(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Februar 2016 (04.02.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/016270 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 21/00 (2006.01) *G02B 21/14* (2006.01)
G02B 21/08 (2006.01) *G02B 21/24* (2006.01)
G02B 27/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/067315

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juli 2015 (28.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 110 606.7 28. Juli 2014 (28.07.2014) DE

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

(72) Erfinder: **EUTENEUER, Peter**; Dahlienweg 13, 35633 Lahnau (DE).

(72) Erfinder: **KRÜGER, Ralf** *(verstorben)*.

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

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

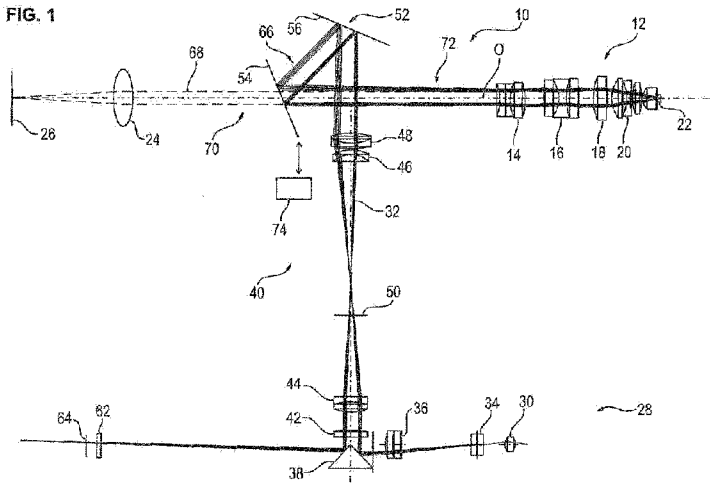
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: MICROSCOPE HAVING A BEAM SPLITTER ASSEMBLY

(54) **Bezeichnung** : MIKROSKOP MIT EINER STRAHLTEILERANORDNUNG

FIG. 1



(57) **Abstract**: The invention relates to a microscope (10), comprising a light source or a plurality of light sources (30), which individually or jointly produce an illumination beam path having light in a plurality of wavelength ranges, a dichroic beam splitter assembly (52) having a dichroic mirror surface (54), which dichroic mirror surface is arranged between an objective optical unit (12) and a tubular lens (24) in a beam path segment (72) comprising a plurality of wavelength ranges and which produces a reflection partial beam (32) in the direction of a reflection beam path (66) by means of reflection and a transmission partial beam (68) in the direction of a transmission beam path (70) by means of transmission, the transmitted wavelength range of which transmission beam path is different from the reflected wavelength range of the reflection partial beam (32), wherein the beam splitter assembly (52) changes the propagation direction of the reflection partial beam (32) in relation to the illumination beam path by a predetermined deflection angle (a). The dichroic mirror surface (54) is arranged at an angle of 22.5 ± 7.5° in the beam path segment (72), and the beam splitter assembly (52) has at least one further mirror (56), which is arranged in the reflection beam path (66), wherein the propagation direction of the reflection partial beam (32) is changed by the predetermined deflection angle (a) by means of the sum of all reflections at the dichroic mirror surface (54) and at the at least one further mirror (56).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/016270 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

Beschrieben ist ein Mikroskop (10), umfassend eine Lichtquelle oder mehrere Lichtquellen (30), die einzeln oder gemeinsam einen Beleuchtungsstrahlengang mit Licht in mehreren Wellenlängenbereichen erzeugen, eine dichroitische Strahlteileranordnung (52) mit einer dichroitischen Spiegelfläche (54), die zwischen einer Objektivoptik (12) und einer Tubuslinse (24) in einem mehrere Wellenlängenbereiche umfassenden Strahlengangabschnitt (72) angeordnet ist, und die durch Reflexion einen Reflexions-Teilstrahl (32) in Richtung eines Reflexionsstrahlengangs (66) erzeugt und durch Transmission einen Transmissions-Teilstrahl (68) in Richtung eines Transmissionsstrahlengangs (70) erzeugt, dessen transmittierter Wellenlängenbereich von dem reflektierten Wellenlängenbereich des Reflexions-Teilstrahls (32) verschieden ist, wobei die Strahlteileranordnung (52) die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) gegenüber dem Beleuchtungsstrahlengang um einen vorbestimmten Ablenkwinkel (a) ändert. Die dichroitische Spiegelfläche (54) ist unter einem Winkel von 22,5 ± 7,5° im Strahlengangabschnitt (72) angeordnet, und die Strahlteileranordnung (52) weist mindestens einen weiteren, in dem Reflexionsstrahlengang (66) angeordneten Spiegel (56) auf, wobei die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) durch die Summe aller Reflexionen an der dichroitischen Spiegelfläche (54) und dem mindestens einen weiteren Spiegel (56) um den vorbestimmten Ablenkwinkel (a) geändert ist.

Mikroskop mit einer Strahlteileranordnung

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In modernen Mikroskopen, z.B. inversen Forschungsmikroskopen, werden für die unterschiedlichsten Experimente zusätzliche Lichtquellen zu Beleuchtungs-, Manipulations- und Messzwecken in den Abbildungsstrahlengang, vorzugsweise in den Unendlichstrahlengang zwischen Objektiv und Tubuslinse, eingekoppelt. Außerdem sind in solchen Mikroskopen in der Regel Mittel vorgesehen, die dazu dienen, bestimmte spektrale Anteile des von der Probe stammenden Abbildungslichtes auszukoppeln. Als Lichtquellen werden üblicherweise Laser verwendet, deren Laserlicht eine längere oder eine kürzere Wellenlänge als das eigentliche Detektionslicht aufweist. Die Einkopplung bzw. Auskopplung des Lichtes erfolgt in der Regel in einer rechtwinkligen Anordnung, in der die optischen Achsen der Strahlengänge, in denen sich zum einen das ein- bzw. ausgekoppelte Licht und zum anderen das Detektionslicht ausbreiten, unter einem Winkel von 90° zueinander angeordnet sind.

Ein Beispiel für ein entsprechend ausgebildetes Mikroskop ist in der US 7 071 451 B2 beschrieben. Dieses Mikroskop enthält ein Autofokusmodul mit einer Laserlichtquelle, die einen ersten Lichtstrahl, im Folgenden als Reflexions-Teilstrahl bezeichnet, aussendet, dessen Wellenlänge im Infrarotbereich des Wellenlängenspektrums liegt. Dieser Reflexions-Teilstrahl fällt auf einen Spiegel, der mit einer dichroitischen Spiegelfläche versehen ist. Diese ist so ausgebildet, dass sie den ersten Reflexions-Teilstrahl auf die zu untersuchende Probe reflektiert. Mit der Reflexion an der dichroitischen Spiegelfläche ändert der Reflexions-Teilstrahl seine Ausbreitungsrichtung um einen Ablenkwinkel von 90°. Das Autofokusmodul erfasst an Hand des an der Probe reflektierten Reflexion-Teilstrahls ein Signal, an Hand dessen die Abbildungsoptik des Mikroskops fokussiert wird. Hierzu wird der von der Probe kommende Reflexions-Teilstrahl wieder an der dichroitischen Spiegelfläche reflektiert, um ihn in das Autofokusmodul zu leiten.

Während die bei diesem vorbekannten Mikroskop verwendete dichroitische Spiegelfläche also Infrarotlicht reflektiert, lässt sie Detektionslicht im sichtbaren Bereich durch. Somit ist neben dem Reflexions-Teilstrahl ein zweiter Lichtstrahl in Form des von der Probe ausgehenden Detektionslichts vorgesehen, der die dichroitische Spiegelfläche transmittiert. Dieser zweite Lichtstrahl wird im Folgenden als Transmissions-Teilstrahl bezeichnet. Die dichroitische Spiegelfläche führt somit die beiden Strahlengänge, in denen sich der Reflexions-Teilstrahl und der Transmissions-Teilstrahl ausbreiten, zusammen. Demzufolge weisen die beiden Strahlengänge einen gemeinsamen Strahlengangabschnitt auf, der zwischen der dichroitischen Spiegelfläche und der Probe liegt. Dabei ist die dichroitische Spiegelfläche so angeordnet, dass ihre Flächennormale unter einem Winkel von 45° gegenüber der optischen Achse dieses gemeinsamen Strahlengangabschnittes angeordnet ist.

Diese im Stand der Technik vorgesehene Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche, im Folgenden auch einfach als 45°-Anordnung bezeichnet, ist einfach zu realisieren. Sie bringt jedoch auch eine Reihe von Nachteilen mit sich. So beeinträchtigt die 45°-Anordnung die Polarisationsneutralität der dichroitischen Spiegelfläche, d.h. deren Eigenschaft, den Polarisationszustand der reflektierten und transmittierten Anteile des auf die Spiegelfläche fallenden Lichtes unverändert zu lassen. Diese Polarisationsneutralität ist nämlich umso schwieriger zu realisieren, je stärker die Flächennormale der dichroitischen Spiegelfläche gegenüber der Lichteinfallsrichtung geneigt ist. Somit nimmt die negative Beeinflussung polarisationsoptischer Anwendungen mit größer werdendem Neigungswinkel zu. Als Beispiel für eine solche, durch die 45°-Anordnung negativ beeinflusste Anwendung ist die Differenzialdifferenzkontrast- oder kurz DIC-Methode zu nennen, bei der Unterschiede in der optischen Weglänge im betrachteten Objekt in Bildhelligkeitsunterschiede umgewandelt und dadurch transparente Phasenobjekte sichtbar gemacht werden.

Zudem ist es bei einer 45°-Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche schwierig, eine scharfe Trennung der beiden Spektralbereiche zu realisieren, in denen die Spiegelfläche reflektiert bzw. transmittiert. So beruht die gewünschte Reflexions-/Transmissionswirkung einer dichroitischen Spiegelfläche üblicherweise auf einer planmäßig eingestellten Interferenz der Lichtwellen, die durch eine entsprechende

Schichtstruktur erzeugt wird, die z.B. auf eine transparente, planparallele Platte aufgebracht ist. Je größer der Winkel zwischen der Flächennormalen dieser Schichtstruktur und der Lichteinfallsrichtung ist, desto schwieriger ist es, mit Hilfe der Schichtstruktur eine scharfe Trennung der Spektralbereiche zu erzielen. Diesem Problem wird im Stand der Technik häufig dadurch entgegengewirkt, dass zusätzliche optische Bauelemente vorgesehen werden, um den Reflexionsbereich und den Transmissionsbereich scharf voneinander zu trennen. In der US 7 071 451 B2 ist hierzu beispielsweise ein zusätzlicher Infrarot-Sperrfilter vorgesehen, der der dichroitischen Spiegelfläche im Strahlengang des transmittierten Detektionslichtes nachgeordnet ist.

Schließlich wirkt sich die herkömmlicherweise genutzte 45°-Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche auch dann nachteilig aus, wenn diese zur Erhöhung der Anwendungsflexibilität des Mikroskops so ausgebildet sein soll, dass sie je nach Anwendung in den Mikroskopstrahlengang eingebracht oder aus diesem entfernt werden kann. In diesem Fall tritt bei einer 45°-Anordnung zwischen den beiden Betriebszuständen, in denen die dichroitische Spiegelfläche im Strahlengang des Mikroskops angeordnet ist oder nicht, ein vergleichsweise großer Versatz der optischen Achse des Strahlenganges auf, der die Qualität der optischen Abbildung beeinträchtigen kann oder durch weitere Bauelemente ausgeglichen werden muss.

Zum Stand der Technik wird ergänzend auf die DE 42 31 267 B4 verwiesen, in der eine als „Smith-Teiler“ bekannte Spiegelanordnung beschrieben ist. Diese Spiegelanordnung besteht aus zwei Spiegeln, von denen einer aus einer Teilerfläche gebildet ist, die nicht unter 45°, sondern unter 22,5° gegenüber der optischen Achse angeordnet ist. Jedoch ist diese Teilerfläche als Neutralteiler mit wellenlängenunabhängiger Reflexions- bzw. Transmissionswirkung ausgeführt. Sie ist deshalb nicht geeignet, verschiedene spektrale Anteile voneinander zu trennen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Mikroskop eingangs beschriebener Art so weiterzubilden, dass mit verringertem technischem Aufwand eine präzise Trennung der Spektralbereiche unter Vermeidung der vorstehend beschriebenen Nachteile möglich ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch das Mikroskop mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein solches Mikroskop umfasst eine Lichtquelle oder mehrere Lichtquellen, die einzeln oder gemeinsam einen Beleuchtungsstrahlengang mit Licht in mehreren Wellenlängenbereichen erzeugen, eine dichroitische Strahlteileranordnung mit einer dichroitischen Spiegelfläche, die zwischen einer Objektivoptik und einer Tubuslinse in einem mehrere Wellenlängenbereiche umfassenden Strahlengangabschnitt angeordnet ist und die durch Reflexion einen Reflexions-Teilstrahl in Richtung eines Reflexionsstrahlenganges erzeugt und durch Transmission einen Transmissions-Teilstrahl in Richtung eines Transmissionsstrahlenganges erzeugt, dessen transmittierter Wellenlängenbereich von dem reflektierten Wellenlängenbereich des Reflexions-Teilstrahls verschieden ist, wobei die Strahlteileranordnung die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls gegenüber dem Beleuchtungsstrahlengang um einen vorbestimmten Ablenkwinkel ändert. Erfindungsgemäß ist die dichroitische Spiegelfläche unter einem Winkel von 22,5 ± 7,5° im Strahlengangabschnitt angeordnet. Die Strahlteileranordnung weist mindestens einen weiteren, in dem Reflexionsstrahlengang angeordneten Spiegel auf. Die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls ist durch die Summe aller Reflexionen an der dichroitischen Spiegelfläche und dem mindestens einen weiteren Spiegel um den vorbestimmten Ablenkwinkel geändert.

Erfindungsgemäß weist das Mikroskop also eine dichroitische Strahlteileranordnung mit einer dichroitischen Spiegelfläche auf, die einen sich längs eines Reflexionsstrahlengangs ausbreitenden Reflexions-Teilstrahl reflektiert und einen sich längs eines Transmissionsstrahlengangs ausbreitenden Transmissions-Teilstrahl, dessen Wellenlänge von der Wellenlänge des Reflexions-Teilstrahls verschieden ist, transmittiert. Ferner weist das Mikroskop mindestens einen weiteren Spiegel auf, der in dem Reflexionsstrahlengang außerhalb des gemeinsamen Strahlengangabschnitts, den der Reflexionsstrahlengang und der Transmissionsstrahlengang aufweisen, angeordnet ist. Dieser weitere Spiegel bildet mit der dichroitischen Spiegelfläche eine reflektierende Anordnung, die den Reflexions-Teilstrahl in aufeinanderfolgenden Reflexionen so umlenkt, dass der gewünschte Ablenkwinkel erzielt wird. Unter

Ablenkwinkel ist dabei der Winkel zwischen der Ausbreitungsrichtung des in die Strahlteileranordnung eintretenden Lichtstrahls und der Ausbreitungsrichtung des die Strahlteileranordnung verlassenden Lichtstrahls gemeint.

Durch das Vorsehen eines weiteren Spiegels ist es möglich, die dichroitische Spiegelfläche so auszurichten, dass ihre Flächennormale gegenüber der optischen Achse des gemeinsamen Strahlengangabschnitts unter einem Winkel von 22,5 ± 7,5° geneigt ist, Die Erfindung ermöglicht es also, in Abkehr von der herkömmlichen 45°-Anordnung die dichroitische Spiegelfläche unter einen kleineren Winkel als 45° gegenüber der optischen Achse des gemeinsamen Strahlengangabschnitts auszurichten. Je kleiner dieser Winkel ist, desto einfacher lässt sich die gewünschte scharfe Trennung der Spektralbereiche mit einer Schichtstruktur, wie sie üblicherweise zur Realisierung einer dichroitischen Spiegelfläche verwendet wird, erzielen. Insbesondere ermöglicht die erfindungsgemäße Anordnung die scharfe Trennung der Spektralbereiche, ohne hierzu weitere optische Bauelemente wie z.B. einen Infrarot-Sperrfilter vorsehen zu müssen. Diese scharfe Trennung ist insbesondere für Fluoreszenzanwendungen an lebenden Zellen notwendig, wo höchstempfindliche Kameras eingesetzt werden. Restlicht aus anderen Spektralbereichen würde hier als sehr störende Untergrundstrukturen wahrnehmen werden.

Indem die Erfindung vorsieht, die Flächennormale der dichroitischen Spiegelfläche unter einem kleineren Winkel als üblich gegenüber der optischen Achse des gemeinsamen Strahlengangabschnitts auszurichten, ist es auch möglich, die gewünschte Polarisationsneutralität der dichroitischen Spiegelfläche zu gewährleisten. Damit ist das erfindungsgemäße Mikroskop besonders gewinnbringend in sämtlichen polarisationsoptischen Anwendungen, z.B. in dem DIC-Verfahren, verwendbar.

Die erfindungsgemäße Ausrichtung der dichroitischen Spiegelfläche bewirkt ferner, dass die Ausdehnung der Spiegelfläche längs der optischen Achse des Strahlengangs kleiner ist, als dies bei der herkömmlichen 45°-Anordnung der Fall ist. Damit erfordert die dichroitische Spiegelfläche längs der optischen Achse einen geringeren Bauraum als in der 45°-Anordnung. Dies begünstigt einen besonders kompakten Mikroskopaufbau, was sich insbesondere bei der Dimensionierung des

abstandssensiblen Bereichs zwischen der Objektivoptik und der Tubuslinse, in dem sich die dichroitische Strahlteileranordnung üblicherweise befindet, vorteilhaft auswirkt.

Soll die dichroitische Spiegelfläche so ausgebildet sein, dass sie zur Erhöhung der Anwendungsflexibilität in den Strahlengang einbringbar und aus diesem entfernbar ist, so wird durch die erfindungsgemäße Ausrichtung der Spiegelfläche der Versatz der optischen Achse des Strahlengangs verringert, der zwischen den beiden Betriebszuständen auftritt, in denen die Spiegelfläche in dem Strahlengang angeordnet bzw. aus diesem entfernt ist. Außerdem wirkt sich auch hier der geringere Bauraum längs der optischen Achse günstig aus.

In der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist die Flächennormale der dichroitischen Spiegelfläche gegenüber der optischen Achse des gemeinsamen Strahlengangabschnittes im Vergleich zu der üblicherweise verwendeten 45°-Anordnung nur halb so stark geneigt. Eine solche Anordnung unter 22,5° hat sich insbesondere im Hinblick auf die gewünschte scharfe Trennung der Spektralbereiche als auch im Hinblick auf die gewünschte Polarisationsneutralität als günstig erwiesen.

Es versteht sich von selbst, dass die erfindungsgemäße Lösung nicht genau auf die vorstehend genannte 22,5°-Anordnung beschränkt ist. Demnach kann der Winkel, unter dem die dichroitische Spiegelfläche gegenüber der optischen Achse des gemeinsamen Strahlengangabschnitts angeordnet ist, in einem Toleranzbereich von ± 7,5° variiert werden. Damit ist immer noch sichergestellt, dass er kleiner als der üblicherweise vorgesehene Winkel von 45° ist. Somit werden die beabsichtigten technischen Wirkungen, nämlich ein reduzierter Strahlversatz, eine scharfe Trennung der Spektralbereiche und/oder eine weitgehende Polarisationsneutralität erzielt.

Vorzugsweise ist genau ein weiterer Spiegel vorgesehen. Die erfindungsgemäße Strahlteileranordnung besteht in diesem Fall nur aus zwei Spiegelflächen, wodurch der optische Aufbau einfach gehalten werden kann.

Vorzugsweise weist das erfindungsgemäße Mikroskop eine Stellvorrichtung zum Entfernen und Einbringen der dichroitischen Spiegelfläche aus dem bzw. in den

Strahlengangabschnitt auf. Dadurch wird die Anwendungsflexibilität des Mikroskops erhöht.

Während die dichroitische Spiegelfläche in einer besonders bevorzugten Ausgestaltung gleichsam als schaltbare Teilerfläche ausgebildet ist, d.h. je nach Anwendung in den Strahlengangabschnitt eingebracht und aus diesem entfernt werden kann, ist es vorteilhaft, den weiteren Spiegel fest in dem Mikroskop anzubringen, z.B. in dessen Stativ. Dies ist möglich, da sich der weitere Spiegel außerhalb des gemeinsamen Strahlengangabschnitts befindet. In einem Betriebszustand, in dem die dichroitische Spiegelfläche aus dem Strahlengangabschnitt entfernt ist, ist somit auch der weitere Spiegel funktionslos.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung ist ein Autofokusmodul mit einer Autofokus-Lichtquelle vorgesehen, die Autofokus-Licht auf die Strahlteileranordnung aussendet. Diese Ausführung kann beispielsweise in der Weise realisiert sein, dass die dichroitische Spiegelfläche, die ansonsten aus dem Strahlengangabschnitt entfernt ist, zur Inbetriebnahme des Autofokusmoduls in den Strahlengangabschnitt eingebracht wird. Die Autofokus-Lichtquelle des Autofokusmoduls sendet dabei vorzugsweise den Reflexions-Teilstrahl in Form von Licht aus, dessen Wellenlänge im Infrarotbereich liegt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die dichroitische Spiegelfläche in einem Unendlichstrahlengang angeordnet. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die dichroitische Spiegelfläche als schaltbares Element ausgeführt sein soll, d.h. je nach Anwendung in den Strahlengangabschnitt eingebracht oder aus diesem entfernt wird.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung mit Komponenten eines Mikroskops, das ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

Figur 2 eine schematische Darstellung der in dem Mikroskop nach Figur 1 vorgesehenen dichroitischen Strahlteileranordnung;

Figur 3 eine schematische Darstellung eines Mikroskops als Vergleichsbeispiel;

Figur 4 eine schematische Darstellung der in dem Mikroskop nach Figur 3 verwendeten dichroitischen Strahlteileranordnung;

Figur 5 einen Graphen, der die wellenlängenabhängige Transmission der in dem Mikroskop nach Figur 1 verwendeten dichroitischen Spiegelfläche zeigt;

Figur 6a einen Graphen, der die wellenlängenabhängige Transmission einer im Stand der Technik verwendeten dichroitischen Spiegelfläche als Vergleichsbeispiel zeigt;

Figur 6b einen Graphen, der die wellenlängenabhängige Transmission eines im Stand der Technik verwendeten Infrarot-Sperrfilters zeigt; und

Figur 7 einen Graphen, der die Winkelabhängigkeit der Polarisationsneutralität am Beispiel der Reflexion an einer Glasplatte veranschaulicht.

Figur 1 zeigt ein Mikroskop 10, das ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt. Dabei sind in Figur 1 nur Komponenten des Mikroskops 10 dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung erforderlich sind.

Das Mikroskop 10 nach Figur 1 umfasst eine Objektivoptik 12, die aus mehreren Linsengruppen 14, 16, 18 und 20 gebildet ist. Die Objektivoptik 12 dient dazu, eine Probe 22 über eine Tubuslinse 24 in eine Zwischenbildebene 26 abzubilden.

Das Mikroskop 10 umfasst ferner ein Autofokusmodul 28, das die Funktion hat, die Objektivoptik 12 in an sich bekannter Weise auf die Probe 22 zu fokussieren. Das Autofokusmodul 28 hat eine Laserlichtquelle 30, die einen Reflexions-Teilstrahl 32 aussendet, dessen Wellenlänge im Infrarotbereich liegt. Der von der Laserlichtquelle 30 ausgesendete Reflexions-Teilstrahl32 tritt durch ein Sperrfilter 34, der diejenigen

Spektralanteile des Reflexions-Teilstrahls 32 ausfiltert, die im sichtbaren Wellenlängenspektrum liegen. Der Reflexions-Teilstrahl32 tritt dann durch eine Kollektorlinse 31 und eine Feldlinse 36 und wird an einem Spiegelelement 38 in ein optisches Übertragungssystem 40 reflektiert, das aus mehreren Linsengruppen 42, 44, 46 und 48 sowie einer Blende 50 gebildet ist.

Nach Durchtritt durch das optische Übertragungssystem 40 fällt der Reflexions-Teilstrahl32 auf eine dichroitische Strahlteileranordnung 52, die aus einer dichroitischen Spiegelfläche 54 und einem Spiegel 56 gebildet ist. Die dichroitische Strahlteileranordnung 52 ist in Figur 2 nochmals genauer dargestellt. Wie in Figur 2 gezeigt, ist die dichroitische Spiegelfläche 54 als Schichtstruktur auf einer transparenten, planparallelen Trägerplatte 58 aufgebracht. Der totalreflektierende Spiegel 56 ist auf einer weiteren planparallelen Trägerplatte 60 vorgesehen.

Der Reflexions-Teilstrahl 32 wird zunächst an dem Spiegel 56 und anschließend an der dichroitischen ersten Spiegelfläche 54 reflektiert. Während der Spiegel 56 totalreflektierend ausgebildet ist, ist die dichroitische Spiegelfläche 54 beispielsweise in Form einer Schichtstruktur so ausgeführt, dass sie den Reflexions-Teilstrahl 32, dessen Wellenlänge im Infrarotbereich liegt, reflektiert, während sie Licht, dessen Wellenlänge im sichtbaren Bereich liegt, transmittiert.

Nach Reflexion an der dichroitischen Spiegelfläche 54 gelangt der Reflexions-Teilstrahl 32 in die Objektivoptik 12 und wird von dieser auf die Probe 22 fokussiert. Der an der Probe 22 reflektierte Teil des Reflexions-Teilstrahls 32 gelangt über die Objektivoptik 12 zurück zu der dichroitischen Spiegelfläche 54, die den Reflexions-Teilstrahl 32 auf die zweite Spiegelfläche 56 umlenkt. Diese reflektiert den Reflexions-Teilstrahl 32 zurück in das Übertragungssystem 40. Der Reflexions-Teilstrahl 32 wird dann an dem Spiegelelement 38 mittels Pupillenteilung reflektiert und durch einen Filter 62 auf den Detektor 64 abgebildet. Der Filter 62 und der Detektor 64 sind Teil des Autofokusmoduls 28. Letzteres wertet ein Signal, das der Reflexions-Teilstrahl32 auf dem Detektor 64 erzeugt, aus und steuert über dieses Signal eine Fokussiereinrichtung, um die Objektivoptik 12 auf die Probe 22 scharf zu stellen. Die für diese Ansteuerung vorgesehenen Komponenten sind in Figur 1 weggelassen.

Der Reflexions-Teilstrahl 32 breitet sich in dem Mikroskop 10 längs eines Reflexionsstrahlengangs aus, der in Figur 1 allgemein mit 66 bezeichnet ist. Demgegenüber breitet sich das von der Probe 22 kommende Detektionslicht, das über die Objektivoptik 12 und die Tubuslinse 24 auf die Zwischenbildebene 26 geleitet wird, in Form eines Transmissions-Teilstrahls 68 längs eines in Figur 1 mit 70 bezeichneten Transmissionsstrahlengangs aus. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel soll die Wellenlänge dieses Transmissions-Teilstrahls im sichtbaren Wellenlängenspektrum liegen. Demgemäß ist die dichroitische Spiegelfläche 54 so ausgebildet, dass sie Licht, dessen Wellenlänge im sichtbaren Bereich liegt, transmittiert.

Der Reflexionsstrahlengang 66 und der Transmissionsstrahlengang 70 weisen zwischen der dichroitischen Spiegelfläche 54 und der Probe 22 einen in Figur 1 mit 72 bezeichneten gemeinsamen Strahlengangabschnitt mit einer optischen Achse O auf. Wie in Figur 2 gezeigt, steht die optische Achse O dieses gemeinsamen Strahlengangabschnitts 72 so auf der dichroitischen Fläche 54, dass sie mit deren Flächennormalen N_1 einen Winkel ß von 22,5° aufweist. Entsprechend schließt die in Figur 2 mit N2 bezeichnete Flächennormale der zweiten Spiegelfläche 56 mit der Einfallsrichtung des auf sie fallenden Reflexions-Teilstrahls 32 ebenfalls einen Winkel von 22,5° auf, der in Figur 2 mit γ bezeichnet ist. Da an den Spiegelflächen 54 und 56 jeweils der Lichteinfallswinkel gleich dem Lichtausfallswinkel ist, reflektiert die dichroitische Strahlteileranordnung 52 den in sie eintretenden Reflexions-Teilstrahl 32 insgesamt um einen Ablenkungswinkel α = 90° gegenüber einem Beleuchtungsstrahlengang, der in Figur 2 von unten auf den Spiegel 56 gerichtet ist.

Da die von der dichroitischen Spiegelfläche 54 bewirkte Reflexion des Reflexions-Teilstrahls 32 in die Objektivoptik 12 nur während des Betriebs des Autofokusmoduls 28 benötigt wird, ist die Trägerplatte 58, auf der sich die dichroitische Spiegelfläche 54 befindet, aus dem Reflexionsstrahlengang 66 entfernbar. Hierzu ist eine in Figur 1 rein schematisch dargestellte Stellvorrichtung 74 vorgesehen. Ist die Trägerplatte 58 aus dem Reflexionsstrahlengang entfernt, so wird der Reflexions-Teilstrahl 32 nicht in die Objektivoptik 12 eingekoppelt. Demgegenüber ist die Trägerplatte 60, auf der sich die zweite Spiegelfläche 56 befindet, fest in dem Mikroskop 10 angebracht.

In den Figuren 3 und 4 ist ein nicht erfindungsgemäßes Vergleichsbeispiel dargestellt, wie es üblicherweise im Stand der Technik verwendet wird. Dabei sind in den Figuren 3 und 4 Komponenten, die mit den Komponenten des in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiels übereinstimmen, mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Vergleichsbeispiel nach den Figuren 3 und 4 im Wesentlichen durch die dichroitische Strahlteileranordnung 52. Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Figur 2 erläutert, ist es in dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel durch das Vorsehen des Spiegels 56 möglich, die dichroitische Spiegelfläche 54 so in dem Reflexionsstrahlengang 66 anzuordnen, dass ihre Flächennormale N_1 (nur) den Winkel ß = 22,5° mit der optischen Achse O des gemeinsamen Strahlengangabschnittes 72 einschließt. Demgegenüber ist in dem Vergleichsbeispiel lediglich eine einzige Spiegelfläche, nämlich die mit 54‘ bezeichnete dichroitische Spiegelfläche vorgesehen. Um den Ablenkwinkel α = 90° zu realisieren, ist diese dichroitische Spiegelfläche 54‘ in dem Reflexionsstrahlengang 66 so angeordnet, dass ihre Flächennormal N'_1 einen Winkel ß‘ = 45° mit der optischen Ache O des gemeinsamen Strahlengangabschnittes 72 einschließt. Dies entspricht der eingangs erläuterten, im Stand der Technik üblichen 45°-Anordnung.

Wie ein Vergleich der Figuren 2 und 4 zeigt, hat die in dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel angewandte 22,5°-Anordnung den Vorteil eines geringeren Strahlversatzes x, der zwischen den beiden Betriebszuständen auftritt, in denen die Trägerplatte 58 bzw. 58‘ in dem Reflexionsstrahlengang 66 angeordnet bzw. aus diesem entfernt ist. Um die Größe dieses jeweiligen Strahlversatzes zu veranschaulichen, sei rein beispielhaft angenommen, dass die jeweilige Trägerplatte 58 bzw. 58‘ eine aus BK7 bestehende Platte der Dicke 2mm ist. In diesem Beispiel verringert sich der Strahlversatz von 0,67 mm in der 45°-Anordnung auf 0,28 mm in der erfindungsgemäßen 22,5°-Anordnung.

Einen weiteren Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung veranschaulichen die Figuren 5, 6a und 6b. So zeigt Figur 5 ein Beispiel für die wellenlängenabhängige Transmission der dichroitischen Spiegelfläche 54 in der erfindungsgemäßen 22,5°-Anordnung, die dem entsprechenden Graphen nach Figur 6a gegenüberzustellen ist, der die Transmission der dichroitischen Spiegelfläche 54‘ in der üblichen 45°-Anordnung zeigt (vgl. Figur 4). Wie aus dem Vergleich der Figuren 5 und 6a deutlich wird, ermöglicht die erfindungsgemäße Anordnung eine deutlich schärfere Trennung der betrachteten Spektralbereiche, in diesem Ausführungsbeispiel des sichtbaren Bereichs und des Infrarotbereichs. Demzufolge ist in der üblichen 45°-Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche 54‘ häufig ein Infrarot-Sperrfilter nachgeordnet, dessen wellenlängenabhängige Transmission in Figur 6b dargestellt ist. Ein solches Filter ist in dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht mehr erforderlich.

Schließlich ist in Figur 7 veranschaulicht, wie sich die Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche 54 in dem Reflexionsstrahlengang 66 auf die Polarisationsneutralität auswirkt. Hierzu sind in Figur 7 die Reflexionsgrade R_S und R_P für die Reflexion von senkrecht bzw. parallel polarisiertem Licht an einer Glasplatte dargestellt, die eine Brechzahl von 1,5 aufweist. Wie der Graph nach Figur 7 zeigt, weichen die beiden Reflexionsgrade R_S und R_P umso stärker voneinander ab, je größer der Ablenkwinkel α wird. Dementsprechend ist die erfindungsgemäße 22,5-Anordnung der dichroitischen Spiegelfläche 54 im Hinblick auf die Polarisationsneutralität deutlich besser als die herkömmliche 45°-Anordnung.

Wie schon weiter oben erwähnt, ist die erfindungsgemäße Lösung nicht auf die in dem konkret beschriebenen Ausführungsbeispiel vorgesehene 22,5°-Anordnung beschränkt ist. Der Winkel, unter dem die Flächennormale N_1 der dichroitischen Spiegelfläche 54 gegenüber der optischen Achse O des gemeinsamen Strahlengangabschnitts 72 angeordnet ist, kann auch in einem Bereich von ± 7,5° ein anderer sein, sofern er hinreichend klein ist, um die angestrebten technischen Wirkungen, nämlich einen reduzierten Strahlversatz, eine scharfe Trennung der Spektralbereiche und/oder weitgehende Polarisationsneutralität, zu erzielen.

Bezugszeichenliste

10	Mikroskop
12	Objektivoptik
14, 16, 18, 20	Linsengruppen
22	Probe
24	Tubuslinse
26	Zwischenbildebene
28	Autofokusmodul
30	Laserlichtquelle
31	Kollektorlinse
32	Reflexions-Teilstrahl
34	Sperrfilter
36	Feldlinse
38	Spiegelelement
40	optisches Übertragungssystem
42, 44, 46, 48	Linsengruppen
50	Blende
52	dichroitische Strahlteileranordnung
54	dichroitische erste Spiegelfläche
56	zweite Spiegelfläche
58, 60	Trägerplatten
62	Filter
64	Detektor
66	Reflexionsstrahlengang
68	Transmissions-Teilstrahl
70	Transmissionsstrahlengang
72	gemeinsamer Strahlengangabschnitt
74	Stellvorrichtung
N_1, N_2	Flächennormale
α, ß, γ	Winkel
x	Strahlversatz

Patentansprüche

1. Mikroskop (10), umfassend
   - eine Lichtquelle oder mehrere Lichtquellen (30), die einzeln oder gemeinsam einen Beleuchtungsstrahlengang mit Licht in mehreren Wellenlängenbereichen erzeugen,
   - eine dichroitische Strahlteileranordnung (52) mit einer dichroitischen Spiegelfläche (54), die zwischen einer Objektivoptik (12) und einer Tubuslinse (24) in einem mehrere Wellenlängenbereiche umfassenden Strahlengangabschnitt (72) angeordnet ist,
   - und die durch Reflexion einen Reflexions-Teilstrahl (32) in Richtung eines Reflexionsstrahlengangs (66) erzeugt
   - und durch Transmission einen Transmissions-Teilstrahl (68) in Richtung eines Transmissionsstrahlengangs (70) erzeugt, dessen transmittierter Wellenlängenbereich von dem reflektierten Wellenlängenbereich des Reflexions-Teilstrahls (32) verschieden ist,
   - wobei die Strahlteileranordnung (52) die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) gegenüber dem Beleuchtungsstrahlengang um einen vorbestimmten Ablenkwinkel (α) ändert,

   dadurch gekennzeichnet, dass
   - die dichroitische Spiegelfläche (54) unter einem Winkel von 22,5 ± 7,5° im Strahlengangabschnitt (72) angeordnet ist
   - und die Strahlteileranordnung (52) mindestens einen weiteren, in dem Reflexionsstrahlengang (66) angeordneten Spiegel (56) aufweist,
   - wobei die Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) durch die Summe aller Reflexionen an der dichroitischen Spiegelfläche (54) und dem mindestens einen weiteren Spiegel (56) um den vorbestimmten Ablenkwinkel (α) geändert ist.

2. Mikroskop (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablenkwinkel (α) 90 ° beträgt.

3. Mikroskop (10) nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch genau einen weiteren Spiegel (56).

4. Mikroskop (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitische Spiegelfläche (54) aus einer auf einer planparallelen, transparenten Trägerplatte (58) aufgebrachten Schichtstruktur gebildet ist.

5. Mikroskop (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Stellvorrichtung (74) zum Entfernen und Einbringen der dichroitischen Spiegelfläche (54) aus dem bzw. in den Strahlengangabschnitt (72).

6. Mikroskop (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Spiegel (56) fest in dem Mikroskop (10) angebracht ist.

7. Mikroskop (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Autofokusmodul (40) mit einer Autofokus-Lichtquelle (30), die Autofokus-Licht auf die Strahlteileranordnung (52) aussendet.

8. Mikroskop (10) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das von der Autofokus-Lichtquelle (30) ausgesendete Autofokus-Licht eine im Infrarotbereich liegende Wellenlänge aufweist.

9. Mikroskop (10) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
die Autofokus-Lichtquelle (30) das Autofokus-Licht auf den außerhalb des gemeinsamen Strahlengangabschnitts (72) angeordneten weiteren Spiegel (56) aussendet,
der weitere Spiegel (56) das Autofokus-Licht auf die dichroitische Spiegelfläche (54) reflektiert, und
die dichroitische Spiegelfläche (54) den Reflexions-Teilstrahl (32) in den gemeinsamen Strahlengangabschnitt (72) reflektiert.

10. Mikroskop (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Transmissions-Teilstrahl (68) in dem gemeinsamen Strahlengangabschnitt (72)

entgegen der Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) auf die dichroitische Spiegelfläche (54) fällt.

11. Mikroskop (10) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitische Spiegelfläche (54) der in dem gemeinsamen Strahlengangabschnitt (72) angeordneten Objektivoptik (12) in Ausbreitungsrichtung des Reflexions-Teilstrahls (32) vorgeordnet ist.

12. Mikroskop (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dichroitische Spiegelfläche (54) in einem Unendlichstrahlengang angeordnet ist.

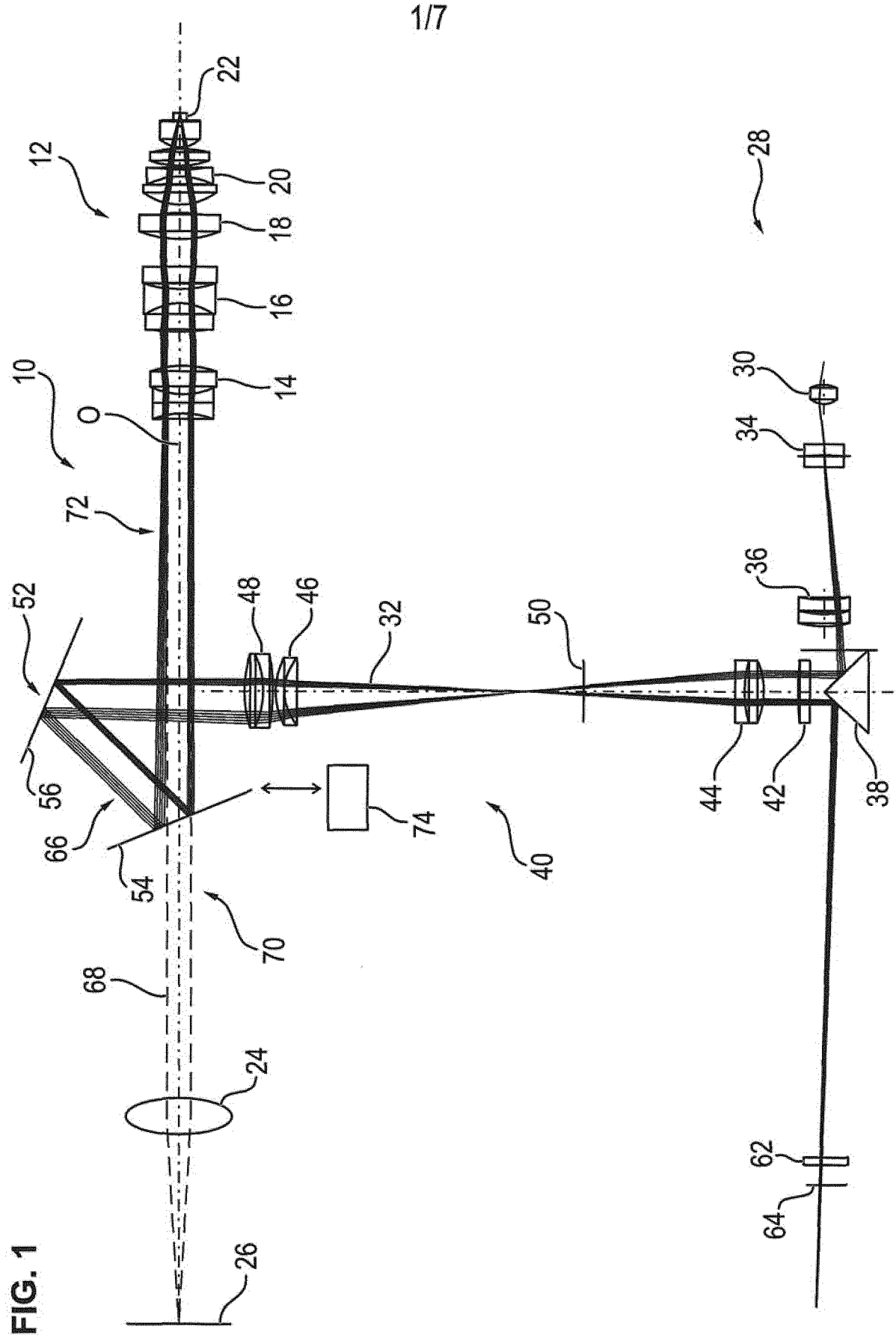
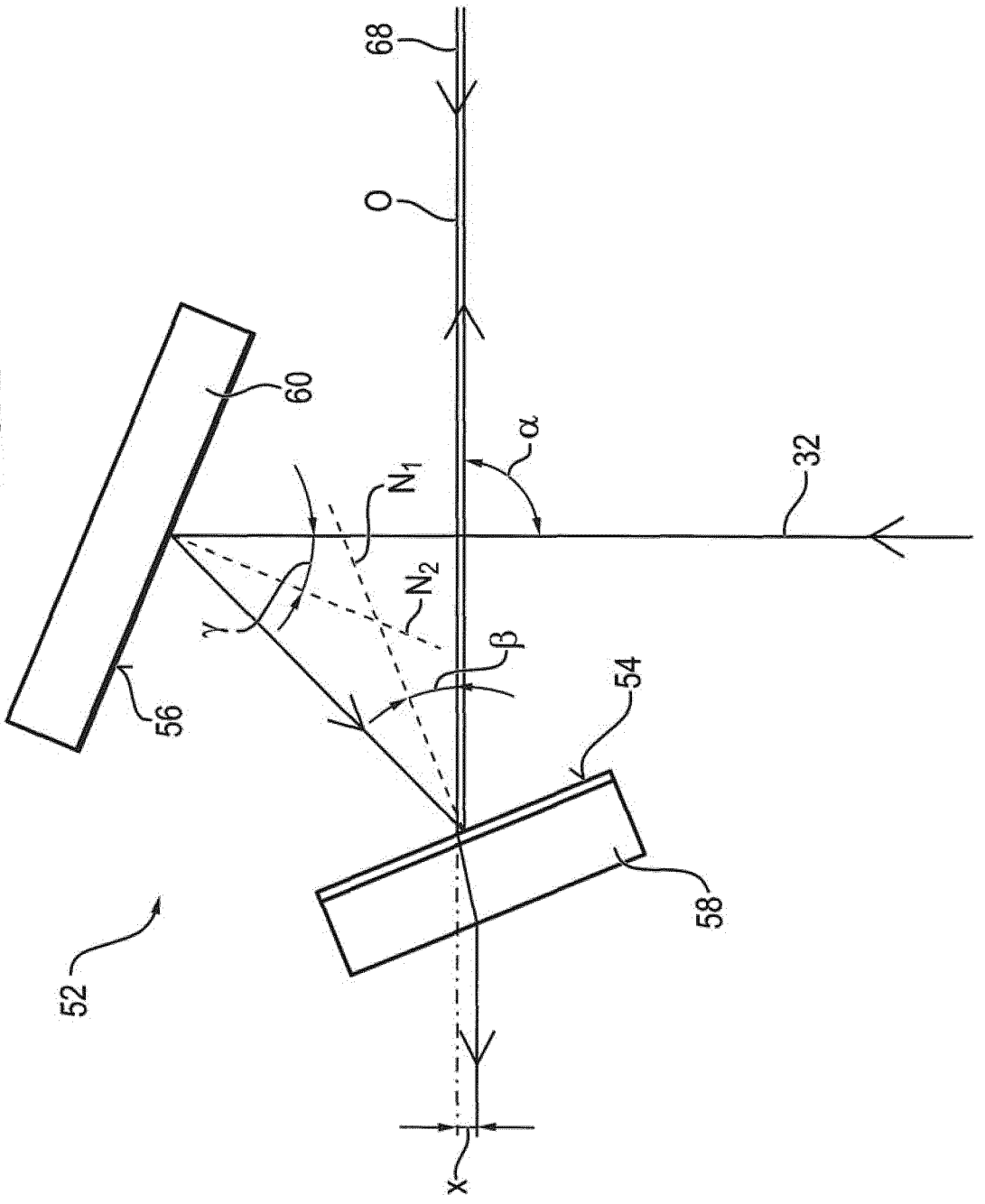

22
12
20
18
16
14
10
O
72
52
48
46
32
50
28
30
34
36
56
66
54
74
40
44
42
38
70
68
24
26
62
64

FIG. 1

FIG. 2



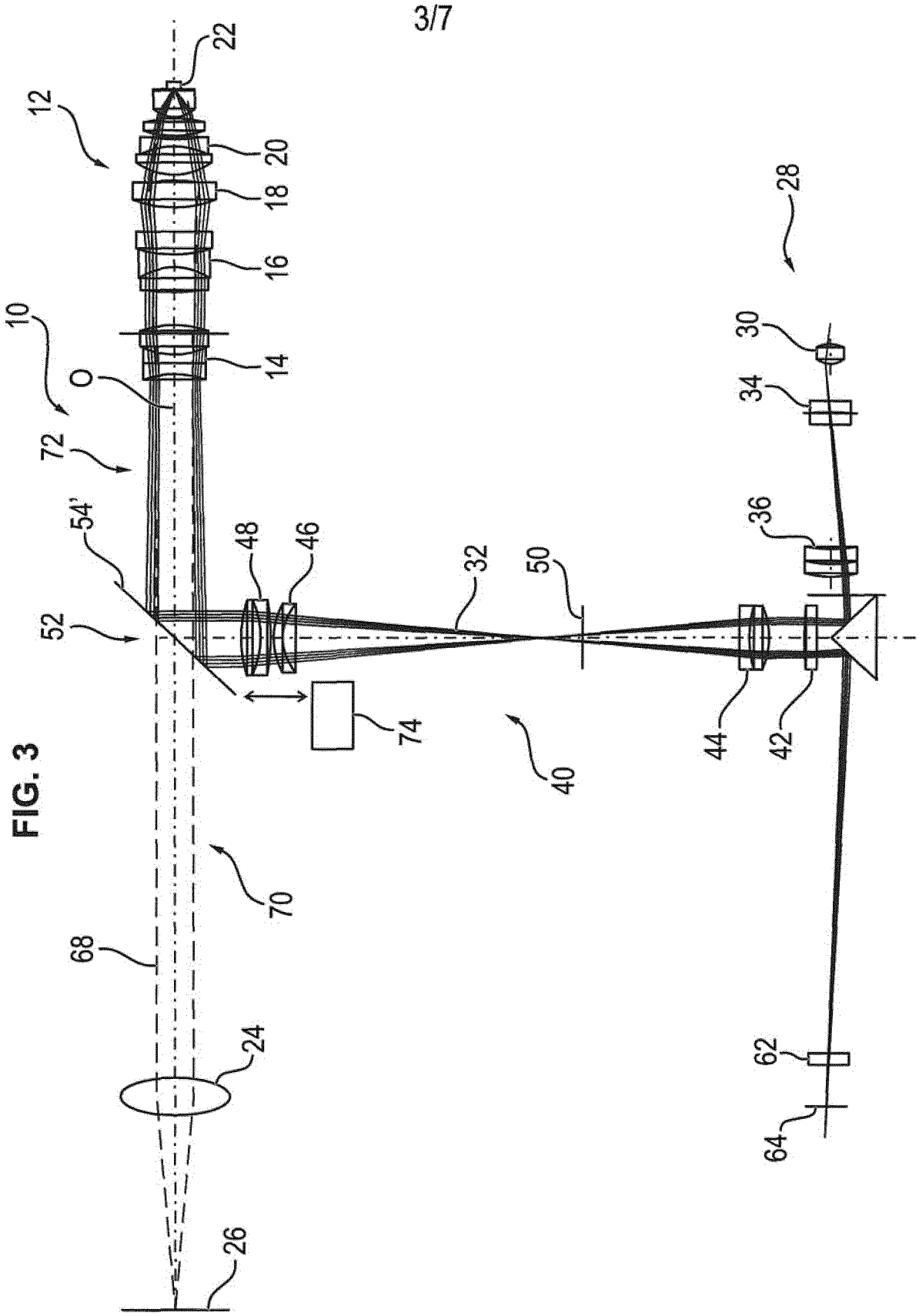

22
12
20
18
16
10
14
O
72
54'
48
46
32
50
52
74
40
28
30
34
36
44
42
62
64
68
70
24
26

FIG. 3

FIG. 4

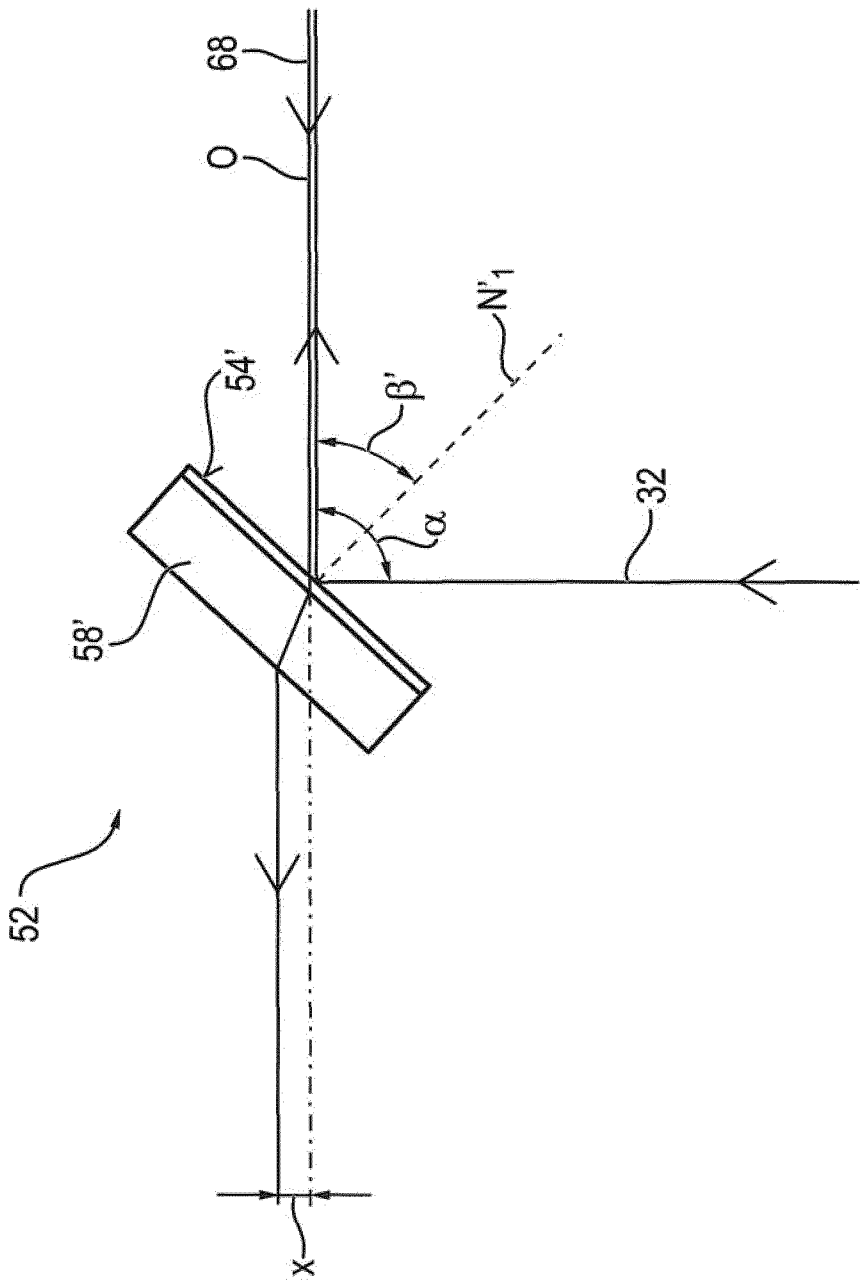


FIG. 5

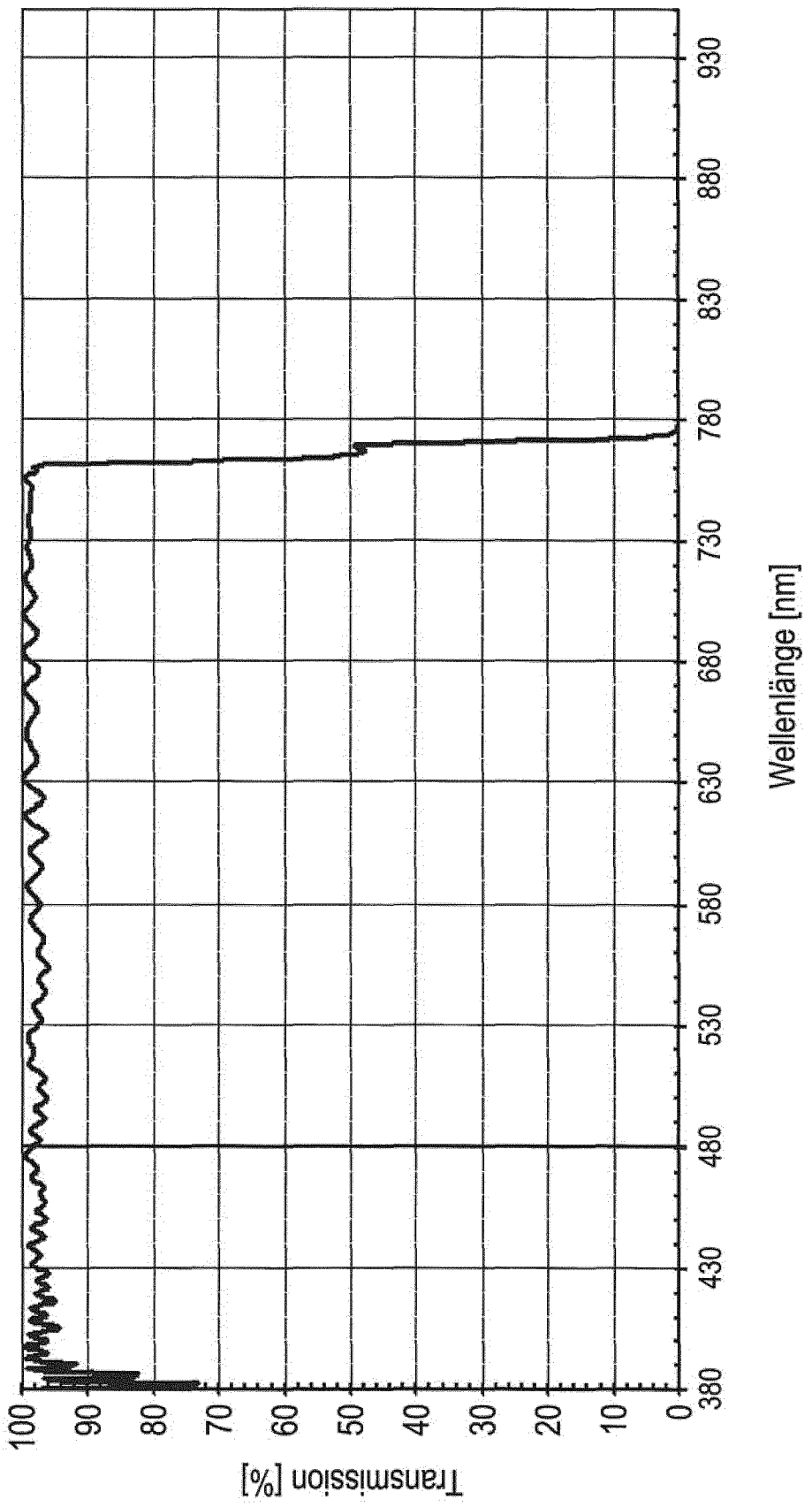

Transmission [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
380
430
480
530
580
630
680
730
780
830
880
930
Wellenlänge [nm]

FIG. 6a

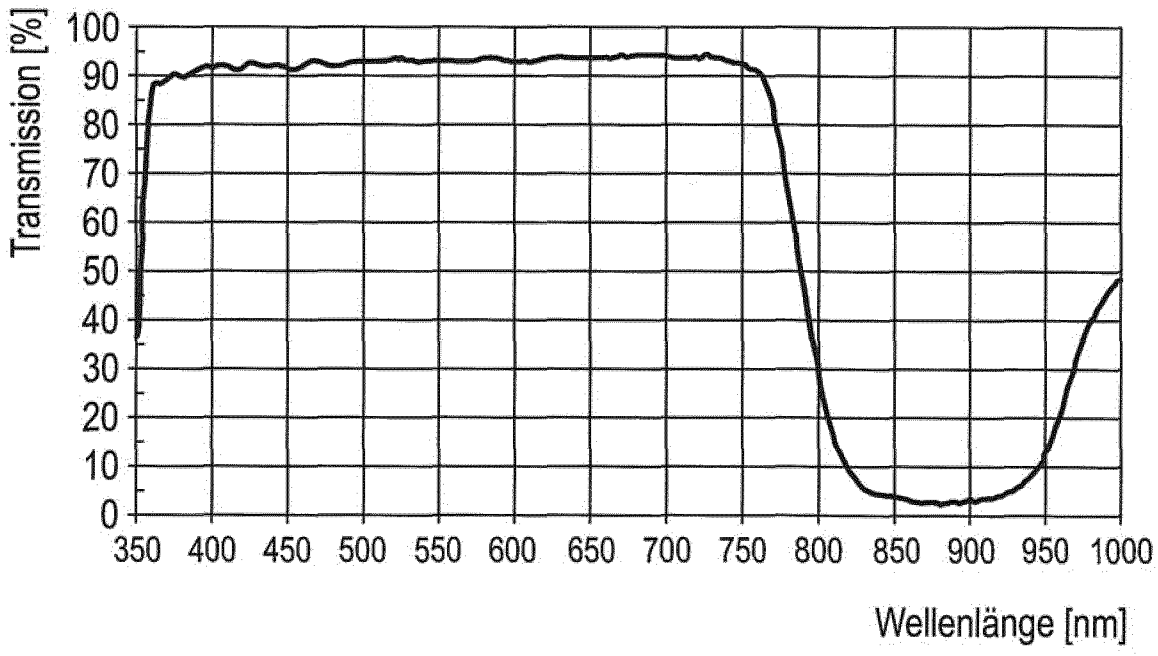

Transmission [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000
Wellenlänge [nm]

FIG. 6b

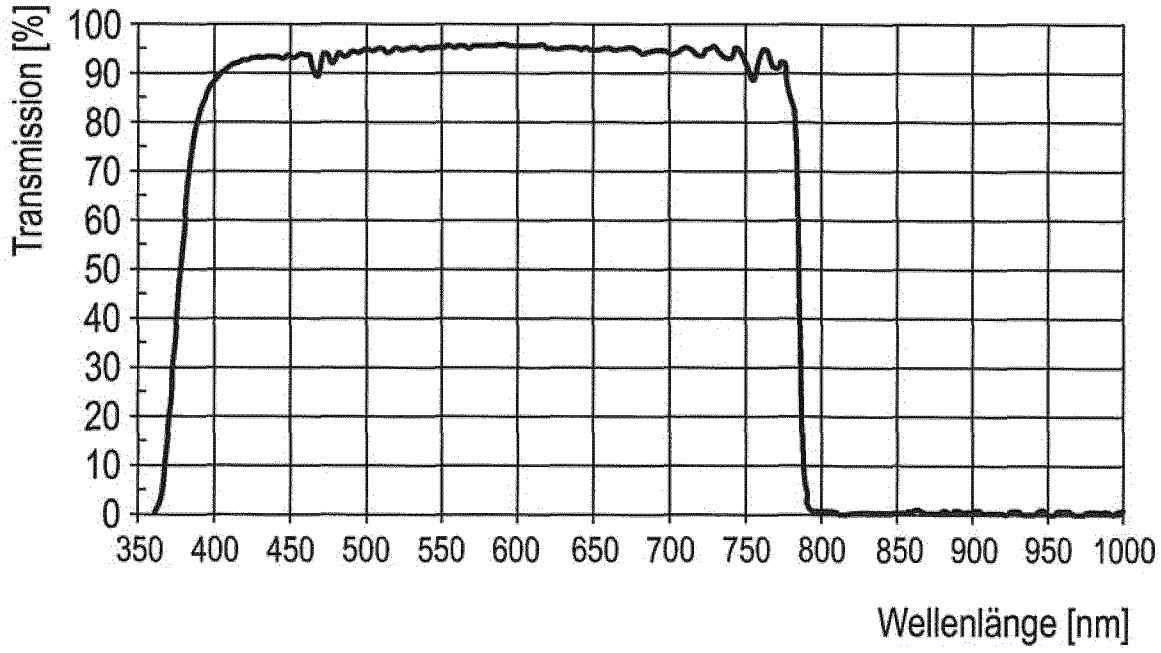
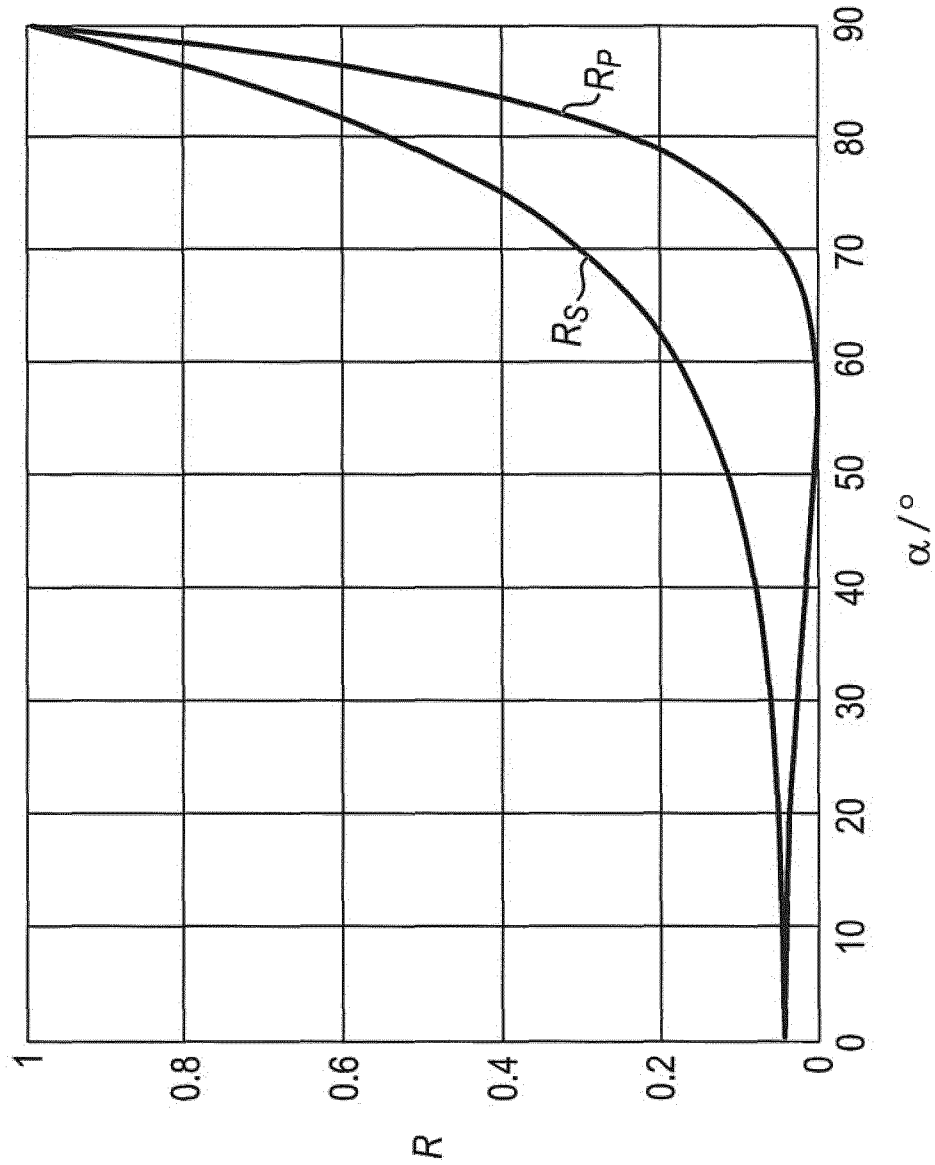

Transmission [%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000
Wellenlänge [nm]

FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B21/00 G02B21/08 G02B27/14 G02B21/14 G02B21/24
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/308198 A1 (ERDOGAN TURAN [US] ET AL) 21 November 2013 (2013-11-21)	1-6
Y	paragraphs [0003] - [0015]; figures 4,5	7-12
X	US 2010/182683 A1 (OKUGAWA HISASHI [JP] ET AL) 22 July 2010 (2010-07-22)	1-6
Y	paragraphs [0066] - [0071]; figure 1	7-12
X	DE 20 21 654 B1 (LEITZ ERNST GMBH) 7 October 1971 (1971-10-07)	1-6
Y	figure 1	7-12
X	US 3 277 782 A (HUGHES SMITH FRANCIS) 11 October 1966 (1966-10-11)	1-6
Y	column 2, lines 42-57; figure 1	7-12
Y	DE 10 2010 030430 A1 (LEICA MICROSYSTEMS [DE]) 29 December 2011 (2011-12-29) figure 3	7-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 October 2015	16/10/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rödig, Christoph

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2015/067315

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013308198 A1	21-11-2013	NONE	
US 2010182683 A1	22-07-2010	AU 2008320236 A1	07-05-2009
		CN 101836152 A	15-09-2010
		EP 2204685 A1	07-07-2010
		KR 20100087141 A	03-08-2010
		US 2010182683 A1	22-07-2010
		WO 2009057301 A1	07-05-2009
DE 2021654 B1	07-10-1971		
US 3277782 A	11-10-1966	DE 1422559 B1	03-02-1972
		GB 1045574 A	12-10-1966
		US 3277782 A	11-10-1966
DE 102010030430 A1	29-12-2011	CN 102313976 A	11-01-2012
		DE 102010030430 A1	29-12-2011
		JP 2012008566 A	12-01-2012
		US 2011317260 A1	29-12-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/067315

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B21/00 G02B21/08 G02B27/14 G02B21/14 G02B21/24
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/308198 A1 (ERDOGAN TURAN [US] ET AL) 21. November 2013 (2013-11-21)	1-6
Y	Absätze [0003] - [0015]; Abbildungen 4,5	7-12
X	US 2010/182683 A1 (OKUGAWA HISASHI [JP] ET AL) 22. Juli 2010 (2010-07-22)	1-6
Y	Absätze [0066] - [0071]; Abbildung 1	7-12
X	DE 20 21 654 B1 (LEITZ ERNST GMBH) 7. Oktober 1971 (1971-10-07)	1-6
Y	Abbildung 1	7-12
X	US 3 277 782 A (HUGHES SMITH FRANCIS) 11. Oktober 1966 (1966-10-11)	1-6
Y	Spalte 2, Zeilen 42-57; Abbildung 1	7-12
Y	DE 10 2010 030430 A1 (LEICA MICROSYSTEMS [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) Abbildung 3	7-12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Oktober 2015	16/10/2015

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/067315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013308198 A1	21-11-2013	KEINE	
US 2010182683 A1	22-07-2010	AU 2008320236 A1	07-05-2009
		CN 101836152 A	15-09-2010
		EP 2204685 A1	07-07-2010
		KR 20100087141 A	03-08-2010
		US 2010182683 A1	22-07-2010
		WO 2009057301 A1	07-05-2009
DE 2021654 B1	07-10-1971	---	
US 3277782 A	11-10-1966	DE 1422559 B1	03-02-1972
		GB 1045574 A	12-10-1966
		US 3277782 A	11-10-1966
DE 102010030430 A1	29-12-2011	CN 102313976 A	11-01-2012
		DE 102010030430 A1	29-12-2011
		JP 2012008566 A	12-01-2012
		US 2011317260 A1	29-12-2011