



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 09 138 A1 2004.09.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 09 138.6  
(22) Anmeldetag: 28.02.2003  
(43) Offenlegungstag: 16.09.2004

(51) Int Cl.7: G02B 21/02  
G02B 7/16

(71) Anmelder:  
Till I.D. GmbH, 82166 Gräfelfing, DE

(72) Erfinder:  
Uhl, Rainer, Prof.Dr., 82166 Gräfelfing, DE; Harz,  
Hartmann, 81371 München, DE

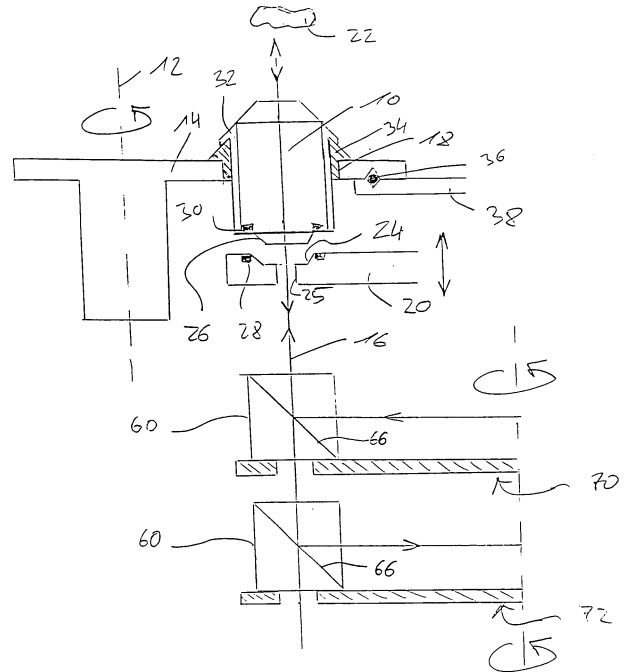
(74) Vertreter:  
Schwan Schwan Schorer, 80796 München

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mikroskopvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mikroskopvorrichtung mit mehreren wechselbaren Mikroskopobjektiven, die in einer Mikroskopobjektivwechselvorrichtung (14) gelagert sind, die verstellbar ist, um das jeweils ausgewählte Mikroskopobjektiv (10) in die optische Achse der Mikroskopvorrichtung zu bringen. Jedes Mikroskopobjektiv (10) ist so in der Mikroskopobjektivwechselvorrichtung gelagert, dass es koaxial zur optischen Achse (16) der Mikroskopvorrichtung verschiebbar ist, wobei ein Stellelement (20, 50) vorgesehen ist, um das jeweils ausgewählte Mikroskopobjektiv im Strahlengang des der Mikroskopvorrichtung koaxial zur optischen Achse der Mikroskopvorrichtung und relativ zu der Mikroskopobjektivwechselvorrichtung zwecks Fokussierung des Mikroskopobjektivs zu verstellen.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mikroskopvorrichtung mit mehreren Mikroskopobjektiven und einer Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Mikroskopvorrichtung mit mindestens einer verstellbaren Trägervorrichtung für optische Elemente gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 15.

[0002] Bei einem optischen Mikroskop wird eine Probe im mit einer optischen Einrichtung beleuchtet und gleichzeitig (im Falle der Auflichtfluoreszenz unter (teilweiser) Ausnutzung derselben optischen Anordnung) betrachtet. Die Beobachtung erfolgt entweder direkt durch das Auge des Betrachters oder mit Hilfe eines Detektors und einer nachgeschalteten Vorrichtung zur Aufzeichnung des Messsignals. Dabei wird das Präparat entweder flächig beleuchtet und die Beobachtung erfolgt durch einen Flächensensor, oder es wird nur teilweise beleuchtet, und der beleuchtete Teilbereich wird optisch über das Präparat geführt. Im letzten Falle wird das Bild dann aus sequentiell aufgenommenen Teilergebnissen während des Rastervorgangs zusammengesetzt.

[0003] Eine solche Vorrichtung erlaubt eine zweidimensionale bildhafte Erfassung des Präparats. Zur Erfassung der dritten Dimension wird gewöhnlich der Abstand zwischen dem wesentlichen Teil der optischen Anordnung, dem Mikroskopobjektiv und dem Präparat variiert und dabei auf verschiedene Präparatenebenen fokussiert. Die einfachste Möglichkeit dazu besteht in einer Relativbewegung des Probenhalters zur mikroskopischen Messvorrichtung. Oft ist es jedoch erforderlich, dass das Präparat selbst ortsfest bleibt. Die Fokussierung erfolgt dann durch eine Bewegung des Mikroskopobjektivs relativ zum Objekt.

[0004] Unterschiedliche Vergrößerungen werden durch den Wechsel der Mikroskopobjektive realisiert. Dazu dient ein Revolver, welcher das jeweils gewünschte Mikroskopobjektiv in den Strahlengang bringt. Wird die Fokussierung durch die Bewegung des Mikroskopobjektivs bewerkstelligt, muß bei den Mikroskopen gemäß dem Stand der Technik diese ganze Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung bewegt werden. Eine Ausnahme bilden lediglich Piezo-Stelllemente, die zwischen Mikroskopobjektivwechsler und Mikroskopobjektiv angebracht werden können. Nachteilig ist dabei jedoch die Bauhöhe des Piezoantriebs hinter jedem Mikroskopobjektiv und die notwendige Verkabelung, die für jeden Piezo in den rotierenden Revolver integriert werden muß.

[0005] Aus der DE 100 31 720 A1 ist ein Mikroskop bekannt, bei welchem zum Objektivwechsel ein Objektiv aus einer Speicherposition entlang einer Führung in die Arbeitsposition verschoben wird, in welcher es in einem Halteelement fixiert wird.

[0006] Aus der DE 199 24 686 A1 ist eine Mikroskopvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 15 bekannt, bei welcher die optischen Ele-

mente in zwei unterschiedlichen räumlichen Orientierungen in den jeweiligen Befestigungsplatz eingebaut werden können, die sich um 180° unterscheiden.

[0007] Bei einem Mikroskop ist es in der Regel notwendig, weitere optische Elemente wie z.B. Spiegel, Strahlteiler, Linsen und Filter in den Strahlengang des Mikroskops zu bringen. So werden z.B. bei der Auflichtfluoreszenzmikroskopie zur Vereinigung bzw. Trennung von Anregungs- und Messstrahl zu meist dichroitische Strahlteiler in den Strahlengang gebracht. Gewöhnlich handelt es sich um Langpassfilter, die das kurzwelligere Anregungslicht reflektieren und das langwelligere emittierte Licht transmittieren. Dies geschieht gewöhnlich durch die Translationsbewegung eines Filterschiebers oder durch die Rotationsbewegung eines Filterkarussells. Mit diesen Vorrichtungen können aber auch generell andere optische Elemente wie Linsen, Spiegel, usw. in den Strahlengang gebracht werden. Die optischen Elemente können jeweils in nur einer Position in der Vorrichtung befestigt werden.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fokussierung eines Mikroskops zu ermöglichen, bei der die Mikroskopobjektive einzeln und präzise bewegt werden können und die oben beschriebenen Nachteile nicht auftreten.

[0009] Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, für ein Mikroskop eine Trägervorrichtung für optische Elemente zu realisieren, auf welcher die optischen Elemente in verschiedenen Positionen fixiert werden können und dann einzelne optische Elemente ausgewählt und in den Strahlengang des Mikroskops gebracht werden können, wobei eine im Vergleich zu dem Stand der Technik erhöhte Flexibilität erreicht werden soll.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Mikroskop zu schaffen, bei welchem auf einfache Weise zwischen verschiedenen Strahlumlenkungen umgeschaltet werden kann.

[0011] Diese Aufgaben werden durch eine Mikroskopvorrichtung gemäß Anspruch 1, 15, 33 bzw. 34 gelöst. Bei der Lösung gemäß Anspruch 1 ist vorteilhaft, dass eine konstruktiv besonders einfache Fokussierung des ausgewählten Objektivs ermöglicht wird. Bei der Lösung gemäß Anspruch 15 ist vorteilhaft, dass dadurch, dass jedes optische Element in mindestens zwei unterschiedlichen räumlichen Orientierungen in einen der Befestigungsplätze einbaubar ist, die sich um 90° unterscheiden, auf einfache konstruktive Weise ein flexiblerer Betrieb der Mikroskopvorrichtung mit erhöhter Funktionalität ermöglicht wird, insbesondere im Hinblick auf eine Umschaltung zwischen verschiedenen Strahleintrittsrichtungen bei gleicher Strahlaustrittsrichtung bzw. zwischen verschiedenen Strahlaustrittsrichtungen bei gleicher Strahleintrittsrichtung. Bei den Lösungen gemäß Anspruch 33 bzw. 34 ist vorteilhaft, dass auf diese Weise eine besonders einfache Umschaltung zwischen verschiedenen Strahleintrittsrichtungen bei gleicher

Strahlaustrittsrichtung bzw. zwischen verschiedenen Strahlaustrittsrichtungen bei gleicher Strahleintrittsrichtung erzielt werden kann.

[0012] Bevorzugte Ausgestaltung der Erfindungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Dabei zeigen:

[0014] **Fig. 1** eine Querschnittsansicht einer erfindungsgemäßen Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0015] **Fig. 2** eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines Stellelements zum Verstellen des ausgewählten Mikroskopobjektivs;

[0016] **Fig. 3** einen dichroitischen Strahlteiler als Beispiel für ein optisches Element, welches mittels einer Trägervorrichtung im Strahlengang eines Mikroskops positioniert werden kann;

[0017] **Fig. 4a** eine Trägervorrichtung zum Wechseln von optischen Elementen im Strahlengang eines Mikroskops;

[0018] **Fig. 4b** eine Ansicht, die der von **Fig. 4a** entspricht, wobei die Trägervorrichtung um 90° gedreht wurde;

[0019] **Fig. 4c** eine Ansicht, die der von **Fig. 4a** entspricht, wobei ein modifiziertes optisches Element in der Trägervorrichtung eingesetzt gezeigt ist;

[0020] **Fig. 5** schematisch einen Messaufbau, bei dem zwischen Auflicht-Fluoreszenz und einer Dual-Emission-Bildaufnahme umgeschaltet werden kann;

[0021] **Fig. 6** schematisch einen Messaufbau mit Projektion auf einen CCD-Chip;

[0022] **Fig. 7** schematisch einen Messaufbau zur Phasenkontrast-Mikroskopie

[0023] In **Fig. 1** ist eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Fokussierung eines Mikroskopobjektivs **10** gezeigt. Das gewählte Mikroskopobjektiv **10** wird mit Hilfe einer Drehung einer revolverartigen, um die Achse **12** drehbaren Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung **14**, in welcher mehrere unterschiedliche Mikroskopobjektive zur Auswahl in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind, in den Strahlengang **16** eines Mikroskops gebracht. Das Mikroskopobjektiv **10** ist so in einer Zentrieraufnahme **18** in der Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung **14** gelagert, dass es entlang der optischen Achse **16** verschiebbar ist.

[0024] Zur Fokussierung des jeweils ausgewählten Mikroskopobjektivs ist ein einziges Stellelement **50** vorgesehen, dessen horizontaler Arm **20** entlang der optischen Achse **16** verstellbar ist. Dabei bewegt sich der Arm **20** von unten in Richtung Mikroskopobjektiv **10** und hebt es in die gewünschte Fokusposition an. Dabei wird das Mikroskopobjektiv in Richtung einer Probe **22** bewegt, die oberhalb des Mikroskopobjektivs **10** liegt.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des beschriebenen Prinzips verfügt der Arm **20** über eine eingebaute Zentriervorrichtung **24**, welche eine zur Mikroskopobjektivrückseite **26** komplementäre Form

aufweist. Die dadurch erzielte Stabilität von Mikroskopobjektivlage und Zentrierung kann mittels magnetischer Halter **28** und **30** noch verstärkt werden. Es versteht sich von selbst, dass der Arm **20** vor jedem Mikroskopobjektivwechsel soweit heruntergefahren werden muss, dass das Mikroskopobjektiv **10** für eine Drehbewegung freigegeben wird. Der Arm **20** hat eine Öffnung **25**, durch die der Lichtstrahl, der aus dem Mikroskopobjektiv **10** kommt bzw. in dieses eintritt, durchgelassen wird.

[0026] Die Zentrieraufnahme **18** besteht vorzugsweise aus einer in einer Öffnung des Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung **14** angebrachten Manschette mit einem an die Form des Mikroskopobjektivs **10** angepassten Kragen **34**. Das Mikroskopobjektiv **10** ist seinerseits mit einem Kragen **35** versehen, welcher sich auf dem Kragen **34** der Manschette **18** aufstützt und so das Objektiv **10** daran hindert, nach unten durch die Manschette **18** hindurch zu rutschen. Durch diese Konstruktion werden ferner Flüssigkeiten daran gehindert, zwischen der Manschette **18** und dem Objektiv **10** in das Mikroskopinnere einzudringen. Hierzu kann ferner eine Dichtung **36** zwischen der Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung **14** und einer festen Abdeckung **38** eingefügt werden. Nicht nur zum Schutze des Mikroskops, sondern auch im Interesse einer leichten Sterilisierbarkeit ist eine solche Konstruktion von großem Vorteil.

[0027] Dadurch, dass nur ein einziges Stellelement für alle Objektive vorgesehen ist und dennoch nicht die gesamte Objektivwechsellvorrichtung, sondern nur das jeweils ausgewählte Objektiv verstellt wird, wird eine konstruktiv besonders einfache Fokussierung der Objektive erzielt.

[0028] **Fig. 2** zeigt eine detailliertere Ausführungsform des Stellelements **50**. Dabei ist der horizontale Arm **20** auf einem Schlitten **40** gelagert, dessen Bewegung entlang einer Führung **42** durch eine Motorspindel **44** erfolgt. Wird eine höhere Geschwindigkeit bzw. Genauigkeit gefordert, können auch zwei durch ein Piezoelement **46** verbundene Schlitten **40** und **48** eingesetzt werden, von denen der Schlitten **48** den Hubarm **20** trägt und der Schlitten **40** durch die Motorspindel **44** angetrieben wird.

[0029] **Fig. 3** zeigt einen typischen Strahlteilerwürfel **60**, wie er im Strahlengang eines Mikroskops positioniert werden kann. Dabei ist ein dichroitischer Strahlteiler **66**, der gewöhnlich das Anregungslicht **61** reflektiert und das Emissionslicht **63** von der Probe **22** transmittiert, in den Strahlteilerwürfel **60** eingebaut, welcher außerdem noch einen Anregungssperrfilter **62**, welcher nur Licht der Anregungswellenlängen durchlässt, und einen Emissionssperrfilter **64**, welcher nur Licht der Emissionswellenlängen durchlässt, enthalten kann.

[0030] **Fig. 4a** zeigt eine Ausführungsform einer Trägervorrichtung **70** für optische Elemente **60**, die zum Wechseln von optischen Elementen im Strahlengang eines Mikroskops um eine Achse **71** drehbar ist. Dabei handelt es sich beispielsweise um ein Ka-

russell mit acht Befestigungsplätzen **74** für Strahlteilerwürfel **60**, die in Umfangsrichtung des Karussells verteilt angeordnet sind. In der gezeigten Ausführungsform kann jedes optische Element **60** in zwei unterschiedlichen räumlichen Orientierungen auf jedem Befestigungsplatz **74** befestigt werden, nämlich in zwei Winkelpositionen, die in der Ansicht von **Fig. 4a** um  $90^\circ$  zueinander verdreht sind.

[0031] In dem Beispiel von **Fig. 4a** ist der Strahlteiler eines jeden Würfels **60** so angeordnet, dass einfallendes Licht (welches in der Papierebene von **Fig. 4a** liegt und mit einem Pfeil **73** bezeichnet ist) in eine Richtung parallel zu der Achse **71** umgelenkt wird (senkrecht zu der Papierebene von **Fig. 4a**).

[0032] **Fig. 4a** und **4b** zeigen, wie mit einem einzigen Typ von Strahlteilerwürfel **60**, der sich in zwei verschiedenen Orientierungen einsetzen läßt, zwischen zwei orthogonalen Ein- bzw. Ausgängen umgeschaltet werden kann (zwischen **4a** und **4b** wurde das Karussell um  $45^\circ$  gedreht, um einen bezüglich des ausgewählten Würfels **60** von **Fig. 4a** um  $90^\circ$  gedreht in den Befestigungsplatz **74** eingesetzten Würfel **60** in die ausgewählte Position zu bringen). Handelt es sich um dichroitische Strahlteiler, so kann mittels einfacher Drehung der Trägervorrichtung für optische Elemente **70** nicht nur zwischen acht unterschiedlichen Wellenlängen, sondern gleichzeitig auch zwischen drei verschiedenen Eingangs- oder Ausgangsrichtungen umgeschaltet werden.

[0033] **Fig. 4c** zeigt, wie durch einen zweiten Typ eines Strahlteilerwürfels **166** eine dritte Eintritts- bzw. Austrittsrichtung erschlossen werden kann. Letztere weist zu den beiden vorausgegangenen jeweils einen Winkel von  $45^\circ$  auf. Der dichroitische Spiegel **166** ist in diesem Strahlteilerwürfel **160** um  $45^\circ$  gegenüber der Position im Strahlteilerwürfel der **Abb. 4a** und **4b** gedreht.

[0034] Stapelt man zwei solcher Trägervorrichtungen **70** und **72** für optische Elemente wie in **Fig. 1** gezeigt übereinander, so erschließen sich vielfache Kombinationen von Lichtquellen und Detektoren. Zur Einkopplung von Lichtquellen verwendet man gewöhnlich das dem Mikroskopobjektiv **10** näherliegende Karussell **70**, durch das kohärentes oder nicht kohärentes Licht entweder direkt oder über eine Faser eingekoppelt werden kann. Besonders vorteilhaft ist dabei eine monochromatische Lichtquelle gemäß der DE 42 28 366, bei der das als Austrittsspalt dienende, kreisförmige Lichtleiterprofil durch ein rechteckiges ersetzt wird, welches zu Beleuchtungszwecken direkt in die Probenebene abgebildet wird. Durch dies Variante läßt sich dort eine noch höhere Leuchtdichte erzielen und man beleuchtet keine Probenbereiche, die der ebenfalls rechteckige CCD-Chip, auf den das vom angeregten Teil der Probe ausgehende Emissionenlicht projiziert wird, nicht erfasst. Um bei einer solchen Abbildung der Austrittsspaltenebene auf die Probe dort keine räumlichen Wellenlängengradienten zu haben, dient ein Glas- oder Quarzprisma als lichtleitender Austrittsspalt, in dessen Innern die verschie-

denen Wellenlängen durch Totalreflektion gemischt werden. Die rechteckige Austrittsfläche dieses lichtleitenden Quaders wird in die Probe abgebildet.

[0035] Die Trägervorrichtung **72** z.B. dient dazu, durch Wahl eines bestimmten der optischen Elemente **60**, die z.B. als Oberflächenspiegel ausgebildet sein können, eine von zwei oder drei Strahlaustrittsrichtungen (und damit z.B. einen bestimmten Detektor) auszuwählen, wobei die Strahlaustrittsrichtung von der Einbauposition des jeweils ausgewählten optischen Elements abhängt.

[0036] Statt eines stationären Beleuchtungsstrahls kann auch ein in zwei Dimensionen bewegter Lichtstrahl eingekoppelt werden. Dazu muss ein Scankopf montiert werden, der nicht nur bei konfokalen Mikroskopen erwünscht ist, sondern auch bei der Laser-Mikro-Dissektion oder beim Arbeiten mit der optischen Pinzette.

[0037] Als Detektoren – gewöhnlich werden sie von der Objektiv ferneren Trägervorrichtung **72** für optische Elemente ausgewählt – kommen Flächensensoren, aber auch (vor allem im Falle von Mehrphotonenanregung, wo ein sogenannter externer Detektor vorteilhaft ist), direkt- oder fasergekoppelte Photomultiplier oder Halbleiterdetektoren in Frage.

[0038] Die optischen Elemente der Trägervorrichtung **70** bzw. **72** können aber auch eine Tubuslinse enthalten. Damit kann nicht nur zwischen verschiedenen Vergrößerungen umgeschaltet werden, es können auch Tubuslinsen verschiedener Hersteller eingesetzt und mit einer jeweils passenden Abgleichlänge zur feststehenden Kamera hin versehen werden.

[0039] Anwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Trägervorrichtung **70**, **72** für optische Elemente sind in den **Fig. 5-7** gezeigt.

[0040] Bei der Zweiwellenlängenemission, wie in **Fig. 5** abgebildet, wird durch einen geeigneten Umlenkwürfel **260** der Strahl durch den Strahlausgang **262** gelenkt, durch einen Spiegel **263** um  $45^\circ$  umgelenkt. Anschließend durchläuft der Strahl eine Zwischenbildebene **266**, in welcher Spalte **264** das Zwischenbild eingrenzen können, und wird durch ein hochkorrigiertes Linsensystem **268** ins Unendliche abgebildet. Von einem dichroitischen Strahlteiler **270** wird er wellenlängen-abhängig in zwei Strahlen aufgeteilt, von je einem einstellbaren Spiegel **272a** bzw. **272b** auf den Strahlteiler **270** wieder vereint und mit Hilfe eines zweiten hochkorrigierten Linsensystems **274** auf einen Flächensensor, z.B. einen CCD-Chip **276**, abgebildet (im Konfokalen sind aber auch z.B. zwei Photomultiplier bzw. Halbleiterdetektoren möglich). Durch einfache Justage der beiden Spiegel **272a** und **272b** können die beiden in unterschiedliche Farben aufgespaltete Teilbilder nebeneinander auf dem CCD-Chip **276** platziert werden. Die optische Anordnung wird dabei vorteilhafterweise so gewählt, dass die Umlenkspiegel **272a**, **272b** in einer zur Objektivpupille konjugierte Ebene zu liegen kommen.

[0041] Werden die Einheiten **270**, **272a**, **272b** und

**274** so montiert, daß sie als gemeinsame Baugruppe **300** in den Strahl bzw. aus dem Strahl heraus bewegt werden können, kann damit und mit Hilfe des zweiten Karussells **72** und von zwei unterschiedlichen Auskoppelwürfeln **303** und **304** zwischen einer direkten Bildprojektion, wie in **Fig. 6** gezeigt, auf den Kamerachip und einer "umgeleiteten" Projektion entsprechend **Abb. 5** umgeschaltet werden.

[0042] Nimmt man in der Konfiguration aus **Fig. 5** den dichroitischen Strahlteiler **270** aus dem Strahl und bringt in eine zur Objektivpupille konjugierten Ebene einen Phasenring **306** ein, so läßt sich, wie in **Fig. 7** gezeigt, ein Phasenkontrast-Verfahren nach Nomarski realisieren, ohne dass man auf spezielle, mit einem Phasenring versehene Objektive zurückgreifen muss. Das bringt überall dort große Vorteile, wo spezielle (und häufig für bestimmte Anwendungen sehr leistungsfähige) Objektive mit Phasenring gar nicht gefertigt werden.

[0043] Die Tatsache, dass mit der vorgeschlagenen Vorrichtung eine zur Austrittspupille des Objektivs konjugierte Ebene zugänglich wird, läßt sich auch für andere kontrastverstärkende Verfahren verwenden, die eine Veränderung der Lichtquelle (Phase, Amplitude) in der Pupillenebene erfordern.

### Patentansprüche

1. Mikroskopvorrichtung mit mehreren wechselbaren Mikroskopobjektiven, die in einer Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung (**14**) gelagert sind, die verstellbar ist, um das jeweils ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) in die optische Achse (**16**) der Mikroskopvorrichtung zu bringen, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Mikroskopobjektiv (**10**) so in der Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung gelagert ist, dass es koaxial zur optischen Achse (**16**) der Mikroskopvorrichtung verschiebbar ist, wobei ein Stellelement (**20, 50**) vorgesehen ist, um das jeweils ausgewählte Mikroskopobjektiv im Strahlengang des der Mikroskopvorrichtung koaxial zur optischen Achse der Mikroskopvorrichtung und relativ zu der Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung zwecks Fokussierung des Mikroskopobjektivs zu verstellen.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) zur Verstellung an dem Stellelement (**20, 50**) lösbar fixierbar ist.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) mittels Magneten (**28** und **30**) an dem Stellelement (**20, 50**) fixierbar ist.

4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (**20, 50**) eine Zentriervorrichtung (**24**) für das ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) aufweist.

5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung (**14**) als Mikroskopobjektivrevolver ausgebildet ist, in welchem die Mikroskopobjektive kreisförmig angeordnet sind und welcher relativ zu der Mikroskopvorrichtung drehbar ist, um das ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) in die optische Achse (**16**) der Mikroskopvorrichtung zu bringen.

6. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroskopvorrichtung als Inversmikroskop ausgebildet ist, wobei die Probe (**22**) oberhalb des ausgewählten Mikroskopobjektivs (**10**) angeordnet ist.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (**20, 50**) das ausgewählte Mikroskopobjektiv (**10**) an dessen unteren Ende abstützt und mit einer Öffnung (**25**) für den Durchtritt eines Lichtstrahls von und zu dem Mikroskopobjektiv versehen ist.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroskopobjektive (**10**) jeweils in einer Öffnung in der Mikroskopobjektivwechsellvorrichtung (**14**) hängen.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jede Öffnung mit einer Zentrieraufnahme (**34**) für das Mikroskopobjektiv versehen ist

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Mikroskopobjektiv (**10**) mit einem Kragen (**32**) versehen ist, mittels welchem das Mikroskopobjektiv in der Öffnung bzw. der Zentrieraufnahme (**34**) gehalten wird.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Kragen (**32**) und die Öffnung bzw. die Zentrieraufnahme (**34**) ausgebildet sind, um das Eindringen von Flüssigkeiten aus dem die Probe umgebenden Raum in das Mikroskopinnere zu verhindern.

12. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (**20, 50**) über eine Spindel (**44**) und/oder ein piezokeramisches Element (**46**) bewegt wird.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (**20, 50**) über eine Spindel (**44**) und ein piezokeramisches Element (**46**) bewegt wird, wobei die Spindel (**44**) zur Grobverstellung und das piezokeramische Element (**46**) zur Feinverstellung dient.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (**20, 50**) einen

von der Spindel (44) angetriebenen ersten Arm, der mittels der Spindel mit der Mikroskopvorrichtung verbunden ist, und einen zweiten Arm, welcher das zu verwendende Mikroskopobjektiv abstützt und mittels des piezokeramischen Elements und einer Führung bezüglich des ersten Arms verstellbar ist, aufweist.

15. Mikroskopvorrichtung mit mindestens einer verstellbaren Trägervorrichtung (70, 72) für optische Elemente (60), wobei die Trägervorrichtung mehrere Befestigungsplätze (74) für je ein optisches Element (60) aufweist und ausgebildet ist, um durch Verstellen der Trägervorrichtung ein optisches Element auszuwählen und in dem Strahlengang (16) der Mikroskopvorrichtung zu positionieren, wobei die optischen Elemente (60) und die Befestigungsplätze (74) so ausgebildet sind, dass jedes optische Element (60) in mindestens zwei unterschiedlichen räumlichen Orientierungen in einen der Befestigungsplätze (74) einbaubar ist, dadurch gekennzeichnet, dass sich die unterschiedlichen räumlichen Orientierungen, in welchen jedes optische Element (60) in einen der Befestigungsplätze (74) einbaubar ist, um 90° unterscheiden.

16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägervorrichtung (70, 72) karussellartig ausgebildet ist und zwecks Verstellung um eine zentrale Achse (71) drehbar ist, wobei die Befestigungsplätze (74) in Umfangsrichtung der Trägeranordnung (70) verteilt angeordnet sind.

17. Vorrichtung gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) und die Befestigungsplätze (74) so ausgebildet sind, dass jedes optische Element, gesehen in der Richtung der zentralen Achse der Trägervorrichtung, in mindestens zwei unterschiedlichen räumlichen Winkelorientierungen in einen der Befestigungsplätze einbaubar ist.

18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) und die Befestigungsplätze (74) so ausgebildet sind, dass jedes optische Element, gesehen in der Richtung der zentralen Achse der Trägervorrichtung, in zwei unterschiedlichen räumlichen Winkelorientierungen in einen der Befestigungsplätze einbaubar ist, die sich um 90° unterscheiden.

19. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) jeweils vier Außenflächen aufweisen, die der Befestigung an dem Befestigungsplatz (74) dienen, wobei benachbarte Außenflächen bzw. deren Tangentialebenen jeweils senkrecht aufeinander stehen und gegenüberliegende Außenflächen bzw. deren Tangentialebenen parallel zueinander sind.

20. Vorrichtung gemäß Anspruch 19, dadurch ge-

kennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) in der Ebene senkrecht zu der zentralen Achse der Trägervorrichtung einen im wesentlichen rechteckigen, vorzugsweise im wesentlichen quadratischen, Querschnitt aufweisen.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) würfelförmig ausgebildet sind.

22. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsplätze (74) jeweils zwei Anlageflächen (75) zur Befestigung der optischen Elemente aufweisen, wobei die Anlageflächen bzw. deren Tangentialebenen senkrecht zueinander stehen.

23. Vorrichtung gemäß Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlageflächen (75) zu der Ebene, welche senkrecht zu der zentralen Achse der Trägervorrichtung steht, senkrecht stehen.

24. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) jeweils eine voll- oder teilreflektierende Ebene (66) aufweisen, wobei die optischen Elemente für einen Strahleintritt in der Richtung parallel zu der zentralen Achse der Trägervorrichtung ausgebildet sind, wobei die voll- oder teilreflektierende Ebene den Strahl in eine Richtung (73) ablenkt, die von der räumlichen Orientierung abhängt, in welcher das jeweilige optische Element an seinem Befestigungsplatz (74) eingebaut ist.

25. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) jeweils eine voll- oder teilreflektierende Ebene (66) aufweisen, wobei die optischen Elemente für eine Strahlaustrittsrichtung parallel zu der zentralen Achse (71) der Trägervorrichtung ausgebildet sind, wobei die Richtung des eintretenden Strahls (73), welcher von der voll- oder teilreflektierenden Ebene in diese Strahlaustrittsrichtung ablenkt wird, von der räumlichen Orientierung abhängt, in welcher das jeweilige optische Element an seinem Befestigungsplatz (74) eingebaut ist.

26. Vorrichtung gemäß Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass alle optischen Elemente (60) bzgl. der Strahleintrittsrichtung und der Strahlaustrittsrichtung identisch ausgebildet sind.

27. Vorrichtung gemäß Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Klassen von optischen Elementen (60, 160) vorgesehen sind, die sich bei gleicher räumlicher Einbauorientierung an einem Befestigungsplatz (74) hinsichtlich der Strahleintrittsrichtung bzw. Strahlaustrittsrichtung (73) unterscheiden.

28. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der voll- oder teilreflektierenden Ebene (66) der optischen Elemente um einen dichroitischen Strahlteiler handelt.

29. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass zwei der Trägervorrichtungen (70, 72) vorgesehen sind, die hintereinander im Strahlengang (16) der Mikroskopvorrichtung so positioniert sind, dass die optischen Elemente (60) der ersten Trägervorrichtung (70) entsprechend der jeweiligen Strahleintrittsrichtung bzw. Strahlaustrittsrichtung zur Auswahl einer Lichtquelle zur Beleuchtung der Probe und die optischen Elemente der zweiten Trägervorrichtung (72) entsprechend der Strahleintrittsrichtung bzw. Strahlaustrittsrichtung zur Auswahl einer Ausgangsrichtung für von der Probe stammendes Licht dienen.

30. Vorrichtung gemäß Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) der ersten Trägervorrichtung (70) als dichroitische Strahlteiler und die optischen Elemente (60) der zweiten Trägervorrichtung (72) als Spiegel ausgebildet sind.

31. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Elemente (60) je eine Tubuslinse aufweisen, wobei sich die Abgleichlängen der Tubuslinse unterschiedlicher optischer Element unterscheiden.

32. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Lichtquelle ein Monochromator dient, dessen Licht aus dem Austrittspalt durch ein rechteckiges Lichtleiterprofil und ein lichtleitendes Glas- oder Quarzprisma, in dessen Innern verschiedene Wellenlängen durch Totalreflexion gemischt werden, auf die Probe abgebildet wird.

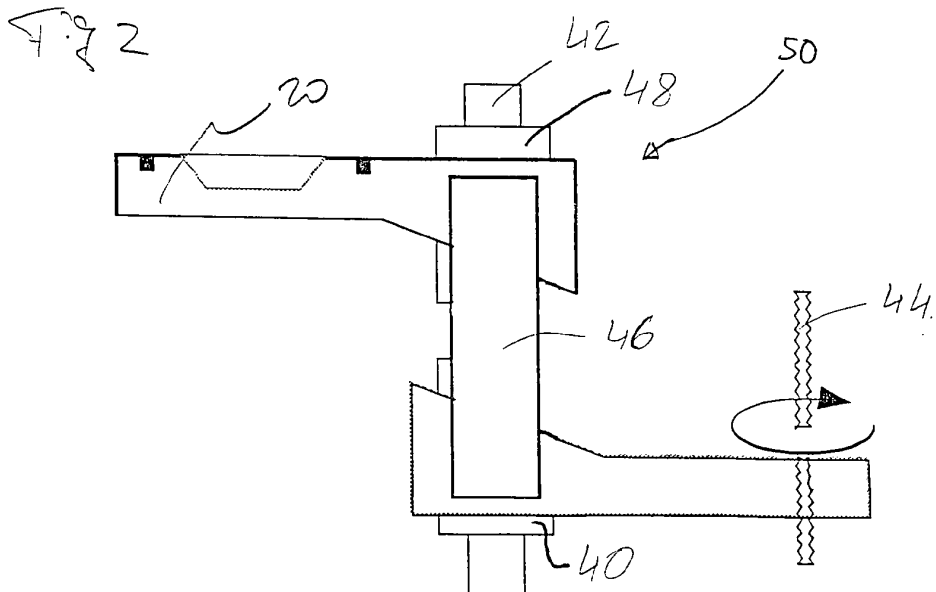
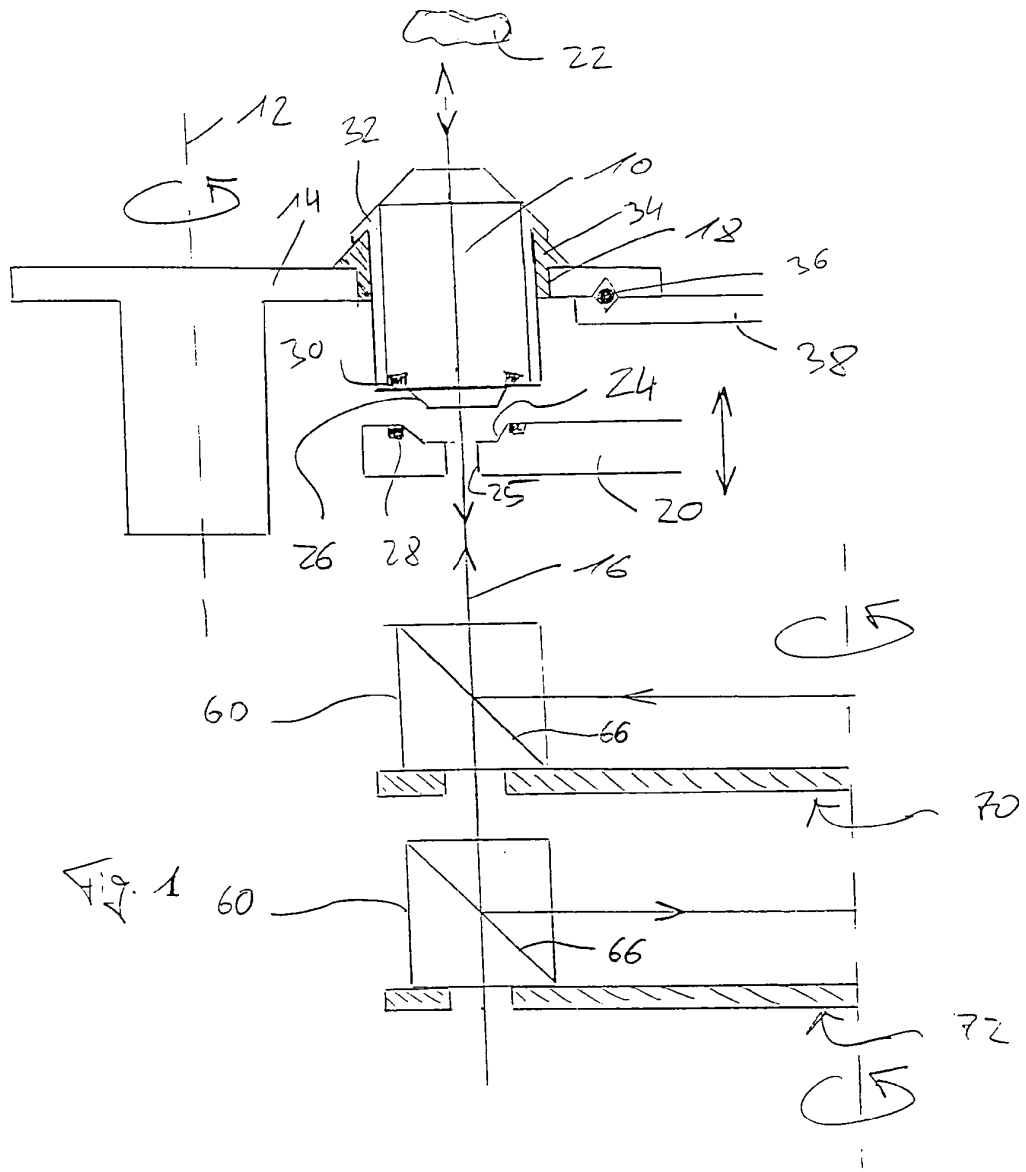
33. Mikroskopvorrichtung mit mindestens einer um eine zentrale Achse drehbaren Trägervorrichtung (70, 72) für optische Elemente (60), wobei die Trägervorrichtung mehrere Befestigungsplätze (74) für je ein optisches Element (60) aufweist und ausgebildet ist, um durch Drehen der Trägervorrichtung ein optisches Element auszuwählen und in dem Strahlengang (16) der Mikroskopvorrichtung zu positionieren, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) jeweils eine voll- oder teilreflektierende Ebene (66) aufweisen, wobei die optischen Elemente für einen Strahleintritt in der Richtung parallel zu der zentralen Achse der Trägervorrichtung ausgebildet sind, und wobei die voll- oder teilreflektierende Ebene den Strahl in eine Richtung (73) ablenkt, die von dem jeweils ausgewählten optischen Element abhängt.

34. Mikroskopvorrichtung mit mindestens einer

um eine zentrale Achse drehbaren Trägervorrichtung (70, 72) für optische Elemente (60), wobei die Trägervorrichtung mehrere Befestigungsplätze (74) für je ein optisches Element (60) aufweist und ausgebildet ist, um durch Drehen der Trägervorrichtung ein optisches Element auszuwählen und in dem Strahlengang (16) der Mikroskopvorrichtung zu positionieren, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (60) jeweils eine voll- oder teilreflektierende Ebene (66) aufweisen, wobei die optischen Elemente für eine Strahlaustrittsrichtung parallel zu der zentralen Achse (71) der Trägervorrichtung ausgebildet sind, wobei die Richtung des eintretenden Strahls (73), welcher von der voll- oder teilreflektierenden Ebene in diese Strahlaustrittsrichtung ablenkt wird, von dem jeweils ausgewählten optischen Element abhängt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



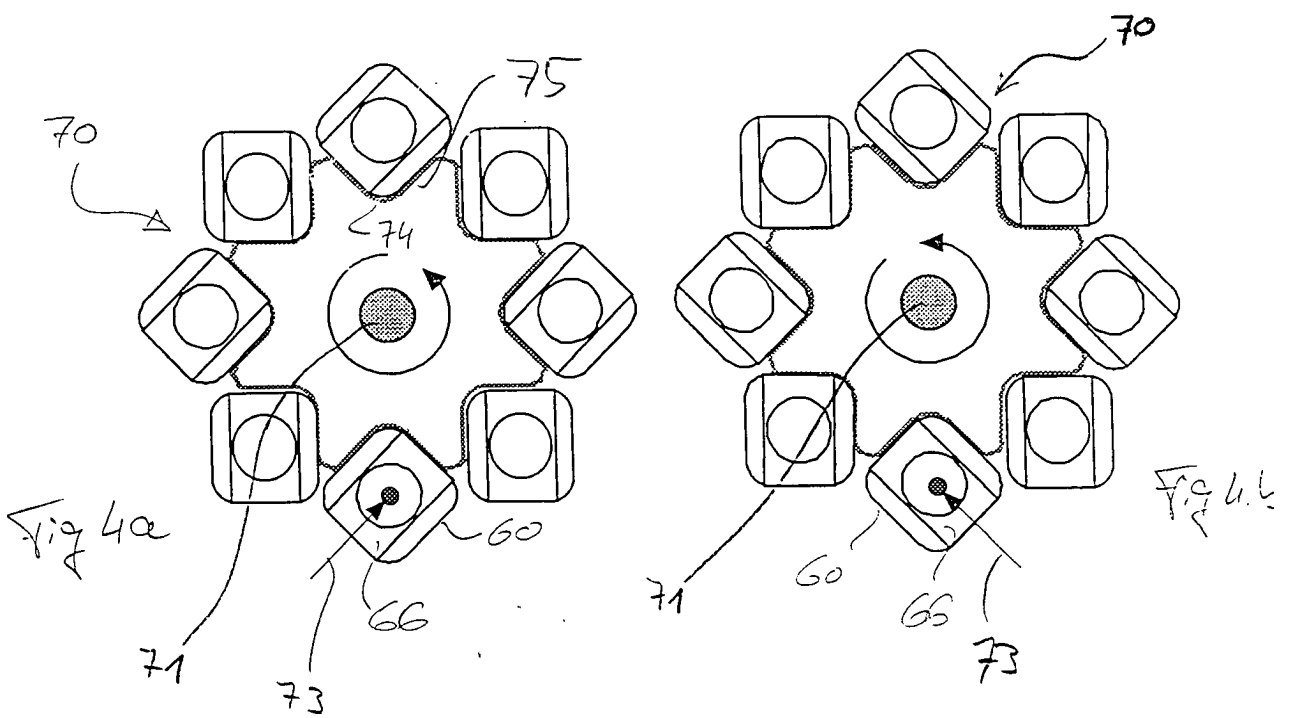
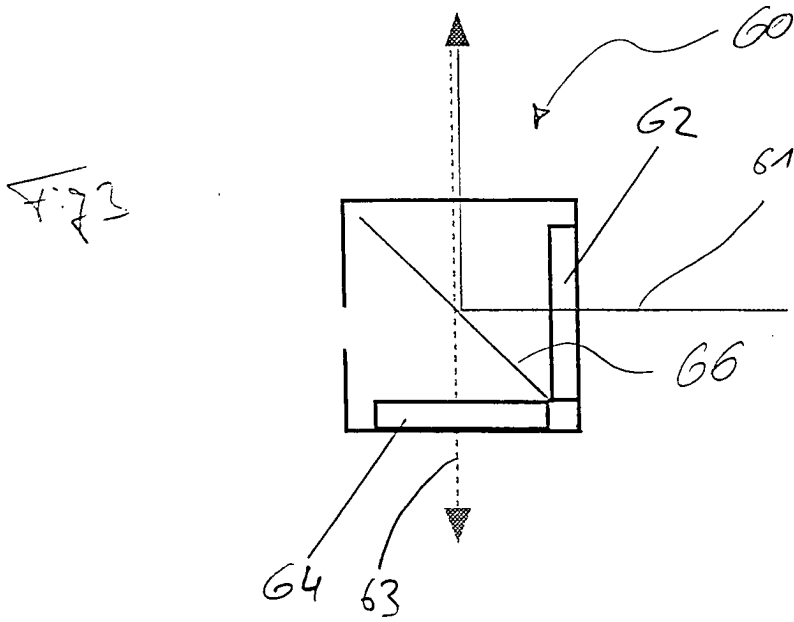


Fig 4c

