



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 203 10 548 U1** 2004.12.23

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **09.07.2003**
(47) Eintragungstag: **18.11.2004**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **23.12.2004**

(51) Int Cl.7: **G02B 21/08**

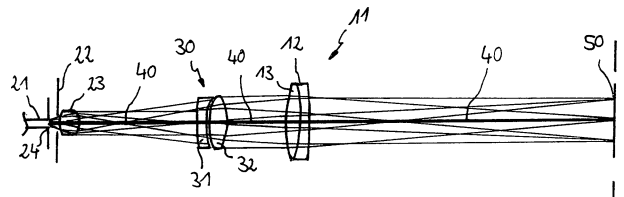
(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Müller, T., Rechtsanw., 80333 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung sowie Beobachtungseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, mit einer Lichtquelle und mit einer der Lichtquelle nachgeordneten optischen Baugruppe (25) zum Einstellen des Leuchtfeldes (50), aufweisend wenigstens einen Kollektor (23) und wenigstens ein optisches System (30) mit wenigstens einer Linsengruppe, aufweisend wenigstens ein Linsenelement, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Baugruppe (25) an sich in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist, wobei der Kollektor (23) in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist und dass innerhalb des optischen Systems (30) mindestens eine Linsengruppe (31, 32, 33) entlang der optischen Achse (40) verschiebbar angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft zunächst eine Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Weiterhin ist die Erfindung auf eine solche Beobachtungseinrichtung gerichtet.

[0002] Bei derartigen Beobachtungseinrichtungen kann es sich beispielsweise um Mikroskope handeln. Mikroskope können in unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt werden. Ein Bereich für den Einsatz von Mikroskopen stellt beispielsweise die Medizin dar. Hier werden Mikroskope etwa als Operationsmikroskope und dergleichen eingesetzt. Solche Mikroskope stellen in der Regel ein wichtiges Hilfsmittel dar, wenn es um den gezielten und exakten Eingriff bei einer Operation geht. Vorzugsweise sind solche Mikroskope als Stereomikroskope für zwei voneinander unabhängig und parallel zueinander verlaufende Strahlengänge ausgebildet, wodurch dem Beobachter ein stereoskopisches Bild vermittelt wird. Wenn ein solches Mikroskop beispielsweise als Operationsmikroskop eingesetzt wird, kann dem Operateur auf diese Weise die Tiefenlokalisierung bei der Führung des chirurgischen Instruments erleichtert werden.

[0003] Ein Operationsmikroskop besteht grundsätzlich aus mehreren Bauelementen, insbesondere einem Tubus, einem Grundkörper und möglicherweise noch einem Stativ. Zusätzlich ist es bei vielen Operationsmikroskopen möglich, unterschiedliche Zusatzmodule wie zum Beispiel einen Mitbeobachtertubus für einen assistierenden Beobachter, eine Videokamera zur Dokumentation oder dergleichen anzuschließen.

[0004] Innerhalb des Grundkörpers lassen sich wiederum mehrere Baugruppen zusammenfassen, wie beispielsweise eine Beleuchtungseinrichtung, eine Vergrößerungseinrichtung, das Hauptobjektiv oder dergleichen. Die charakteristische Größe beim Hauptobjektiv ist seine Brennweite, die den Arbeitsabstand vom Operationsmikroskop zum Operationsfeld festlegt und die somit Einfluss auf die Gesamtvergrößerung des Mikroskops hat. Bei der Vergrößerungseinrichtung kann es sich beispielsweise um einen Vergrößerungswechsler handeln, mit dem sich unterschiedliche Vergrößerungen einstellen lassen. In vielen Anwendungsfällen ist ein Vergrößerungswechsel in Stufen völlig ausreichend. Es ist jedoch auch möglich, als Vergrößerungseinrichtung pankratische Vergrößerungssysteme zu verwenden, mittels derer eine stufenlose Vergrößerung (Zoom-System) möglich ist.

[0005] Bei vielen Operationen, beispielsweise im Bereich der Hals-Nasen-Ohren-Medizin, der Neurologie, der Gynäkologie oder dergleichen werden

Operationsmikroskope benötigt, die eine Einstellung sowohl großer als auch sehr kleiner Leuchtfelder erlauben. Die Beleuchtungseinrichtung innerhalb eines Operationsmikroskops spielt daher ein nicht zu vernachlässigende, wichtige Rolle.

[0006] Aus der DE 38 33 877 ist eine Beleuchtungseinrichtung für Operationsmikroskope bekannt, die zunächst eine Lichtquelle aufweist, welcher ein Lichtleiter nachgeordnet ist. Dem Lichtleiter wiederum nachgeordnet ist eine optische Baugruppe zum Einstellen des Leuchtfeldes. Diese optische Baugruppe weist einen asphärischen Kollektor sowie ein optisches System auf, wobei das optische System ein als Sammellinse ausgebildetes einzelnes Linsenelement aufweist. Weiterhin weist die optische Baugruppe eine änderbare Blende auf. Diese bekannte Baugruppe ist in ihrer Gesamtheit entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet, wobei die einzelnen Elemente der optischen Baugruppe dazu in einer Halterung befestigt sind. Die Halterung wiederum kann in einem Gehäuse entlang der optischen Achse verschoben werden.

[0007] Bei der bekannten Lösung verfügt das optische System über ein einziges Linsenelement. Es sind jedoch auch bereits Lösungen bekannt geworden, in die Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung generell ein Vergrößerungssystem (Zoom-System) mit zwei voneinander räumlich getrennten Linsenelementen einzubauen. Die Größe des beleuchteten Feldes wird dann durch eine Betätigung des Vergrößerungssystems innerhalb der Beleuchtungseinrichtung eingestellt. Eine solche Lösung ist beispielsweise aus der US-A-5,140,458 bekannt.

[0008] Ausgehend vom genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung zunächst die Aufgabe zugrunde, eine Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung bereitzustellen, die kompakt baut, robust ist und eine möglichst weitgehende Einstellbarkeit des Leuchtfeldes gestattet. Weiterhin soll eine entsprechend verbesserte Beobachtungseinrichtung bereitgestellt werden.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 sowie die Beobachtungseinrichtung mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Anspruch 15. Weitere Vorteile, Merkmale, Details, Aspekte und Effekte der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Beobachtungseinrichtung, und jeweils umgekehrt.

[0010] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird eine Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop bereitgestellt, mit einer Lichtquelle und mit einer der Lichtquelle nachgeordneten optischen Baugruppe zum Einstellen des Leuchtfeldes, aufweisend wenigstens einen Kollektor und wenigstens ein optisches System mit wenigstens einer Linsengruppe, aufweisend wenigstens ein Linsenelement. Diese Beleuchtungseinrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die optische Baugruppe an sich in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist, wobei der Kollektor in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist, und dass innerhalb des optischen Systems mindestens eine Linsengruppe entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet ist.

[0011] Dadurch wird eine Beleuchtungseinrichtung mit der Einstellmöglichkeit eines variablen Leuchtfeld-Durchmessers und mit einer hohen Beleuchtungsstärke geschaffen.

[0012] Erfindungsgemäß sind zwei generell unterschiedliche Ausführungsformen der Beleuchtungseinrichtung denkbar. Gemäß einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das optische System zwei oder mehr Linsengruppen mit minimal jeweils einem Linsenelement aufweist. Dabei sind zwei oder mehrere Linsengruppen verschiebbar entlang der optischen Achse angeordnet. Gemäß einer anderen grundlegenden Ausführungsform ist nur eine einzige Linsengruppe mit wenigstens einem Linsenelement vorgesehen, die entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet ist. Dabei ist die Erfindung nicht auf bestimmte Typen von Linsenelementen beschränkt. Nicht ausschließliche Beispiele bevorzugter Ausführungsformen werden im weiteren Verlauf der Beschreibung näher erläutert.

[0013] Die Ausgestaltung der Beleuchtungseinrichtung gestattet zunächst eine sehr kompakte Bauweise.

[0014] Generell ist die Beleuchtungseinrichtung für jede Art von Beobachtungseinrichtungen geeignet, sodass die Erfindung nicht auf bestimmte Beobachtungseinrichtungen beschränkt ist. Vorteilhaft kann es sich bei der Beobachtungseinrichtung jedoch um ein Mikroskop und hier insbesondere um ein Operationsmikroskop handeln. Diesbezüglich wird folglich auch auf die entsprechenden Ausführungen zu Operationsmikroskopen in der Beschreibungseinleitung Bezug genommen und verwiesen.

[0015] Die Beleuchtungseinrichtung verfügt zunächst über eine Lichtquelle. Optional kann weiterhin vorgesehen sein, dass das von der Lichtquelle emittierte Licht über einen Lichtleiter, der dann der Lichtquelle nachgeordnet ist, transportiert wird. Dabei ist

die Erfindung nicht auf bestimmte Typen von Lichtquellen beziehungsweise Lichtleitern beschränkt. Bei dem Lichtleiter kann es sich vorteilhaft, jedoch nicht ausschließlich, um einen sogenannten Faser-Lichtleiter handeln. Dieser Faser-Lichtleiter kann vorteilhaft als Faserbündel oder Einzelfaser ausgebildet sein.

[0016] Der Lichtquelle (beziehungsweise dem Lichtleiter) nachgeordnet wiederum befindet sich die optische Baugruppe zum Einstellen des Leuchtfeldes. Gemäß einem grundlegenden Gedanken der Erfindung ist diese optische Baugruppe an sich in einem festen Abstand zur Lichtquelle (beziehungsweise zu einem Lichtleiterende) angeordnet. Die optische Baugruppe umfasst dabei all diejenigen Elemente, die zur Einstellung des Leuchtfelds benötigt werden. Durch die Tatsache, dass die optische Baugruppe fest angeordnet ist, wird zunächst erreicht, dass diese Baugruppe kompakt baut und eine hohe Robustheit aufweist. Insbesondere ist es bei dieser Lösung nicht erforderlich, dass die optische Baugruppe zur Einstellung des Leuchtfelds verschoben werden muss. Aus diesem Grund kann bei der erfindungsgemäßen Lösung nicht die Situation auftreten, dass diese während des Betriebs dejustiert werden könnte, hervorgerufen durch einen sich ständig wiederholenden Bewegungsablauf der gesamten Baugruppe. Vielmehr kann die optische Baugruppe, die sich üblicherweise in einem Gehäuse befindet, bei der Montage der Beobachtungseinrichtung einmal justiert werden.

[0017] Der feste Abstand der gesamten optischen Baugruppe zur Lichtquelle (beziehungsweise zum Lichtleiterende) wird zunächst dadurch erreicht, dass der wenigstens eine Kollektor in einem festen Abstand zur Lichtquelle (beziehungsweise zum Lichtleiterende) angeordnet ist.

[0018] Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass innerhalb des optischen Systems, welches ebenfalls Bestandteil der optischen Baugruppe ist, mindestens eine Linsengruppe entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet ist. Die optische Achse stellt dabei zumindest die optische Achse der optischen Baugruppe, vorzugsweise der gesamten Beleuchtungseinrichtung, dar. Somit wird eine Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung geschaffen, bei der von der Lichtquelle abgestrahltes Licht von einem Kollektor sowie einem optischen System ins Leuchtfeld projiziert wird, wobei ein großer Leuchtfeld-Durchmesser ausgeleuchtet wird. Um den Leuchtfeld-Durchmesser zu variieren und um die Beleuchtungsstärke im Leuchtfeld zu erhöhen, wird der Abstand Kollektor – optisches System vergrößert beziehungsweise verkleinert.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der ersten Ausführungsform der Erfindung weist das op-

tische System zwei Linsengruppen mit jeweils wenigstens einem Linsenelement auf. Dabei ist eine Linsengruppe vorteilhaft als Zerstreuungslinsengruppe und eine Linsengruppe als Sammellinsengruppe ausgebildet. Die Zerstreuungslinsengruppe und/oder die Sammellinsengruppe sind unabhängig voneinander entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet. Dabei können die Zerstreuungslinsengruppe und/oder die Sammellinsengruppe einlinsig oder mehrlinsig ausgebildet sein. Um den Leuchtfeld-Durchmesser zu variieren und um die Beleuchtungsstärke im Leuchtfeld zu erhöhen, werden die beiden Linsengruppen des optischen Systems verschoben.

[0020] Bei dieser Ausführungsform wurde herausgefunden, dass der Kollektor zur Einstellung des Leuchtfeldes mit einem Vergrößerungssystem (Zoom-System) gekoppelt werden kann. Zur Einstellung des Leuchtfeldes ist das optische System erfindungsgemäß daher als Vergrößerungssystem mit wenigstens zwei Linsengruppen ausgebildet. Die bei der aus der bekannten DE 38 33 877 verwendete Einzellinse wird nunmehr durch ein Vergrößerungssystem (auch Zoom-System, Tele-System oder dergleichen genannt) ersetzt. Um die Einstellung des Leuchtfeldes vornehmen zu können, ist vorgesehen, dass innerhalb der optischen Baugruppe zumindest zwei Linsengruppen unabhängig voneinander entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet sind.

[0021] Vorteilhaft kann die optische Baugruppe des Weiteren wenigstens eine in ihrem Durchmesser veränderbare Blende – beispielsweise ein Ringblende oder dergleichen – aufweisen, wobei die wenigstens eine Blende zwischen der Lichtquelle (beziehungsweise dem Lichtleiterende) und dem Kollektor angeordnet ist. Zum Erreichen besonders kleiner Leuchtfeld-Durchmesser (Spot) kann der Durchmesser der Blende reduziert werden. Die Beleuchtungsstärke bleibt dann in der Regel konstant. Bei den bisher bekannten Beleuchtungseinrichtungen führte die Reduzierung des Durchmessers der Blende in der Regel zu einer unscharfen Abbildung der Blende. Bei der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung kann durch Verschieben von wenigstens zwei Linsengruppen des als Vergrößerungssystem ausgebildeten optischen Systems wieder eine scharfe Blendenabbildung erreicht werden.

[0022] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Blende in einem festen Abstand zur Lichtquelle (beziehungsweise zum Lichtleiterende) angeordnet ist. Ebenso ist denkbar, dass die Blende und die Lichtquelle (beziehungsweise das Lichtleiterende) in ihrem Abstand variierbar zueinander angeordnet sind. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Blende entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet ist. Ebenso ist es möglich,

dass die Lichtquelle (beziehungsweise der Lichtleiter, beziehungsweise das Lichtleiterende) entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet ist. Durch eine Verringerung des Abstandes Lichtquelle (beziehungsweise Lichtleiterende) – Blende kann beispielsweise der Lichtverlust bei Reduzierung des Blendendurchmessers – zumindest teilweise – ausgeglichen werden.

[0023] Neben den bereits erwähnten Vorteilen kann durch die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eine möglichst einfache, kostengünstige Optik und Mechanik realisiert werden. Darüber hinaus ist es mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung möglich, bei allen Leuchtfeld-Durchmessern eine scharfe Abbildung der Blende zu erhalten. Ebenso ist der Variationsbereich des Leuchtfeld-Durchmessers größer als bei den bisher bekannten Lösungen. Insbesondere kann auch eine höhere Beleuchtungsstärke bei kleinem Leuchtfeld erreicht werden, da kein Lichtverlust, etwa durch Abblenden der Blende oder dergleichen, entsteht.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der zweiten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass das optische System nur eine einzige, entlang der optischen Achse verschiebbare Linsengruppe mit wenigstens einem Linsenelement aufweist.

[0025] Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass eine Zerstreuungslinsengruppe und eine Sammellinsengruppe gekoppelt entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet sind. Dabei kann es sich beispielsweise um gekoppelte Einzellinsen handeln, die in einem bestimmten Abstand, jedoch fest zueinander angeordnet sind. Ebenso ist es denkbar, dass die Linsengruppe als sogenanntes Kittglied, beispielsweise mit einem Sammellinsenelement und einem Zerstreuungslinsenelement, oder dergleichen ausgebildet ist. Die Einstellung des Leuchtfeldes kann dann durch Verschieben nur einer Linsengruppe – nämlich derjenigen des optischen Systems – realisiert werden. Eine solche Lösung ist beispielsweise dann vorteilhaft und ausreichend, wenn auf eine scharfe Abbildung der Blende verzichtet werden kann. Eine scharfe Abbildung der Blende ist insbesondere bei Operationsmikroskopen mit variablem Arbeitsabstand (Varioskop) nicht erforderlich.

[0026] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass wenigstens ein Kollektor und wenigstens ein optisches System mit wenigstens einer verschiebbaren Linsengruppe zum Einsatz kommt. Dabei ist die Erfindung jedoch nicht auf eine bestimmte Anzahl der genannten Elemente beschränkt. So kann die Anzahl der genannten Elemente je nach Ausgestaltungsart der Beleuchtungseinrichtung beziehungsweise der Beobachtungseinrichtung variieren, ohne dass dadurch der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung verlassen würde.

[0027] Der in der Beleuchtungseinrichtung eingesetzte Kollektor kann beispielsweise ein einziges sphärisches oder asphärisches Linsenelement aufweisen. Ebenso ist denkbar, dass der Kollektor mehrere sphärische und/oder asphärische Linsenelemente aufweist.

[0028] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Beobachtungseinrichtung bereitgestellt, mit wenigstens einem Beobachtungsstrahlengang und mit einer wie vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung. Bei der Beobachtungseinrichtung kann es sich beispielsweise um ein wie weiter oben beschriebenes Mikroskop handeln, so dass diesbezüglich auf die entsprechenden Ausführungen Bezug genommen und verwiesen wird.

[0029] Bei Einsatz einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ist es beispielsweise möglich, dass die Beleuchtung nicht durch das Hauptobjektiv, sondern seitlich daran vorbeigeführt wird. Die Brechkraft eines solchen Hauptobjektivs kann dann in das optische System der Beleuchtungseinrichtung, beispielsweise in ein Sammellinsenelement, integriert werden.

[0030] Vorteilhaft kann auch vorgesehen sein, dass die Beobachtungseinrichtung ein Hauptobjektiv aufweist, wobei vorteilhaft die optische Baugruppe der Beleuchtungseinrichtung zwischen der Lichtquelle (beziehungsweise dem Lichtleiter) und dem Hauptobjektiv angeordnet ist.

[0031] In weiterer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass in dem wenigstens einen Beobachtungsstrahlengang wenigstens ein Vergrößerungssystem (beispielsweise ein Zoom-System) vorgesehen ist und, dass das Vergrößerungssystem und die Beleuchtungseinrichtung verschiebungstechnisch miteinander gekoppelt sind. Das bedeutet, dass beim Verschieben des Vergrößerungssystems gleichzeitig auch das optische System innerhalb der Beleuchtungseinrichtung mit verschoben wird, und umgekehrt. In diesem Fall ist es ausreichend, wenn die Beobachtungseinrichtung nur über eine einzige Verschiebungsvorrichtung verfügt, wobei diese Verschiebungsvorrichtung beispielsweise mechanisch und/oder elektronisch funktionieren kann. Ebenso ist es denkbar, die Beleuchtungseinrichtung verschiebungstechnisch mit Mitteln zum Einstellen des Arbeitsabstands bei der Beobachtungseinrichtung zu koppeln.

[0032] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0033] Fig. 1 bis 3: verschiedene Leuchtfeld-Durchmesser, die mit einer Beleuchtungseinrichtung ge-

mäß der ersten Ausführungsform der Erfindung einstellbar sind;

[0034] Fig. 4 bis 6: verschiedene Leuchtfeld-Durchmesser, die mit einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung erzeugbar sind; und

[0035] Fig. 7 bis 9: verschiedene Leuchtfeld-Durchmesser, die mit einer anderen Variante der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung realisierbar sind.

[0036] Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine Beleuchtungseinrichtung **20**, deren Licht durch ein Hauptobjektiv **11** geführt wird. Das Hauptobjektiv **11** ist Bestandteil einer Beobachtungseinrichtung, die als Operationsmikroskop oder dergleichen ausgebildet sein kann. Das Hauptobjektiv **11** besteht aus einer Linsengruppe mit zwei Einzellinsen, wobei die Linsengruppe als Kittglied ausgestaltet ist und aus einem konkaven Linsenelement **12** sowie einem konvexen Linsenelement **13** besteht.

[0037] Die Beleuchtungseinrichtung **20** verfügt zunächst über einen Lichtleiter **21**, im vorliegenden Beispiel einen Faser-Lichtleiter. Der Lichtleiter **21** ist mit einer nicht näher dargestellten Lichtquelle verbunden. Das aus der Lichtquelle emittierte Licht wird über den Lichtleiter **21** transportiert und am Lichtleiterende **24** in eine optische Baugruppe **25** der Beleuchtungseinrichtung **20** eingeleitet.

[0038] Die optische Baugruppe **25** besteht zunächst aus einem Kollektor **23**, bei dem es sich je nach Ausgestaltungsform um eine sphärische oder asphärische Einzellinse oder aber auch um eine Linsengruppe bestehend aus zwei oder mehr sphärischen und/oder asphärischen Linsenelementen handeln kann. In der hier gezeigten Ausführungsform wird ein einlinsiger asphärischer Kollektor eingesetzt.

[0039] Die optische Baugruppe **25** ist in einem festen Abstand zum Lichtleiter **21** angeordnet, was insbesondere dadurch realisiert wird, dass der asphärische Kollektor **23** in einem feststehenden Abstand zum Lichtleiter **21**, beziehungsweise zum Lichtleiterende **24** angeordnet ist.

[0040] Zwischen dem Lichtleiterende **24** und dem asphärischen Kollektor **23** ist eine in ihrem Durchmesser veränderbare Blende **22** vorgesehen, bei der es sich beispielsweise um eine veränderbare Ringblende handeln kann. Je nach Ausgestaltungsform kann die Blende **22** in einem festen Abstand zum Lichtleiterende **24** angeordnet sein. Ebenso ist es denkbar, dass die Blende **22** und das Lichtleiterende **24** in ihrem Abstand variierbar zueinander angeordnet sind.

[0041] In der optischen Baugruppe **25**, die sich zwischen dem Lichtleiter **21** und dem Hauptobjektiv **11** befindet, ist darüber hinaus ein optisches System **30** vorgesehen. Dieses optische System **30** stellt ein grundlegendes Element der optischen Baugruppe **25** dar, über die das Leuchtfeld **50** eingestellt werden kann.

[0042] in den **Fig. 1 bis 3** weist das optische System **30** zwei Linsengruppen **31, 32** auf, wobei eine Linsengruppe **31** als Zerstreuungslinsengruppe und die andere Linsengruppe **32** als Sammellinsengruppe ausgebildet ist. Beide Linsengruppen sind einlinzig ausgebildet, wobei die Sammellinsengruppe **32** ein konvexes Linsenelement und die Zerstreuungslinsengruppe **31** ein konkaves Linsenelement aufweist. Sowohl die Sammellinsengruppe **32** als auch die Zerstreuungslinsengruppe **31** sind entlang der optischen Achse **40** verschiebbar angeordnet. Bei der optischen Achse **40** handelt es sich dabei um diejenige Achse, entlang derer die einzelnen Elemente der Beleuchtungseinrichtung **20** angeordnet beziehungsweise ausgerichtet sind. Weiterhin ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die Sammellinsengruppe **32** und die Zerstreuungslinsengruppe **31** unabhängig voneinander entlang der optischen Achse **40** verschiebbar angeordnet sind.

[0043] In den **Fig. 1 und 2** kann die Blendenöffnung beispielsweise einen Durchmesser von 7,9 mm aufweisen. Durch ein Verschieben der Zerstreuungslinsengruppe **31** und der Sammellinsengruppe **32** lassen sich beliebige Leuchtfeld-Durchmesser zwischen 29 mm (**Fig. 1**) und 63 mm (**Fig. 2**) erreichen, wobei jeweils eine scharfe Abbildung der Blende **22** erfolgt.

[0044] Kleinere Leuchtfeld-Durchmesser als 29 mm können durch Reduzierung des Durchmessers der Blende **22** erreicht werden. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, ist bei dieser Ausführungsvariante der Durchmesser der Blende **22** reduziert worden, im Beispiel auf 0,5 mm. Dies führt dazu, dass auch der Leuchtfeld-Durchmesser erheblich reduziert werden kann, im gezeigten Beispiel auf 2,4 mm.

[0045] Um bei einer derartigen Reduzierung des Leuchtfeld-Durchmessers eine unscharfe Abbildung der Blende **22** zu vermeiden, kann die Sammellinsengruppe **32** sowie die Zerstreuungslinsengruppe **31** in entsprechender Weise entlang der optischen Achse **40** verschoben werden, bis wieder eine scharfe Blendenabbildung erreicht wird.

[0046] In den **Fig. 4 bis 9** sind zwei weitere Ausführungsformen dargestellt, bei denen die Beleuchtung nicht durch das Hauptobjektiv (wie bei den **Fig. 1 bis 3**), sondern seitlich daran vorbei erfolgt. Um das Innere des Operationsmikroskopgehäuses vor Verschmutzung zu schützen, ist in der in den **Fig. 4 bis 9** dargestellten Beleuchtungseinrichtung **20** eine Plan-

platte **14** eingebaut, die die Funktion der Beleuchtungseinrichtung **20** jedoch nicht beeinflusst.

[0047] Während in der Ausführungsform gemäß den **Fig. 1 bis 3** das optische System **30** der optischen Baugruppe **25** aus einer verschiebbaren Sammellinsengruppe **32** und einer unabhängig davon verschiebbaren Zerstreuungslinsengruppe **31** besteht, weist das in den **Fig. 4 bis 6** dargestellte optische System **30** nur eine einzige, entlang der optischen Achse **40** verschiebbare Linsengruppe **33** mit zwei Linsenelementen auf, wobei ein Linsenelement als Sammellinsenelement **35** und das andere Linsenelement als Zerstreuungslinsenelement **34** ausgebildet ist. Die beiden Linsenelemente **34, 35** sind miteinander gekoppelt. Im besagten Ausführungsbeispiel ist die Linsengruppe **33** als Kittglied ausgestaltet.

[0048] Eine solche Ausgestaltung des optischen Systems **30**, ebenso wie die Ausgestaltung des optischen Systems **30** gemäß den noch zu beschreibenden **Fig. 7 bis 9**, kann insbesondere dann eingesetzt werden, wenn auf eine scharfe Abbildung der Blende verzichtet werden kann. Dies ist beispielsweise bei Operationsmikroskopen mit variablem Arbeitsabstand der Fall. In einem solchen Fall ist es ausreichend, wenn nur die eine einzelne Linsengruppe **33** verschoben wird.

[0049] Das von der Lichtfaser **21** abgestrahlte Licht wird von dem asphärischen Kollektor **23** sowie der als Kittglied ausgestalteten Linsengruppe **33** in das Leuchtfeld **50** projiziert, wobei bei der Einstellung gemäß **Fig. 4** ein großer Leuchtfeld-Durchmesser ausgeleuchtet wird. Um den Leuchtfeld-Durchmesser zu reduzieren und die Beleuchtungsstärke im Leuchtfeld **50** zu erhöhen, wird der Abstand Kollektor **23** – Kittglied **33** vergrößert, wie in **Fig. 5** dargestellt ist. Zum Erreichen noch kleinerer Leuchtfeld-Durchmesser, den sogenannten Spots, kann der Durchmesser der Blende **22** reduziert werden, wie dies in **Fig. 6** dargestellt ist. Dabei bleibt jedoch die Beleuchtungsstärke konstant.

[0050] Falls größere Farbsäume am Leuchtfeld-Rand nicht störend sind, könnte das Kittglied **33** auch durch eine Einzellinse ersetzt werden.

[0051] Bei dem in den **Fig. 7 bis 9** dargestellten Ausführungsbeispiel, das in seinem Grundaufbau sowie der grundsätzlichen Funktionsweise demjenigen aus den **Fig. 4 bis 6** entspricht, wurde die in den **Fig. 4 bis 6** als Kittglied dargestellte Linsengruppe **33** durch ein Telesystem ersetzt, dessen zwei Linsenelemente, nämlich das Sammellinsenelement **35** und das Zerstreuungslinsenelement **34** gekoppelt entlang der optischen Achse **40** verschoben werden. Ein besonderer Vorteil dieser Ausgestaltungsform liegt in der verkürzten Baulänge.

[0052] Die in den Fig. 1 bis 9 dargestellten Beleuchtungseinrichtungen **21** lassen sich wegen der hohen erreichbaren Beleuchtungsstärke besonders vorteilhaft in Operationsmikroskopen für die Fluoreszenzdiagnose einsetzen. Bei der Fluoreszenzdiagnose werden absorbierende Filter in den Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang eingeschwenkt, die den Lichtstrom am Auge des Beobachters erheblich reduzieren.

Bezugszeichenliste

11	Hauptobjektiv
12	Linsenelement
13	Linsenelement
14	Planplatte
20	Beleuchtungseinrichtung
21	Lichtleiter
22	Blende
23	Kollektor
24	Lichtleiterende
25	optische Baugruppe
30	optisches System
31	Linsengruppe (Zerstreuungslinsengruppe)
32	Linsengruppe (Sammellinsengruppe)
33	Linsengruppe
34	Linsenelement (Zerstreuungslinsenelement)
35	Linsenelement (Sammellinsenelement)
40	optische Achse
50	Leuchtfeld

Schutzansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung für eine Beobachtungseinrichtung, insbesondere für ein Mikroskop, mit einer Lichtquelle und mit einer der Lichtquelle nachgeordneten optischen Baugruppe (**25**) zum Einstellen des Leuchtfeldes (**50**), aufweisend wenigstens einen Kollektor (**23**) und wenigstens ein optisches System (**30**) mit wenigstens einer Linsengruppe, aufweisend wenigstens ein Linsenelement, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Baugruppe (**25**) an sich in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist, wobei der Kollektor (**23**) in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist und dass innerhalb des optischen Systems (**30**) mindestens eine Linsengruppe (**31**, **32**, **33**) entlang der optischen Achse (**40**) verschiebbar angeordnet ist.

2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Baugruppe (**25**) wenigstens eine in ihrem Durchmesser veränderbare Blende (**22**) aufweist und dass die wenigstens eine Blende (**22**) zwischen der Lichtquelle und dem Kollektor (**23**) angeordnet ist.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (**22**) in einem festen Abstand zur Lichtquelle angeordnet ist.

4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (**22**) und die Lichtquelle in ihrem Abstand variierbar zueinander angeordnet sind.

5. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollektor (**23**) ein einziges sphärisches oder asphärisches Linsenelement aufweist.

6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollektor (**23**) mehrere sphärische und/oder asphärische Linsenelemente aufweist.

7. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das optische System (**30**) zwei Linsengruppen (**31**, **32**) mit jeweils wenigstens einem Linsenelement aufweist und dass eine Linsengruppe (**31**) als Zerstreuungslinsengruppe und eine Linsengruppe (**32**) als Sammellinsengruppe ausgebildet ist und dass die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) und/oder die Sammellinsengruppe (**32**) entlang der optischen Achse (**40**) verschiebbar angeordnet ist/sind.

8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) als auch die Sammellinsengruppe (**32**) entlang der optischen Achse (**40**) verschiebbar angeordnet sind und dass die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) und die Sammellinsengruppe (**32**) unabhängig voneinander verschiebbar angeordnet sind.

9. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) als auch die Sammellinsengruppe (**32**) entlang der optischen Achse (**40**) verschiebbar angeordnet sind und dass die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) und die Sammellinsengruppe (**32**) gekoppelt verschiebbar angeordnet sind.

10. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zerstreuungslinsengruppe (**31**) und/oder die Sammellinsengruppe (**32**) einlinsig oder mehrlinsig ausgebildet ist/sind.

11. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das optische System (**30**) eine einzige entlang der optischen Achse (**40**) verschiebbare Linsengruppe (**33**) mit wenigstens einem Linsenelement (**34**, **35**) aufweist.

12. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiebbare Linsengruppe (**33**) als Kittglied mit einem Sammellinsenelement (**35**) und einem Zerstreuungslinsenelement

ment (34) ausgebildet ist.

13. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lichtleiter (21) vorgesehen ist, welcher der Lichtquelle nachgeordnet ist und dass die optische Baugruppe (25) an sich in einem festen Abstand zum Lichtleiterende (24) angeordnet ist, wobei der Kollektor (23) in einem festen Abstand zum Lichtleiterende (24) angeordnet ist.

14. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtleiter (21) als Faser-Lichtleiter, vorzugsweise als Faserbündel oder Einzelfaser, ausgebildet ist.

15. Beobachtungseinrichtung (10), insbesondere Mikroskop, mit wenigstens einem Beobachtungsstrahlengang und mit einer Beleuchtungseinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

16. Beobachtungseinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Hauptobjektiv (11) aufweist und dass die optische Baugruppe (25) der Beleuchtungseinrichtung (20) zwischen der Lichtquelle und dem Hauptobjektiv (11) angeordnet ist.

17. Beobachtungseinrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass in dem wenigstens einen Beobachtungsstrahlengang wenigstens ein Vergrößerungssystem vorgesehen ist und dass das Vergrößerungssystem und die Beleuchtungseinrichtung (20) verschiebungstechnisch miteinander gekoppelt sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

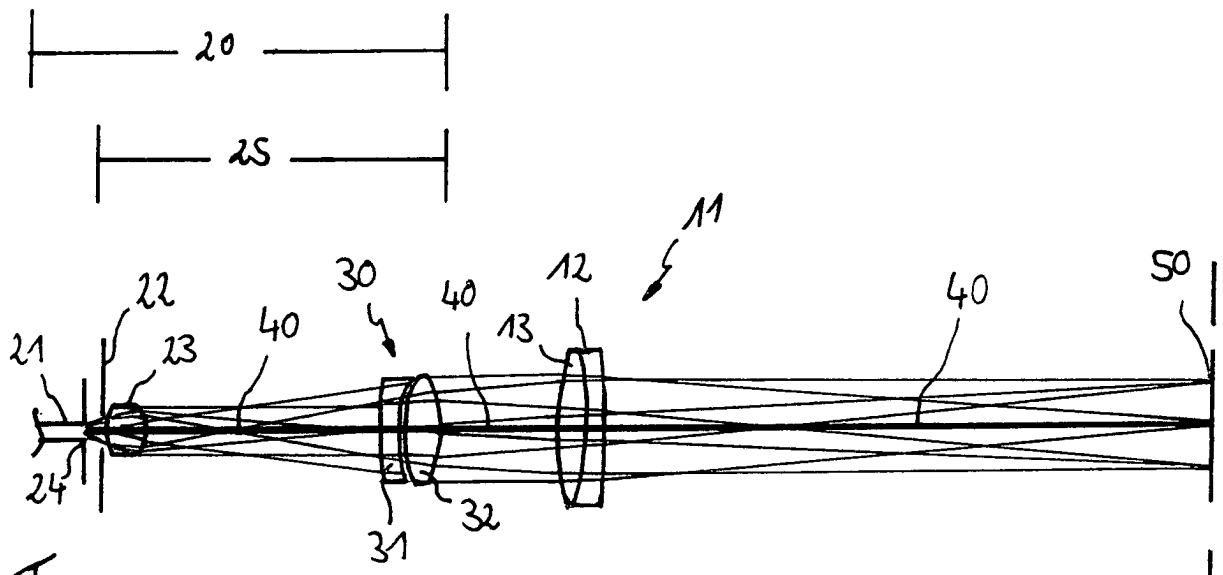


Fig. 1

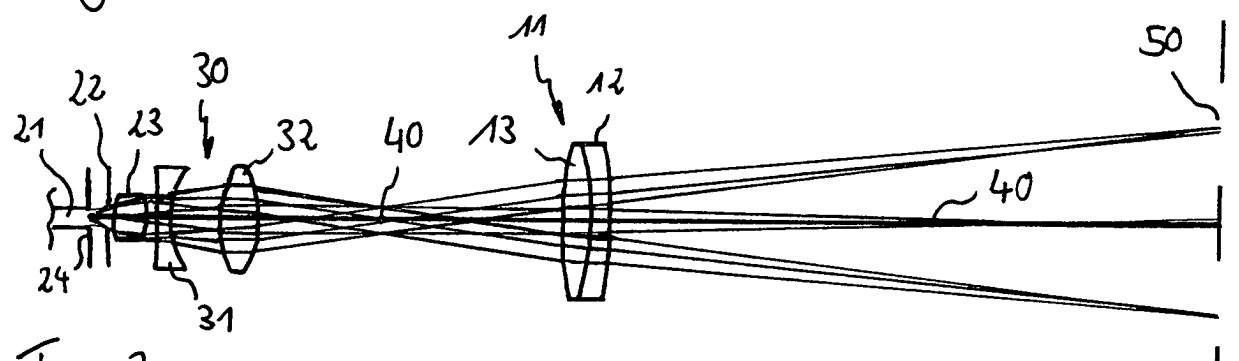


Fig. 2

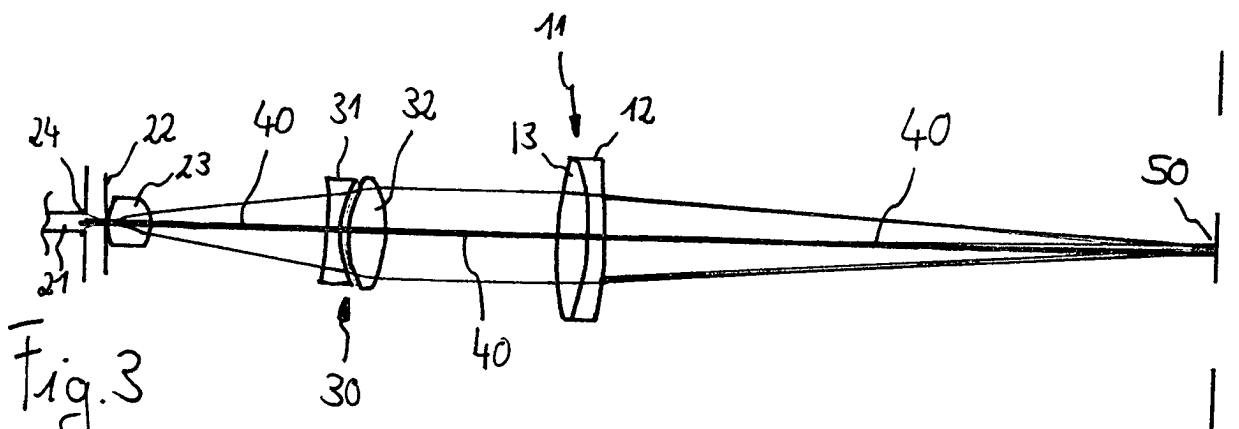


Fig. 3

