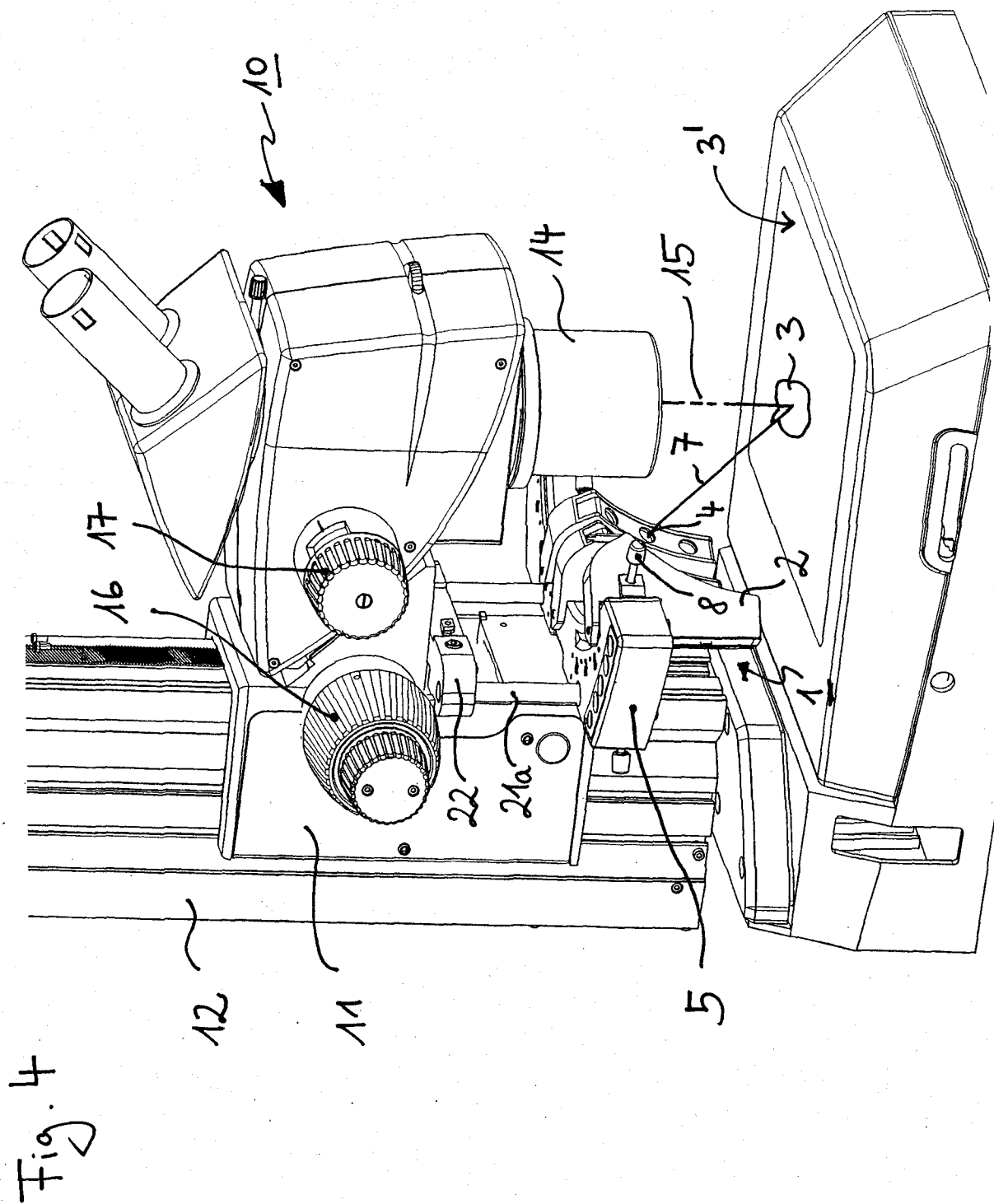


Fig. 3





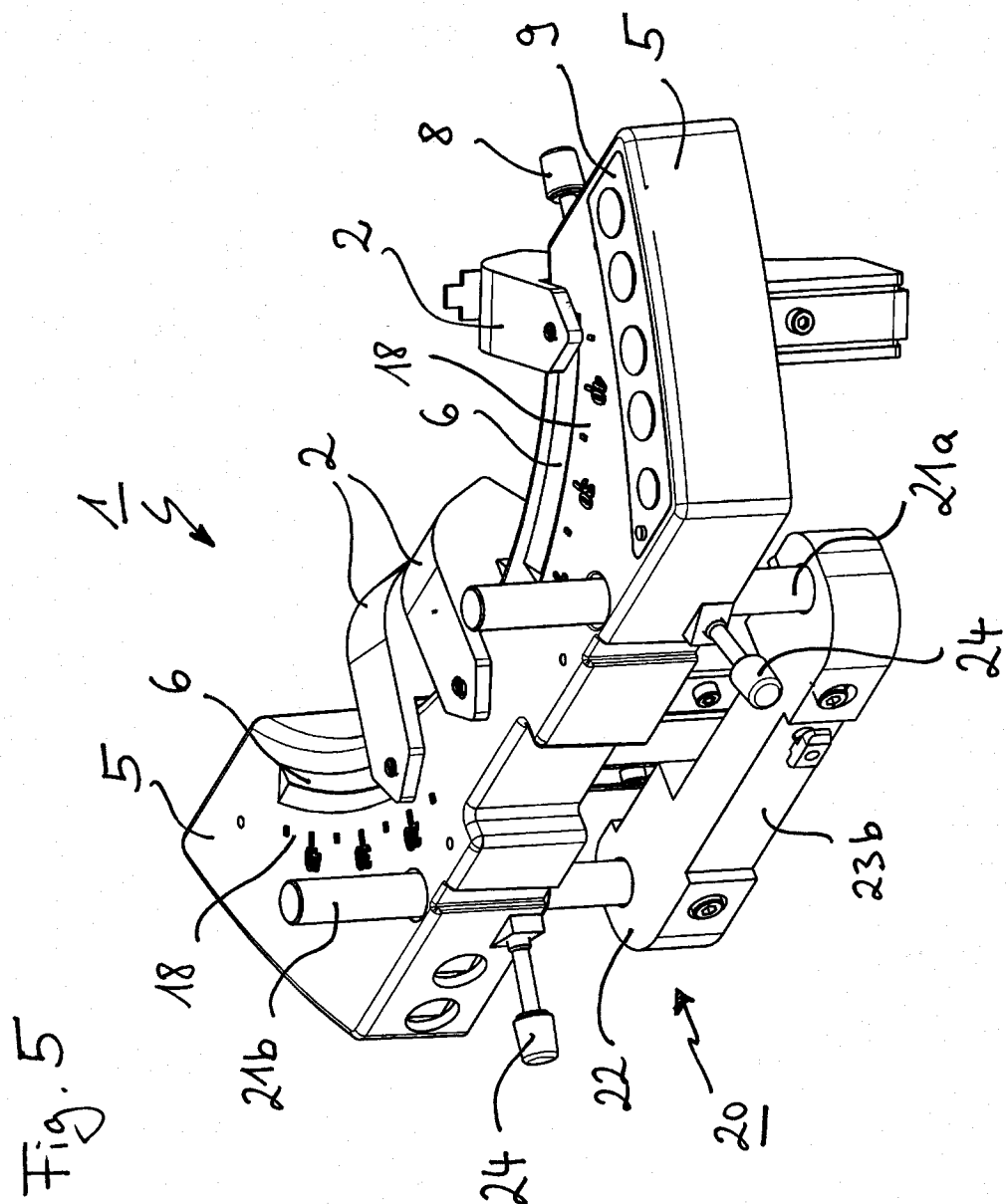
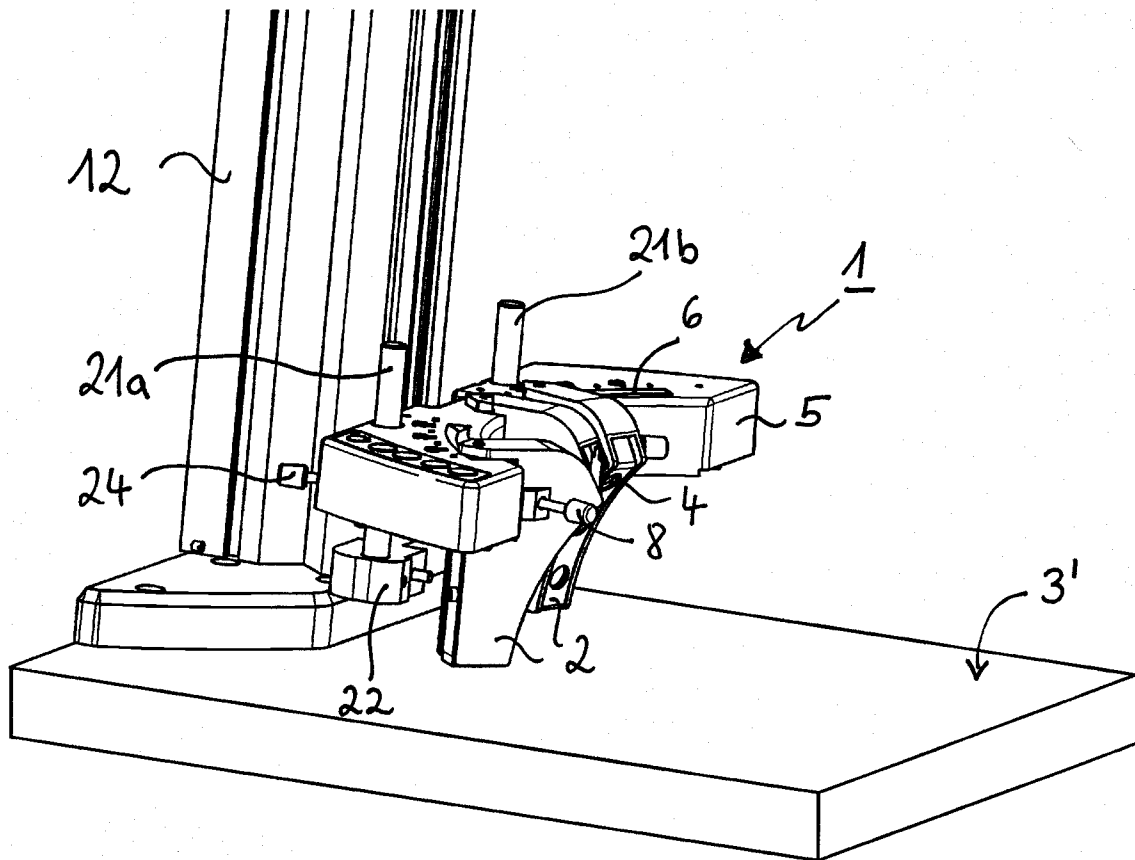


Fig. 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/051306

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G02B21/08

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, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/091825 A1 (ABRAMOVICH GIL [US] ET AL) 4 May 2006 (2006-05-04)  paragraphs [0017], [0018]; figures 1,2	1-5, 8-21
X	JP 2005 006960 A (OLYMPUS CORP) 13 January 2005 (2005-01-13) PAJ Zusammenfassung; paragraph [0029]; figures 1,6	1-8, 11-13, 22
X	WO 99/62442 A (WAVELIGHT LASER TECHNOLOGIE GM [DE]; STROHM FREDY [DE]; GLASMACHER MAT) 9 December 1999 (1999-12-09) page 7, line 18 - line 24; figures 1,2  ----- -/--	1-6, 8-16, 22-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family 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.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 Mai 2008

Date of mailing of the international search report

06/06/2008

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Ciarrocca, Marco

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/051306

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2005 034829 A1 (LEICA MICROSYSTEMS SCHWEIZ AG [CH]) 1 February 2007 (2007-02-01) cited in the application paragraph [0043]; figures 3,4 -----	1-3,8, 22-24
Y	US 5 570 228 A (GREENBERG GARY [US]) 29 October 1996 (1996-10-29) cited in the application claims 1,6 column 7, line 9 - column 8, line 19; figures 2,2c -----	1-3,8, 10,22-24
Y	WO 01/61324 A (UNIV CHICAGO [US]; BARSKY VICTOR [RU]; MIRZABEKOV ANDREI [US]; VENGERO) 23 August 2001 (2001-08-23) page 6, lines 17-22; figures 4c,7 page 8, line 23 -----	1-3,8, 10,22-24
A	US 5 038 258 A (KOCH KLAUS-PETER [DE] ET AL) 6 August 1991 (1991-08-06) cited in the application figures 1,2a -----	1,7,8, 22-24
A	DE 10 2005 036230 B3 (LEICA MICROSYSTEMS SCHWEIZ AG [CH]) 23 November 2006 (2006-11-23) cited in the application paragraph [0030]; figures 1,4 -----	1,4-6,8, 9,22-24

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/051306

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006091825	A1	04-05-2006	NONE	
JP 2005006960	A	13-01-2005	NONE	
WO 9962442	A	09-12-1999	DE 29809759 U1	13-08-1998
DE 102005034829	A1	01-02-2007	JP 2007034301 A	08-02-2007
			US 2007024965 A1	01-02-2007
US 5570228	A	29-10-1996	AU 650985 B2	07-07-1994
			AU 1915792 A	17-11-1992
			CA 2084408 A1	20-10-1992
			DE 535218 T1	14-10-1993
			EP 0535218 A1	07-04-1993
			ES 2041229 T1	16-11-1993
			US 5548441 A	20-08-1996
			WO 9218894 A1	29-10-1992
			US 5345333 A	06-09-1994
			US 5305139 A	19-04-1994
			US 5592328 A	07-01-1997
WO 0161324	A	23-08-2001	AU 3705601 A	27-08-2001
			RU 2182328 C2	10-05-2002
US 5038258	A	06-08-1991	DE 3906555 A1	06-07-1989
			DE 8915535 U1	25-10-1990
			EP 0385262 A2	05-09-1990
			JP 2272412 A	07-11-1990
			JP 2650215 B2	03-09-1997
DE 102005036230	B3	23-11-2006	CN 1908721 A	07-02-2007
			JP 2007041596 A	15-02-2007
			US 2007030564 A1	08-02-2007

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. G02B21/08

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

**B. RESEARCHIERTE 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, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/091825 A1 (ABRAMOVICH GIL [US] ET AL) 4. Mai 2006 (2006-05-04)  Absätze [0017], [0018]; Abbildungen 1,2	1-5, 8-21
X	JP 2005 006960 A (OLYMPUS CORP) 13. Januar 2005 (2005-01-13) PAJ Zusammenfassung; Absatz [0029]; Abbildungen 1,6	1-8, 11-13, 22
X	WO 99/62442 A (WAVELIGHT LASER TECHNOLOGIE GM [DE]; STROHM FREDY [DE]; GLASMACHER MAT) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) Seite 7, Zeile 18 - Zeile 24; Abbildungen 1,2	1-6, 8-16, 22-24

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
  - \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

29. Mai 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/06/2008

 Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 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

Bevollmächtigter Bediensteter

Ciarrocca, Marco

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2005 034829 A1 (LEICA MICROSYSTEMS SCHWEIZ AG [CH]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0043]; Abbildungen 3,4 -----	1-3,8, 22-24
Y	US 5 570 228 A (GREENBERG GARY [US]) 29. Oktober 1996 (1996-10-29) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,6 Spalte 7, Zeile 9 - Spalte 8, Zeile 19; Abbildungen 2,2c -----	1-3,8, 10,22-24
Y	WO 01/61324 A (UNIV CHICAGO [US]; BARSKY VICTOR [RU]; MIRZABEKOV ANDREI [US]; VENGERO) 23. August 2001 (2001-08-23) Seite 6, Zeilen 17-22; Abbildungen 4c,7 Seite 8, Zeile 23 -----	1-3,8, 10,22-24
A	US 5 038 258 A (KOCH KLAUS-PETER [DE] ET AL) 6. August 1991 (1991-08-06) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1,2a -----	1,7,8, 22-24
A	DE 10 2005 036230 B3 (LEICA MICROSYSTEMS SCHWEIZ AG [CH]) 23. November 2006 (2006-11-23) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0030]; Abbildungen 1,4 -----	1,4-6,8, 9,22-24

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/051306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006091825 A1	04-05-2006	KEINE	
JP 2005006960 A	13-01-2005	KEINE	
WO 9962442 A	09-12-1999	DE 29809759 U1	13-08-1998
DE 102005034829 A1	01-02-2007	JP 2007034301 A	08-02-2007
		US 2007024965 A1	01-02-2007
US 5570228 A	29-10-1996	AU 650985 B2	07-07-1994
		AU 1915792 A	17-11-1992
		CA 2084408 A1	20-10-1992
		DE 535218 T1	14-10-1993
		EP 0535218 A1	07-04-1993
		ES 2041229 T1	16-11-1993
		US 5548441 A	20-08-1996
		WO 9218894 A1	29-10-1992
		US 5345333 A	06-09-1994
		US 5305139 A	19-04-1994
		US 5592328 A	07-01-1997
WO 0161324 A	23-08-2001	AU 3705601 A	27-08-2001
		RU 2182328 C2	10-05-2002
US 5038258 A	06-08-1991	DE 3906555 A1	06-07-1989
		DE 8915535 U1	25-10-1990
		EP 0385262 A2	05-09-1990
		JP 2272412 A	07-11-1990
		JP 2650215 B2	03-09-1997
DE 102005036230 B3	23-11-2006	CN 1908721 A	07-02-2007
		JP 2007041596 A	15-02-2007
		US 2007030564 A1	08-02-2007