

(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
23. August 2018 (23.08.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/149586 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 13/22 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)
G02B 21/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/051306

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Januar 2018 (19.01.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 103 252.5
16. Februar 2017 (16.02.2017) DE

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

(72) Erfinder: SCHUMANN, Christian; Am Zollstock 24,
35392 Gießen (DE).

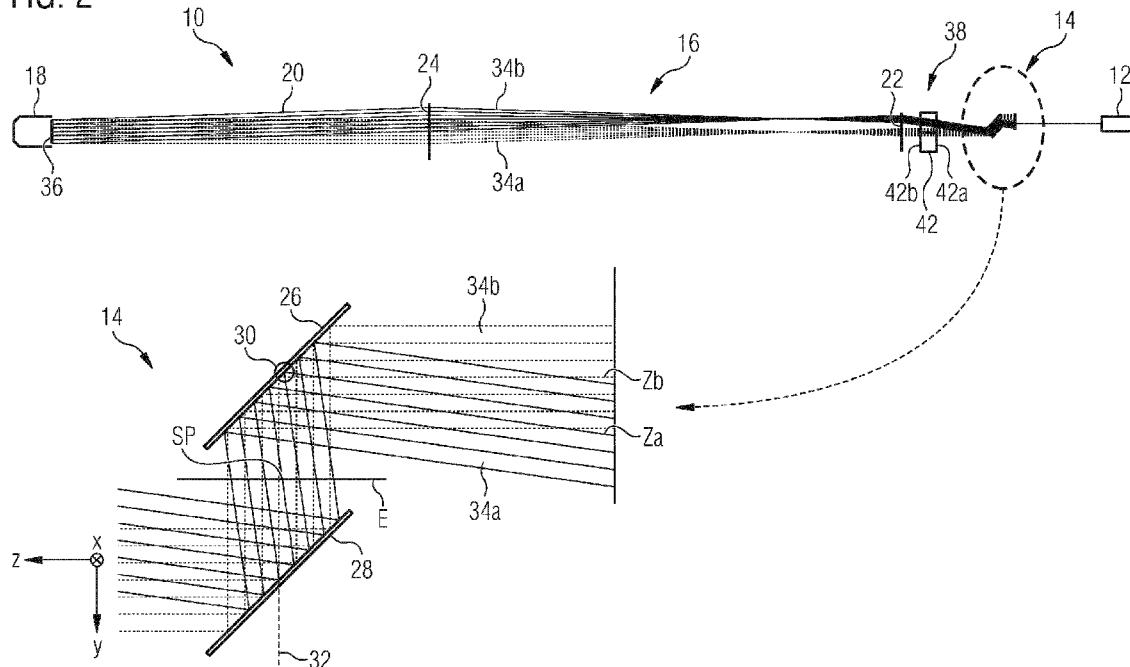
(74) Anwalt: SCHAUMBURG UND PARTNER PATENT-
ANWÄLTE MBB; Postfach 86 07 48, 81634 München
(DE).

(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, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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.

(54) Title: SCANNING ILLUMINATION DEVICE FOR A MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: RASTERBELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN MIKROSKOP

FIG. 2



(57) Abstract: The invention relates to a scanning illumination device (10) for a microscope, comprising a light source (12), a scanning system (14), an intermediate imaging optical system (16) and an illuminating objective (18), which are arranged in this sequence in an illuminating beam (20). The scanning system (14) comprises two scanning elements (26, 28) which are designed to deflect an illumination beam (34) emitted by the light source (12) in two different scanning directions in sequence. The intermediate imaging optical system (16) is designed to generate within the scanning system (14) an image of an objective pupil (36) of the illuminating objective (18). A pupil displacement module (38) is designed to optionally displace the image of the objective pupil (36) within the scanning system (14) along the illumination optical path (20).

(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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Beschrieben ist eine Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) für ein Mikroskop, umfassend eine Lichtquelle (12), ein Rastersystem (14), eine Zwischenabbildungsoptik (16) und ein Beleuchtungsobjektiv (18), die in dieser Reihenfolge in einem Beleuchtungsstrahlengang (20) angeordnet sind. Das Rastersystem (14) weist zwei Rasterelemente (26, 28) auf, die ausgebildet sind, ein von der Lichtquelle (12) ausgesendetes Beleuchtungslichtbündel (34) nacheinander in zwei verschiedenen Rasterrichtungen abzulenken. Die Zwischenabbildungsoptik (16) ist ausgebildet, innerhalb des Rastersystems (14) ein Bild einer Objektivpupille (36) des Beleuchtungsobjektivs (18) zu erzeugen. Ein Pupillenverlagerungsmodul (38) ist ausgebildet, das Bild der Objektivpupille (36) innerhalb des Rastersystems (14) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) wahlweise zu verlagern.

Rasterbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop

Die Erfindung betrifft eine Rasterbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop, umfassend eine Lichtquelle, ein Rastersystem, eine Zwischenabbildungsoptik und ein Beleuchtungsobjektiv, die in dieser Reihenfolge in einem Beleuchtungsstrahlengang angeordnet sind, wobei das Rastersystem zwei Rasterelemente aufweist, die ausgebildet sind, ein von der Lichtquelle ausgesendetes Beleuchtungslichtbündel nacheinander in zwei verschiedenen Rasterrichtungen abzulenken, und wobei die Zwischenabbildungsoptik ausgebildet ist, innerhalb des Rastersystems ein Bild einer Objektivpupille des Beleuchtungsobjektivs zu erzeugen.

Aus dem Stand der Technik sind insbesondere für mikroskopische Anwendungen wie etwa der konfokalen Fluoreszenzmikroskopie Rasterbeleuchtungseinrichtungen bekannt, die dazu dienen, die Probe in zwei verschiedenen, in der Regel senkrecht zueinander liegenden Rasterrichtungen mit einem Beleuchtungslichtbündel abzurastern. Hierzu verfügt eine solche Rasterbeleuchtungseinrichtung über ein Rastersystem, welches das Beleuchtungslichtbündel in den vorstehend genannten Rasterrichtungen ablenkt, um eine die Probe in zwei Dimensionen abrasternde Beleuchtung zu realisieren.

Üblicherweise wird für die zweidimensionale Ablenkung des Beleuchtungslichtbündels ein Rastersystem eingesetzt, das entweder ein einziges zweiachsiges Rasterelement, das um zwei orthogonal zueinander liegende Abtastachsen verkipppbar ist, oder aber zwei separate einachsige Rasterelemente aufweist, die jeweils nur um eine Abtastachse verkipppbar sind. In letzterer Ausführung sind die Abtastachsen der beiden einachsigen Rasterelemente wiederum orthogonal zueinander angeordnet. Bei den

- 2 -

Rasterelementen kann es sich beispielsweise um Kippspiegel, aber auch um Risley-Drehprismen, elektrooptische oder akustooptische Deflektoren handeln.

Insbesondere in mikroskopischen Anwendungen ist eine telezentrische Positionierung
5 des Rastersystems innerhalb des Beleuchtungsstrahlengangs wünschenswert. Bei einer telezentrischen Positionierung befindet sich das Rastersystem längs des Beleuchtungsstrahlengangs an einer Stelle, an der sich ein beispielsweise über die Zwischenabbildungsoptik erzeugtes Bild der Pupille des Beleuchtungsobjektivs befindet. Durch eine telezentrische Anordnung des Rastersystems ist nämlich ein
10 achsparalleler Austritt des durch das Rastersystem abgelenkten Beleuchtungslichtbündels für alle Rasterpositionen gewährleistet.

Ist das Rastersystem aus einem einzigen zweiachsigen Rasterspiegel gebildet, so ist die vorgenannte telezentrische Positionierung vergleichsweise einfach zu realisieren,
15 indem der einzige Rasterspiegel am Ort des Pupillenbildes angeordnet wird. Jedoch ist ein aus einem zweiachsigen Rasterspiegel gebildetes Rastersystem technisch aufwändiger und damit teurer als ein System, das mit zwei separaten einachsigen Rasterspiegeln arbeitet. Bei einem System mit zwei separaten einachsigen Rasterelementen ist es aber nicht möglich, gleichzeitig beide Rasterspiegel am Ort des
20 Pupillenbildes zu positionieren und damit in eine telezentrische Anordnung zu bringen. Auch kommt es bei Realisierungen aus dem Stand der Technik, beispielsweise kardanischen Aufhängungen von Kippspiegeln, zu Geschwindigkeitseinbußen des Rasterprozesses.

25 Aus dem Stand der Technik sind Lösungen bekannt, auch solche Rastersysteme, die mit einer Anordnung aus zwei einachsigen Rasterspiegeln arbeiten, telezentrisch auszuführen. Beispielsweise wird in *J. Pawley, Handbook of biological confocal microscopy, Springer 2006, ISBN 978-0387259215 (insbes. Kap. 9, S. 207ff)* vorgeschlagen, den ersten Rasterspiegel mittels einer Relayoptik auf den zweiten
30 Rasterspiegel abzubilden. In der DE 4 026 130 C2 ist hingegen ein aus drei einachsigen Rasterspiegeln bestehendes System beschrieben, bei dem für eine der beiden orthogonalen Rasterrichtungen zugleich zwei der drei Rasterspiegel vorgesehen sind.

Diese beiden Rasterspiegel sind derart angeordnet, dass sie einen virtuellen Kipppunkt definieren, der auf dem der anderen Rasterrichtung zugeordneten Rasterspiegel liegt.

Mit Relayoptiken arbeitende Rastersysteme sind technisch aufwändig und teuer.

5 Außerdem benötigen sie viel Bauraum. Aus drei Rasterspiegeln bestehende Systeme sind im Hinblick auf ihre Mechanik und ihre elektronische Ansteuerung ebenfalls aufwändig. Dies gilt insbesondere für diejenige der beiden Abtastachsen, der zwei der drei Rasterspiegel zugeordnet sind. Demzufolge wird diese Abtastachse auch als langsame Achse bezeichnet, während die durch einen einzigen Rasterspiegel realisierte
10 Abtastachse als schnelle Achse bezeichnet wird.

Um den technischen Aufwand möglichst gering zu halten, werden deshalb häufig Rastersysteme bevorzugt, die aus zwei einachsigen Rasterspiegeln bestehen. Um in einem solchen Rastersystem insbesondere die Vignettierung gering zu halten, werden
15 dabei die beiden Rasterspiegel üblicherweise symmetrisch zum Bild der Objektvupille angeordnet. Eine solche symmetrische Anordnung ist z.B. in einer konfokalmikroskopischen Anwendung durchaus einsetzbar. Dies gilt jedoch nicht für Anwendungen, bei denen eine telezentrische Positionierung zumindest eines der beiden Rasterelemente zwingend erforderlich ist, um einen achsparallelen Lichtaustritt
20 zu ermöglichen. Ein Beispiel hierfür ist eine lichtblattmikroskopische Anwendung, wie sie in der Druckschrift US 9 104 020 B2 beschrieben ist.

Wird bei einem aus zwei Rasterspiegeln gebildeten System für einen der beiden Spiegel eine feste telezentrische Positionierung gewählt, so ergibt sich eine unsymmetrische
25 Anordnung, die eine entsprechend unsymmetrische und häufig besonders starke Vignettierung verursacht. Dies gilt insbesondere, wenn zur Abbildung der Objektvupille auf den telezentrisch zu positionierenden Rasterspiegel ein Kepler-Fernrohr als Zwischenabbildungsoptik verwendet wird, das in der Regel eine laterale Vergrößerung in einem Bereich von 3 bis 4 und damit eine axiale Vergrößerung in einem
30 Bereich von 9 bis 16 aufweist. Der Abstand, den dann der andere, d.h. nicht telezentrisch positionierte Rasterspiegel gegenüber dem Bild der Objektvupille aufweist, ergibt sich in diesem Beispiel an Hand des Produkts aus dem Abstand dieses

- 4 -

Rasterspiegels von dem telezentrisch positionierten Rasterspiegel und einem Faktor zwischen 9 und 16.

5 Somit ist festzuhalten, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen jeweils nur auf spezielle Anwendungen beschränkt sind. Jedenfalls ist es bisher nicht ohne weiteres möglich, ein aus zwei einachsigen Rasterelementen bestehendes Rastersystem flexibel in unterschiedlichen Anwendungen einzusetzen.

10 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Rasterbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop sowie ein Verfahren zur rasternden Probenbeleuchtung anzugeben, die es mit geringem technischen Aufwand ermöglichen, ein aus zwei separaten Rasterelementen gebildetes Rastersystem in unterschiedlichen Mikroskopieanwendungen einzusetzen.

15 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Gegenstände der nebengeordneten Ansprüche 1 und 15.

20 Die erfindungsgemäße Rasterbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop umfasst eine Lichtquelle, ein Rastersystem, eine Zwischenabbildungsoptik und ein Beleuchtungsobjektiv, die in dieser Reihenfolge in einem Beleuchtungsstrahlengang angeordnet sind, wobei das Rastersystem zwei Rasterelemente aufweist, die ausgebildet sind, ein von der Lichtquelle ausgesendetes Beleuchtungslichtbündel nacheinander in zwei verschiedenen Rasterrichtungen abzulenken, und wobei die Zwischenabbildungsoptik ausgebildet ist, innerhalb des Rastersystems ein Bild einer Objektivpupille des Beleuchtungsobjektivs zu erzeugen. Die Erfindung sieht ein
25 Pupillenverlagerungsmodul vor, das ausgebildet ist, das Bild der Objektivpupille innerhalb des Rastersystems längs des Beleuchtungsstrahlengangs wahlweise zu verlagern.

30 Das Pupillenverlagerungsmodul ermöglicht es, die erfindungsgemäße Rasterbeleuchtungseinrichtung mit geringem technischem Aufwand an unterschiedliche Mikroskopieanwendungen anzupassen. Hierzu ist lediglich erforderlich, das durch die Zwischenabbildungsoptik erzeugte Bild der Objektivpupille mittels des

Pupillenverlagerungsmoduls innerhalb des Rastersystems wahlweise so zu positionieren, wie es für die gewählte Mikroskopieanwendung von Vorteil ist.

5 So ist es insbesondere möglich, die Rasterbeleuchtungseinrichtung auf eine lichtblattmikroskopische Anwendung hin zu optimieren. In einer solchen Anwendung dient das Rastersystem dazu, zum einen aus dem von der Lichtquelle emittierten Beleuchtungslichtbündel ein Lichtblatt zu generieren, und zum anderen dieses Lichtblatt als Ganzes längs einer vorbestimmten Rasterrichtung abzulenken, um die Probe in dieser Richtung mit dem Lichtblatt abzurastern. Hierbei kann ein erstes der beiden
10 Rasterelemente zur Generierung des Lichtblatts genutzt werden, indem es das Beleuchtungslichtbündel längs einer ersten Rasterrichtung ablenkt, während ein zweites Rasterelement das Beleuchtungslichtbündel längs einer zweiten Rasterrichtung, die vorzugsweise orthogonal zur ersten Rasterrichtung liegt, ablenkt und so das durch das erste Rasterelement generierte Lichtblatt längs dieser zweiten Rasterrichtung gleichsam
15 durch die Probe bewegt.

In einer solchen lichtblattmikroskopischen Anwendung kann das Pupillenverlagerungsmodul nun dazu genutzt werden, das Bild der Objektivpupille innerhalb des Rastersystems so zu positionieren, dass es auf dem vorgenannten
20 zweiten Rasterelement liegt, d.h. demjenigen Element, das die Probe in einer Rasterbewegung mit dem Lichtblatt abtastet. So kommt es bei dieser Rasterbewegung wesentlich auf den achsparallelen Austritt des Beleuchtungslichtbündels aus dem Beleuchtungsobjektiv an, der durch die erfindungsgemäße Positionierung des zweiten Rasterelementes am Ort des Pupillenbildes gewährleistet ist. Mit anderen Worten ist in
25 der vorgenannten Anwendung das zweite Rasterelement zuungunsten des ersten Rasterelementes telezentrisch positioniert. Der Umstand, dass das erste Rasterelement nicht telezentrisch angeordnet ist, ist jedoch in der vorstehend erläuterten lichtblattmikroskopischen Anwendung nicht von wesentlichem Nachteil. So wird die durch das erste Rasterelement bewirkte, zur Generierung des Lichtblattes bestimmte
30 Rasterbewegung des Beleuchtungslichtbündels gleichsam über die Belichtungszeit gemittelt, mit der ein Detektor die durch das Lichtblatt erzeugte Fluoreszenzstrahlung aus der Probe erfasst.

Soll dagegen die erfindungsgemäße Rasterbeleuchtungseinrichtung beispielsweise auf eine konfokalmikroskopische Anwendung hin optimiert werden, so ist es möglich, das Bild der Objektivpupille mittels des Pupillenverlagerungsmoduls in einer symmetrischen Anordnung genau zwischen den beiden Rasterelementen anzuordnen. In diesem Fall ist zwar keines der beiden Rasterelemente präzise telezentrisch angeordnet, jedoch ermöglicht diese symmetrische Anordnung eine weitgehende Reduzierung der Vignettierung.

In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Pupillenverlagerungsmodul mindestens ein in den Beleuchtungsstrahlengang einbringbares und aus dem Beleuchtungsstrahlengang entfernbares Verlagerungselement. In einem ersten Betriebszustand, in dem das Verlagerungselement in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist, befindet sich das Bild der Objektivpupille längs des Beleuchtungsstrahlengangs in einer ersten Position. In einem zweiten Betriebszustand, in dem das Verlagerungselement aus dem Beleuchtungsstrahlengang entfernt ist, befindet sich das Bild der Objektivpupille längs des Beleuchtungsstrahlengangs in einer zweiten Position. Dabei liegt eine der beiden genannten Positionen auf dem einen Rasterelement oder auf dem anderen Rasterelement, während die andere der beiden genannten Positionen zwischen den beiden Rasterelementen liegt. In dieser Ausführungsform lassen sich in besonders einfacher Weise, nämlich durch das schaltbare Einbringen eines Verlagerungsmoduls in den Beleuchtungsstrahlengang bzw. durch Entfernen desselben aus dem Beleuchtungsstrahlengang, zwei verschiedene Betriebszustände der Rasterbeleuchtungseinrichtung realisieren. In einem dieser Betriebszustände liegt eine telezentrische Positionierung eines der beiden Rasterelemente vor. Dieser Betriebszustand ist beispielsweise für eine lichtblattmikroskopische Anwendung oben erläuteter Art nutzbar. Demgegenüber ist in dem anderen Betriebszustand keines der beiden Rasterelemente telezentrisch positioniert. Vielmehr liegt in diesem Zustand das Bild der Objektivpupille zwischen den beiden Rasterelementen, wodurch eine Reduzierung der Vignettierung erzielt werden kann. Dieser Betriebszustand ist deshalb beispielsweise für eine konfokalmikroskopische Anwendung geeignet.

In einer weiteren Ausführung umfasst das Pupillenverlagerungsmodul mindestens zwei in den Beleuchtungsstrahlengang einbringbare und aus dem Beleuchtungsstrahlengang entfernbare Verlagerungselemente. In einem ersten Betriebszustand, in dem keines der beiden Verlagerungselemente in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist, befindet sich das Bild der Objektivpupille längs des Beleuchtungsstrahlengangs in einer ersten Position. In einem zweiten Betriebszustand, in dem eines der beiden Verlagerungselemente in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist, befindet sich das Bild der Objektivpupille längs des Beleuchtungsstrahlengangs in einer zweiten Position. In einem dritten Betriebszustand, in dem das andere der beiden Verlagerungselemente in dem Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist, befindet sich das Bild der Objektivpupille längs des Beleuchtungsstrahlengangs in einer dritten Position. Eine der drei genannten Positionen liegt auf einem der beiden Rasterelemente. Eine andere der drei genannten Positionen liegt auf dem anderen Rasterelement. Die verbleibende der drei Positionen liegt zwischen den beiden Rasterelementen. In dieser Ausführungsform kann die Rasterbeleuchtungseinrichtung in drei verschiedenen Betriebszuständen arbeiten, nämlich in zwei Betriebszuständen, in denen entweder das eine oder das andere Rasterelement telezentrisch angeordnet ist, und in einem weiteren Betriebszustand, in dem keines der beiden Rasterelemente telezentrisch positioniert ist, sondern das Bild der Objektivpupille zwischen den beiden Rasterelementen liegt. Die beiden erstgenannten Betriebszustände sind beispielsweise wiederum für eine lichtblattmikroskopische Anwendung nutzbar, während der zuletzt genannte Betriebszustand für eine konfokalmikroskopische Anwendung vorgesehen sein kann.

Vorzugsweise weist die zwischen den beiden Rasterelementen liegende Position, in der das Bild der Objektivpupille erzeugt wird, längs des Beleuchtungsstrahlengangs gleiche Abstände von den beiden Rasterelementen auf. In dieser nicht telezentrischen, zum Pupillenbild symmetrischen Anordnung der beiden Rasterelemente kann die Vignettierung minimiert werden.

Vorzugsweise ist das jeweilige Verlagerungselement eine transparente, insbesondere planparallele Platte vorbestimmter Dicke. Dabei ist die Dicke der Platte so gewählt, dass das Beleuchtungslichtbündel beim Durchtritt durch die Platte eine optische Weglängenänderung erfährt, die zu der gewünschten Verschiebung des Pupillenbildes

führt. Umfasst das Pupillenverlagerungsmodul mehrere Platten, so weisen diese unterschiedliche Dicken auf, um Pupillenverlagerungen unterschiedlicher Größe zu ermöglichen.

- 5 Die jeweilige transparente Platte weist in einer bevorzugten Ausführung eine Lichteintrittsfläche und eine Lichtaustrittsfläche auf, die zur Vermeidung von Interferenzeffekten gegeneinander verkippt sind. Die Flächenverkipfung ist dabei nur geringfügig, z.B. in einem Bereich von einigen zehn Bogensekunden, so dass die Platte trotz dieser Flächenverkipfung immer noch als im Wesentlichen planparallel zu
- 10 bezeichnen ist. Indem die Lichteintrittsfläche und die Lichtaustrittsfläche der Platte gegeneinander verkippt sind, können störende Interferenzeffekte vermieden werden, die ansonsten innerhalb der Platte durch Mehrfachreflexionen zwischen der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche auftreten.
- 15 Störende Interferenzeffekte werden bei Verwendung einer transparenten, planparallelen Platte aber auch schon dadurch weitgehend vermieden, dass die Dicke einer solchen Platte zur Bereitstellung der gewünschten optischen Weglängenänderung in der Regel ohnehin erheblich größer ist als die übliche Kohärenzlänge eines als Lichtquelle üblicherweise eingesetzten Diodenlasers. Außerdem ist darauf hinzuweisen,
- 20 dass für den Fall, dass das Rastersystem etwa im Unterschied zu einem konfokalen Auflicht-Rastermikroskop allein zu Beleuchtungszwecken (wie z.B. in der eingangs genannten Druckschrift US 9 104 020 B2) eingesetzt wird, Mehrfachreflexionen innerhalb der transparenten Platte ohnehin tolerierbar sind.
- 25 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das Pupillenverlagerungsmodul eine Wechsellvorrichtung. Diese Wechsellvorrichtung kann manuell oder motorisch betätigbar sein. Im Falle einer motorischen Wechsellvorrichtung kann eine Steuereinheit vorgesehen sein, die das Pupillenverlagerungsmodul in Abhängigkeit des gerade eingestellten Betriebszustands steuert. Die
- 30 Wechsellvorrichtung ist beispielsweise in Form eines Revolvers, einer Linearschiebevorrichtung oder einer Klappvorrichtung ausgeführt.

Anstelle einer transparenten, planparallelen Platte kann beispielsweise auch ein Galilei-Fernrohr oder ein anderes Relaysystem zur Beeinflussung der optischen Weglänge verwendet werden. Jedoch hat die bevorzugte Ausführung in Form einer planparallelen Platte gegenüber letzteren Systemen, die aus sphärischen optischen Elementen gebildet sind, den Vorteil, dass die Positionierung der Platte unempfindlich gegenüber Zentrierfehlern ist.

In einer bevorzugten Ausführung ist eines der beiden Rasterelemente ein um eine erste Kippachse verkipperbarer Spiegel und das andere Rasterelement ein um eine zweite Kippachse verkipperbarer Spiegel. Die beiden Kippachsen liegen vorzugsweise orthogonal zueinander.

Die Spiegel sind beispielsweise als Galvanometerspiegel oder als mikroelektromechanische Spiegel ausgebildet. Sie sind jedoch auf die vorgenannten Ausführungen nicht beschränkt. So sind auch einachsige Spiegelaktoren anderen Bautyps verwendbar, mit denen sich die gewünschte Ablenkung des Beleuchtungslichtbündels realisieren lässt.

Vorzugsweise ist das Pupillenverlagerungsmodul in einem durch einen Unendlich-Strahlengang gebildeten Teil des Beleuchtungsstrahlengangs angeordnet. Das Pupillenverlagerungsmodul kann dann innerhalb des Unendlich-Strahlengangs an beliebiger Stelle angeordnet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung ist das Pupillenverlagerungsmodul zwischen dem Rastersystem und der Zwischenabbildungsoptik angeordnet. Die Zwischenabbildungsoptik ist in dieser Ausführungsform beispielsweise aus einem dem Beleuchtungsobjektiv zugewandten Tubuslinsensystem und einem dem Pupillenverlagerungsmodul zugewandten Okularlinsensystem gebildet.

Wie schon weiter oben angedeutet, ist das Rastersystem in einer besonders bevorzugten Ausführungsform auf eine rasternde Probenbeleuchtung mittels einer lichtblattartigen Beleuchtungslichtverteilung ausgelegt, indem durch die mittels eines der beiden Rasterelemente bewirkte Ablenkung des Beleuchtungslichtbündels in einer

- 10 -

der beiden Rasterrichtungen die lichtblattartige Beleuchtungslichtverteilung generierbar ist und durch die mittels des anderen Rasterelementes bewirkte Ablenkung des Beleuchtungslichtbündels in der anderen Rasterrichtung die lichtblattartige Beleuchtungslichtverteilung in dieser anderen Rasterrichtung bewegbar ist.

5

In dieser Ausführungsform verlagert das Pupillenverlagerungsmodul das Bild der Objektivpupille vorzugsweise auf das vorgenannte andere Rasterelement.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter
10 Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen
Rasterbeleuchtungseinrichtung, die ein Pupillenverlagerungsmodul mit zwei
verschiedenen Verlagerungselementen umfasst, in einem ersten
15 Betriebszustand, in dem keines der beiden Verlagerungselemente in einen
Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Rasterbeleuchtungseinrichtung in einem
zweiten Betriebszustand, in dem eines der beiden Verlagerungselemente in
20 den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Rasterbeleuchtungseinrichtung in einem
dritten Betriebszustand, in dem das andere der beiden
Verlagerungselemente in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht ist.

25

Figur 1 zeigt in rein schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer
Rasterbeleuchtungseinrichtung 10, die Teil eines in verschiedenen Anwendungen
einsetzbaren Mikroskops ist. So kann das vorgenannte Mikroskop beispielsweise nach
Art eines Lichtblattmikroskops und alternativ nach Art eines Konfokalmikroskops
30 betrieben werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass in Figur 1 nur diejenigen
Komponenten der Rasterbeleuchtungseinrichtung 10 dargestellt sind, die für das
Verständnis der Erfindung erforderlich sind.

Das Rastermikroskop 10 umfasst eine Lichtquelle 12, ein Rastersystem 14, eine Zwischenabbildungsoptik 16 und ein Beleuchtungsobjektiv 18, die in dieser Reihenfolge in einem Beleuchtungsstrahlengang 20 angeordnet sind. Die Zwischenabbildungsoptik 16 enthält ein Okularlinsensystem 22 und ein Tubuslinsensystem 24.

5

Das Rastersystem 14 ist aus einem ersten Rasterelement 26 und einem zweiten Rasterelement 28 gebildet. Die beiden Rasterelemente 26, 28, die in Figur 1 in einer Teilansicht vergrößert herausgestellt sind, sind jeweils z.B. in Form eines Galvanometerspiegels oder eines MEMS-Spiegels ausgeführt. Das erste Rasterelement 26 ist um eine erste Kippachse 30 verkipptbar, die unter Bezugnahme auf das in Figur 1 dargestellte xyz-Koordinatensystem parallel zur x-Achse liegt. Das zweite Rasterelement 28 ist um eine zweite Kippachse 32 verkipptbar, die parallel zur y-Achse und damit orthogonal zu der ersten Kippachse 30 liegt.

10

15

Die Lichtquelle 12 emittiert ein Beleuchtungslichtbündel 34 auf das erste Rasterelement 26, welches das Beleuchtungslichtbündel 34 auf das zweite Rasterelement 28 reflektiert. An dem zweiten Rasterelement 28 wird das Beleuchtungslichtbündel 34 in Richtung der Zwischenabbildungsoptik 16 reflektiert. Nach Durchtritt durch die Zwischenabbildungsoptik 16 gelangt das Beleuchtungslichtbündel 34 in eine Objektivpupille 36 des Beleuchtungsobjektivs 18. Das Beleuchtungsobjektiv 18 richtet das Beleuchtungslichtbündel 34 auf eine in Figur 1 nicht dargestellte Probe, um diese zu beleuchten.

20

25

Die beiden das Rastersystem 14 bildenden Rasterelemente 26 und 28 haben die Funktion, das Beleuchtungslichtbündel 34 nacheinander in zwei orthogonalen Rasterrichtungen, die parallel zur y-Achse bzw. zur x-Achse liegen, abzulenken, um eine die Probe zweidimensional abtastende Beleuchtung zu realisieren. Hierzu werden die beiden Abtastspiegel 26, 28 unter der Kontrolle einer in Figur 1 nicht dargestellten Steuereinheit aufeinander abgestimmt um die erste Kippachse 30 bzw. die zweite Kippachse 32 verkippt.

30

Die Objektivpupille 36 wird durch die Zwischenabbildungsoptik 16 in der Weise auf das Rastersystem 14 abgebildet, dass innerhalb des Rastersystems 14 ein Bild der

Objektivpupille 36 erzeugt wird. Die Position, in der die Zwischenabbildungsoptik 16 in dem Rastersystem 14 das Bild der Objektivpupille 36 erzeugt, ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel längs der optischen Achse des Beleuchtungsstrahlengangs 20 verschiebbar. Hierzu weist die Rasterbeleuchtungseinrichtung 10 ein
5 Pupillenverlagerungsmodul 38 auf, das eine in Figur 1 rein schematisch dargestellte Wechsellvorrichtung 40 sowie zwei planparallele Glasplatten 42, 44 (vgl. Figuren 2 und 3) umfasst, die sich mittels der Wechsellvorrichtung 40 wahlweise in einen durch einen Unendlich-Strahlengang gebildeten Teil des Beleuchtungsstrahlengangs 20, der zwischen dem Okularlinsensystem 22 der Zwischenabbildungsoptik 16 und dem
10 Rastersystem 14 definiert ist, einbringen lassen. Die Glasplatten 42, 44 weisen jeweils eine Lichteintrittsfläche 42a, 44a und eine Lichtaustrittsfläche 42b, 44b auf.

Wie eine Zusammenschau der Figuren 1 bis 3 veranschaulicht, lassen sich durch das erfindungsgemäße Pupillenverlagerungsmodul 38, das aus der Wechsellvorrichtung 40
15 sowie den beiden planparallelen Glasplatten 42, 44 gebildet ist, drei Betriebszustände der Rasterbeleuchtungseinrichtung 10 realisieren, die sich hinsichtlich der Lage, in der das Bild der Objektivpupille 36 in dem Rastersystem 14 erzeugt wird, voneinander unterscheiden.

20 In Figur 1 ist ein erster Betriebszustand gezeigt, in dem weder die planparallele Glasplatte 42 noch die zweite planparallele Glasplatte 44 in den Beleuchtungsstrahlengang 20 eingebracht ist. Die optischen Komponenten der Rasterbeleuchtungseinrichtung 10, insbesondere die Zwischenabbildungsoptik 16 und das Rastersystem 14, sind in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel so aufeinander
25 abgestimmt, dass die Zwischenabbildungsoptik 16 die Objektivpupille 36 in dem ersten Betriebszustand auf das zweite Rastelement 28 abbildet. Um diesen Sachverhalt zu veranschaulichen, ist in der Darstellung nach Figur 1 (und entsprechend in den Figuren 2 und 3) das Beleuchtungslichtbündel 34 in zwei Teilbündeln 34a und 34b aufgespalten, die aus verschiedenen Feldpunkten stammen. In dieser Darstellung liegt der Ort, an dem das Bild der Objektivpupille 36 längs des Beleuchtungsstrahlengangs 34 innerhalb
30 des Rastersystems 14 erzeugt wird, in dem Schnittpunkt der Zentralstrahlen der beiden Teilbündel 34a und 34b. In Figur 1 sind die Zentralstrahlen der Teilbündel 34a und 34b mit Za bzw. Zb und der vorgenannte Schnittpunkt mit SP bezeichnet.

Figur 2 zeigt die Rasterbeleuchtungseinrichtung 10 in einem zweiten Betriebszustand, in dem die erste planparallele Platte 42 in den Beleuchtungsstrahlengang 20 eingebracht ist. Wie die das Rastersystem 14 vergrößert darstellende Teilansicht nach

5 Figur 2 veranschaulicht, bewirkt die in den Beleuchtungsstrahlengang 20 eingebrachte planparallele Platte 42 eine optische Weglängenänderung, die so bemessen ist, dass sich die Zentralstrahlen Z_a , Z_b der beiden Teilbündel 34a, 34b genau in der Mitte zwischen den beiden Rasterelementen 26, 28 schneiden, so dass genau an dieser Stelle das durch die Zwischenabbildungsoptik 16 erzeugte Bild der Objektivpupille 36

10 liegt. Diese mittige Lage des Bildes der Objektivpupille ist in Figur 2 durch eine mit E bezeichnete Ebene definiert. Zum Vergleich ist diese Ebene E auch in den Figuren 1 und 3 angegeben.

Figur 3 zeigt einen dritten Betriebszustand der Rasterbeleuchtungseinrichtung 10, in dem anstelle der ersten planparallelen Platte 42 die zweite planparallele Platte 44 in den

15 Beleuchtungsstrahlengang 20 eingebracht ist. Die zweite Platte 44 weist eine längs der optischen Achse des Beleuchtungsstrahlengangs 20 bemessene Dicke auf, die größer als die Dicke der ersten planparallelen Platte 42 ist. Dabei ist die Dicke der zweiten planparallelen Platte 44 so gewählt, dass das Bild der Objektivpupille 36 genau auf dem

20 ersten Rasterelement 26 erzeugt wird. In der Darstellung nach Figur 3 ist dies wiederum durch den Schnittpunkt SP der beiden Zentralstrahlen Z_a , Z_b der Teilbündel 34a, 34b veranschaulicht.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können der erste und der dritte

25 Betriebszustand nach den Figuren 1 bzw. 3, in denen die Objektivpupille 36 auf eines der beiden Rasterelemente 26, 28 abgebildet wird und somit eine telezentrische Positionierung dieses Rasterelementes 26, 28 gegeben ist, genutzt werden, die Rasterbeleuchtungseinrichtung 10 in einer lichtblattmikroskopischen Anwendung zu betreiben. Demgegenüber eignet sich der nicht telezentrische zweite Betriebszustand

30 nach Figur 2, in dem die beiden Rasterelemente 26, 28 symmetrisch von dem mittig zwischen ihnen liegende Pupillenbild beabstandet sind, für eine konfokalmikroskopische Anwendung.

- 14 -

Es versteht sich von selbst, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt ist. Beispielsweise können anstelle der Glasplatten 42, 44 ein oder mehrere afokale Galilei-Fernrohrsysteme zur gewünschten Beeinflussung der optischen Weglänge des Beleuchtungslichtbündels eingesetzt werden.

5

Bezugszeichenliste

	10	Rasterbeleuchtungseinrichtung
	12	Lichtquelle
5	14	Rastersystem
	16	Zwischenabbildungsoptik
	18	Beleuchtungsobjektiv
	20	Beleuchtungsstrahlengang
	20a	Unendlich-Strahlengang
10	22	Okularlinsensystem
	24	Tubuslinsensystem
	26	erstes Rasterelement
	28	zweites Rasterelement
	30	erste Kippachse
15	32	zweite Kippachse
	34	Beleuchtungslichtbündel
	34a, 34b	Teilbündel
	36	Objektivpupille
	38	Pupillenverlagerungsmodul
20	40	Wechselvorrichtung
	42, 44	Glasplatten
	42a, 42b	Lichteintrittsflächen
	44a, 44b	Lichtaustrittsflächen
	Zb, Za	Zentralstrahlen
25	SP	Schnittpunkt
	E	Ebene

Patentansprüche

1. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) für ein Mikroskop, umfassend:
eine Lichtquelle (12), ein Rastersystem (14), eine Zwischenabbildungsoptik
5 (16) und ein Beleuchtungsobjektiv (18), die in dieser Reihenfolge in einem
Beleuchtungsstrahlengang (20) angeordnet sind,
wobei das Rastersystem (14) zwei Rasterelemente (26, 28) aufweist, die
ausgebildet sind, ein von der Lichtquelle (12) ausgesendetes
Beleuchtungslichtbündel (34) nacheinander in zwei verschiedenen
10 Rasterrichtungen abzulenken, und
wobei die Zwischenabbildungsoptik (16) ausgebildet ist, innerhalb des
Rastersystems (14) ein Bild einer Objektvpupille (36) des
Beleuchtungsobjektivs (18) zu erzeugen,
gekennzeichnet durch ein Pupillenverlagerungsmodul (38), das ausgebildet ist,
15 das Bild der Objektvpupille (36) innerhalb des Rastersystems (14) längs des
Beleuchtungsstrahlengangs (20) wahlweise zu verlagern.
2. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass das Pupillenverlagerungsmodul (38) zur telezentrischen
20 Positionierung eines der beiden Rasterelemente (26, 28) das Bild der
Objektvpupille (36) auf dieses Rasterelement (26, 28) verlagert.
3. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass
25 das Pupillenverlagerungsmodul (38) mindestens ein in den
Beleuchtungsstrahlengang (20) einbringbares und aus dem
Beleuchtungsstrahlengang (20) entfernbare Verlagerungselement (42, 44)
umfasst,
in einem ersten Betriebszustand, in dem das Verlagerungselement (42, 44) in
30 den Beleuchtungsstrahlengang (20) eingebracht ist, das Bild der

Objektivpupille (36) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) in einer ersten Position angeordnet ist, und

in einem zweiten Betriebszustand, in dem das Verlagerungselement (42, 44) aus dem Beleuchtungsstrahlengang (20) entfernt ist, das Bild der Objektivpupille (36) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) in einer zweiten Position angeordnet ist,

wobei eine beiden genannten Positionen auf dem einen Rasterelement (26, 28) oder auf dem anderen Rasterelement (26, 28) liegt und die andere der beiden genannten Positionen zwischen den beiden Rasterelementen (26, 28) liegt.

4. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

das Pupillenverlagerungsmodul (38) mindestens zwei in den Beleuchtungsstrahlengang (20) einbringbare und aus dem Beleuchtungsstrahlengang (20) entfernbare Verlagerungselemente (42, 44) umfasst,

in einem ersten Betriebszustand, in dem keines der beiden Verlagerungselemente (42, 44) in den Beleuchtungsstrahlengang (20) eingebracht ist, das Bild der Objektivpupille (36) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) in einer ersten Position angeordnet ist,

in einem zweiten Betriebszustand, in dem eines der beiden Verlagerungselemente (42, 44) in den Beleuchtungsstrahlengang (20) eingebracht ist, das Bild der Objektivpupille (36) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) in einer zweiten Position angeordnet ist, und in einem dritten Betriebszustand, in dem das andere der beiden Verlagerungselemente (42, 44) in den Beleuchtungsstrahlengang (20) eingebracht ist, das Bild der Objektivpupille (36) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) in einer dritten Position angeordnet ist,

wobei eine der drei genannten Positionen auf einem der beiden Rasterelemente (26, 28) liegt, eine andere der drei genannten Positionen auf dem anderen Rasterelement (26, 28) liegt und die verbleibende der drei Positionen zwischen den beiden Rasterelementen (26, 28) liegt.

5. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen den beiden Rasterelementen (26, 28) liegende Position, in der das Bild der Objektivpupille (36) erzeugt wird, längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) gleiche Abstände von den beiden Rasterelementen (26, 28) aufweist.
6. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das jeweilige Verlagerungselement (42, 44) eine transparente, insbesondere planparallele Platte vorbestimmter Dicke ist.
7. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die transparente Platte (42, 44) eine Lichteintrittsfläche (42a, 44b) und eine Lichtaustrittsfläche (42b, 44b) aufweist, die zur Vermeidung von Interferenzeffekten gegeneinander verkippt sind.
8. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Pupillenverlagerungsmodul (38) eine Wechsellvorrichtung (40) umfasst.
9. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eines der beiden Rasterelemente (26, 28) ein um eine erste Kippachse (30) verkippter Spiegel und das andere Rasterelement ein um eine zweite Kippachse (32) verkippter Spiegel ist.
10. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel jeweils als Galvanometerspiegel oder als mikroelektromechanischer Spiegel ausgebildet sind.
11. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Pupillenverlagerungsmodul (38) in einem durch einen Unendlich-Strahlengang (20a) gebildeten Teil des Beleuchtungsstrahlengangs (20) angeordnet ist.

- 19 -

12. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Pupillenverlagerungsmodul (38) zwischen dem Rastersystem (14) und der Zwischenabbildungsoptik (16) angeordnet ist.
- 5 13. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rastersystem (14) auf eine rasternde Probenbeleuchtung mittels einer lichtblattartigen Beleuchtungslichtverteilung ausgelegt ist, indem durch die mittels eines der beiden Rasterelemente (26, 28) bewirkte Ablenkung des
10 Beleuchtungslichtbündels (34) in einer der beiden Rasterrichtungen die lichtblattartige Beleuchtungslichtverteilung generierbar ist und durch die mittels des anderen Rasterelementes (26, 28) bewirkte Ablenkung des Beleuchtungslichtbündels (34) in der anderen Rasterrichtung die lichtblattartige Beleuchtungslichtverteilung in dieser anderen Rasterrichtung
15 bewegbar ist.
14. Rasterbeleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Pupillenverlagerungsmodul (38) das Bild der Objektivpupille (36) auf das genannte andere Rasterelement (26, 28)
20 verlagert.
15. Verfahren zur mikroskopischen Rasterbeleuchtung unter Verwendung einer Lichtquelle (12), eines Rastersystems (14), einer Zwischenabbildungsoptik (16) und eines Beleuchtungsobjektivs (18), die in dieser Reihenfolge in einem
25 Beleuchtungsstrahlengang (20) angeordnet sind, wobei ein von einer Lichtquelle (12) ausgesendetes Beleuchtungslichtbündel (34) mittels zweier in dem Rastersystem (14) enthaltener Rasterelemente (26, 28) nacheinander in zwei verschiedenen Rasterrichtungen abgelenkt wird, und wobei mittels einer Zwischenabbildungsoptik (16) innerhalb des
30 Rastersystems (14) ein Bild einer Objektivpupille (36) des Beleuchtungsobjektivs (18) erzeugt wird,

- 20 -

dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Pupillenverlagerungsmodul (38) das Bild der Objektivpupille (36) innerhalb des Rastersystems (14) längs des Beleuchtungsstrahlengangs (20) wahlweise verlagert wird.

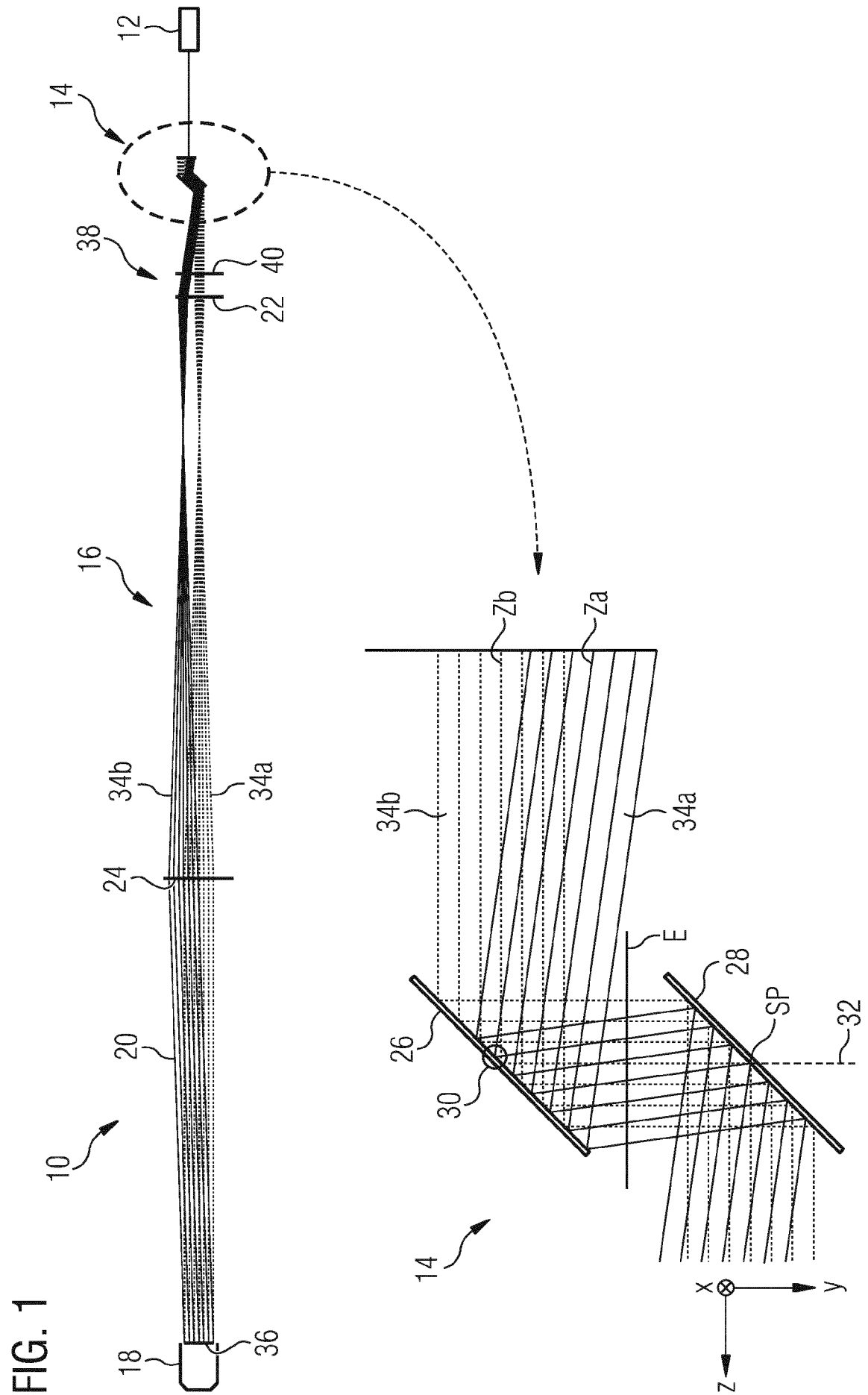


FIG. 2

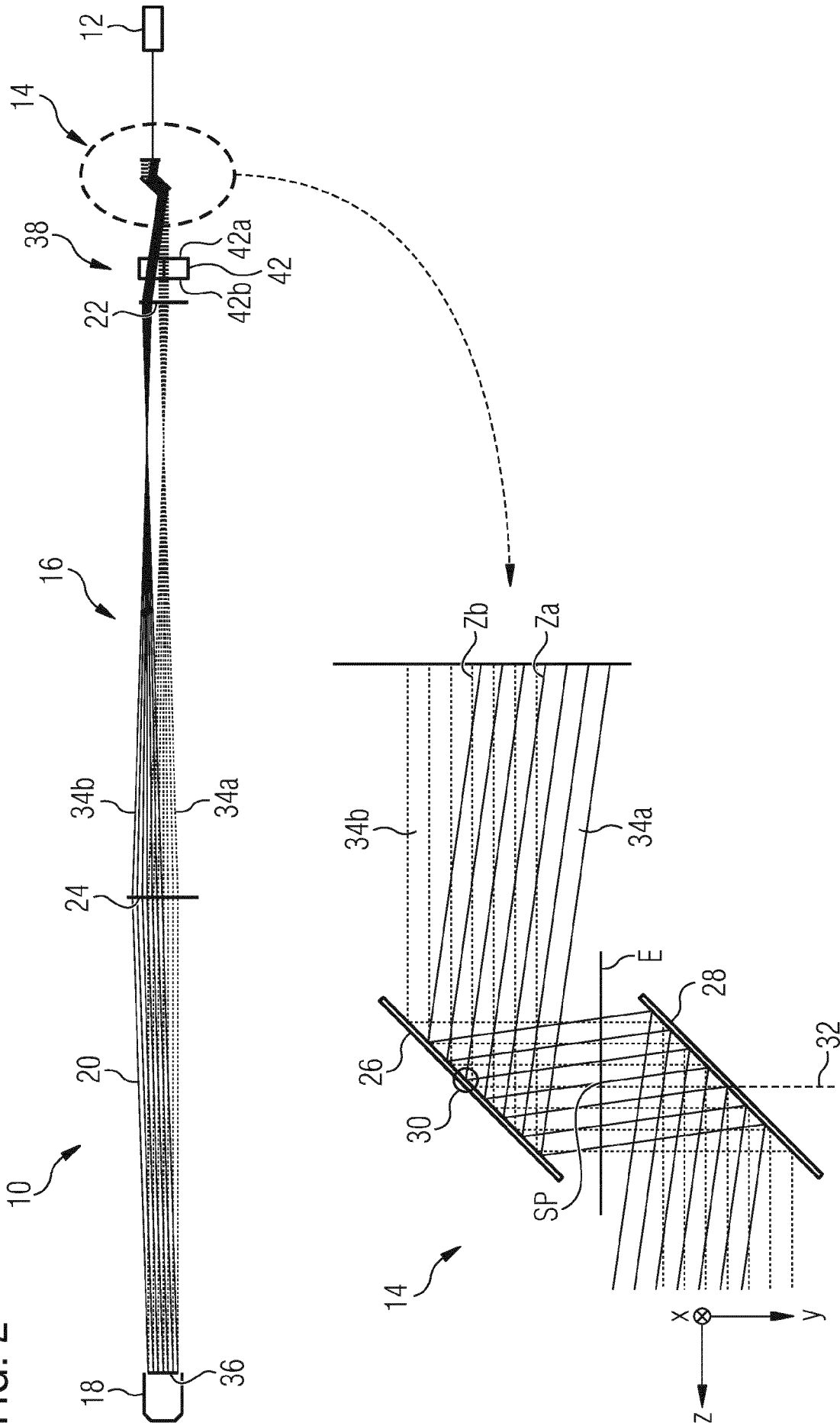
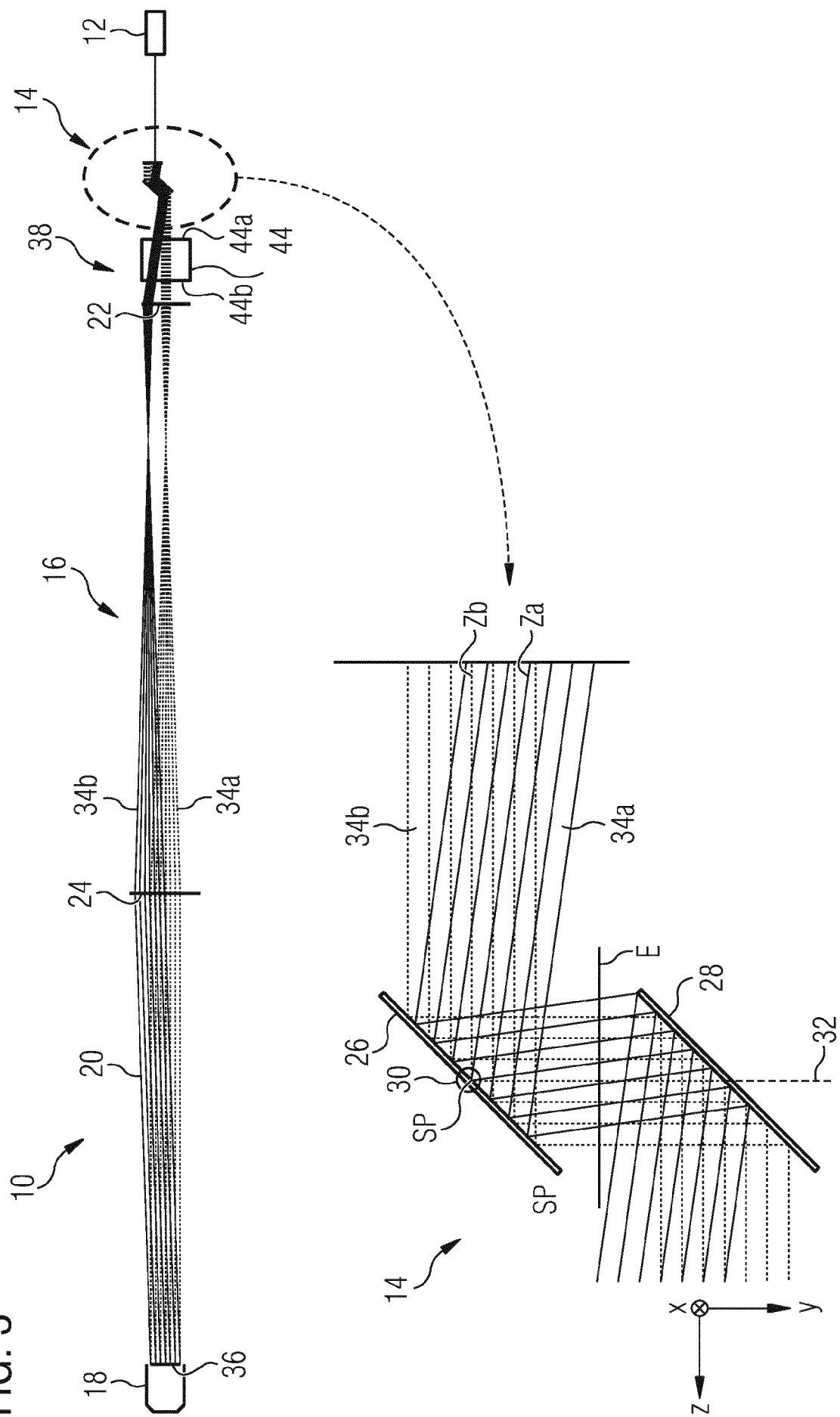


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/051306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B13/22 G02B21/00 G02B26/10 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, 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 2002/048025 A1 (TAKAOKA HIDEYUKI [JP]) 25 April 2002 (2002-04-25)	1-12,15
Y	figures 7a-8b paragraph [0142] - paragraph [0161] -----	13,14
A	WO 95/06895 A2 (DIXON ARTHUR EDWARD [CA]) 9 March 1995 (1995-03-09) figures 2a-3b page 9 -----	3-5
Y	US 9 104 020 B2 (LEICA MICROSYSTEMS [DE]) 11 August 2015 (2015-08-11) cited in the application the whole document -----	13,14
-/--		
☒ 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	Date of mailing of the international search report	
3 May 2018	14/05/2018	
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 Beutter, Matthias	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/051306

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Ernst H.K. Stelzer: "The Intermediate Optical System of Laser-Scanning Confocal Microscopes", HANDBOOK OF BIOLOGICAL CONFOCAL MICROSCOPY, THIRD EDITION, 1 January 2006 (2006-01-01), pages 207-219, XP055238106, INET Retrieved from the Internet: URL:http://wwwuser.gwdg.de/~uboehm/images/9.pdf [retrieved on 2015-12-22] the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/051306

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002048025	A1	25-04-2002	JP 4786027 B2 05-10-2011
			JP 2002174769 A 21-06-2002
			US 2002048025 A1 25-04-2002

WO 9506895	A2	09-03-1995	US 5381224 A 10-01-1995
			WO 9506895 A2 09-03-1995

US 9104020	B2	11-08-2015	CN 103091825 A 08-05-2013
			CN 104054014 A 17-09-2014
			DE 102011054914 A1 02-05-2013
			EP 2587295 A1 01-05-2013
			GB 2509664 A 09-07-2014
			JP 6154389 B2 28-06-2017
			JP 6276913 B2 07-02-2018
			JP 2013097380 A 20-05-2013
			JP 2014531060 A 20-11-2014
			US 2013107358 A1 02-05-2013
			US 2014300958 A1 09-10-2014
			WO 2013060644 A1 02-05-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G02B13/22 G02B21/00 G02B26/10 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, 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 2002/048025 A1 (TAKAOKA HIDEYUKI [JP]) 25. April 2002 (2002-04-25)	1-12, 15
Y	Abbildungen 7a-8b Absatz [0142] - Absatz [0161]	13, 14
A	WO 95/06895 A2 (DIXON ARTHUR EDWARD [CA]) 9. März 1995 (1995-03-09) Abbildungen 2a-3b Seite 9	3-5
Y	US 9 104 020 B2 (LEICA MICROSYSTEMS [DE]) 11. August 2015 (2015-08-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	13, 14
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. Mai 2018		14/05/2018
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 Beutter, Matthias

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	Ernst H.K. Stelzer: "The Intermediate Optical System of Laser-Scanning Confocal Microscopes", HANDBOOK OF BIOLOGICAL CONFOCAL MICROSCOPY, THIRD EDITION, 1. Januar 2006 (2006-01-01), Seiten 207-219, XP055238106, INET Gefunden im Internet: URL:http://wwwuser.gwdg.de/~uboehm/images/9.pdf [gefunden am 2015-12-22] das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/051306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002048025	A1	25-04-2002	JP	4786027 B2		05-10-2011
			JP	2002174769 A		21-06-2002
			US	2002048025 A1		25-04-2002

WO 9506895	A2	09-03-1995	US	5381224 A		10-01-1995
			WO	9506895 A2		09-03-1995

US 9104020	B2	11-08-2015	CN	103091825 A		08-05-2013
			CN	104054014 A		17-09-2014
			DE	102011054914 A1		02-05-2013
			EP	2587295 A1		01-05-2013
			GB	2509664 A		09-07-2014
			JP	6154389 B2		28-06-2017
			JP	6276913 B2		07-02-2018
			JP	2013097380 A		20-05-2013
			JP	2014531060 A		20-11-2014
			US	2013107358 A1		02-05-2013
			US	2014300958 A1		09-10-2014
			WO	2013060644 A1		02-05-2013
