



(10) **DE 10 2013 226 784 A1** 2015.06.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 226 784.3**

(22) Anmeldetag: **19.12.2013**

(43) Offenlegungstag: **25.06.2015**

(51) Int Cl.: **G02B 21/06** (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Leica Microsystems (Schweiz) AG, Heerbrugg, CH

(74) Vertreter:

**Kudlek & Grunert Patentanwälte, 80331 München,
DE**

(72) Erfinder:

El Haddouchi, Hakim, Dipl.-Ing., Balgach, CH

(56) Ermittelter Stand der Technik:

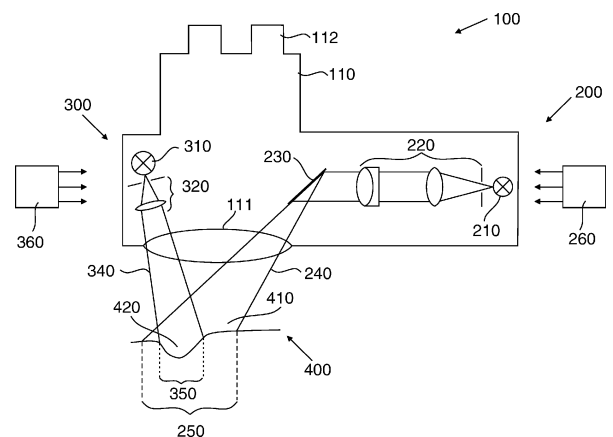
DE	197 28 035	B4
DE	10 2005 005 984	A1
DE	10 2005 060 469	A1
DE	10 2008 011 527	A1
DE	10 2012 001 854	A1
DE	10 2012 221 955	A1
DE	29 601 263	U1
US	2010 / 0 177 185	A1
JP	H11- 109 254	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Operationsmikroskop**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Operationsmikroskop (100), eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) für ein Operationsmikroskop (100) sowie ein Verfahren zur Beleuchtung eines Objektfeldes in einer Objektebene eines Operationsmikroskops (100). Das Operationsmikroskop (100) umfasst eine Hauptbeleuchtungseinrichtung (200) und einer Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300), wobei die Hauptbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet ist, ein Hauptbeleuchtungsfeld (250) in einer Objektebene mittels eines über ein Hauptobjektiv (111) des Operationsmikroskops (100) geführten Hauptbeleuchtungsstrahlengangs (240) auszuleuchten, wobei die Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) dazu eingerichtet ist, einen spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) zu erzeugen und diesen an einen vorbestimmten Ort innerhalb oder außerhalb des Hauptbeleuchtungsfelds (250) oder überlappend zu diesem in die Objektebene zu führen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Operationsmikroskop, eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop sowie ein Verfahren zur Beleuchtung eines Objektfeldes in einer Objektebene eines Operationsmikroskops. Das Operationsmikroskop umfasst dabei eine Hauptbeleuchtungseinrichtung und eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung, wobei die Hauptbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet ist, ein Hauptbeleuchtungsfeld in einer Objektebene mittels eines über ein Hauptobjektiv des Operationsmikroskops geführten Hauptbeleuchtungsstrahlengangs auszuleuchten.

Stand der Technik

[0002] Bei Operationsmikroskopen, insbesondere ophthalmologischen Operationsmikroskopen, mit Auflichtbeleuchtung wird das Beleuchtungslicht entweder nahezu koaxial zu der optischen Achse der Beobachtungsoptik ("0°-Beleuchtung") oder unter einem geringeren oder größeren Winkel zur optischen Achse des Mikroskops auf das Objekt in die Objektebene geführt. Letztere Möglichkeit ist auch als Schrägbeleuchtung bekannt.

[0003] Um eine Abschattung des zu beleuchtenden Objekts durch etwaige höher liegende Objektbereiche zu vermeiden, können Beleuchtungseinrichtungen für Operationsmikroskope mit zwei Beleuchtungsstrahlengängen betrieben werden, die zumeist in einem Winkel relativ zueinander und zu der optischen Achse des Operationsmikroskops verlaufen.

[0004] Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ist beispielsweise aus der DE 197 28 035 B4 als Teil einer Beobachtungsvorrichtung, insbesondere in Form eines Stereomikroskops, bekannt. Licht einer Beleuchtungsquelle wird dabei einerseits über einen Umlenkspiegel in einem Hauptbeleuchtungsstrahlengang und andererseits über weitere (Umlenk-)Spiegel in einem Zusatzbeleuchtungsstrahlengang auf ein zu beobachtendes Objekt geführt. Hauptbeleuchtungsstrahlengang und Zusatzbeleuchtungsstrahlengang verlaufen dabei jeweils schräg zur optischen Achse des Stereomikroskops und sind zueinander schnittweitenabhängig geneigt.

[0005] Weitere Ausgestaltungen einer Beleuchtungseinrichtung mit zwei Beleuchtungsstrahlengängen sind beispielsweise auch aus der DE 10 2008 011 527 A1 oder der DE 296 01 263 U1 bekannt.

[0006] Aus der JP 11-109254 A ist beispielsweise eine Beleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop bekannt, bei dem das Beleuchtungslicht über einen teildurchlässigen Spiegel über das Objektiv auf das Objekt gelenkt wird. Im Beleuchtungsstrah-

lengang ist eine drehbar gelagerte Blendscheibe mit unterschiedlichen Blendenformen angeordnet, die wahlweise in den Beleuchtungsstrahlengang eingebracht werden können, um unterschiedliche Beleuchtungswinkel und -felder zu erzeugen.

[0007] Den genannten Beleuchtungseinrichtungen ist dabei zu Eigen, dass die zwei Beleuchtungsstrahlengänge durch Strahlteilung aus einer einzigen Beleuchtungsquelle erzeugt werden. Die Beleuchtungsstrahlengänge sind somit aneinander gekoppelt. Eine Änderung von Beleuchtungsparametern der Lichtquelle, beispielsweise der Intensität, bedingt somit eine Änderung für beide Beleuchtungsstrahlengänge. Des Weiteren kann sich beispielsweise eine Änderung der Ausrichtung oder Position einzelner Elemente der Beleuchtungseinrichtung ebenfalls auf beide Beleuchtungsstrahlengänge auswirken.

[0008] Aus der vorangemeldeten, noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2012 212 955.2 ist eine Beleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop mit einem Hauptbeleuchtungsstrahlengang und einem Koaxialbeleuchtungsstrahlengang bekannt, wobei beiden Beleuchtungsstrahlengängen jeweils eine eigene Lichtquelle zugeordnet ist. Der Koaxialbeleuchtungsstrahlengang ist hierbei für die sogenannte Red-Reflex-Beleuchtung und der Hauptbeleuchtungsstrahlengang für die Umgebungsbeleuchtung bei Eingriffen am menschlichen Auge zuständig. Beide Beleuchtungsstrahlengänge sind wahlweise ein- und ausschaltbar; auch deren Beleuchtungsstärken sind unabhängig voneinander einstellbar. Mittels eines Eclipsefilters, der in den Hauptbeleuchtungsstrahlengang eingebracht wird, kann im Objektfeld ein dem Beleuchtungsfeld des Koaxialbeleuchtungsstrahlengangs entsprechendes Beleuchtungsfeld aus dem Beleuchtungsfeld des Hauptbeleuchtungsstrahlengangs ausgeschnitten bzw. abgeschattet werden.

[0009] Es ist daher wünschenswert, eine Beleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop mit zwei Beleuchtungsstrahlengängen dahingehend zu verbessern, dass eine flexiblere Ausleuchtung eines Objekts in der Objektebene ermöglicht wird.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Erfindungsgemäß werden ein Operationsmikroskop, eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop sowie ein Verfahren zur Beleuchtung eines Objektfeldes in einer Objektebene eines Operationsmikroskops mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

[0011] Das erfindungsgemäße Operationsmikroskop umfasst dabei eine Hauptbeleuchtungseinrichtung und eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung, wobei die Hauptbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet ist, ein Hauptbeleuchtungsfeld in einer Objektebene mittels eines über ein Hauptobjektiv des Operationsmikroskops geführten Hauptbeleuchtungsstrahlengangs auszuleuchten.

[0012] Erfindungsgemäß ist die Zusatzbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet, einen spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang zu erzeugen und diesen an einen vorbestimmten Ort innerhalb oder außerhalb des Hauptbeleuchtungsfelds oder überlappend zu diesem in die Objektebene zu führen.

[0013] Das von dem spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang in der Objektebene erzeugte Zusatzbeleuchtungsfeld ist ein sogenanntes Spotbeleuchtungsfeld. Ein derartiges Spotbeleuchtungsfeld besitzt dabei eine vergleichsweise kleine Fläche bzw. einen vergleichsweise kleinen Durchmesser im Vergleich zu dem Hauptbeleuchtungsfeld. Diese vergleichsweise kleine Fläche des Spotbeleuchtungsfeldes wird dabei insbesondere mit einer vergleichsweise hohen Intensität beleuchtet im Vergleich zu dem Hauptbeleuchtungsfeld.

Vorteile der Erfindung

[0014] Mittels des von dem Zusatzbeleuchtungsstrahlengang in der Objektebene erzeugten Spotbeleuchtungsfelds können insbesondere vergleichsweise dunkle bzw. schwach beleuchtete Bereiche und/oder Bereiche von besonderem Interesse in der Objektebene beleuchtet werden. Somit wird gewährleistet, dass solche Bereiche der Objektebene, welche von der Hauptbeleuchtungseinrichtung bzw. dem Hauptbeleuchtungsstrahlengang nur unzureichend beleuchtet werden, mittels der Zusatzbeleuchtungseinrichtung bzw. dem spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang dennoch gut ausgeleuchtet und von einem Benutzer bzw. einem Operateur gut erkannt werden können.

[0015] Der Zusatzbeleuchtungsstrahlengang und somit das Spotbeleuchtungsfeld wird dabei insbesondere auf einen Ort in der Objektebene geführt, der eine tiefe Kavität oder eine tief liegende Gewebeschicht enthält. Bereiche des Objekts mit einer Kavität können eine Abschattung des Inneren der Kavität bewirken. Eine Abschattung kann auch durch überstehende Objektstrukturen verursacht sein. Durch die spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang wird gewährleistet, dass ein derartiger Schattenwurf oder eine Abschattung dieser Orte vermieden wird. Somit wird gewährleistet, dass eine bestmögliche Beleuchtung sämtlicher Orte bzw. Bereiche in der Objektebene sichergestellt wird.

[0016] Die Hauptbeleuchtungseinrichtung kann insbesondere als eine Schrägbeleuchtungseinrichtung ausgebildet sein. Dabei wird der Hauptbeleuchtungsstrahlengang unter einem unter einem größeren Winkel zur optischen Achse des Operationsmikroskops als der des Zusatzbeleuchtungsstrahlengangs in die Objektebene geführt. Eine Schrägbeleuchtungseinrichtung besitzt den Vorteil, dass das Beleuchtungslicht der Hauptbeleuchtungseinrichtung nicht vom Objekt in das Auge des Benutzers bzw. Operateurs zurückreflektiert wird. Beispielsweise kann somit bei Operationsmikroskopen vermieden werden, dass ein Operateur geblendet und gestört wird. Derartige Schrägbeleuchtungseinrichtungen können mit geringerer Bauhöhe realisiert werden, da auf Elemente verzichtet werden kann, die den Hauptbeleuchtungsstrahlengang achsnah in das Hauptobjektiv einkoppeln und dementsprechend eine gewisse Bauhöhe bedingen.

[0017] Da bei einer Schrägbeleuchtung verstärkt die Gefahr besteht, dass Orte in der Objektebene mit tieferen Kavitäten und/oder mit überstehenden Objektstrukturen abgeschattet werden, ist es besonders zweckmäßig, diese Orte zusätzlich mittels des Spotbeleuchtungsfeldes der Zusatzbeleuchtungseinrichtung auszuleuchten.

[0018] Insbesondere überschneiden sich das Hauptbeleuchtungsfeld und das Spotbeleuchtungsfeld zumindest teilweise. Dieser überlappende bzw. überschneidende Bereich kann somit von den übrigen Bereichen in der Objektebene abgehoben bzw. hervorgehoben werden. Somit kann die Aufmerksamkeit des Benutzers auf diesen mittels des Spotbeleuchtungsfeldes hervorgehobenen Bereich der Objektebene gerichtet werden. Dadurch wird gewährleistet, dass ein Benutzer, insbesondere ein Operateur, einen wichtigen Bereich in der Objektebene nicht vernachlässigt. Durch zweckmäßiges Führen des Zusatzbeleuchtungsstrahlengangs auf einen bestimmten Ort wird das Sichtfeld des Benutzers bzw. des Operateurs auf diesen bestimmten Ort gelenkt. Somit kann für den Benutzer bzw. den Operateur insbesondere eine Konzentrations- und Gedächtnisstütze geschaffen werden. Dadurch wird gewährleistet, dass sich der Benutzer bzw. Operateur bestimmten Orten des Objekts besonders widmet.

[0019] Des Weiteren kann das Hauptbeleuchtungsfeld mittels des Spotbeleuchtungsfeldes erweitert werden. Der Objektbereich des Spotbeleuchtungsfeldes, welcher sich nicht mit dem Hauptbeleuchtungsfeld überschneidet, kann somit zusätzlich ausgeleuchtet werden. Durch die Zusatzbeleuchtungseinrichtung kann somit insgesamt ein größeres Beleuchtungsfeld in der Objektebene ausgeleuchtet werden als mit der Hauptbeleuchtungseinrichtung alleine. Eine Beleuchtungskurve, welche eine Intensität der Beleuchtung der Objektebene durch die Hauptbeobach-

tungseinrichtung angibt, kann somit durch die Zusatzbeleuchtungseinrichtung um einen zusätzlichen Peak ausgeweitet werden.

[0020] Die Hauptbeleuchtungseinrichtung und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung sind insbesondere vollkommen voneinander entkoppelt und unabhängig voneinander ausgebildet. Die Hauptbeleuchtungseinrichtung und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung weisen jeweils eine eigene Lichtquelle auf. Weiterhin weisen die Hauptbeleuchtungseinrichtung und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung insbesondere jeweils individuelle optische Elemente zur Ausbildung und zum Führen der jeweiligen Beleuchtungsstrahlengänge, wie Blenden, Beleuchtungsoptiken oder Filter, auf, welche jeweils ausschließlich von der Hauptbeleuchtungseinrichtung oder der Zusatzbeleuchtungseinrichtung genutzt werden. Insbesondere sind die Hauptbeleuchtungseinrichtung und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung separate Bauteile bzw. Elemente des Operationsmikroskops und räumlich voneinander getrennt.

[0021] Insbesondere sind die Hauptbeleuchtungseinrichtung bzw. der Hauptbeleuchtungsstrahlengang und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung bzw. der Zusatzbeleuchtungsstrahlengang jeweils unabhängig voneinander steuerbar, positionierbar, dosierbar und/oder justierbar. Dabei sind insbesondere sämtliche Parameter der Hauptbeleuchtungseinrichtung bzw. des Hauptbeleuchtungsstrahlengangs und der Zusatzbeleuchtungseinrichtung bzw. des Zusatzbeleuchtungsstrahlengangs unabhängig voneinander veränderbar.

[0022] Vorzugsweise sind hierbei geometrische und/oder optische Parameter für die beiden Beleuchtungseinrichtungen unabhängig voneinander veränderbar. Geometrische Parameter beeinflussen dabei beispielsweise Ort, Form oder Durchmesser der jeweiligen Beleuchtungsfelder. Optische Parameter hingegen beeinflussen insbesondere Lichtintensität, Farbtemperatur oder Wellenlänge(n) des jeweiligen Beleuchtungsstrahlengangs. Um geometrische Parameter zu verändern, können insbesondere einzelne optische Elemente der jeweiligen Beleuchtungseinrichtung entsprechend angesteuert werden. Beispielsweise kann die Position der Linsen, durch die ein Beleuchtungsstrahlengang läuft, oder die Öffnung entsprechender Blenden sowie der Kippwinkel eines Umlenkspiegel, der den Beleuchtungsstrahlengang in Richtung Objektebene lenkt, verändert werden, um Ort, Form und/oder Durchmesser des jeweiligen Beleuchtungsfeldes einzustellen. Um hingegen optische Parameter zu verändern, kann die Art der Lichtquelle, deren Leistung sowie die Art und Stellung von Filtern im Beleuchtungsstrahlengang verändert werden, um Lichtintensität, Farbtemperatur und/oder Wellenlänge(n) des jeweiligen Beleuchtungsstrahlengangs zu beeinflussen. Dabei kann beispielsweise für jede

Beleuchtungseinrichtung ein separates Steuergerät vorgesehen sein, welche die beiden Beleuchtungseinrichtungen steuert bzw. ansteuert. Es kann auch beispielsweise nur ein Steuergerät vorgesehen sein, welches die beiden Beleuchtungseinrichtungen separat steuert bzw. ansteuert.

[0023] Das Hauptbeleuchtungsfeld und das Spotbeleuchtungsfeld werden somit entkoppelt. Hauptbeleuchtungsfeld und Spotbeleuchtungsfeld können unabhängig voneinander an jeweilige Situationen angepasst, individuell eingestellt aufeinander abgestimmt werden.

[0024] Das Objekt in der Objektebene kann somit bestmöglich ausgeleuchtet werden, wodurch eine bestmögliche Beobachtung des Objekts für einen Beobachter gewährleistet wird. Insbesondere während einer Operation mittels des Operationsmikroskops kann somit gewährleistet werden, dass der Benutzer bzw. Operateur das Objekt, insbesondere einen zu operierenden Bereich, bestmöglich erkennen kann.

[0025] Bevorzugt ist das von dem Zusatzbeleuchtungsstrahlengang in der Objektebene erzeugte Spotbeleuchtungsfeld um mindestens 50% kleiner als das von dem Hauptbeleuchtungsstrahlengang erzeugte Hauptbeleuchtungsfeld. Weiter bevorzugt beträgt die Größe des Spotbeleuchtungsfeldes 10% bis 25% des Hauptbeleuchtungsfeldes. Dabei kann der Durchmesser oder die Fläche des Spotbeleuchtungsfeldes 50%, insbesondere zwischen 10% bis 25%, des Durchmessers oder der Fläche des Hauptbeleuchtungsfeldes betragen.

[0026] Bevorzugt ist die Zusatzbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet ist, den Zusatzbeleuchtungsstrahlengang über das Hauptobjektiv des Operationsmikroskops auf die Objektebene zu führen. Der Hauptbeleuchtungsstrahlengang und der Zusatzbeleuchtungsstrahlengang können über zweckmäßige optische Elemente eingekoppelt und auf das Hauptobjektiv des Operationsmikroskops geführt werden. Alternativ ist es auch möglich, den Zusatzbeleuchtungsstrahlengang an dem Hauptobjektiv vorbei auf die Objektebene zu führen. Dadurch kann der Zusatzbeleuchtungsstrahlengang flexibel an den vorbestimmten Ort in der Objektebene geführt werden.

[0027] Vorzugsweise ist die Zusatzbeleuchtungseinrichtung in einem von der Hauptbeleuchtungseinrichtung unabhängigen Modul angeordnet. Dieses Modul kann insbesondere flexibel mit dem Operationsmikroskop verbunden bzw. von diesem getrennt werden. Hauptbeleuchtungseinrichtung und Zusatzbeleuchtungseinrichtung sind somit insbesondere vollkommen voneinander getrennte Elemente des Operationsmikroskops und werden vollkommen unabhängig voneinander gesteuert.

[0028] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop sowie ein Verfahren zur Beleuchtung eines Objektfeldes in einer Objektebene eines Operationsmikroskops. Ausgestaltungen dieser erfindungsgemäßen Zusatzbeleuchtungseinrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus der obigen Beschreibung des erfindungsgemäßen Operationsmikroskops in analoger Art und Weise.

[0029] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0030] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0031] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Figurenbeschreibung

[0032] Fig. 1 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops.

[0033] Fig. 2 zeigt schematisch ist eine Beleuchtungskurve, welche mittels einer bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops erzeugt werden kann.

[0034] In Fig. 1 ist schematisch eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Operationsmikroskops dargestellt und mit **100** bezeichnet.

[0035] Das Operationsmikroskop **100** weist dabei einen Tubus **110** auf. In dem Tubus **110** können zweckmäßige optische Elemente wie Linsen, Zoomsysteme und Blenden angeordnet sein (In Fig. 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt). In Fig. 1 ist beispielhaft ein Hauptobjektiv **111** des Operationsmikroskops **100** dargestellt.

[0036] Mittels eines Okulars **112** kann ein Objektfeld eines Objekts **400** in einer Objektebene durch einen Benutzer, insbesondere durch einen Operateur während einer Operation, vergrößert beobachtet werden.

[0037] Das Operationsmikroskop **100** weist weiterhin eine Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** auf. Die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** weist eine Lichtquelle **210** auf. Mittels zweckmäßiger und an sich bekannter optischer Elemente **220** wird Beleuchtungslicht der Lichtquelle **210** auf einen Umlenkspiegel **230**

gelenkt. In Fig. 1 sind dabei lediglich beispielhaft Linsen und eine Blende als optische Elemente **220** dargestellt. Von dem Umlenkspiegel **230** aus wird das Beleuchtungslicht über das Hauptobjektiv **111** auf das Objekt **400** in der Objektebene umgelenkt.

[0038] Somit wird ein Hauptbeleuchtungsstrahlengang **240** der Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** über die optischen Elemente **220**, den Umlenkspiegel **230** und das Hauptobjektiv **111** in die Objektebene geführt. Durch die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** wird somit ein Hauptbeleuchtungsfeld **250** in der Objektebene ausgeleuchtet.

[0039] Ein ausgeleuchteter Bereich **410** des Objekts **400**, der eine vergleichsweise tiefe Kavität aufweist, kann dabei zu einer Abschattung eines Orts bzw. Bereichs **420** des Objekts innerhalb der Kavität **400** führen. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** wie hier als eine Schrägbeleuchtungseinrichtung ausgebildet ist.

[0040] Damit ein Operateur auch diesen (teilweise) abgeschatteten Bereich **420** gut erkennen kann, ist eine Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** vorgesehen, die als eine Spotlight-Beleuchtungseinrichtung ausgebildet ist.

[0041] Die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** weist eine eigene Lichtquelle **310** auf. Mittels zweckmäßiger und an sich bekannter optischer Elemente **320** wird Beleuchtungslicht der Lichtquelle **310** hier über das Hauptobjektiv **111** auf einen vorbestimmten Ort des Objekts **400** in der Objektebene geführt. Die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** erzeugt dabei einen spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang **340**, der seinerseits ein Spotbeleuchtungsfeld **350** in der Objektebene erzeugt.

[0042] Das Spotbeleuchtungsfeld **350** kann prinzipiell innerhalb oder außerhalb des Hauptbeleuchtungsfelds **250** liegen oder mit dem Hauptbeleuchtungsfelds **250** überlappen.

[0043] Das Spotbeleuchtungsfeld **350** weist einen sehr viel geringeren Durchmesser bzw. eine sehr viel geringere Fläche auf, als das Hauptbeleuchtungsfeld **250**. Insbesondere wird der abgeschattete Bereich **420** des Objekts **400** als bestimmter Ort mittels des Spotbeleuchtungsfelds **350** beleuchtet. Somit kann auch dieser (teilweise) abgeschattete Bereich **420** gut ausgeleuchtet werden, damit der Operateur den Bereich **420** gut erkennen kann.

[0044] Alternativ kann auch ein spezieller Bereich des Objekts **400** mittels des Spotbeleuchtungsfelds **350** ausgeleuchtet werden, auf den sich der Operateur im Zuge der Operation mit besonderer Aufmerksamkeit konzentrieren soll. Mittels des Spotbeleuchtungsfelds **350** kann somit die Sicht des Ope-

rateurs implizit auf das Spotbeleuchtungsfeld **350** gelenkt werden. Somit kann für den Operateur insbesondere eine Konzentrationsstütze geschaffen werden.

[0045] Die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** sind vollkommen unabhängig voneinander und vollständig entkoppelt. Die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** nutzen insbesondere keine gemeinsamen optischen Elemente außer dem Hauptobjektiv **111**. Insbesondere ist die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** in einem separaten Modul angeordnet.

[0046] Die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** bzw. der Hauptbeleuchtungsstrahlengang **240** und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** bzw. der spotförmige Zusatzbeleuchtungsstrahlengang **340** werden jeweils unabhängig voneinander angesteuert, positioniert, dosiert und/oder justiert. Dazu wird die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** mittels eines eigenen Steuergeräts **260** gesteuert. Die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** wird hier ebenfalls mittels eines Steuergeräts **360** gesteuert. Alternativ können die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** und die Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** auch mittels eines gemeinsamen Steuergeräts gesteuert werden, jedoch vollkommen entkoppelt und unabhängig voneinander.

[0047] Mittels des Steuergeräts **260** bzw. **360** können jeweils optische Parameter bezüglich des Beleuchtungslichts der Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** bzw. der Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** unabhängig voneinander verändert bzw. eingestellt werden. Derartige Parameter sind insbesondere eine Intensität, Farbtemperatur und eine Wellenlänge des jeweiligen Beobachtungslichts.

[0048] Weiterhin können mittels des Steuergeräts **260** bzw. **360** geometrische Parameter bezüglich des Hauptbeleuchtungsfelds **250** bzw. des Spotbeleuchtungsfelds **350** unabhängig voneinander verändert bzw. eingestellt werden. Derartige Parameter sind insbesondere Ort, Form und Durchmesser des Hauptbeleuchtungsfelds **250** bzw. des Spotbeleuchtungsfelds **350**. Somit werden das Hauptbeleuchtungsfeld **250** und das Spotbeleuchtungsfeld **350** vollkommen entkoppelt und unabhängig voneinander erzeugt.

[0049] Die Ausleuchtung des Objekts **400** durch das Hauptbeleuchtungsfeld **250** und das Spotbeleuchtungsfeld **350** wird im Folgenden anhand von **Fig. 2** detailliert erläutert.

[0050] In dem oberen Teil von **Fig. 2** ist das Hauptbeleuchtungsfeld **250** gemäß **Fig. 1** in einer Draufsicht dargestellt. Schematisch ist dabei der Bereich

420 des Objekts **400** mit tieferer Kavität dargestellt. Dieser (teilweise) abgeschattete Bereich **420** wird durch das Spotbeleuchtungsfeld **350** ausgeleuchtet.

[0051] In dem unteren Teil von **Fig. 2** ist eine Beleuchtungskurve des Objekts **400** bzw. der Objektebene schematisch dargestellt und mit **500** bezeichnet. Auf der vertikalen Achse ist dabei eine (mittlere) Intensität des Beleuchtungslichts dargestellt, mit dem das Objekt **400** (auf der horizontalen Achse in einer Raumrichtung aufgetragen) beleuchtet wird. Die mittlere Intensitätsverteilung des Hauptbeleuchtungsfelds **250** durch die Hauptbeleuchtungseinrichtung **200** entspricht dabei insbesondere einer Gaußkurve **510**. Durch die Beleuchtung des Spotbeleuchtungsfelds **350** mittels der Zusatzbeleuchtungseinrichtung **300** erhält die Beleuchtungskurve **500** einen zusätzlichen Peak **520**.

Bezugszeichenliste

100	Operationsmikroskop
110	Tubus
111	Hauptobjektiv
112	Okular
200	Hauptbeleuchtungseinrichtung
210	Lichtquelle
220	optische Elemente
230	Umlenkspiegel
240	Hauptbeleuchtungsstrahlengang
250	Hauptbeleuchtungsfeld
260	Steuergerät
300	Zusatzbeleuchtungseinrichtung
310	Lichtquelle
320	optische Elemente
340	spotförmiger Zusatzbeleuchtungsstrahlengang
350	Spotbeleuchtungsfeld
360	Steuergerät
400	Objekt
410	Bereich des Objekts
420	Bereich mit Kavität
500	Beleuchtungskurve
510	Gaußkurve
520	Peak

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19728035 B4 [0004]
- DE 102008011527 A1 [0005]
- DE 29601263 U1 [0005]
- JP 11-109254 A [0006]
- DE 102012212955 [0008]

Patentansprüche

1. Operationsmikroskop (100) mit einer Hauptbeleuchtungseinrichtung (200) und einer Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300), wobei die Hauptbeleuchtungseinrichtung dazu eingerichtet ist, ein Hauptbeleuchtungsfeld (250) in einer Objektebene mittels eines über ein Hauptobjektiv (111) des Operationsmikroskops (100) geführten Hauptbeleuchtungsstrahlengangs (240) auszuleuchten, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) dazu eingerichtet ist, einen spotförmigen Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) zu erzeugen und diesen an einen vorbestimmten Ort innerhalb oder außerhalb des Hauptbeleuchtungsfeldes (250) oder überlappend zu diesem in die Objektebene zu führen.

2. Operationsmikroskop nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das von dem Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) in der Objektebene erzeugte Spotbeleuchtungsfeld (350) um mindestens 50% kleiner ist als das von dem Hauptbeleuchtungsstrahlengang (240) erzeugte Hauptbeleuchtungsfeld (250).

3. Operationsmikroskop nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Größe des Spotbeleuchtungsfeldes (350) 10% bis 25% des Hauptbeleuchtungsfeldes (250) beträgt.

4. Operationsmikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtintensität, die Farbtemperatur und/oder Wellenlängen des Zusatzbeleuchtungsstrahlengangs (340) unabhängig von den entsprechenden Größen des Hauptbeleuchtungsstrahlengangs (240) einstellbar sind.

5. Operationsmikroskop nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ort, Form und/oder Durchmesser des Spotbeleuchtungsfeldes (350) unabhängig vom Hauptbeleuchtungsfeld (250) einstellbar sind.

6. Operationsmikroskop nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) dazu eingerichtet ist, den Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) über das Hauptobjektiv (111) des Operationsmikroskops (100) auf die Objektebene zu führen.

7. Operationsmikroskop nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) in einem von der Hauptbeleuchtungseinrichtung (200) unabhängigen Modul angeordnet ist.

8. Zusatzbeleuchtungseinrichtung (300) für ein Operationsmikroskop (100) nach Anspruch 7.

9. Verfahren zur Beleuchtung eines Objektfeldes in einer Objektebene eines Operationsmikroskops (100), wobei ein Hauptbeleuchtungsstrahlengang über ein Hauptobjektiv (111) des Operationsmikroskops (100) geführt wird, um das Objektfeld in Form eines Hauptbeleuchtungsfeldes (250) auszuleuchten, und wobei die Objektebene zusätzlich durch einen auf sie gerichteten Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) in Form eines Zusatzbeleuchtungsfeldes (350) beleuchtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) ein spotförmiger Beleuchtungsstrahlengang mit einem spotförmigen Beleuchtungsfeld (350) an einem vorbestimmten Ort innerhalb oder außerhalb des Hauptbeleuchtungsfeldes (250) oder überlappend zu diesem erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Größe des Spotbeleuchtungsfeldes (350) auf eine Größe von weniger als 50%, insbesondere 10–25% der Größe des Hauptbeleuchtungsfeldes (250) eingestellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtintensität, die Farbtemperatur und/oder Wellenlängen des Spotbeleuchtungsstrahlengangs (340) unabhängig von den entsprechenden Größen des Hauptbeleuchtungsstrahlengangs (240) eingestellt werden.

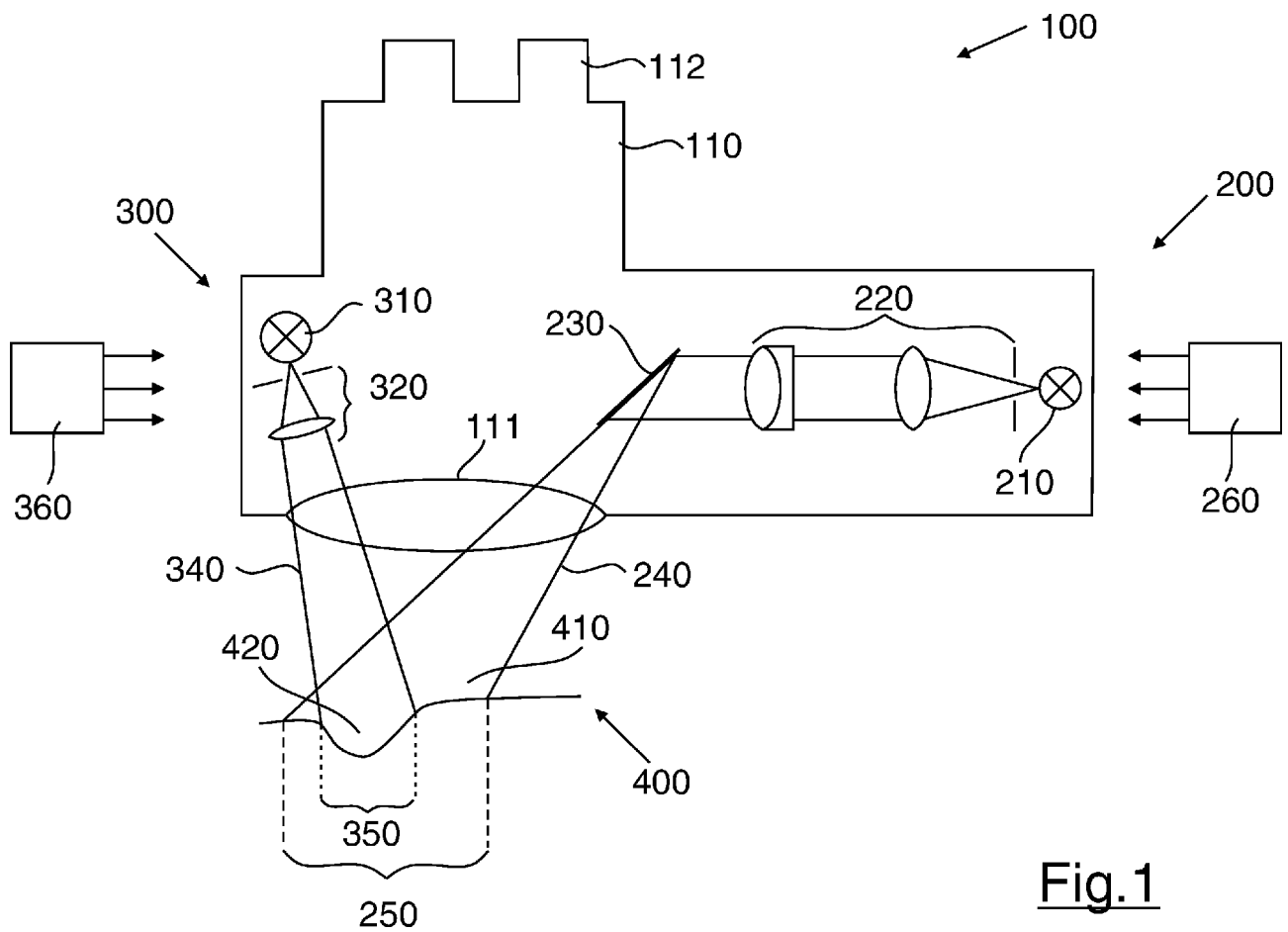
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtintensität des Spotbeleuchtungsfeldes (350) höher als die des Hauptbeleuchtungsfeldes (250) eingestellt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ort, Form und/oder Durchmesser des Spotbeleuchtungsfeldes (350) unabhängig vom dem Hauptbeleuchtungsfeld (250) eingestellt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zusatzbeleuchtungsstrahlengang (340) über das Hauptobjektiv (111) des Operationsmikroskops (100) auf die Objektebene geführt wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



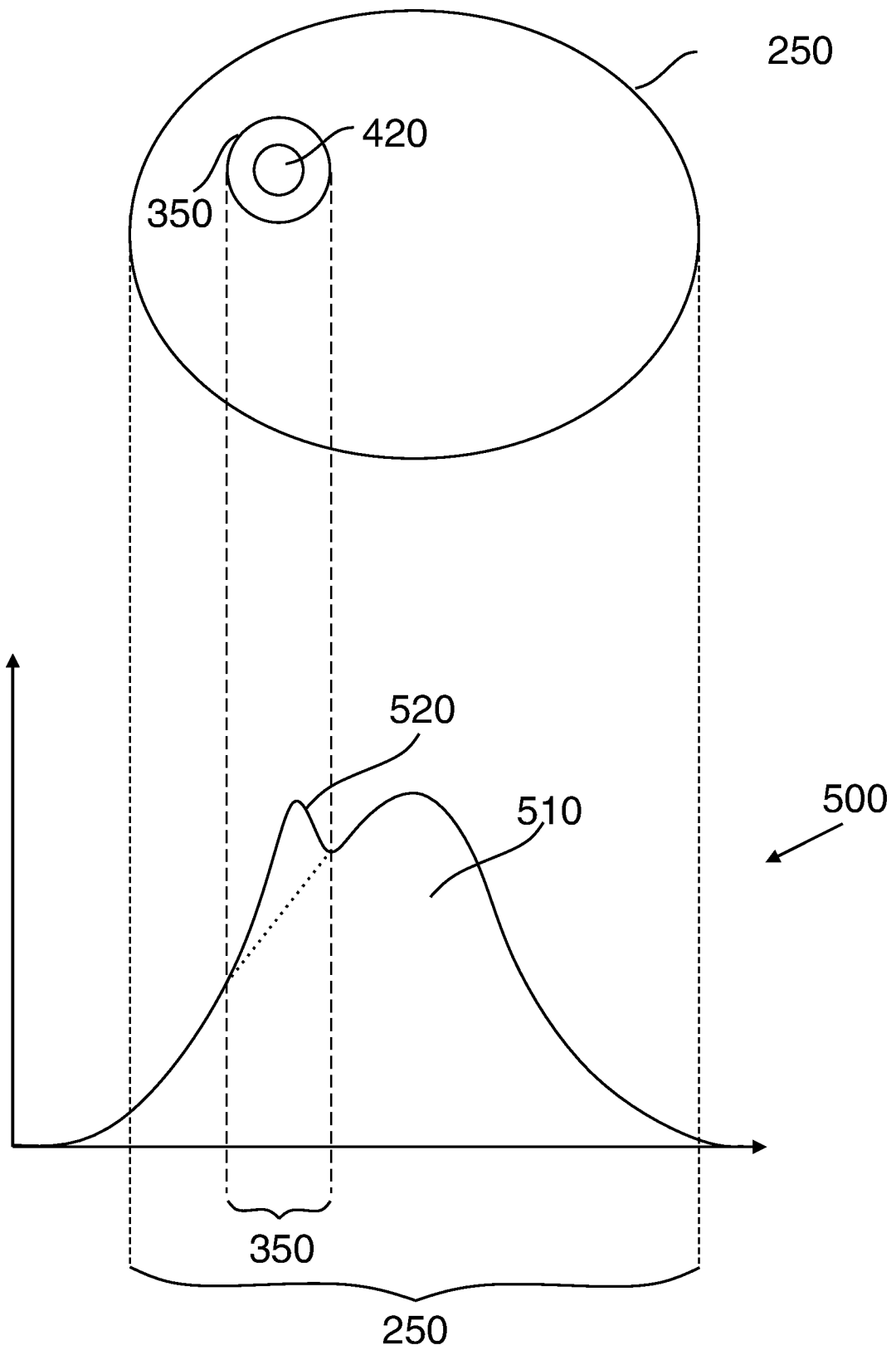


Fig. 2