

(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
28. Januar 2016 (28.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/012606 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 21/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067035

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juli 2015 (24.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 110 575.3 25. Juli 2014 (25.07.2014) DE

(71) Anmelder: **LEICA MICROSYSTEMS CMS GMBH**
[DE/DE]; Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (DE).

(72) Erfinder: **GANSER, Michael**; Fontaneweg 12a, 35398
Gießen (DE).

(74) Anwalt: **BRADL, Joachim**; Leica Microsystems GmbH,
Corporate Patents + Trademarks Department, Ernst-Leitz-
Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (DE).

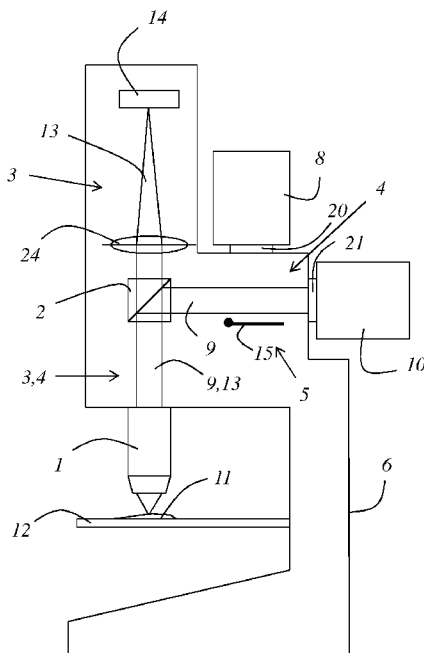
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROSCOPE AND METHOD FOR OPTICALLY EXAMINING AND/OR MANIPULATING A MICROSCOPIC
SAMPLE

(54) Bezeichnung : MIKROSKOP UND VERFAHREN ZUM OPTISCHEN UNTERSUCHEN UND/ODER MANIPULIEREN
EINER MIKROSKOPISCHEN PROBE



(57) Abstract: The invention relates to a microscope, which comprises a lens (1) and a main beam splitter (2), wherein the lens (1) is arranged both in an observation beam path and in an illumination beam path and the main beam splitter (2) separates the observation beam path from the illumination beam path. The microscope is characterised by an optical apparatus (5), which deflects the illumination light of at least one of more illumination devices to the main beam splitter (2), wherein no imaging and/or focusing and/or defocusing optical component is arranged on the light path of the illumination light between the optical apparatus (5) and the lens (1). In addition, the invention relates to an illumination device for such a microscope and a method for optically examining and/or manipulating a microscopic sample.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Mikroskop, das ein Objektiv (1) und einen Hauptstrahlteiler (2) aufweist, wobei das Objektiv (1) sowohl in einem Beobachtungsstrahlengang, als auch in einem Beleuchtungsstrahlengang angeordnet ist und der Hauptstrahlteiler (2) den Beobachtungsstrahlengang von dem Beleuchtungsstrahlengang trennt. Das Mikroskop ist gekennzeichnet durch eine optische Vorrichtung (5), die Beleuchtungslicht wenigstens einer von mehreren Beleuchtungseinrichtungen zu dem Hauptstrahlteiler (2) lenkt, wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts zwischen der optischen Vorrichtung (5) und dem Objektiv (1) kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Beleuchtungseinrichtung für ein solches Mikroskop und ein Verfahren zum optischen Untersuchen und/oder Manipulieren einer mikroskopischen Probe.

Fig. 3



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

**Mikroskop und Verfahren zum optischen Untersuchen und/oder Manipulieren
einer mikroskopischen Probe**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum optischen Untersuchen und/oder Manipulieren einer mikroskopischen Probe.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Mikroskop, das ein Objektiv und einen Hauptstrahlteiler aufweist, wobei das Objektiv sowohl in einem
10 Beobachtungsstrahlengang, als auch in einem Beleuchtungsstrahlengang angeordnet ist und der Hauptstrahlteiler den Beobachtungsstrahlengang von dem Beleuchtungsstrahlengang trennt.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Beleuchtungseinrichtung als Komponente für
15 die Herstellung eines solchen Mikroskops.

In der Auflichtmikroskopie, insbesondere in der Fluoreszenzmikroskopie, wird das Beleuchtungslicht einer Beleuchtungseinrichtung entlang eines
Beleuchtungsstrahlengangs geführt und durch das Objektiv auf die zu untersuchende
20 Probe gelenkt. Das von der Probe ausgehende Beobachtungslicht verläuft entlang eines Beobachtungsstrahlengangs, der im Bereich des Objektivs mit dem Beleuchtungsstrahlengang räumlich überlappt, zum Auge des Benutzers oder zu einem Detektor. Die Trennung des Beleuchtungsstrahlengangs und des
Beobachtungsstrahlengangs erfolgt durch einen Hauptstrahlteiler, der, insbesondere
25 bei Fluoreszenzanwendungen, zumeist als Farbstrahlteiler ausgebildet ist, der das Beleuchtungslicht zu dem Objektiv und der Probe reflektiert und das von der Probe ausgehende Beobachtungslicht passieren lässt.

Im Beleuchtungsstrahlengang sind zumeist mehrere Linsen, Blenden, ggf.
30 Streuscheiben, Filter, insbesondere Farb- und/oder Graufilter angeordnet, um die Beleuchtungseinrichtung an die Anforderungen der übrigen Mikroskopoptik, der Probe und der Applikation anzupassen.

Einige Mikroskope weisen mehrere Beleuchtungseinrichtungen auf und bieten die
35 Möglichkeit, eine Probe simultan oder sequentiell mit dem Beleuchtungslicht der

mehreren Beleuchtungseinrichtungen zu beaufschlagen.

Aus EP 2 660 640 A1 ist ein Mikroskop mit mehreren optischen Einheiten bekannt, die optisch in Reihe geschaltet im Beobachtungsstrahlengang des Mikroskops angeordnet sind. Jede der mehreren optischen Einheiten beinhaltet eine Beleuchtungseinrichtung und einen Filterblock. Die Filterblöcke dienen dazu, das Beleuchtungslicht der jeweiligen Beleuchtungseinrichtung auf die optische Achse des Objektivs zu lenken. Diese Lösung hat den Nachteil, dass ein sehr langer Beobachtungsstrahlengang erforderlich ist, damit ausreichend Bauraum für die mehreren optischen Einheiten zu Verfügung steht, was sowohl mechanisch als auch optisch ungünstig ist. Außerdem erfährt das Beobachtungslicht in nachteiliger Weise einen besonders großen Strahlversatz, weil es durch die mehreren Filterblöcke und somit durch mehrere schräg zum Beobachtungsstrahlengang gestellte Strahlteilerplatten verläuft.

Aus DE 10 2005 054 184 A1 ist eine Beleuchtungsvorrichtung mit mindestens vier Halbleiterstrahlungsquellen zur Abgabe von optischer Strahlung in jeweils unterschiedlichen Emissionswellenlängenbereichen bekannt. Wenigstens dreien der Halbleiterstrahlungsquellen ist jeweils wenigstens ein Farbteiler zugeordnet, der für die optische Strahlung der jeweiligen Halbleiterstrahlungsquelle reflektiv ist. Die Halbleiterstrahlungsquellen und die Farbteiler sind so angeordnet, dass die von jeder der Halbleiterstrahlungsquellen jeweils abgegebene optische Strahlung in einen gemeinsamen Beleuchtungsstrahlengangabschnitt der Beleuchtungsvorrichtung eingekoppelt wird. In unterschiedlichen Strahlengangabschnitten von den Halbleiterstrahlungsquellen zu den Farbteilern ist jeweils eine Kollimationseinrichtung angeordnet, die die von der jeweiligen Halbleiterstrahlungsquelle abgegebene optische Strahlung kollimiert. DE 10 2005 054 184 A1 offenbart, die Beleuchtungsvorrichtung zusätzlich zu einer bereits im Mikroskopstativ vorhandenen Beleuchtungseinrichtung, nämlich einer Weißlicht-Leuchtdiode, an das Mikroskop anzukoppeln, wobei das in den Beleuchtungsstrahlengang des Mikroskops eingekoppelte Licht der Beleuchtungsvorrichtung eine Beleuchtungstubusoptik, die Bestandteil des Mikroskops ist, durchläuft.

Die aus dieser Druckschrift bekannte Anordnung hat den Nachteil, dass die einzelnen Beleuchtungseinrichtungen, da sie entweder fest im Mikroskopstativ oder in der Beleuchtungsvorrichtung installiert sind, nicht individuell und anwendungsspezifisch

ausgetauscht werden können. Darüber hinaus besteht ein besonderer Nachteil darin, dass das von der Beleuchtungsvorrichtung bereitgestellte Beleuchtungslicht sämtlicher Halbleiterstrahlungsquellen hinsichtlich Strahlform und Größe besondere Bedingungen erfüllen muss, die insbesondere durch die Beleuchtungstubusoptik vorgegeben sind.

5 Insoweit ist die Möglichkeit der Einkopplung unterschiedlich geformter Beleuchtungslichtstrahlenbündel für unterschiedliche Anwendungen sehr eingeschränkt.

10 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum optischen Untersuchen und/oder Manipulieren einer mikroskopischen Probe anzugeben, das flexibel für eine Vielzahl unterschiedlichster Untersuchungsarten und/oder Manipulationsarten einsetzbar ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

15

a. Positionieren der Probe in einer Probensollposition vor einem Objektiv eines Mikroskops, das sowohl in dem Beobachtungsstrahlengang, als auch in dem Beleuchtungsstrahlengang angeordnet ist und das einen Hauptstrahlteiler aufweist, der einen Beobachtungsstrahlengang von einem Beleuchtungsstrahlengang trennt,

20

b. Auswählen wenigstens einer Beleuchtungseinrichtung aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Beleuchtungseinrichtungen in Abhängigkeit von der Art der Probe und/oder der Art der durchzuführenden Untersuchung und/oder Manipulation,

25

c. Koppeln der ausgewählten Beleuchtungseinrichtung in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle des Mikroskops,

30

d. Lenken des von der Beleuchtungseinrichtung ausgehenden Beleuchtungslichts entlang des Beleuchtungsstrahlenganges mittels einer in einem Mikroskopgehäuse des Mikroskops angeordneten optischen Vorrichtung zu dem Hauptstrahlteiler und von dort zu dem Objektiv und durch das Objektiv hindurch auf die Probe, wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts zwischen der optischen Vorrichtung

und dem Objektiv kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist.

5 Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Mikroskop anzugeben, das eine flexibel an unterschiedliche Anwendungen anpassbare Beleuchtung einer Probe ermöglicht.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Mikroskop der eingangs genannten Art gelöst, das gekennzeichnet ist durch eine in dem Mikroskopgehäuse angeordnete optische Vorrichtung, die Beleuchtungslicht wenigstens einer von mehreren Beleuchtungseinrichtungen zu dem Hauptstrahlteiler lenkt, wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts zwischen der optischen Vorrichtung und dem Objektiv kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist.

15

Die Erfindung hat den ganz besonderen Vorteil, dass unterschiedlichste Beleuchtungseinrichtungen, die jeweils Beleuchtungslichtbündel unterschiedlicher Form und/oder Größe emittieren, verwendet werden können. Erfindungsgemäß ist es nicht zwingend erforderlich, dass das von den einzelnen Beleuchtungseinrichtungen emittierte Beleuchtungslicht sehr eingegrenzte räumliche Anforderungen erfüllt, um überhaupt durch die im Mikroskopstativ noch zu durchlaufende Optik zur Probe gelangen zu müssen. Insbesondere ist es nicht zwingend erforderlich, dass das von den Beleuchtungseinrichtungen emittierte Beleuchtungslicht kollimiert ist. Vielmehr kann das beispielsweise von einer Beleuchtungseinrichtung emittierte Beleuchtungslicht auch konvergent oder divergent verlaufen, wenn besondere Beleuchtungsmuster oder beispielsweise nur ein einzelner Punkt innerhalb der Probe mit dem Beleuchtungslicht dieser Beleuchtungseinrichtung beleuchtet werden soll.

20
25

Beispielsweise kann das Beleuchtungslicht in die hintere Pupillenebene des Objektivs fokussiert werden, insbesondere wenn man erreichen möchte, dass das Beleuchtungslicht im Bereich der Probe kollimiert verläuft. Alternativ ist es auch möglich, das Beleuchtungslicht derart zu formen, dass es in der hinteren Pupillenebene des Objektivs kollimiert verläuft, beispielsweise wenn man in oder auf der Probe einen Fokus erzeugen möchte. Es ist insbesondere auch möglich, das Beleuchtungslicht einer ersten Beleuchtungseinrichtung in die hintere Pupillenebene zu fokussieren und

30
35

simultan das Beleuchtungslicht einer zweiten Beleuchtungseinrichtung auf oder in die Probe zu fokussieren. Dies beispielsweise um mit dem Beleuchtungslicht der ersten Beleuchtungseinrichtung die Probe für eine Abbildung zu beleuchten, während die Probe gleichzeitig mit dem Beleuchtungslicht der zweiten Beleuchtungseinrichtung manipuliert wird.

Insoweit kann, insbesondere vorgesehen sein, dass die einzelnen Beleuchtungseinrichtungen spezifisch, insbesondere einstellbare, optische Elemente zum Formen und/oder Führen des Beleuchtungslichts beinhalten. Auf diese Weise ist einerseits erreicht, dass ganz unterschiedliche optische Elemente Beleuchtungseinrichtungen anwendungsspezifisch zum Einsatz kommen können, wobei andererseits diese optischen Elemente nicht im Mikroskopstativ selbst vorgehalten werden müssen.

Daher hat das erfindungsgemäße Mikroskop nicht nur den Vorteil, dass es, insbesondere hinsichtlich der Anordnung der Elemente des Beleuchtungsstrahlengangs, besonders kompakt ausgebildet sein kann, sondern auch den ganz besonderen Vorteil, dass es ein breites Anwendungsspektrum bietet und individuell an besondere Probenanforderungen und/oder Untersuchungsmethoden angepasst werden kann, wobei nachfolgend nur exemplarisch einige der Anwendungsmöglichkeiten genannt sind, für die sich das erfindungsgemäße Mikroskop besonders eignet.

So kann die Probe mit dem Beleuchtungslicht einer angekoppelten Beleuchtungseinrichtung oder mit dem Beleuchtungslicht wenigstens von mehreren angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen manipuliert werden, Zusätzlich oder alternativ kann die Probe punktuell oder flächig oder entlang einer Linie gebleicht oder geschnitten werden.

Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Mikroskop zur Verwendung im Bereich der FRAP-Anwendungen (Fluorescence recovery after photobleaching), wenn es beispielsweise darum geht, gezielt einen Probenbereich zu bleichen und währenddessen oder anschließend Diffusionsprozesse zu beobachten. Hierbei kann beispielsweise das Licht einer Beleuchtungseinrichtung zum punktuellen Bleichen dienen, während das Licht einer anderen Beleuchtungseinrichtung zum flächigen

Beleuchten zum Beobachten der gesamten Probe verwendet wird.

Das Beleuchtungslicht einer der Beleuchtungseinrichtungen kann beispielsweise auch als optische Pinzette verwendet werden. Für diese Anwendung kann insbesondere
5 eine Strahlableitvorrichtung, beispielsweise auch innerhalb des Gehäuses der jeweiligen Beleuchtungseinrichtung, vorhanden sein, um den Fokus des Beleuchtungslichts dieser Beleuchtungseinrichtung relativ zur Probe bewegen zu können.

10 Das erfindungsgemäße Mikroskop eignet sich insbesondere auch für Anwendungen im Bereich von FLIM (Fluorescence lifetime imaging). Dies insbesondere, wenn es beispielsweise darum geht, die Lebensdauer des angeregten Zustandes eines Fluoreszenzfarbstoffs der Probe oder damit zusammenhängende Größen zu untersuchen.

15 Andere Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Mikroskops liegen beispielsweise im Bereich der Fotoaktivierung, der Optogenetik, TIRF (Total internal reflection microscopy), STORM (Stochastic Optical Reconstruction Microscopy) und im Bereich der strukturierten Beleuchtung zur Höchstauflösung.

20 Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist die optische Vorrichtung in dem Mikroskopgehäuse angeordnet. Eine solche Ausführung bietet nämlich den ganz besonderen Vorteil, dass die optische Vorrichtung beispielsweise in Bezug auf mechanische Ankoppelschnittstellen für unterschiedliche Beleuchtungseinrichtungen
25 innerhalb des Mikroskopgehäuses angeordnet sein kann, wobei sie wirkungsvoll gegen äußere Einflüsse, insbesondere gegen versehentliches Dejustieren, geschützt ist.

Insbesondere bei einer solchen Ausführung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der Beleuchtungseinrichtungen außerhalb des Mikroskopgehäuses angeordnet
30 ist. Von ganz besonderem Vorteil ist eine Ausführung, bei der sämtliche der mehreren Beleuchtungseinrichtungen außerhalb des Mikroskopgehäuses angeordnet sind.

Besonders schnell und zuverlässig handhabbar ist eine Ausführung, bei der das Mikroskopgehäuse wenigstens eine mechanische Ankoppelschnittstelle aufweist, an der eine der Beleuchtungseinrichtungen in einer vordefinierten Sollposition
35 ankoppelbar und/oder festgelegt ist. Die Ankoppelschnittstelle kann beispielsweise

bajonettartig in der Weise ausgeführt sein, dass sie mit einer Gegenschnittstelle einer Beleuchtungseinrichtung mechanisch koppelbar ist, wobei die Beleuchtungseinrichtung bei einer Ankopplung automatisch in eine vordefinierte Sollposition geführt wird. Auf diese Weise ist erreicht, dass eine angekoppelte Beleuchtungseinrichtung nicht aufwändig relativ zum Beleuchtungsstrahlengang des Mikroskops und insbesondere zur optischen Vorrichtung, die das Beleuchtungslicht der Beleuchtungseinrichtung zu dem Hauptstrahlteiler lenkt, justiert werden muss.

Ganz besonders vorteilhaft ist eine Ausführung, bei der das Mikroskopgehäuse mehrere mechanische Ankoppelschnittstellen aufweist, an denen jeweils eine der Beleuchtungseinrichtungen in jeweils einer vordefinierten Sollposition ankoppelbar ist und/oder festgelegt ist. Hierbei kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass jede der Ankoppelschnittstellen mit einer Gegenschnittstelle jeweils einer Beleuchtungseinrichtung mechanisch koppelbar ist, wobei jede Beleuchtungseinrichtung bei ihrer Ankopplung automatisch in jeweils eine vordefinierte Sollposition geführt wird. Bei einer solchen Ausführung kann der Benutzer in einfacher und zuverlässiger Weise unterschiedliche Kombinationen von Beleuchtungseinrichtungen installieren oder während einer Untersuchung einzelne oder mehrere Beleuchtungseinrichtungen ohne größeren Aufwand austauschen.

Vorzugsweise weist die Beleuchtungseinrichtung ein eigenes Gehäuse auf. Ein eigenes Gehäuse hat den Vorteil, dass die einzelnen Elemente der Beleuchtungseinrichtung vor Beschädigung und Verschmutzung geschützt sind und dass die Beleuchtungseinrichtung als Ganzes einfach und zuverlässig handhabbar, insbesondere an eine Ankoppelschnittstelle an- und abkoppelbar ist.

Die Beleuchtungseinrichtung weist wenigstens eine Lichtquelle auf, die als Laser oder als nichtkohärente Lichtquelle ausgebildet sein kann. Die Lichtquelle kann beispielsweise innerhalb eines Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung angeordnet sein. Alternativ handelt es sich um eine externe Lichtquelle, die außerhalb des Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung angeordnet ist und an einer Ankoppelschnittstelle an eine ausgewählte Beleuchtungseinrichtung angekoppelt wird. Bei einer besonderen Ausführung ist die Lichtquelle außerhalb eines Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung angeordnet, wobei das Beleuchtungslicht der Lichtquelle mittels einer Lichtleitfaser zu einem an eine Ankoppelschnittstelle ankoppelbaren Modul, das wenigstens ein optisches Element zum Formen und/oder Führen des

Beleuchtungslichts und/oder eine Strahlableinrichtung beinhalten kann, transportiert wird. Vorzugsweise weist ein solches Modul ein eigenes Gehäuse auf.

Wie bereits erwähnt, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die einzelnen Beleuchtungseinrichtungen spezifisch wenigstens ein optisches Element zum Formen und/oder Führen des Beleuchtungslichts beinhalten. In vorteilhafter Weise ist das optische Element zum Formen und/oder Führen des Beleuchtungslichts einstellbar ausgebildet. Eine Einstellung kann manuell, beispielsweise über mechanisch nach außen geführte Einstellelemente, erfolgen und/oder ferngesteuert werden, beispielsweise durch Ansteuerung von Aktuatoren der jeweiligen Beleuchtungseinrichtung.

Bei dem optischen Element kann es sich beispielsweise um eine Linse oder um eine Zoomoptik handeln. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass die Beleuchtungseinrichtung eine Strahlableinrichtung, wie beispielsweise einen oder mehrere hinsichtlich des Ablenkungswinkels einstellbaren Spiegel oder eine quer zur optischen Achse bewegliche Linse aufweist.

Bei einer besonderen Ausführung weist das Mikroskop eine Haltevorrichtung auf, die die optische Vorrichtung, die Beleuchtungslicht wenigstens einer von mehreren Beleuchtungseinrichtungen zu dem Hauptstrahlteiler lenkt, in einer Arbeitsposition hält. Hierbei kann vorteilhaft insbesondere vorgesehen sein, dass die optische Vorrichtung austauschbar, insbesondere werkzeugfrei austauschbar, in der Haltevorrichtung gehalten ist. Beispielsweise kann die Haltevorrichtung derart ausgebildet sein, dass eine Arbeitsposition für die optische Vorrichtung durch wenigstens ein Anschlagenelement vordefiniert und/oder voreinstellbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Haltevorrichtung wenigstens ein Führungselement aufweisen, das die optische Vorrichtung beim Einsetzen in die Haltevorrichtung in die Arbeitsposition lenkt.

Die vorgenannten Ausführungen haben den ganz besonderen Vorteil, dass die optische Vorrichtung einfach und ohne zusätzlichen Justieraufwand gegen eine andere optische Vorrichtung, die andere optische Eigenschaften aufweist und/oder die für die Verwendung anderer Beleuchtungseinrichtungen abgestimmt ist, ausgetauscht werden kann.

Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung mehrere, unterschiedliche optische Vorrichtungen trägt, von denen wahlweise jeweils eine in die Arbeitsposition überführbar ist. Eine solche Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass innerhalb des Mikroskopgehäuses mehrere optische Vorrichtungen vorhanden sein können, so dass der Benutzer keine neue optische Vorrichtung in das Mikroskopgehäuse einbringen muss, wenn eine andere optische Vorrichtung zum Einsatz kommen soll. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung von außen angesteuert selbstständig einen Wechsel der optischen Vorrichtung vornimmt. Eine solche Ausführung hat den Vorteil, dass der Benutzer einen Wechsel der optischen Vorrichtung sehr schnell und ohne das Mikroskopgehäuse öffnen zu müssen vornehmen kann.

Bei einer besonderen Ausführung weist die Haltevorrichtung ein Magazin oder einen Revolver mit mehreren unterschiedlichen optischen Vorrichtungen auf, von denen wahlweise jeweils eine in die Arbeitsposition überführbar ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Magazin oder der Revolver motorisch angetrieben derart steuerbar ist, dass jeweils die gewünschte optische Vorrichtung in die Arbeitsposition überführt wird.

Insbesondere für eine Anwendung, bei der eine Probe sequenziell mit Beleuchtungslicht unterschiedlicher Beleuchtungseinrichtungen beaufschlagt werden soll, kann die optische Vorrichtung als beweglicher Spiegel ausgebildet sein, der wahlweise jeweils in eine von mehreren unterschiedlichen Stellungen überführbar ist, wobei jeder Stellung eine der Beleuchtungseinrichtungen zugeordnet ist und in der jeweiligen Stellung das Beleuchtungslicht der zugeordneten Beleuchtungseinrichtung zu dem Hauptstrahlteiler gelangt. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass der Spiegel in einer Stellung das Beleuchtungslicht einer der Stellung zugeordneten Beleuchtungseinrichtung zu der optischen Vorrichtung reflektiert. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Spiegel in einer anderen Stellung das Beleuchtungslicht einer der Stellung zugeordneten Beleuchtungseinrichtung nicht reflektiert, sondern lediglich passieren lässt. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass der Spiegel in einer Stellung das Beleuchtungslicht einer dieser Stellung nicht zugeordneten Beleuchtungseinrichtung blockiert.

Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Spiegel motorisch bewegt wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass der Spiegel über

einen mechanischen Umschaltmechanismus bedienbar ist oder bedient wird. Der Umschaltmechanismus ist hierbei vorzugsweise derart ausgebildet, dass er ohne das Mikroskopgehäuse öffnen zu müssen bedient werden kann. Beispielsweise kann ein aus dem Mikroskopgehäuse ragendes Bedienelement vorhanden sein.

- 5 Die optische Vorrichtung ist vorzugsweise als Strahlvereiniger ausgebildet, der die von den unterschiedlichen Beleuchtungseinrichtungen emittierten Beleuchtungslichtbündel räumlich der Art vereinigt, dass sie nach der Vereinigung entlang derselben optischen Achse verlaufen. Soweit nachfolgend davon gesprochen ist, dass der Strahlvereiniger einen Strahlteiler beinhaltet, liegt kein Widerspruch vor. Vielmehr fungiert ein optisches
- 10 Bauteil, das gemeinhin als Strahlteiler bezeichnet und vertrieben wird, bei Umkehrung des Lichtweges als Strahlvereiniger.

Insbesondere für Anwendungen, bei denen das Licht wenigstens zweier der Beleuchtungseinrichtungen dieselbe Wellenlänge aufweist, kann der Strahlvereiniger beispielsweise einen Neutralstrahlteiler aufweisen. Eine solche Konfiguration kommt

15 beispielsweise bei FRAP-Anwendungen (Fluorescence recovery after photobleaching) in Betracht.

Für Anwendungen, bei denen das Beleuchtungslicht der unterschiedlichen Beleuchtungseinrichtungen unterschiedliche Wellenlängen aufweist, kann der Strahlvereiniger einen Farbstrahlteiler aufweisen. Auf diese Weise lassen sich die

20 Beleuchtungslichtbündel unterschiedlicher Wellenlänge und unterschiedliche Beleuchtungseinrichtungen besonders effizient zur simultanen Beleuchtung einer Probe vereinigen. Eine solche Konfiguration kommt beispielsweise bei Fluoreszenzuntersuchungen und/oder bei Untersuchungen, bei denen eines der Beleuchtungslichtbündel als optische Pinzette fungiert, und/oder bei Untersuchungen

25 bei denen eine Ablation mit Beleuchtungslicht, insbesondere UV-Licht, stattfindet, in Betracht.

Beispielsweise um das polarisierte Beleuchtungslicht unterschiedlicher Beleuchtungseinrichtungen effektiv zu koppeln, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Strahlvereiniger einen Polarisationsstrahlteiler aufweist. Eine effektive Kopplung

30 wird insbesondere erreicht, wenn die Beleuchtungslichtbündel zweier Beleuchtungseinrichtungen zueinander senkrechte Linearpolarisation aufweisen. Eine solche Konfiguration kommt beispielsweise bei TIRF-Anwendungen (Total internal reflection microscopy) in Betracht.

Das erfindungsgemäße Mikroskop kann beispielsweise als Weitfeldmikroskop ausgebildet sein.

Wie bereits erwähnt, kann je nach Anwendung beispielsweise vorgesehen sein, dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen eine Probe flächig beleuchtet und/oder dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen das gesamte Sichtfeld ausleuchtet. Eine solche Beleuchtung bietet sich insbesondere an, wenn die Probe insgesamt oder ein größerer Probenteil abgebildet werden soll.

Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen eine Probe punktuell beleuchtet und/oder dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen ausschließlich einen Teil des Sichtfeldes beleuchtet. Dies beispielsweise, um einen Teilbereich der Probe optisch zu manipulieren.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleiche oder gleich wirkende Elemente zumeist mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops in einer ersten Einstellung,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops in einer zweiten Einstellung,

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops,

Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops,

Fig. 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops,

Fig. 7 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung,

Fig. 8 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung,

5 Fig. 9 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung,

Fig. 10 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung und

10

Fig. 11 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung,

15 Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops. Das Mikroskop weist ein Objektiv 1 und einen Hauptstrahlteiler 2 auf, wobei das Objektiv 1 in dem gemeinsamen Teil eines Beobachtungsstrahlengangs 3 und eines Beleuchtungsstrahlengangs 4 angeordnet ist und der Hauptstrahlteiler 2 den Beobachtungsstrahlengang 3 von dem Beleuchtungsstrahlengang 4 trennt.

20

Das Mikroskop weist außerdem eine optische Vorrichtung 5 auf, die in einem Mikroskopgehäuse 6 angeordnet ist und die erstes Beleuchtungslicht 7 einer ersten Beleuchtungseinrichtung 8 und zweites Beleuchtungslicht 9 einer zweiten Beleuchtungseinrichtung 10 zu dem Hauptstrahlteiler 2 lenkt, wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts 7, 9 zwischen der optischen Vorrichtung 5 und dem Objektiv 1 kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist. Vorzugsweise befindet sich auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts 7, 9 zwischen der optischen Vorrichtung 5 und dem Objektiv 1 lediglich der Hauptstrahlteiler 2 und ggf. ein oder mehrere Filter.

30

Die optische Vorrichtung 5 weist einen Strahlvereiniger 23 auf, der das erste Beleuchtungslicht 7 und das zweite Beleuchtungslichtbündel 9 räumlich vereinigt, so dass dieses simultan und mit derselben Ausbreitungsrichtung über den Hauptstrahlteiler 2 zu dem Objektiv 1 gelangt.

35

Das Beleuchtungslicht 7, 9 wird mittels des Objektivs 1 auf eine Probe 11 fokussiert, die auf einem Mikroskoptisch 12 positioniert ist. Das von der Probe 11 ausgehende Beobachtungslicht 13 gelangt durch das Objektiv 1 zu dem Hauptstrahlteiler 2, passiert diesen und gelangt anschließend zu einem Detektor 14, der beispielsweise als Kamera ausgebildet sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Probe 11 oder ein größerer Bereich der Probe 11 mittels einer Tubuslinse 24 flächig in die Detektorebene des Detektors 14 abgebildet wird.

Die erste Beleuchtungseinrichtung 8 und die zweite Beleuchtungseinrichtung 10 sind außerhalb des Mikroskopgehäuses 6 angeordnet. Das Mikroskopgehäuse 6 weist eine erste mechanische Ankoppelschnittstelle 20 und eine zweite mechanische Ankoppelschnittstelle 21 auf. Die Ankoppelschnittstellen 20, 21 sind derart ausgeführt, dass sie mit Gegenschnittstellen der Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 koppelbar sind und eine Beleuchtungseinrichtung 8, 10 bei ihrer Ankopplung automatisch in jeweils eine vordefinierte Sollposition geführt wird. Die Sollposition ist derart gewählt, dass keine weitere Justierung erforderlich ist.

Das in Fig. 2 dargestellte, zweite Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die optische Vorrichtung 5 keinen Strahlvereiniger 14, sondern einen beweglichen Spiegel 15 aufweist, der wahlweise jeweils in eine von mehreren unterschiedlichen Stellungen überführbar ist, wobei jeder Stellung eine der Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 zugeordnet ist und in der jeweiligen Stellung das Beleuchtungslicht 7, 9 der zugeordneten Beleuchtungseinrichtung 8, 10 zu dem Hauptstrahlteiler 2 gelangt.

Figur 2 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel mit einer Stellung des beweglichen Spiegels 15, bei der das erste Beleuchtungslicht 7 der ersten Beleuchtungseinrichtung 8 zu dem Hauptstrahlteiler 2 reflektiert, während das zweite Beleuchtungslicht 9 der zweiten Beleuchtungseinrichtung 10 blockiert wird.

Figur 3 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel mit einer Stellung des beweglichen Spiegels 15, bei der das zweite Beleuchtungslicht 9 der zweiten Beleuchtungseinrichtung 10 zu dem Hauptstrahlteiler 2 gelangt.

Figur 4 zeigt eine Ausführung, die außer einer ersten Beleuchtungseinrichtung 8 und einer zweiten Beleuchtungseinrichtung 10 eine dritte Beleuchtungseinrichtung 16 aufweist. Die dritte Beleuchtungseinrichtung 16 ist an eine dritte mechanische Ankoppelschnittstelle 23 des Mikroskops angekoppelt. Jeder Beleuchtungseinrichtung 8, 10, 16 ist eine Stellung des Spiegels 15 zugeordnet, so dass wahlweise das erste Beleuchtungslicht 7 der ersten Beleuchtungseinrichtung 8 oder das zweite Beleuchtungslicht 9 der zweiten Beleuchtungseinrichtung 10 oder das dritte Beleuchtungslicht 17 der dritten Beleuchtungseinrichtung 16 zu dem Hauptstrahlteiler 2 gelenkt werden kann.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops, das eine Haltevorrichtung 18, in der mehrere optische Vorrichtungen 5 bevorratet sind, aufweist. Die Haltevorrichtung 18 ist als Revolver ausgebildet, der um eine Drehachse 19 drehbar gelagert ist, so dass wahlweise jeweils eine der bevorrateten optischen Vorrichtungen 5 in die Arbeitsposition überführt werden kann.

Figur 6 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel in Form eines inversen Mikroskops, das optisch im Wesentlichen denselben Aufbau aufweist, wie das in Figur 1 dargestellte Mikroskop.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Anordnung der Beleuchtungseinrichtungen relativ zueinander und relativ zu dem Mikroskop bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen lediglich schematisch dargelegt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass wenigstens zwei Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 in einer Ebene angeordnet sind, die senkrecht zur optischen Achse des Objektivs 1 ausgerichtet ist. Eine solche Ausführung erlaubt eine kompakte und ergonomische Ausbildung des Mikroskops und gewährleistet eine einfache und zuverlässige Handhabung beim Ankoppeln und Abkoppeln der Beleuchtungseinrichtungen 8, 10. Die Figuren 7 bis 11 zeigen exemplarisch mögliche Ausführungsformen von Beleuchtungseinrichtungen 8, 10, die je nach Art der Anwendung zum Einsatz kommen können. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass eine Umschaltung oder Anpassung einer Optik innerhalb des Mikroskopgehäuses 6 - abgesehen von einem Umschalten zur Auswahl oder zur Kombination des Beleuchtungslichts 7, 9 mehrerer Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 - nicht erforderlich ist. Vielmehr ist es vollkommen

ausreichend, jeweils die gewünschte Beleuchtungseinrichtung 8, 10 bzw. die gewünschten Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 anzukoppeln. Vorzugsweise sind die Beleuchtungseinrichtungen 8, 10 derart ausgebildet, dass das Beleuchtungslicht 7, 9 bereits die erforderlichen Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich Konvergenz, Divergenz oder Strahldurchmesser aufweist, wenn es die Beleuchtungseinrichtung 8, 10 verlässt; beispielsweise um in der Pupille oder der Objektebene des Objektivs 1 einen Fokus zu erzeugen. Dies ohne dass auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts 7, 9 von der Beleuchtungseinrichtung 8, 10 zu dem Objektiv 1 ein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist.

10

Fig. 7 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), insbesondere als Manipulationseinrichtung verwendet werden kann und die eine Gegenschnittstelle 25 zum mechanischen Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops aufweist. Die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) weist ein eigenes Gehäuse 26 auf, in dem eine Kollimationsoptik 27 angeordnet ist. Außerdem weist die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) eine außerhalb des Gehäuses 26 angeordnete Lichtquelle 28 auf, die beispielsweise als Laser ausgebildet sein kann. Das Beleuchtungslicht der Lichtquelle 28 wird mittels einer Lichtleitfaser 29 zu dem Gehäuse 26 übertragen und von der Kollimationsoptik 27 kollimiert, so dass es das Gehäuse 26 durch die Gegenschnittstelle 25 hindurch als kollimiertes Beleuchtungslichtbündel 30 verlässt.

20

Vorzugsweise befinden sich auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts innerhalb des Mikroskopgehäuses, an das die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt werden kann, keine abbildenden und/oder fokussierenden und/oder defokussierenden optischen Bauteile, so dass das Beleuchtungslichtbündel 30 kollimiert durch die Pupille des Objektivs tritt und in die Objektebene fokussiert wird.

25

Mit dem fokussiert in Beleuchtung Lichts kann die Probe, beispielsweise durch Bleichen oder Schneiden oder Bohren, manipuliert werden.

30

Fig. 8 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), die insbesondere als Manipulationseinrichtung verwendet werden kann und die eine Gegenschnittstelle 25 zum mechanischen

35

Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops aufweist.

5 Auch diese Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) weist ein eigenes Gehäuse 26. In dem Gehäuse 26 befindet sich eine Lichtquelle 28, die insbesondere als Laser ausgebildet sein kann und deren Beleuchtungslicht mittels einer ersten Optik 31 auf eine Blende 32 fokussiert wird. Das durch die Blende hindurchtretende Licht wird mit einer zweiten Optik 33 derart fokussiert, dass das Beleuchtungslicht in der Pupille des Objektivs des Mikroskops, an das die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt ist, einen
10 Fokus aufweist.

Diese Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) kann insbesondere als optische Manipulationseinrichtung zur Erzeugung einer specklefreien flächenhaften Ausleuchtung der Probe oder eines Teils der Probe in der Objektebene verwendet
15 werden, was beispielsweise im Bereich der FLIM-Mikroskopie vorteilhaft ausgenutzt werden kann.

Fig. 9 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), die ebenfalls insbesondere als
20 Manipulationseinrichtung verwendet werden kann und die ebenfalls eine Gegenschnittstelle 25 zum mechanischen Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops aufweist.

25 Auch diese Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) weist ein eigenes Gehäuse 26 auf, an das außen eine Lichtquelle 28 angekoppelt ist. In dem Gehäuse 26 befindet sich eine hinsichtlich der Ablenkrichtung einstellbare Strahlablenkeinrichtung 34, die das von der Lichtquelle 28 kommende Beleuchtungslichtbündel empfängt und zu einer Fokussieroptik 35 umlenkt.

30 Die Strahlablenkeinrichtung 34 kann beispielsweise wenigstens einen Galvanometerspiegel oder mehrerer hintereinandergeschaltete Galvanometerspiegel aufweisen. Insbesondere kann die Strahlablenkeinrichtung 34 auch einen Kardanisch aufgehängten Spiegel aufweisen. Es ist auch möglich, dass die
35 Strahlablenkeinrichtung 34 als akustooptische oder elektrooptische

Strahlableinrichtung ausgebildet ist. Die Fokussieroptik 35 fokussiert das Beleuchtungslichtbündel derart, dass es in der Pupille des Objektivs des Mikroskops, an das die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt ist, einen Fokus aufweist. Mithilfe der Strahlableinrichtung 34 kann der Fokus lateral innerhalb der Pupillenebene bewegt werden. Um den Fokus axial verschieben zu können, beispielsweise zur Anpassung an die unterschiedlichen Pupillenlagen unterschiedlicher Objektive, ist die Fokussieroptik 35, vorzugsweise motorisch gesteuert, axial verschiebbar angeordnet.

10 Diese Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) kann insbesondere als optische Manipulationseinrichtung zur Erzeugung einer Beleuchtung für TIRF-Anwendungen verwendet werden.

Fig. 10 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), die ebenfalls insbesondere als Manipulationseinrichtung verwendet werden kann und die ebenfalls eine Gegenschmittstelle 25 zum mechanischen Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops aufweist.

20

Diese Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) weist eine außen an einem Gehäuse der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angeordnete Lichtquelle 28 auf. In dem Gehäuse 26 befindet sich eine hinsichtlich der Ablenkrichtung einstellbare Strahlableinrichtung 34, die das von der Lichtquelle 28 kommende Beleuchtungslichtbündel empfängt und zu einer ersten Optik 36, die das Beleuchtungslichtbündel 30 fokussiert, umlenkt. Innerhalb des Gehäuses 26 befindet sich außerdem eine zweite Optik 37, die das Beleuchtungslichtbündel 30 kollimiert.

Vorzugsweise befinden sich auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts innerhalb des Mikroskopgehäuses, an das die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt werden kann, keine abbildenden und/oder fokussierenden und/oder defokussierenden optischen Bauteile, so dass das Beleuchtungslichtbündel 30 kollimiert durch die Pupille des Objektivs tritt und in die Objektebene fokussiert wird.

35 Mithilfe der Strahlableinrichtung 34 kann der Fokus lateral innerhalb der

Objektebene bewegt werden. Dies beispielsweise, um die Probe entlang einer vorgegebenen Linie zu manipulieren. Um den Fokus axial verschieben zu können, beispielsweise zur Anpassung an die unterschiedlichen Pupillen lagen unterschiedlicher Objektive, ist die zweite Optik 37, vorzugsweise motorisch gesteuert, axial verschiebbar angeordnet. Die Strahlableitvorrichtung kann insbesondere so aufgebaut sein, wie es bereits in Bezug auf andere Ausführungsbeispiele beschrieben wurde.

Fig. 11 zeigt ein fünftens Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), die ebenfalls insbesondere als Manipulationseinrichtung verwendet werden kann und die ebenfalls eine Gegenschnittstelle 25 zum mechanischen Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops aufweist.

Die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), weist ein eigenes Gehäuse auf, in dem eine Lichtquelle 28 angeordnet ist. Das von der Lichtquelle 28 ausgehende Beleuchtungslicht betrifft zunächst auf ein Streumittel 38, beispielsweise eine Streuscheibe. Das von dort ausgehende Beleuchtungslicht dient zum beleuchten einer Blende beliebiger Form. Die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) beinhaltet eine Abbildungsoptik 40, die dazu ausgebildet und angeordnet ist, die Blende in die Objektebene abzubilden. Auch bei dieser Ausführung kann die Abbildungsoptik 40 axial verschoben werden, um die Abbildung der Blende axial zu verschieben.

Bezugszeichenliste:

	1	Objektiv
	2	Hauptstrahlteilers
5	3	Beobachtungsstrahlengang
	4	Beleuchtungsstrahlengang
	5	optische Vorrichtung
	6	Mikroskopgehäuse
	7	Erstes Beleuchtungslicht
10	8	Erste Beleuchtungseinrichtung
	9	Zweites Beleuchtungslicht
	10	Zweite Beleuchtungseinrichtung
	11	Probe
	12	Mikroskoptisch
15	13	Beobachtungslicht
	14	Detektor
	15	beweglicher Spiegel
	16	dritte Beleuchtungseinrichtung
	17	drittes Beleuchtungslicht
20	18	Haltevorrichtung
	19	Drehachse
	20	erste mechanische Ankoppelschnittstelle
	21	zweite mechanische Ankoppelschnittstelle
	22	dritte mechanische Ankoppelschnittstelle
25	23	Strahlvereiniger
	24	Tubuslinse
	25	Gegenschnittstelle
	26	Gehäuse
	27	Kollimationsoptik
30	28	Lichtquelle
	29	Lichtleitfaser
	30	Beleuchtungslichtbündel
	31	erste Optik
	32	Blende
35	33	zweite Optik
	34	Strahlableitvorrichtung
	35	Fokussieroptik
	36	Erste Optik
	37	zweite Optik
40	38	Streumittel
	39	Blende
	40	Abbildungsoptik

Patentansprüche

1. Verfahren zum optischen Untersuchen und/oder Manipulieren einer mikroskopischen Probe gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - 5 a. Positionieren der Probe in einer Probensollposition vor einem Objektiv (1), das sowohl in einem Beobachtungsstrahlengang (3) als auch in einem Beleuchtungsstrahlengang (4) eines Mikroskops angeordnet ist, welches einen Hauptstrahlteiler (2) aufweist, der den Beobachtungsstrahlengang (3) von dem Beleuchtungsstrahlengang (4) trennt
 - 10 b. Auswählen wenigstens einer eine Beleuchtungsoptik umfassenden Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16), aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) in Abhängigkeit von der Art der Probe und/oder der Art der durchzuführenden Untersuchung und/oder Manipulation der Probe,
 - 15 c. Koppeln der ausgewählten Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops (6),
 - 20 d. Lenken eines von der Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) ausgehenden Beleuchtungslichts entlang des Beleuchtungsstrahlenganges (4) mittels einer optischen Vorrichtung (5) zu dem Hauptstrahlteiler (2) und von dort zu dem Objektiv (1) und durch das Objektiv (1) hindurch auf die Probe, wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts (7, 9, 17) zwischen der optischen Vorrichtung (5) und dem Objektiv (1) kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet
 - 25 ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - a. dass das Mikroskopgehäuse (6) wenigstens eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) aufweist, an der die ausgewählte

Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt wird,
oder

- 5 b. dass das Mikroskopgehäuse (6) mehrere mechanische Ankoppelschnittstellen (20, 21, 22) aufweist, an denen jeweils eine von mehreren ausgewählten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) in jeweils einer vordefinierten Sollposition angekoppelt wird (u. A. Beleuchtungseinrichtung hat Anschluss für externe Lichtquelle).
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine externe Lichtquelle an mindestens eine ausgewählte Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) angekoppelt wird.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (5) als beweglicher Spiegel (15) ausgebildet ist, der wahlweise jeweils in eine von mehreren unterschiedlichen Stellungen überführbar ist, wobei jeder Stellung eine von mehreren ausgewählten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) zugeordnet ist und der Spiegel (15) jeweils so eingestellt wird, dass das aktuell gewünschte Beleuchtungslicht zur Probe gelenkt wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (5) als zusätzlicher Strahlvereiniger (23) ausgebildet ist, durch den das Beleuchtungslicht der mehreren ausgewählten und angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) vereinigt und zu dem Hauptstrahlteiler (2) gelenkt wird.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
a. dass das Beleuchtungslicht in die hintere Pupillenebene des Objektivs (1) fokussiert wird und/oder dass das Beleuchtungslicht im Bereich der Probe kollimiert wird,
oder
- 30 b. dass das Beleuchtungslicht in die hintere Pupillenebene des Objektivs (1) kollimiert durchtritt und/oder dass das Beleuchtungslicht auf oder in die Probe fokussiert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren ausgewählten und angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) die Probe flächig beleuchtet wird, und/oder
- 5 dass mit dem Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren ausgewählten und angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) das gesamte Sichtfeld ausgeleuchtet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
- 10 a. dass mit dem Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren ausgewählten und angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) die Probe punktuell beleuchtet wird, und/oder
- 15 b. dass mit dem Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren ausgewählten und angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) ausschließlich einen begrenzten Teil eines Sichtfeldes des Objektivs (1) beleuchtet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Probe mit dem Beleuchtungslicht der angekoppelten Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) oder mit dem Beleuchtungslicht
- 20 wenigstens einer der mehreren angekoppelten Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) manipuliert wird, und/oder dass die Probe punktuell oder flächig oder entlang einer Linie gebleicht oder geschnitten wird.
10. Mikroskop, das ein Mikroskopgehäuse (6) und ein Objektiv (1) und einen Hauptstrahlteiler (2) aufweist,
- 25 - wobei das Objektiv (1) sowohl in einem Beobachtungsstrahlengang (3) als auch in einem Beleuchtungsstrahlengang (4) angeordnet ist
- und der Hauptstrahlteiler (2) den Beobachtungsstrahlengang (3) von dem Beleuchtungsstrahlengang (4) trennt,
- gekennzeichnet durch
- 30 - eine in dem Mikroskopgehäuse angeordnete optische Vorrichtung (5), die ein Beleuchtungslicht (7, 9, 17) wenigstens einer eine Beleuchtungsoptik umfassenden Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) zu dem Hauptstrahlteiler (2)

lenkt,

- und wobei auf dem Lichtweg des Beleuchtungslichts (7, 9, 17) zwischen der optischen Vorrichtung (5) und dem Objektiv (1) kein abbildendes und/oder fokussierendes und/oder defokussierendes optisches Bauteil angeordnet ist.

- 5 11. Mikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. wenigstens eine der Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) außerhalb des Mikroskopgehäuses (6) angeordnet ist, oder dass
- b. sämtliche der mehreren Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) außerhalb des Mikroskopgehäuses (6) angeordnet sind,
- 10 12. Mikroskop nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. das Mikroskopgehäuse (6) wenigstens eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) aufweist, an der eine der Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) in einer vordefinierten Sollposition ankoppelbar ist und/oder festgelegt ist, oder dass
- 15 b. das Mikroskopgehäuse (6) mehrere mechanische Ankoppelschnittstellen (20, 21, 22) aufweist, an denen jeweils eine der Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) in jeweils einer vordefinierten Sollposition ankoppelbar ist und/oder festgelegt ist.
- 20 13. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 12, gekennzeichnet durch eine Haltevorrichtung (18), die die optische Vorrichtung (5) in einer Arbeitsposition hält.
14. Mikroskop nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. die optische Vorrichtung (5) austauschbar in der Haltevorrichtung (18) gehalten ist, und/oder dass
- 25 b. die Arbeitsposition durch wenigstens ein Anschlagelement vordefiniert und/oder voreinstellbar ist, und/oder dass

- c. die Haltevorrichtung (18) wenigstens ein Führungselement aufweist, das die optische Vorrichtung (5) beim Einsetzen in die Haltevorrichtung (18) in die Arbeitsposition lenkt.
15. Mikroskop nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 a. die Haltevorrichtung (18) mehrere, unterschiedliche optische Vorrichtungen (5) trägt, von denen wahlweise jeweils eine in die Arbeitsposition überführbar ist, und/oder dass
- b. die Haltevorrichtung (18) ein Magazin oder einen Revolver mit mehreren unterschiedlichen optischen Vorrichtungen (5) aufweist, von denen
- 10 wahlweise jeweils eine in die Arbeitsposition überführbar ist.
16. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (5) als beweglicher Spiegel (15) ausgebildet ist, der wahlweise jeweils in eine von mehreren unterschiedlichen Stellungen überführbar ist, wobei jeder Stellung eine der Beleuchtungseinrichtungen (8, 10,
- 15 16) zugeordnet ist und in der jeweiligen Stellung das Beleuchtungslicht der zugeordneten Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) zu dem Hauptstrahlteiler (2) gelangt.
17. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Vorrichtung (5) als Strahlvereiniger (23) ausgebildet ist.
- 20 18. Mikroskop nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. der Strahlvereiniger einen Neutralstrahlteiler aufweist oder dass
- b. der Strahlvereiniger einen Farbstrahlteiler aufweist oder dass
- c. der Strahlvereiniger einen Polarisationsstrahlteiler aufweist.
19. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 das Mikroskop als Weitfeldmikroskop oder als Rastermikroskop oder als konfokales Rastermikroskop ausgebildet ist.
20. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 a. das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) eine Probe flächig beleuchtet, und/oder dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) das gesamte Sichtfeld ausleuchtet, oder dass
- 10 b. das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) eine Probe punktuell beleuchtet, und/oder dass das Beleuchtungslicht wenigstens einer der mehreren Beleuchtungseinrichtungen (8, 10, 16) ausschließlich einen Teil des Sichtfeldes beleuchtet.
- 15 21. Mikroskop nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass
- a. die Beleuchtungseinrichtung wenigstens eine Lichtquelle aufweist, die innerhalb eines Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung angeordnet ist, oder
- b. die Beleuchtungseinrichtung eine Ankoppelschnittstelle aufweist, an die wenigstens eine externe Lichtquelle ankoppelbar ist, die außerhalb eines Gehäuses der Beleuchtungseinrichtung angeordnet ist,
- 20 22. Mikroskop nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungslicht der externen Lichtquelle mittels einer Lichtleitfaser zu einem an die Ankoppelschnittstelle ankoppelbaren Modul, das wenigstens ein optisches Element zum Formen und/oder Führen des Beleuchtungslichts und/oder eine Strahlableitvorrichtung beinhaltet kann, transportiert wird.
- 25 23. Verwendung eines Mikroskops nach einem der Ansprüche 10 bis 22 und/oder eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, zur FRAP-Mikroskopie (Fluorescence recovery after photo-bleaching) oder für FLIM (Fluorescence lifetime imaging) oder zur TIRF-Mikroskopie (Total internal reflection microscopy) oder für STORM (Stochastic Optical Reconstruction Microscopy) oder zur höchstauflösenden Abbildung einer Probe oder eines Probenbereichs.
- 30 24. Beleuchtungseinrichtung als Komponente für die Herstellung eines Mikroskops nach einem der Ansprüche 10 bis 22.

25. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch eine Gegenschnittstelle zum mechanischen Ankoppeln der Beleuchtungseinrichtung in einer vordefinierten Sollposition an eine mechanische Ankoppelschnittstelle (20, 21, 22) des Mikroskops.
- 5 26. Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) Beleuchtungslicht in Form eines Beleuchtungslichtbündels (30) emittiert, das hinsichtlich Strahlform und/oder Divergenz und/oder Strahldurchmesser und/oder Ausbreitungsrichtung derart ausgebildet ist, dass
- 10 a. es in hinteren Pupillenebene des Objektivs (1) des Mikroskops einen Fokus aufweist und/oder im Bereich der Probe kollimiert verläuft, oder dass
- b. es in der hinteren Pupillenebene des Objektivs (1) des Mikroskops kollimiert verläuft und/oder auf oder in der Probe einen Fokus aufweist.
- 15 27. Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinrichtung
- a. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) eine einstellbare Strahlableitvorrichtung beinhaltet, und/oder dass
- 20 b. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) wenigstens ein optisches Element zum Formen und/oder Führen des Beleuchtungslichts beinhaltet, und/oder dass
- c. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) einen fernsteuerbaren Aktuator zum Einstellen wenigstens eines optischen Elements beinhaltet, und/oder dass
- d. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) eine Linse oder eine Zoomoptik aufweist, und/oder dass
- 25 e. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) wenigstens eine Lichtquelle (28) aufweist.
- f. die Beleuchtungseinrichtung (8, 10, 16) eine Einkoppelschnittstelle aufweist, an der das Licht einer externen Lichtquelle einkoppelbar ist.

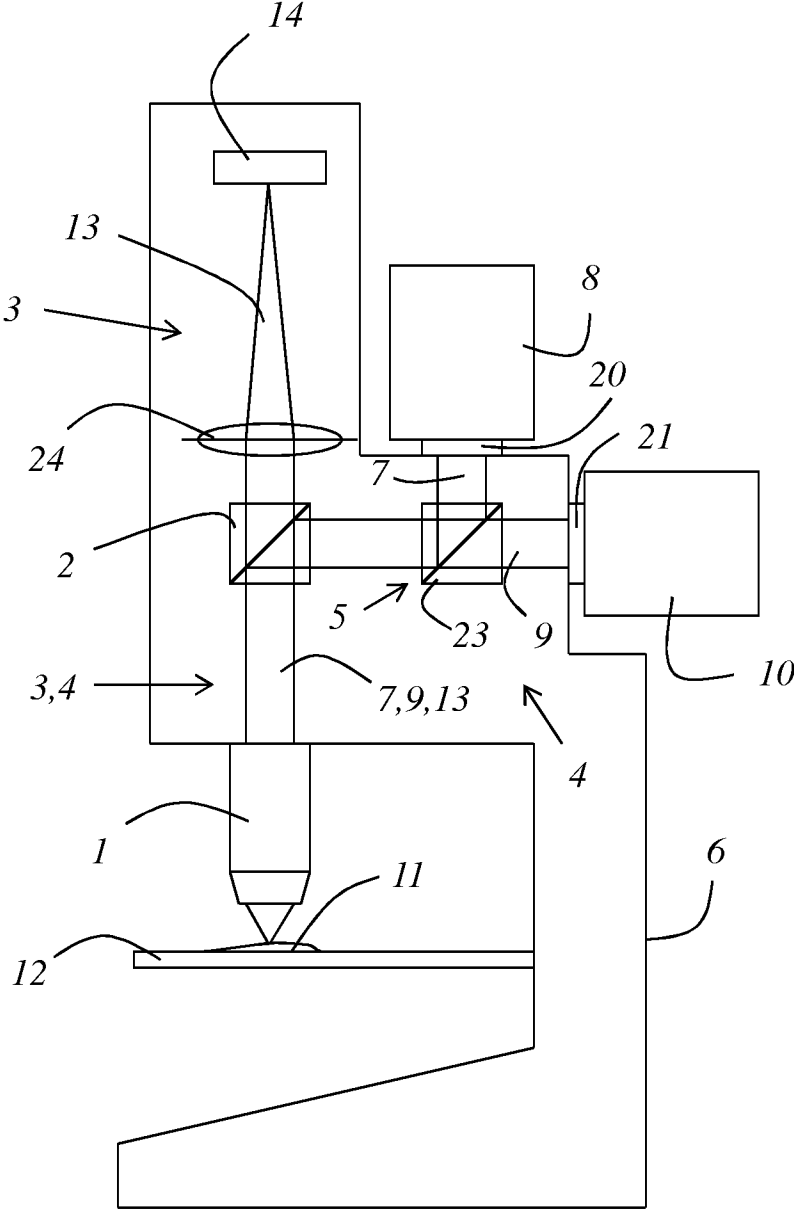


Fig. 1

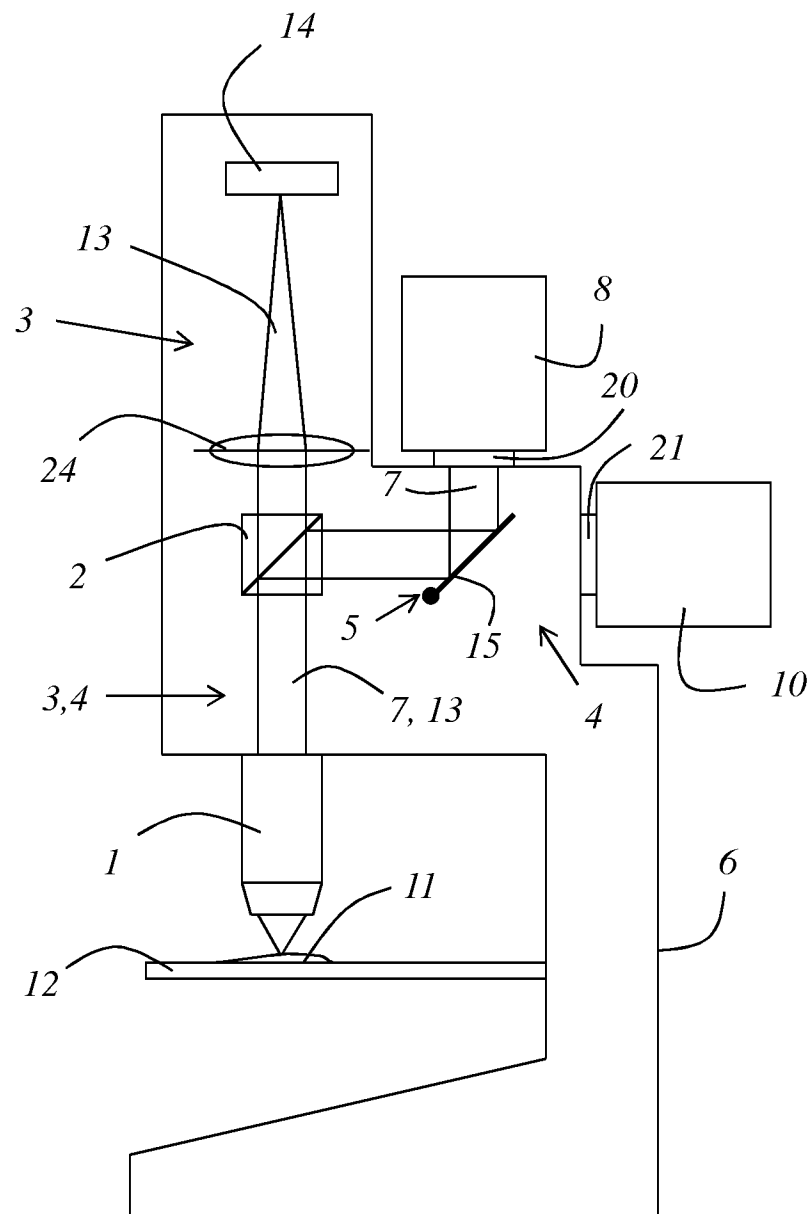


Fig. 2

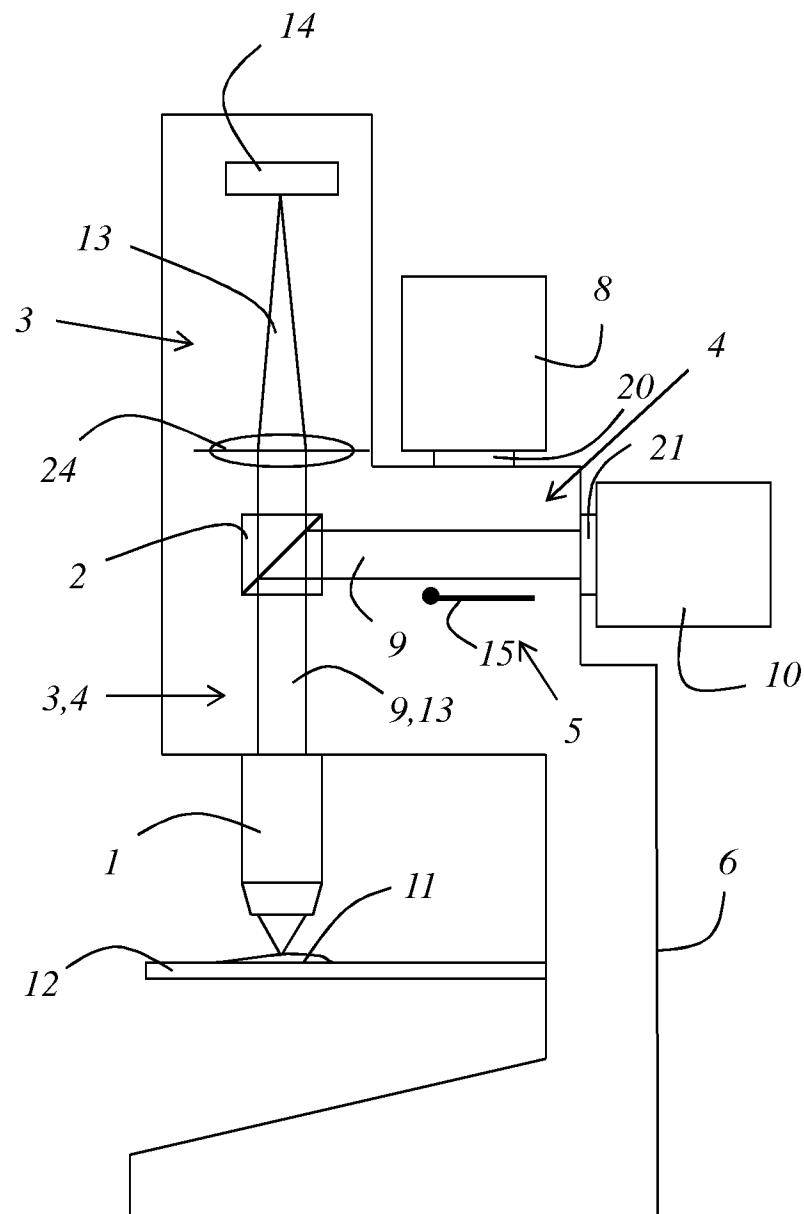


Fig. 3

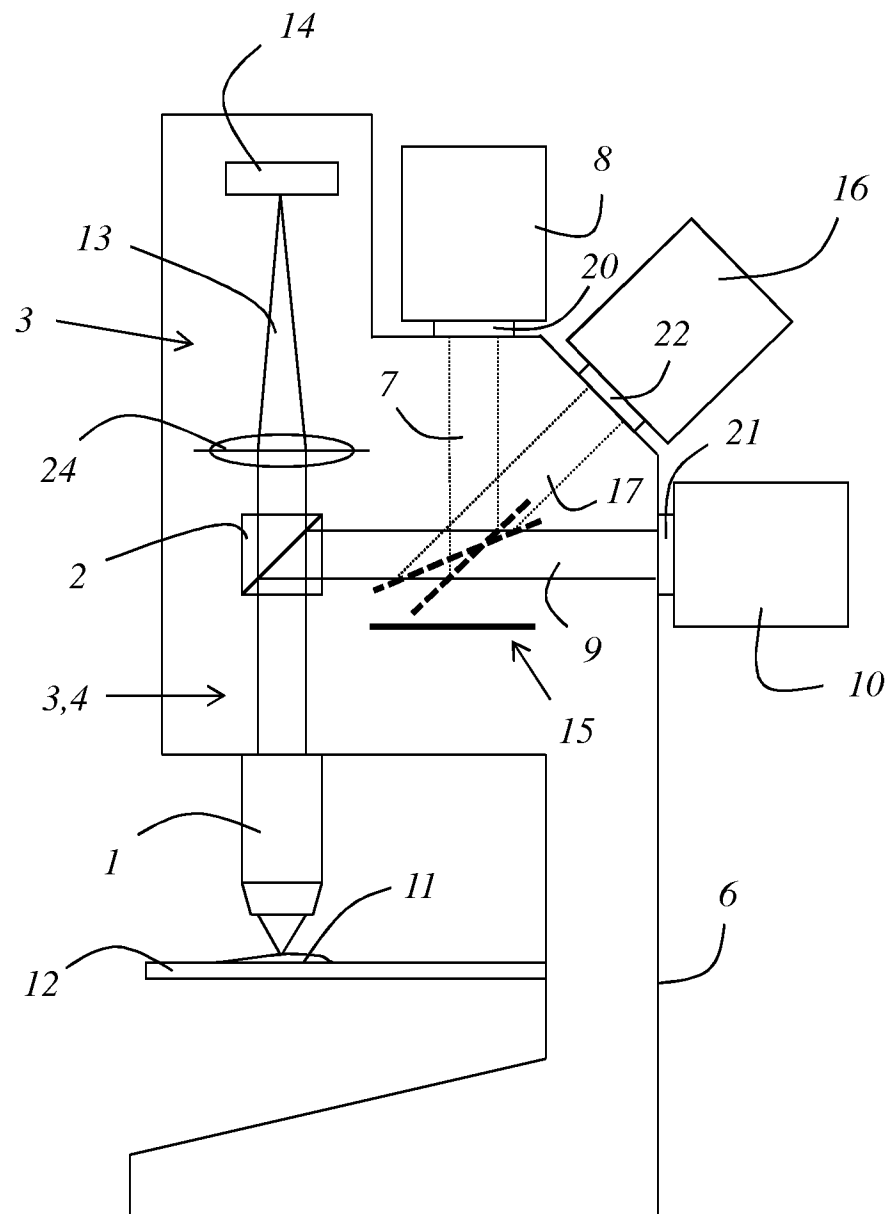


Fig. 4

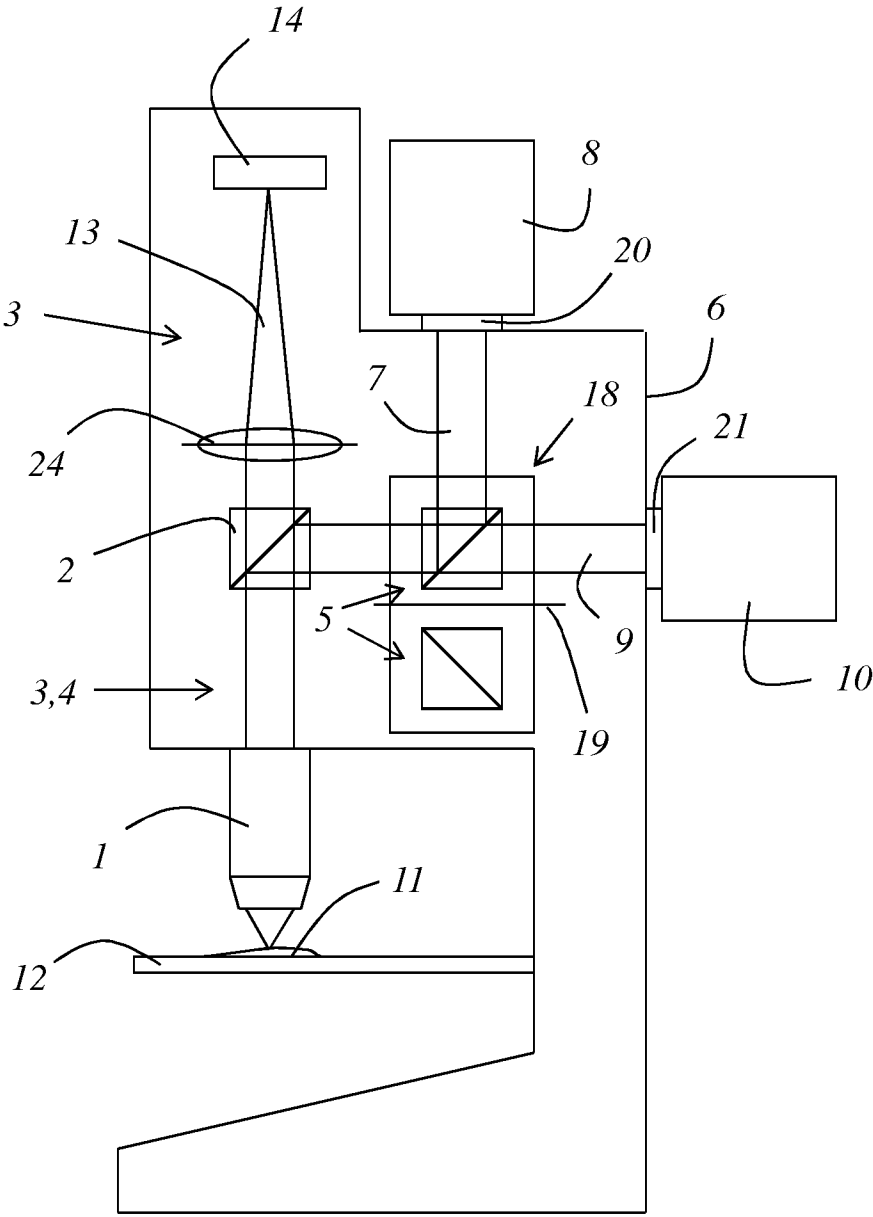


Fig. 5

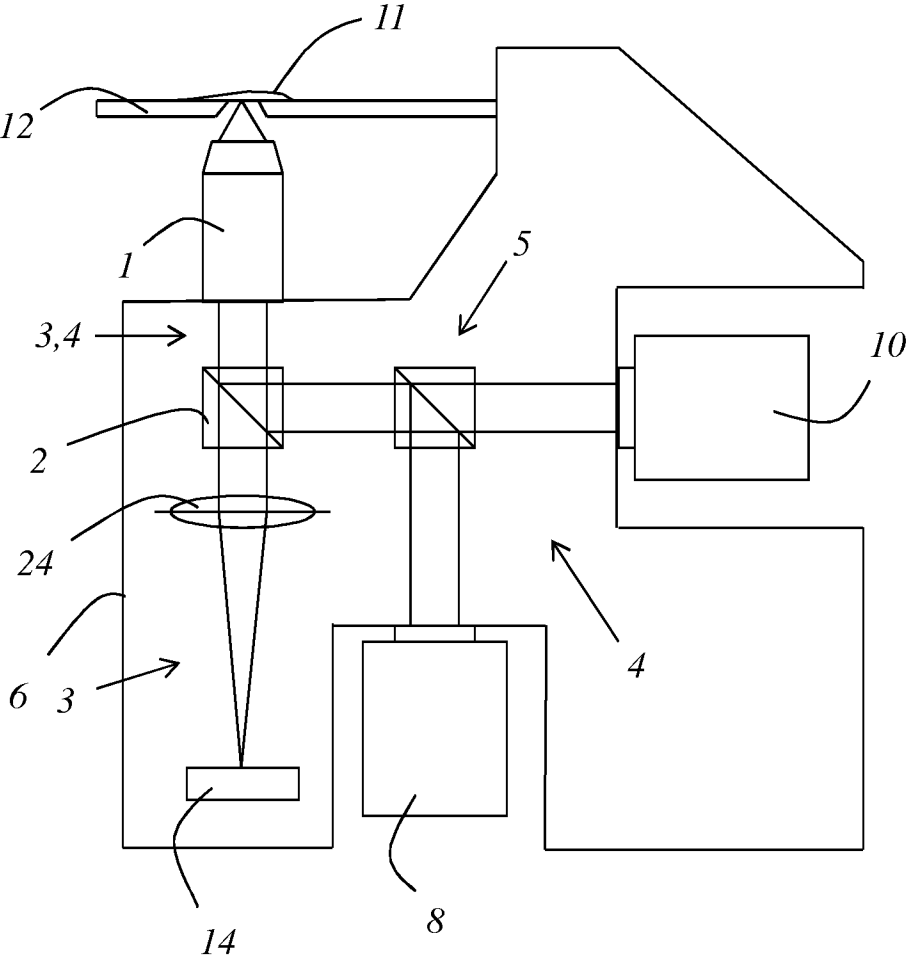
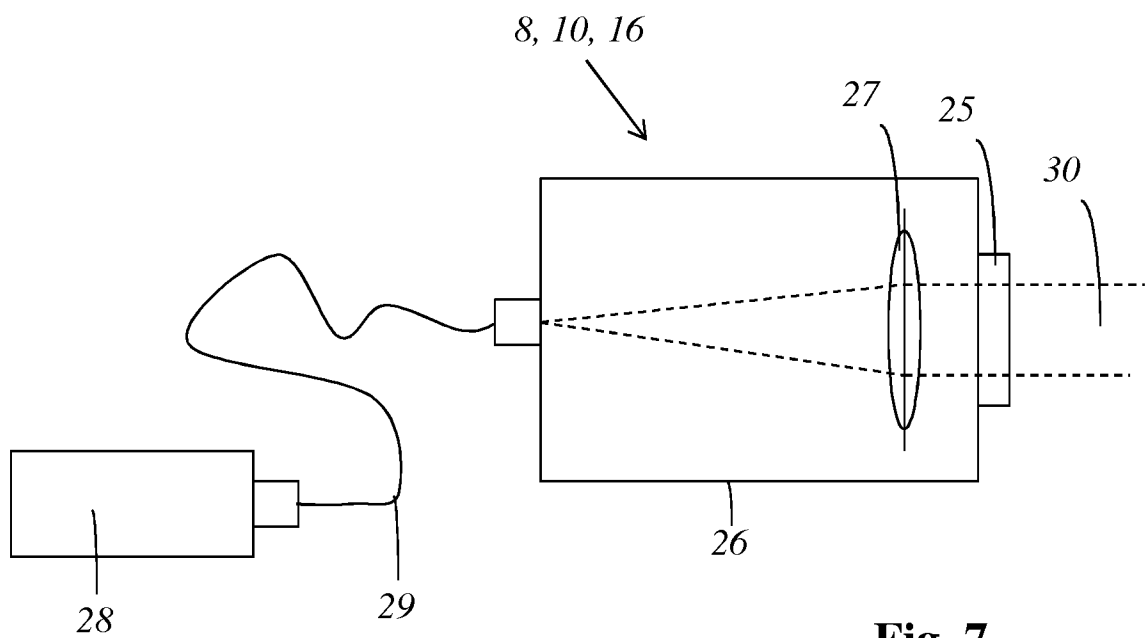
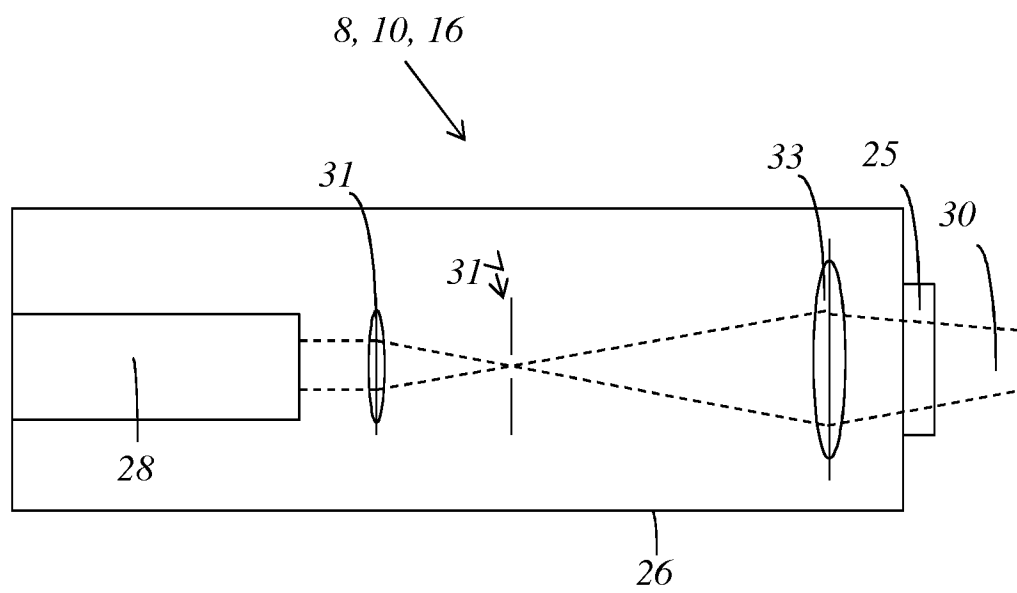


Fig. 6

**Fig. 7****Fig. 8**

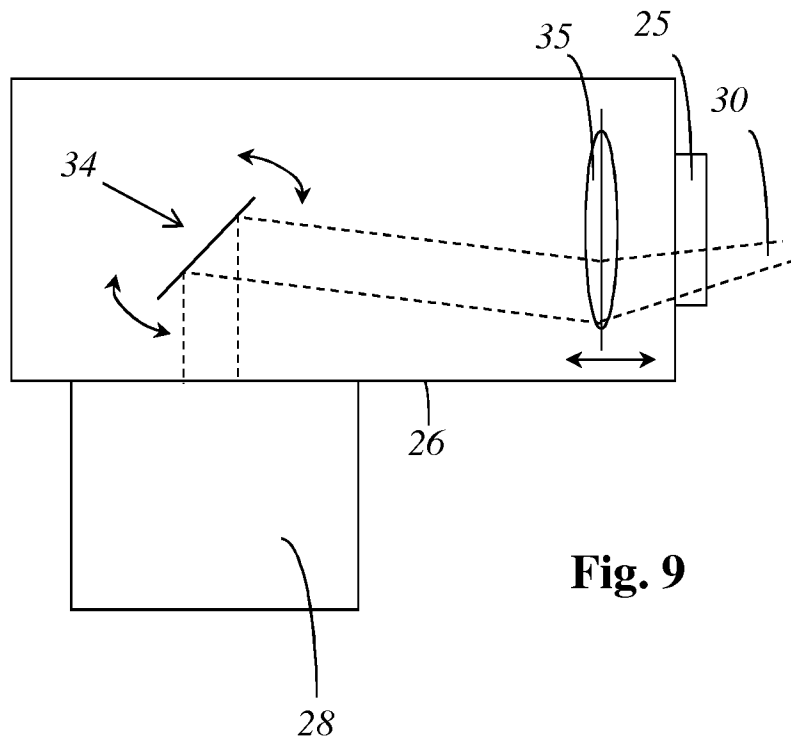


Fig. 9

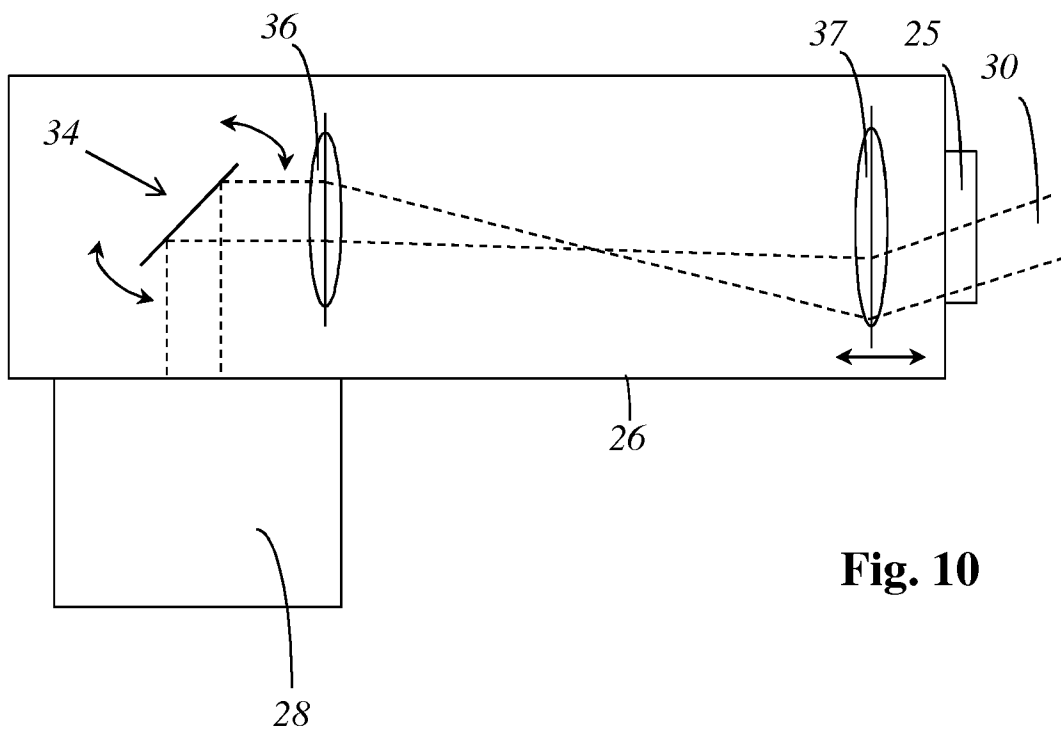
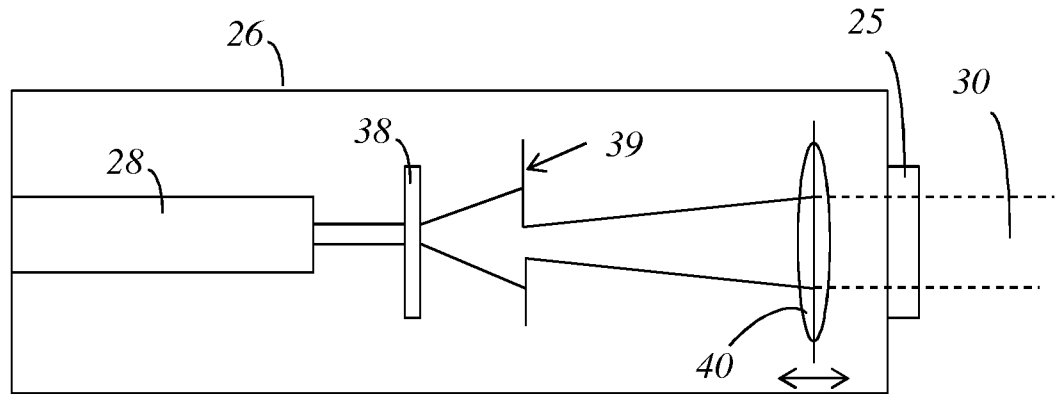


Fig. 10

**Fig. 11**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/067035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B21/06
ADD.

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, 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	JP 2014 052534 A (UNIV OSAKA; OPUTORAIN KK) 20 March 2014 (2014-03-20)	1,4, 6-10,16, 19-21, 23,25-27
Y	paragraph [0043]; figures 1-4	2,3,5, 11-15, 17,18,22
X	----- JP 2009 151108 A (NIPPON KOGAKU KK) 9 July 2009 (2009-07-09)	24
Y	figures 1-4	2,3, 11-15
Y	----- JP 2006 154237 A (OLYMPUS CORP) 15 June 2006 (2006-06-15) figure 5	5,17,18
	----- -/-	



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 application or patent 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

23 October 2015

Date of mailing of the international search report

04/11/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lehtiniemi, Henry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067035

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/017920 A1 (TSUCHIYA ATSUHIRO [JP] ET AL) 26 January 2006 (2006-01-26) figure 1	5,17,18, 22
A	----- JP 2005 345717 A (OLYMPUS CORP) 15 December 2005 (2005-12-15) abstract; figures 1-5	1,10
A	----- JP 2008 164719 A (NIPPON KOGAKU KK) 17 July 2008 (2008-07-17) abstract; figure 1	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/067035

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2014052534	A	20-03-2014	NONE
JP 2009151108	A	09-07-2009	NONE
JP 2006154237	A	15-06-2006	NONE
US 2006017920	A1	26-01-2006	JP 4642401 B2 02-03-2011 JP 2006039132 A 09-02-2006 US 2006017920 A1 26-01-2006
JP 2005345717	A	15-12-2005	NONE
JP 2008164719	A	17-07-2008	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B21/06
ADD.

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

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, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2014 052534 A (UNIV OSAKA; OPUTORAIN KK) 20. März 2014 (2014-03-20)	1,4, 6-10,16, 19-21, 23,25-27
Y	Absatz [0043]; Abbildungen 1-4	2,3,5, 11-15, 17,18,22
X	----- JP 2009 151108 A (NIPPON KOGAKU KK) 9. Juli 2009 (2009-07-09)	24
Y	Abbildungen 1-4	2,3, 11-15
Y	----- JP 2006 154237 A (OLYMPUS CORP) 15. Juni 2006 (2006-06-15) Abbildung 5	5,17,18
	----- -/-	

☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

23. Oktober 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/11/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lehtiniemi, Henry

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2006/017920 A1 (TSUCHIYA ATSUHIRO [JP] ET AL) 26. Januar 2006 (2006-01-26) Abbildung 1 -----	5,17,18, 22
A	JP 2005 345717 A (OLYMPUS CORP) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 -----	1,10
A	JP 2008 164719 A (NIPPON KOGAKU KK) 17. Juli 2008 (2008-07-17) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/067035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2014052534 A	20-03-2014	KEINE	
JP 2009151108 A	09-07-2009	KEINE	
JP 2006154237 A	15-06-2006	KEINE	
US 2006017920 A1	26-01-2006	JP 4642401 B2	02-03-2011
		JP 2006039132 A	09-02-2006
		US 2006017920 A1	26-01-2006
JP 2005345717 A	15-12-2005	KEINE	
JP 2008164719 A	17-07-2008	KEINE	