(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
8. Mai 2008 (08.05.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/052821 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 21/00 (2006.01) *G01J 3/14* (2006.01)
G01J 3/02 (2006.01) *G01J 3/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/058940

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. August 2007 (28.08.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 052 300.8
3. November 2006 (03.11.2006) DE
10 2007 002 583.3 10. Januar 2007 (10.01.2007) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **LEICA MICROSYSTEMS CMS GMBH** [DE/DE]; Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BIRK, Holger** [DE/DE]; Am Mühlrain 10, 74909 Meckesheim (DE). **SEYFRIED, Volker** [DE/DE]; Jahnstrasse 28, 69226 Nussloch (DE).

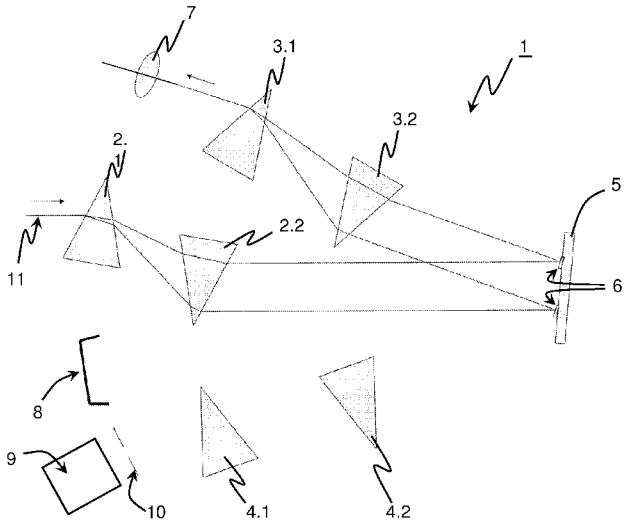
(74) Anwalt: **HASSENBÜRGER, Anneliese**; Leica Microsystems GmbH, Corporate Patents + Trademarks Department, Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL ARRANGEMENT AND METHOD FOR CONTROLLING AND INFLUENCING A LIGHT RAY

(54) Bezeichnung: OPTISCHE ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM STEUERN UND BEEINFLUSSEN EINES LICHTSTRAHLS



(57) Abstract: The invention relates to an optical arrangement, particularly for the use as a main beam splitter and/or beam combiner in a microscope, wherein one or several light rays (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) can be coupled into and one of the coupled light rays (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) can be uncoupled again after passage of the optical arrangement (1, 11). The optical arrangement is characterized in regard to as much a free influenceability as possible of the uncoupled light ray, by having a controllable microstructured element (5), for example a digital micro mirror device (DMD), arranged in the coupled light rays (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3), making it possible for beam paths within the optical arrangement (1, 1') to be controllable. Thus the uncoupled light ray/s is/are controllable and/or can be influenced.

(57) Zusammenfassung: Eine optische Anordnung, insbesondere zum Einsatz als Hauptstrahlteiler und/oder Strahlvereiniger in einem Mikroskop, in die ein oder mehrere Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) einkoppelbar sind und aus der mindesten einer der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) nach Durchlaufen der optischen Anordnung (1, 11) wieder auskoppelbar ist, ist im Hinblick auf eine möglichst freie Beeinflussbarkeit des ausgekoppelten Lichtstrahls dadurch gekennzeichnet, dass in den eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/052821 A1

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

ein steuerbares mikrostrukturiertes Element (5), beispielsweise ein Digital Micromirror Device (DMD), angeordne ist, mit dem Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung (1, 1') schaltbar sind, wodurch der/die ausgekoppelte/n Lichtstrahl/en steuerbar und/oder beeinflussbar ist/sind.

„Optische Anordnung und Verfahren zum Steuern und Beeinflussen eines Lichtstrahls "

Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung, insbesondere zum Einsatz als Hauptstrahlteiler und/oder Strahlvereiniger in einem Mikroskop, in die ein oder mehrere Lichtstrahlen einkoppelbar sind und aus der mindestens einer der eingekoppelten Lichtstrahlen nach Durchlaufen der optischen Anordnung wieder auskoppelbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren.

In der Mikroskopie, insbesondere der Konfokalmikroskopie, besteht häufig die Notwendigkeit, Lichtstrahlen oder einzelne meist spektrale Bestandteile herauszuteilen oder zu vereinigen. Eine Strahlteilung wird häufig durch dichroitische Filter durchgeführt. Dichroitische Filter sind schmalbandige, hochgenaue Farbfilter, die nach dem Prinzip der Interferenz arbeiten. Im Gegensatz zu konventionellen Filtern werden die nicht durchgelassenen Spektralanteile des eingestrahlten Lichtstrahls jedoch nicht absorbiert, sondern werden am Filter reflektiert. Dadurch kann ein Ausschnitt aus dem Spektrum eines Lichtstrahls erzeugt werden. Dichroitische Filter weisen den entscheidenden Nachteil auf, dass sie feste spektrale Eigenschaften aufweisen. Sollen diese verändert werden, müssen die Filter ausgetauscht werden.

Daher sind in der Praxis AOBS (Accusto Optical Beam Splitter) bekannt. Ein AOBS besteht aus einem Kristall, der mit einer akustischen Schallwelle beaufschlagt wird. Dadurch werden Lichtstrahlen, die den Kristall passieren, in Abhängigkeit ihrer Wellenlänge unterschiedlich abgelenkt. Dies ermöglicht, sehr schmalbandige Anteile des Spektrums des einfallenden Lichtstrahls auszukoppeln. Wird ein AOBS in umgekehrter Richtung betrieben, so können Lichtstrahlen vereinigt werden. Durch Änderung der Frequenz der Schallwelle kann auf die Lage des herausgetrennten Spektralbereichs Einfluss genommen werden. Dadurch ist ein in engen Bereichen steuerbarer Strahlteiler gegeben. Nachteilig daran ist, dass ein AOBS sehr teuer ist. Zudem ist der herausgetrennte Spektralbereich sehr schmal (im Allgemeinen kleiner als 2 nm). Breitbandige Spektralanteile können mit einem AOBS nicht gewonnen werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung der eingangs genannten Art derart auszugestalten und weiterzubilden, dass ein aus der optischen Anordnung ausgekoppelter Lichtstrahl bei möglichst geringen Kosten der Anordnung relativ frei beeinflussbar ist.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach ist die in Rede stehende Anordnung dadurch gekennzeichnet, dass in den eingekoppelten Lichtstrahlen ein steuerbares mikrostrukturiertes Element angeordnet ist, mit dem Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung schaltbar sind, wodurch der/die

ausgekoppelte/n Lichtstrahl/en steuerbar und/oder beeinflussbar ist/sind.

In verfahrensmäßiger Sicht wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 17 gelöst. Danach ist das in Rede stehende Verfahren derart weitergebildet, dass mittels eines mikrostrukturierten Elements in den eingekoppelten Lichtstrahlen Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung geschaltet werden, wodurch einer oder mehrere wählbare eingekoppelte Lichtstrahlen oder spektrale Anteile hiervon definiert ausgekoppelt werden können.

In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass die Funktionsweise eines AOBS mit vergleichsweise einfachen Mitteln nachgebildet werden kann. Dazu ist erfindungsgemäß in dem eingekoppelten Lichtstrahl oder den eingekoppelten Lichtstrahlen ein steuerbares mikrostrukturiertes Element angeordnet. Das mikrostrukturierte Element weist ein Array von Segmenten auf, die einen Lichtstrahl in Abhängigkeit eines angelegten Steuersignals unterschiedlich beeinflussen können. Ein derartiges Segment kann beispielsweise aus einer verkippbaren Spiegelfläche, einem steuerbaren Mikroprisma oder dergleichen bestehen. Auf diese Segmente fallen erfindungsgemäß die eingekoppelten Lichtstrahlen. Durch Beeinflussung der Segmente des mikrostrukturierten Elements können auf einfache Art und Weise die Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung beeinflusst werden. Dadurch ist es möglich, einen eingekoppelten Lichtstrahl unterschiedlich in der optischen Anordnung zu lenken.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist ebenso zur Beeinflussung des Spektrums eines eingekoppelten Lichtstrahls einsetzbar. Dazu sollte der eingekoppelte Lichtstrahl in spektral räumlich aufgefächerter Form vorliegen. Liegt ein eingekoppelter Lichtstrahl als Mehrfarbenlichtstrahl, d.h. in nicht spektral räumlich aufgefächerter Form vor, so kann der eingekoppelte Lichtstrahl zur räumlich spektralen Auffächerung ein dispersives Medium durchlaufen. Durch geeignete Anordnung des mikrostrukturierten Elements ist es dann möglich, einzelne spektrale Anteile gezielt in der optischen Anordnung zu lenken. Dadurch können einzelne spektrale Anteile eines eingekoppelten Lichtstrahls herausgetrennt oder in ihrer Intensität beeinflusst werden. Das Spektrum eines eingekoppelten Lichtstrahls ist durch die erfindungsgemäße Anordnung vergleichsweise beliebig beeinflussbar.

Je nach gewünschtem Anwendungszweck kann ein eingekoppelter Lichtstrahl, ein herausgetrennter spektraler Anteil oder der verbleibende Teil eines Lichtstrahls aus der Anordnung ausgekoppelt werden. Ebenso ist es möglich, durch geeignete Anordnung der einzelnen Bestandteile der optischen Anordnung mehrere Lichtstrahlen zu einem Lichtstrahl zu vereinigen. Auf diese Weise kann besonders einfach auf den ausgekoppelten Lichtstrahl und dessen spektrale Zusammensetzung Einfluss genommen werden. Dabei ist die optische Anordnung bei schmalbandigen Lichtquellen ebenso anwendbar wie für sehr breitbandige Spektren.

Vorteilhafterweise könnten die Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung derart schaltbar

ausgestaltet sein, dass ein aus der optischen Anordnung ausgekoppelter Lichtstrahl von einem gewünschten eingekoppelten Lichtstrahl herrührt. Es kann also durch geeignete Beeinflussung des mikrostrukturierten Elements aus mehreren eingekoppelten Lichtstrahlen ein Lichtstrahl ausgewählt werden und aus der optischen Anordnung ausgekoppelt werden. Alternativ könnten einzelne beliebig geartete spektrale Anteile aus einem eingekoppelten Lichtstrahl aus der Anordnung ausgekoppelt werden. Diese können durch den sehr flexiblen Aufbau der Anordnung nahezu beliebig gewählt werden. Dazu muss lediglich das mikrostrukturierte Element ausreichend flexibel steuerbar sein. Es können zusammenhängende spektrale Anteile oder einzelne unterschiedlich breite Bänder aus dem Spektrum eines Lichtstrahls ausgekoppelt werden. Aber auch störende oder unerwünschte Spektralbereiche lassen sich unterdrücken. So können beispielsweise Abbildungsartefakte aus dem Spektrum entfernt werden.

Vorteilhafterweise könnten die spektralen Anteile, die in einem bestimmten Betriebszustand nicht aus der Anordnung ausgekoppelt werden, in einen Absorber leitbar sein. Dadurch würde verhindert, dass innerhalb der optischen Anordnung unerwünschte Einstreuungen entstehen. Ein Absorber kann auf verschiedenste aus der Praxis bekannte Art und Weise ausgestaltet sein. Die hier als Absorber bezeichnete Vorrichtung muss lediglich die Fähigkeit aufweisen, wesentliche Anteile der eintreffenden Lichtstrahlen in sich aufzunehmen. Dabei könnte der Absorber auch als Lichtfalle ausgestaltet sein.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umfasst das mikrostrukturierte Element ein DMD (Digital Micromirror Device). Ein DMD besteht aus einem Array von vielen kleinen einzelnen Spiegelflächen. Aus der Praxis bekannte DMDs weisen beispielsweise 1024 x 768 Einzelspiegel auf, die beispielsweise eine Größe von 13,68 µm x 13,68 µm aufweisen. Jeder der einzelnen Spiegel ist durch Anlegen einer Steuerspannung einzeln in seiner Lage beeinflussbar. Dadurch werden einfallende Lichtstrahlen in Abhängigkeit der Lage des Einzelspiegels in unterschiedliche Richtungen reflektiert.

Vorteilhafterweise sind die einzelnen Segmente des mikrostrukturierten Elements – beispielsweise die Einzelspiegel eines DMD – einzeln ansteuerbar. Zur Reduzierung des Aufwands beim Ansteuern des mikrostrukturierten Elements könnten auch Gruppen von Segmenten ansteuerbar sein. Eine Gruppe von Segmenten könnte beispielsweise eine Spalte des mikrostrukturierten Elements oder einen Ausschnitt aus einer derartigen Spalte umfassen.

Zur besseren Ausnutzung des mikrostrukturierten Elements, die häufig lediglich über einen Füllfaktor in der Größenordnung von 80 % verfügen, könnte dem mikrostrukturierten Element Mikrolinsen zugeordnet sein. Dabei könnte für jedes einzelne Segment des mikrostrukturierten Elements eine Mikrolinse zur Verfügung stehen. Alternativ ließe sich jedoch auch eine Linse für mehrere Segmente verwenden. So könnte beispielsweise für eine Spalte des mikrostrukturierten Elements eine zylinderförmige Linse vorgesehen sein. Dies ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn ein mikrostrukturiertes Element in

Abhängigkeit der Richtung einen unterschiedlichen Füllfaktor aufweist. Die Mikrolinsen könnten dabei möglichst flächendeckend angeordnet sein, um das eintreffende Licht möglichst effektiv auf die einzelnen Segmente des mikrostrukturierten Elements zu fokussieren.

Vorzugsweise weisen die in die Vorrichtung eingekoppelten Lichtstrahlen mehrere Spektralanteile auf. Dabei könnte ein Lichtstrahl lediglich einzelne spektrale Linien aufweisen, allerdings könnten die Lichtstrahlen auch breite Wellenlängenbänder bis hin zu Weißlicht umfassen. Es ist insbesondere unerheblich, ob ein zusammenhängendes Spektrum gegeben ist oder ob das Spektrum aus einzelnen getrennten Wellenlängenbändern oder aus einzelnen Spektrallinien besteht. Die erfindungsgemäße Anordnung setzt hier keinerlei Einschränkungen.

Die eingekoppelten Lichtstrahlen können durch die unterschiedlichsten Lichtquellen gebildet sein. So könnte beispielsweise ein eingekoppelter Lichtstrahl einen Laserstrahl umfassen. Auf der anderen Seite könnte ein eingekoppelter Lichtstrahl durch das Licht gebildet werden, das von einer beleuchteten Probe reflektiert wird oder von dieser emittiert wird. Letzteres tritt beispielsweise bei Anregung einer fluoreszierenden Probe auf. Darüber hinaus sind jedoch viele weitere Lichtquellen denkbar.

Das dispersive Medium umfasst vorzugsweise ein Prisma oder ein Gitter. Dabei kann das dispersive Medium auch als Doppelanordnung ausgeführt sein. Bei Prismen würde dies bedeuten, dass zwei Prismen punktsymmetrisch im Abstand zueinander derart

angeordnet sind, dass ihre Seitenflächen im Wesentlichen parallel liegen. Dadurch wird durch das erste Prisma der Lichtstrahl spektral aufgeweitet und trifft auf das zweite Prisma, das beispielsweise aus den divergierenden einzelnen Lichtstrahlen im Wesentlichen parallele Lichtstrahlen erzeugt. Jedem eingekoppelten Lichtstrahl kann ein eigenes dispersives Medium zur Verfügung gestellt werden. Allerdings könnte auch zur Vereinfachung des Aufbaus und zur Reduzierung von Kosten ein dispersives Medium durch mehrere Lichtstrahlen genutzt werden. Dabei ist es auch möglich, dass ein dispersives Medium durch einen Lichtstrahl in eine Richtung durchlaufen wird, während das gleiche dispersive Medium durch einen weiteren Lichtstrahl in entgegengesetzter Richtung genutzt wird.

Zur Vereinfachung der Anordnung des mikrostrukturierten Elements könnten die dispersiven Medien derart angeordnet sein, dass die Richtung der spektralen räumlichen Auffächerung im Wesentlichen bei allen eingekoppelten Lichtstrahlen dieselbe ist.

Im Allgemeinen wird es sich bei den eingekoppelten Lichtstrahlen um örtlich sehr begrenzt ausgedehnte Strahlen handeln, die beispielsweise einen punktförmigen Querschnitt haben. Durch die spektrale Auffächerung werden diese Lichtstrahlen zu Linien aufgefächert, die im Allgemeinen eine geringe Breite aufweisen. Dadurch wird ein mikrostrukturiertes Element lediglich vergleichsweise unzureichend genutzt, da das Licht lediglich auf einen schmalen Bereich der Segmente fällt. Daher könnte nach der spektralen Auffächerung eine oder mehrere Linsen angeordnet sein, die den spektral aufgefächerten

Lichtstrahl im Wesentlichen senkrecht zur spektralen Auffächerung aufweiten. Dadurch kann das mikrostrukturierte Element wesentlich effektiver genutzt werden.

Vorteilhafterweise können, insbesondere bei einem aufgeweiteten spektral aufgefächerten Lichtstrahl, nicht nur einzelne spektrale Anteile vollständig ausgeblendet werden, sondern ebenso in ihrer Intensität beeinflusst werden. Das Licht eines spektralen Anteils wird im Allgemeinen nicht lediglich auf ein einzelnes Segment des mikrostrukturierten Elements fallen. Vielmehr werden mehrere Segmente, die senkrecht zur Richtung der spektralen Auffächerung angeordnet sind, durch einen spektralen Anteil eines Lichtstrahls beleuchtet. Werden nun lediglich einzelne oder zumindest nicht alle Segmente derart verkippt, dass nicht alle reflektierten Lichtstrahlen in Richtung einer Auskopplungsstelle gelenkt werden, so kann auf diese Art und Weise die Intensität eines spektralen Anteils beeinflusst werden. Auf diese Weise kann besonders einfach das Spektrum des ausgekoppelten Lichtstrahls beeinflusst und korrigiert werden. Ist beispielsweise bekannt, dass eine Lichtquelle, einen unerwünscht hohen Anteil einer Farbe enthält, so könnte dieser Anteil durch geeignetes Schalten der Segmente des mikrostrukturierten Elements ausgeblendet oder in der Intensität reduziert werden.

Das aus der optischen Anordnung ausgekoppelte Licht könnte wiederum für verschiedene Zwecke verwendet werden. Es könnte beispielsweise eine Probe beleuchten. Andererseits könnte das ausgekoppelte Licht einem Detektor zugeführt werden. Darüber hinaus

können die ausgekoppelten Lichtstrahlen für viele weitere Zwecke genutzt werden.

Bei einem möglichen Einsatz der optischen Anordnung könnte zwischen mehreren Betriebszuständen gewechselt werden. Dies könnte einmalig, wiederholt oder periodisch mit unterschiedlichen Verweildauern in den einzelnen Betriebszuständen erfolgen. In einem Betriebszustand könnte das mikrostrukturierte Element derart geschaltet werden, dass ein eingekoppelter Lichtstrahl zur Beleuchtung einer Probe wieder ausgekoppelt wird. In einem anderen Betriebszustand, könnte das von der Probe reflektierte oder emittierte Licht einem Detektor zugeführt. Dadurch kann beispielsweise eine fluoriszierende Probe mit einem Laserstrahl in einem Betriebszustand angeregt werden, während in einem anderen Betriebszustand das von der Probe ausgesendete Fluoreszenzlicht einem Detektor zugeführt wird. Bei einem anderen möglichen Einsatz könnte das mikrostrukturierte Element derart verwendet werden, dass mehrere eingekoppelte Lichtstrahlen in einen Lichtstrahl zusammengeführt werden. In beiden Fällen kann sich das Lenken eines Lichtstrahls auch lediglich auf einzelne spektrale Linien oder gar auf einzelne Teile einer spektralen Linie beziehen.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die den Patentansprüchen 1 und 17 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der

Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung mit einem eingekoppelten Lichtstrahl zur Beleuchtung einer Probe,

Fig. 2 eine Anordnung gemäß Fig. 1 mit einem eingekoppelten Lichtstrahl, der von einer Probe resultiert,

Fig. 3 eine Anordnung gemäß Fig. 1 mit einem eingekoppelten Lichtstrahl, der in einen Absorber gelenkt wird,

Fig. 4 eine Anordnung gemäß Fig. 1 mit einem von einem Objekt ausgehenden Lichtstrahl, der einem Detektor zugeführt wird,

Fig. 5 eine erfindungsgemäße Anordnung zum Schalten zwischen zwei eingekoppelten Lichtstrahlen, bei der ein erster eingekoppelter Lichtstrahl in einen Absorber gelenkt wird,

Fig. 6 eine Anordnung gemäß Fig. 5, bei der ein zweiter eingekoppelter Lichtstrahl in einen Absorber gelenkt wird und

Fig. 7 ein in einer erfindungsgemäßen Anordnung verwendetes mikrostrukturiertes Element mit 16x8 Einzelsegmenten.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen eine erfindungsgemäße Anordnung, die als Hauptstrahlteiler in einem Mikroskop ausgebildet ist. Die optische Anordnung 1 weist drei Prismenpaare 2, 3, 4 auf. Die Prismen 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 der Prismenpaare 2, 3, 4 sind jeweils gleich ausgestaltet und derart angeordnet, dass die Prismen eines Prismenpaares punktsymmetrisch im Abstand zueinander zum Liegen kommen. Die einzelnen Prismenanordnungen 2, 3, 4 sind gegeneinander versetzt, wodurch die durch die Prismen hindurchtretenden und spektral räumlich aufgefächerten Lichtstrahlen auf ein gemeinsames mikrostrukturiertes Element 5 fallen können. Die Richtung der Auffächerung durch die Prismenpaare 2, 3, 4 ist dabei im Wesentlichen gleich.

Das mikrostrukturierte Element 5 weist eine Vielzahl von einzelnen Segmenten auf, die jeweils einzeln steuerbar sind. In der dargestellten Ausführungsform ist das mikrostrukturierte Element ein DMD (Digital Micromirror Device), von dem beispielhaft zwei Einzelspiegel 6 in den Figuren 1 bis 6 dargestellt sind. Das DMD weist jedoch eine Vielzahl von einzelnen Spiegelsegmenten auf. Diese sind sowohl in der Zeichenebene angeordnet als auch senkrecht dazu. Fig. 7 zeigt exemplarisch ein derartiges DMD, bei dem ein Array von 16 x 8 Einzelspiegelflächen 6 gezeigt ist.

Zusätzlich umfasst die optische Anordnung 1 ein Objektiv 7, einen Absorber 8 und einen Detektor 9 sowie eine zugehörige Detektionsblende 10. Des Weiteren ist eine elektronische Steuereinheit (nicht eingezeichnet) vorhanden, die zur Ansteuerung der

einzelnen Segmente 6 verwendet wird. Das Zusammenwirken der einzelnen Bestandteile wird im Folgenden weiter verdeutlicht.

Fig. 1 zeigt eine derartige Anordnung, die durch einen Anregungslichtstrahl 11 durchlaufen wird. Der Lichtstrahl 11 wird durch eine nicht eingezeichnete Laserlichtquelle erzeugt und in die optische Anordnung 1 eingekoppelt. Der Lichtstrahl 11 fällt zunächst auf das Prisma 2.1, durch das der Lichtstrahl räumlich spektral aufgefächert wird. Mit einem zweiten Prisma 2.2 wird der aufgefächerte Lichtstrahl im Wesentlichen parallelisiert. Dieser Lichtstrahl fällt auf die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5, die sich in einer ersten Lage befinden. Der Lichtstrahl wird an diesen Segmenten reflektiert und fällt auf ein weiteres Prisma 3.2, das zusammen mit einem Prisma 3.1 die einzelnen spektralen Anteile wieder zu einem Lichtstrahl zusammenführt. Dieser Lichtstrahl tritt durch ein Objektiv 7 hindurch und wird zur Beleuchtung einer hier nicht eingezeichneten Probe verwendet.

Fig. 2 zeigt die gleiche Anordnung wie Fig.1, bei der jedoch die Anordnung in umgekehrter Richtung durchlaufen wird. Lichtstrahl 12 resultiert von einer Probe. Er fällt zunächst auf das Objektiv 7 und wird dann durch das Prismenpaar 3 räumlich spektral aufgefächert. Die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 befinden sich nach wie vor in einer ersten Lage, sodass der Lichtstrahl über das Prismenpaar 2 wieder aus der optischen Anordnung 1 ausgekoppelt werden. Es findet also keine Detektion des von der Probe kommenden Lichts 12 statt.

Fig. 3 zeigt wiederum die Anordnung gemäß Fig. 1, bei der jedoch die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 sich in einer zweiten Lage befinden. Ein von einer Lichtquelle kommender Lichtstrahl 11 passiert wiederum das Prismenpaar 2 zur spektralen Auffächerung, wird jedoch dann an den Segmenten 6 nicht in Richtung des Prismenpaares 3 und somit nicht in Richtung des Objektivs reflektiert. Vielmehr werden die Strahlen in einen Absorber 8 gelenkt. Dadurch erfolgt in der zweiten Lage keine Beleuchtung der Probe.

Allerdings kann in der zweiten Lage der Segmente ein von der Probe ausgehender Lichtstrahl 14 in den Detektor 9 gelenkt werden. Einen entsprechenden Strahlengang hierzu zeigt Fig. 4. Der Lichtstrahl 14 passiert zunächst das Objektiv 7, wird von dem Prismenpaar 3 räumlich spektral aufgefächert und trifft auf die Segmente 6, die sich in der zweiten Lage befinden. Dadurch werden die Lichtstrahlen in das Prismenpaar 4 gelenkt, das die einzelnen spektralen Anteile wiederum in einen Lichtstrahl zusammenführt. Dieser passiert die Detektionsblende 10 und trifft auf den Detektor 9. Anstatt den am mikrostrukturierten Element reflektierten Lichtstrahl mit dem Prismenpaar zusammenzuführen, könnte auch der spektral aufgefächerte Lichtstrahl direkt dem Detektor 9 zugeleitet werden.

Die Figuren 1 bis 4 stellen lediglich die Strahlengänge dar, die sich ergeben, wenn sämtliche Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 sich in einer ersten oder in einer zweiten Lage befinden. Es ist jedoch auch möglich, dass sich einzelne Segmente 6 in einer ersten Lage befinden, während andere Segmente 6 in eine zweite Lage gebracht werden. Dies

kann sinnvoll sein, wenn ein beleuchtender Lichtstrahl 11 beispielsweise ein Weißlicht umfasst und damit eine fluoreszierende Probe angeregt werden soll. Ist beispielsweise bekannt, dass der Fluoreszenzfarbstoff bei Anregung grünes Licht aussendet, so könnten eben diese spektralen Anteile direkt in den Detektor 9 geleitet werden. Die Segmente, auf die die zu detektierenden Spektrallinien fallen, könnten dann in eine zweite Lage bewegt werden, sodass das von der Probe ausgesendete Licht in den Detektor 9 geleitet wird. Befinden sich die Segmente 6 in der zweiten Lage, so werden die spektralen Anteile des Anregungslichtstrahls 11 in den Absorber 8 geleitet. Mit dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es somit auch möglich, eine Probe gleichzeitig zu beleuchten und das zu detektierende Fluoreszenzlicht zu detektieren.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine ähnliche Anordnung wie die Figuren 1 bis 4. Die optische Anordnung 1' weist zwei Prismenpaare 2, 3, ein mikrostrukturiertes Element 5, zwei Absorber 8, 13 und einen Spiegel 14 auf. Die Anordnung gemäß Fig. 5 und 6 kann genutzt werden, um einen von zwei eingekoppelten Lichtstrahlen zu einem Auskopplungspunkt zu leiten.

Fig. 5 zeigt die Anordnung, bei der sich die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 in einer ersten Lage befinden. Dadurch wird ein in die Anordnung eingekoppelter Mehrfarbenlichtstrahl, der durch das Prismenpaar 2 räumlich spektral aufgefächert wird, an den Segmenten 6 in das Prismenpaar 3 reflektiert. Das Prismenpaar 3 vereinigt die einzelnen spektralen Anteile wiederum zu einem einzelnen Lichtstrahl.

An einem zweiten Einkopplungspunkt werden bereits einzelne spektrale Anteile eingekoppelt. Diese können beispielsweise durch drei schmalbandige Laserlichtquellen erzeugt werden. Die einzelnen spektralen Anteile L_1, L_2, L_3 treffen auf den Spiegel 14 und werden von diesem auf die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 reflektiert. Der besseren Übersichtlichkeit wegen sind in der Figur lediglich die Verläufe der beiden äußeren Lichtanteile dargestellt. Der weitere Verlauf des Lichtstrahls L_2 ist nicht eingezeichnet. Die Lichtstrahlen L_1, L_2, L_3 fallen, wenn sich die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 in der ersten Lage befinden, in den Absorber 13.

Fig. 6 stellt die Anordnung 1' erneut dar, wobei sich die Segmente 6 des mikrostrukturierten Elements 5 in einer zweiten Lage befinden. Dadurch werden die Lichtstrahlen L_1, L_2, L_3 zu dem Prismenpaar 3 gelenkt und von diesem zu einem Lichtstrahl vereinigt. Der Mehrfarbenlichtstrahl 15 wird in der zweiten Lage der Segmente 6 derart reflektiert, dass er in den Absorber 8 fällt.

Wie aus den Figuren 5 und 6 deutlich wird, ist damit eine Anordnung gegeben, mit der wahlweise einer von zwei eingekoppelten Lichtstrahlen oder Lichtbündeln definiert aus der optischen Anordnung ausgekoppelt werden kann. Wie im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 4 beschrieben, könnten hier ebenfalls nicht sämtliche Segmente 6 in eine erste oder in eine zweite Lage verschwenkt werden. Vielmehr ist es möglich, dass ein Teil des ausgekoppelten Lichts von dem Mehrfarbenlichtstrahl 15 stammt, während ein

anderer Teil sich aus den Lichtstrahlen L_1, L_2, L_3 zusammensetzt. Dabei können auch einzelne Spektrallinien gemischt sein, d. h. in einer Spalte des mikrostrukturierten Elements können sich einzelne Segmente 6 in einer ersten Lage befinden, während sich andere Elemente in einer zweiten Lage befinden. Dadurch würde das Licht einer spektralen Linie aus beiden Lichtquellen zusammengesetzt werden.

Abschließend sei ganz besonders hervorgehoben, dass das zuvor rein willkürlich gewählte Ausführungsbeispiel lediglich zur Erörterung der erfindungsgemäßen Lehre dient, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränken. Insbesondere müssen die Segmente des mikrostrukturierten Elements nicht lediglich in zwei Lagen bringbar sein.

Bezugszeichenliste

1	optische Anordnung
2	Prismenpaar
3	Prismenpaar
4	Prismenpaar
5	mikrostrukturierte Element
6	Segment
7	Objektiv
8	Absorber
9	Detektor
10	Detektionsblende
11	Anregungslichtstrahl
12	Lichtstrahl
13	Absorber
14	Spiegel
15	Lichtstrahl

Patentansprüche

1. Optische Anordnung, insbesondere zum Einsatz als Hauptstrahlteiler und/ oder Strahlvereiniger in einem Mikroskop, in die ein oder mehrere Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) einkoppelbar sind und aus der mindestens einer der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) nach Durchlaufen der optischen Anordnung (1, 1') wieder auskoppelbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in den eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) ein steuerbares mikrostrukturiertes Element (5) angeordnet ist, mit dem Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung (1, 1') schaltbar sind, wodurch der/die ausgekoppelte/n Lichtstrahl/en steuerbar und/oder beeinflussbar ist/sind.

2. Optische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einer oder mehrere der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) ein dispersives Medium (2, 3, 4) zur spektral räumlich Auffächerung durchläuft.

3. Optische Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung (1, 1') derart schaltbar sind, dass ein aus der optischen Anordnung (1, 1') ausgekoppelter Lichtstrahl von einem gewünschten eingekoppelten Lichtstrahl (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) herrührt und/oder gewünschte spektrale Anteile eines eingekoppelten Lichtstrahls umfasst.

4. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein in die

optische Anordnung (1, 1') eingekoppelter Lichtstrahl (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) oder wählbare spektrale Anteile, die in einem bestimmten Betriebszustand nicht wieder aus der Anordnung (1, 1') ausgekoppelt werden, in einen Absorber (8, 13) leitbar sind.

5. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mikrostrukturierte Element (5) ein DMD (Digital Micromirror Device) umfasst.

6. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (6) des mikrostrukturierten Elements (5) einzeln oder zumindest in Gruppen von Segmenten (6) ansteuerbar sind.

7. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass den Segmenten (6) des mikrostrukturierten Elements (5) Mikrolinsen zugeordnet ist.

8. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) Mehrfarbenlichtstrahlen umfassen.

9. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein eingekoppelter Lichtstrahl (11, 15) einen Laserstrahl umfasst.

10. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein eingekoppelter Lichtstrahl (12) Licht umfasst, das

von einer Probe oder einem sonstigen Körper reflektiert oder emittiert wird.

11. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das dispersive Medium (2, 3, 4) ein Prisma oder ein Gitter umfasst.

12. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das dispersive Medium (2, 3, 4) als Doppelanordnung ausgeführt ist.

13. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein dispersives Medium (2, 3) durch mehrere eingekoppelte Lichtstrahlen (11, 12) und/oder in entgegengesetzter Richtungen passierbar ist.

14. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) im Wesentlichen in der gleichen Richtung spektral auffächerbar sind.

15. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein spektral aufgefächerter Lichtstrahl (11, 12, 15) im Wesentlichen senkrecht zu der Richtung der Auffächerung aufweitbar ist.

16. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass durch Beeinflussung der Segmente (6) des mikrostrukturierten Elements (5) senkrecht zu der Richtung der spektralen Auffächerung die Intensität

des Lichtstrahls oder eines oder mehrerer spektraler Anteile beeinflussbar ist.

17. Verfahren zum Steuern und Beeinflussen eines Lichtstrahls (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) durch eine optische Anordnung (1, 1'), insbesondere einer optischen Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, in die ein oder mehrere Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) eingekoppelt werden, wobei mindestens einer der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) aus der optischen Anordnung (1, 1') wieder ausgekoppelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines mikrostrukturierten Elements (5) in den eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) Strahlengänge innerhalb der optischen Anordnung (1) geschaltet werden, wodurch einer oder mehrere wählbare eingekoppelte Lichtstrahlen (11, 12, 15, L_1, L_2, L_3) oder spektrale Anteile hiervon definiert ausgekoppelt werden können.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass einer oder mehrere der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) durch ein dispersives Medium (2, 3, 4) räumlich spektral aufgefächert werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass durch Schalten der Segmente (6) des mikrostrukturierten Elements (5) im Wesentlichen senkrecht zur Auffächerungsrichtung der eingekoppelten Lichtstrahlen (11, 12, 15) die Intensität des ausgekoppelten Lichtstrahls oder dessen Spektrum beeinflusst wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem ausgekoppelten Lichtstrahl eine Probe beleuchtet wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgekoppelte Lichtstrahl einem Detektor (9) zugeführt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einem Betriebszustand, in dem ein eingekoppelter Lichtstrahl (11) zur Beleuchtung einer Probe ausgekoppelt wird, und einem Betriebszustand, in dem das von der Probe reflektierte oder emittierte Licht (12) einem Detektor (9) zugeführt wird, gewechselt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (6) des mikrostrukturierten Elements (5) derart geschaltet werden, dass mehrere eingekoppelte Lichtstrahlen (15) und/oder Gruppen von Lichtstrahlen (L_1, L_2, L_3) abwechselnd aus der Anordnung (1) ausgekoppelt werden.

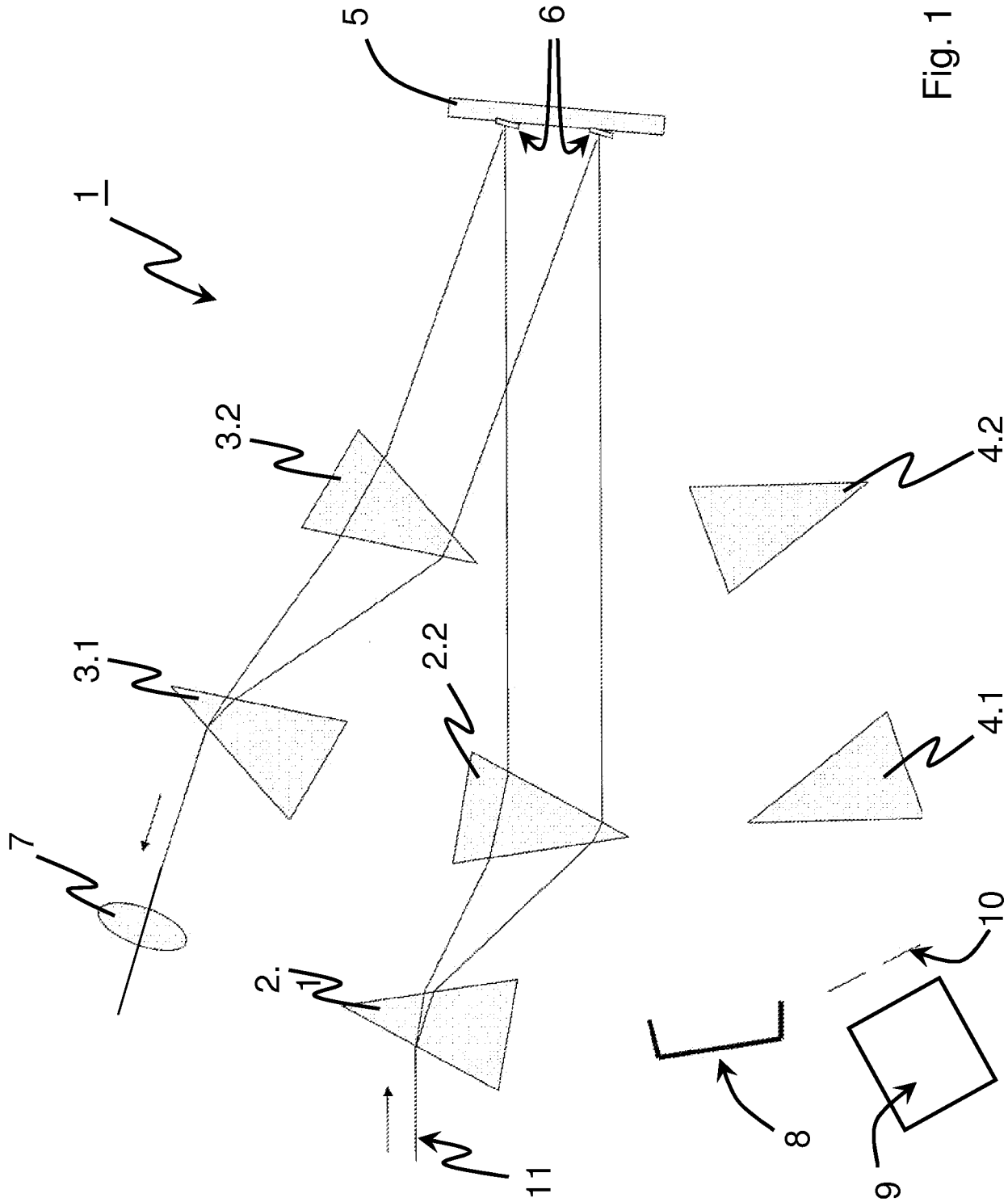


Fig. 1

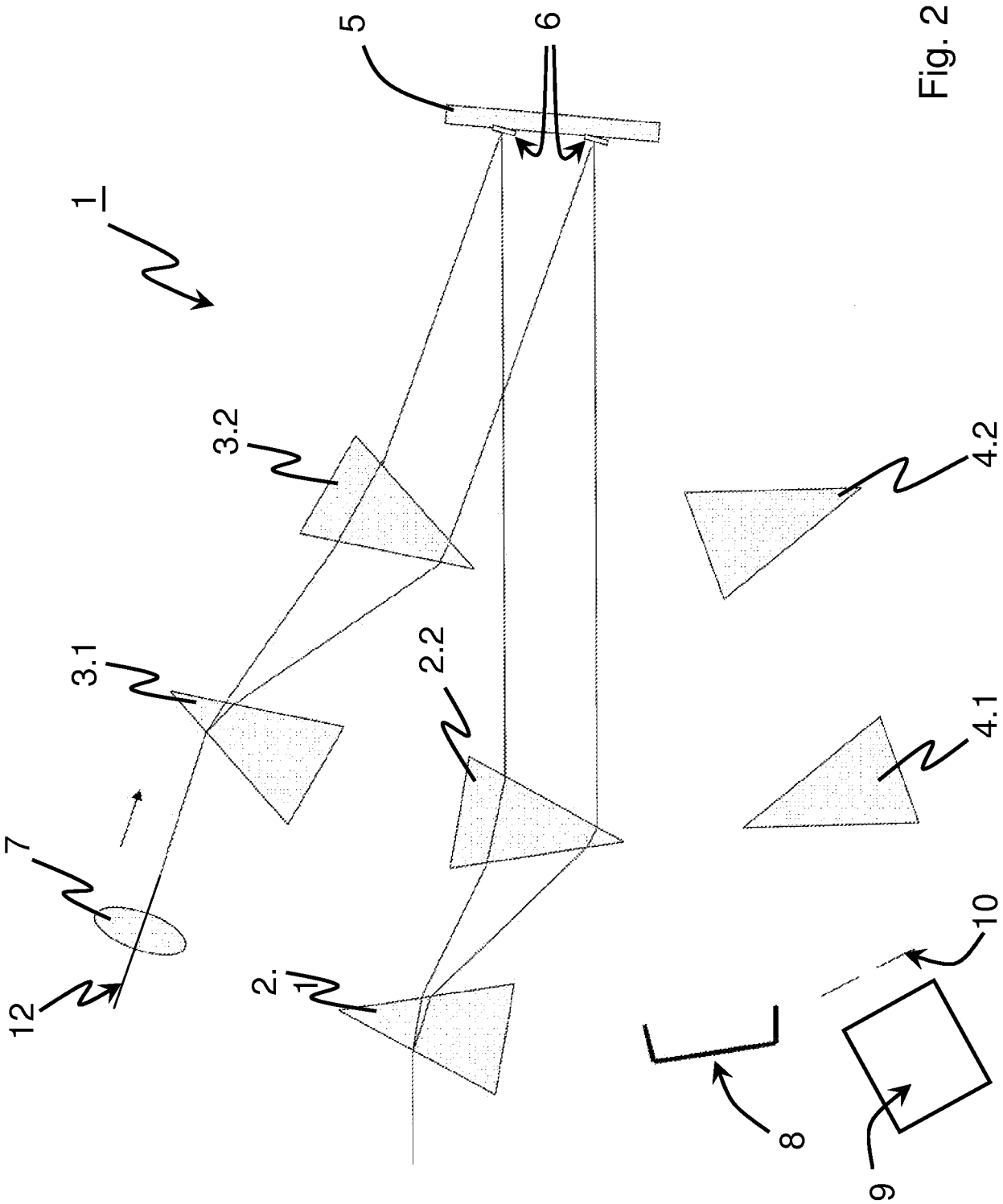


Fig. 2

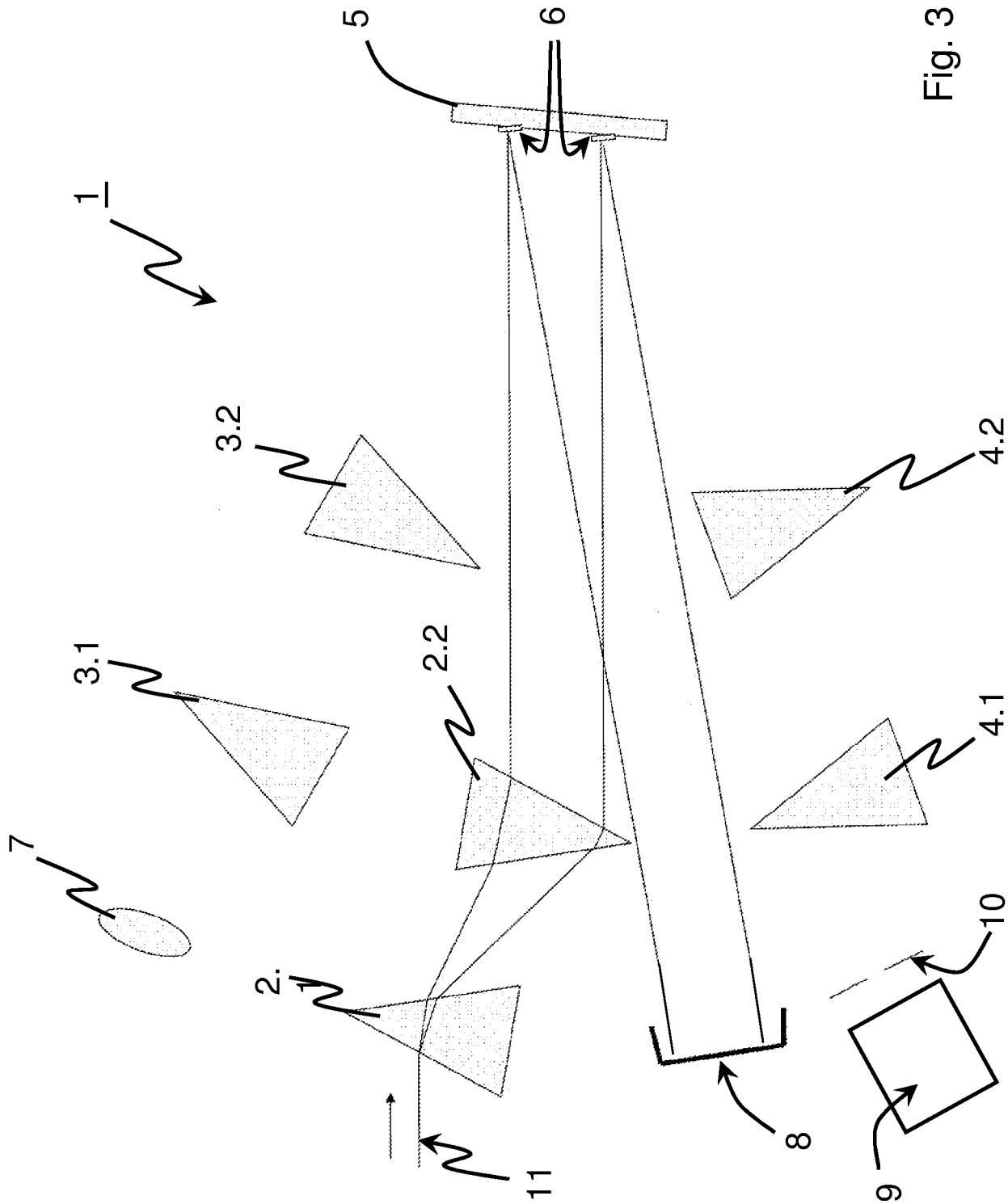


Fig. 3

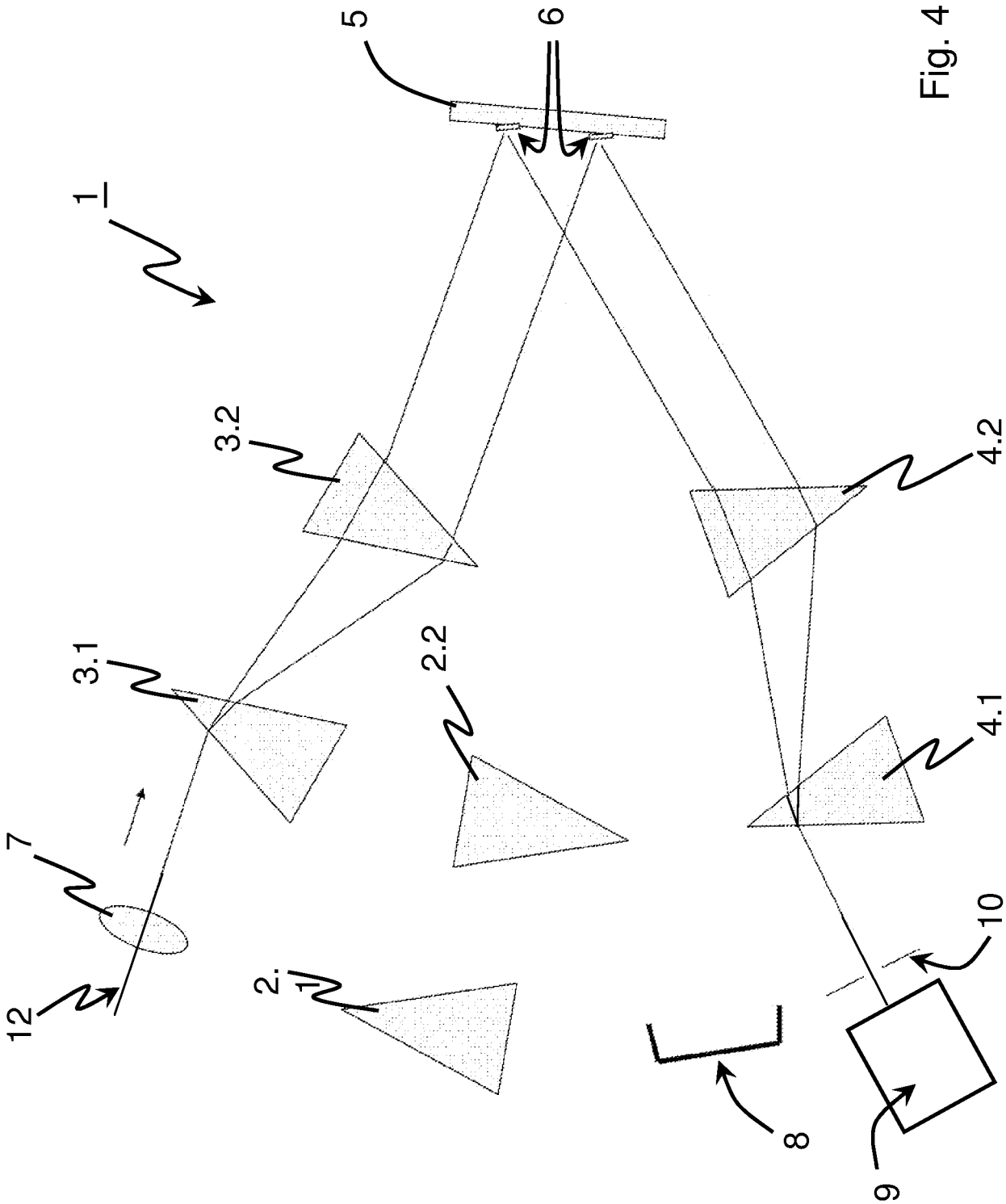


Fig. 4

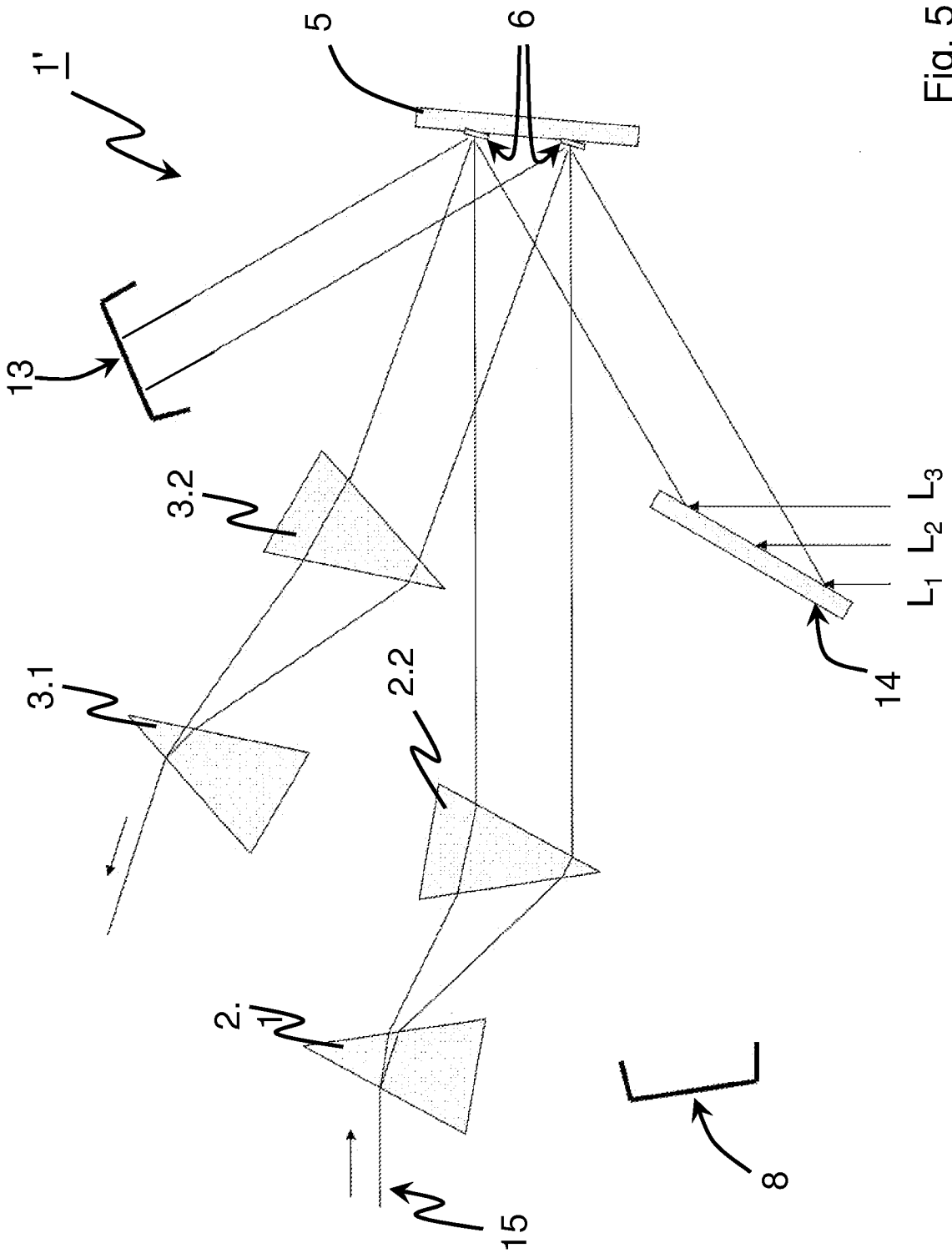


Fig. 5

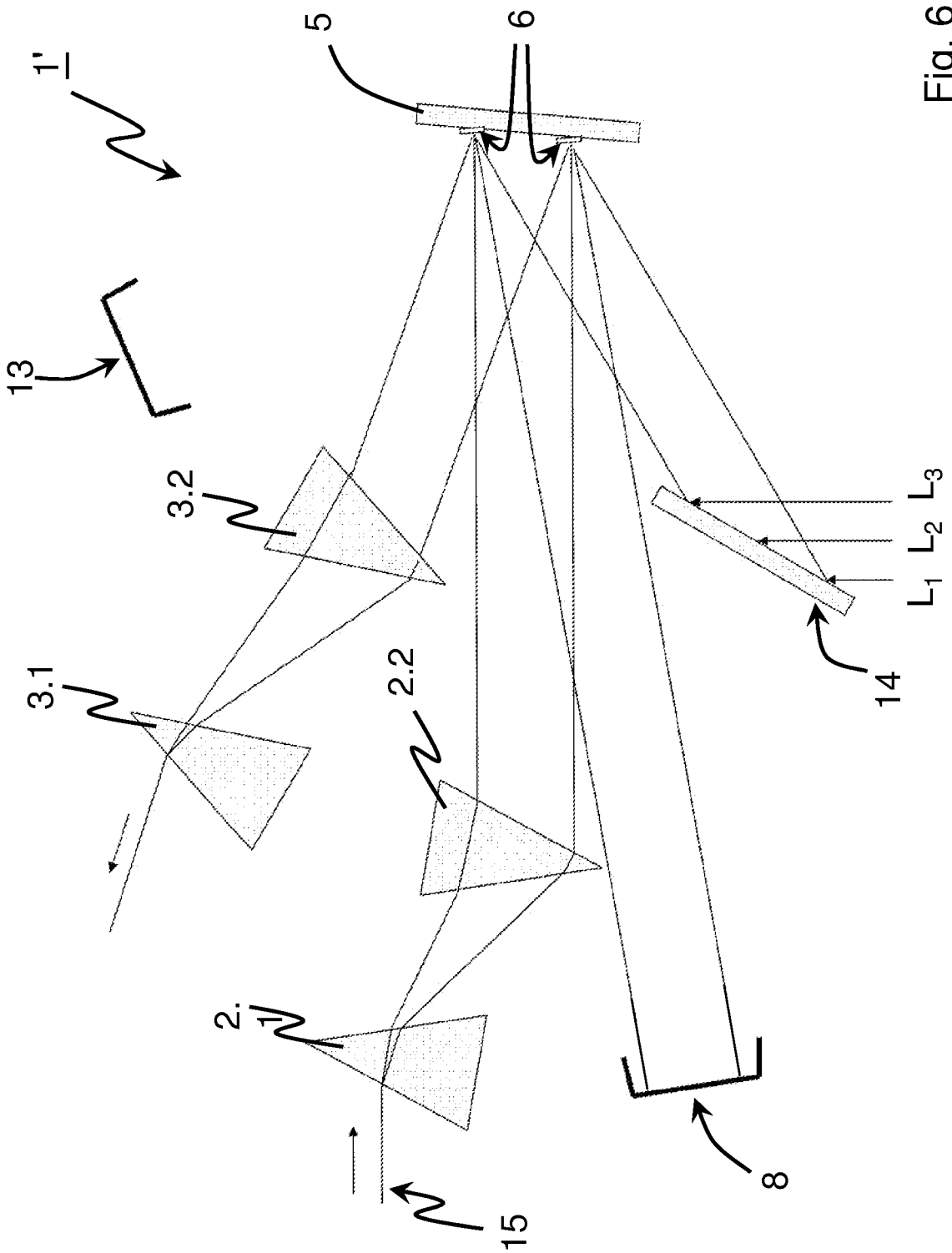


Fig. 6

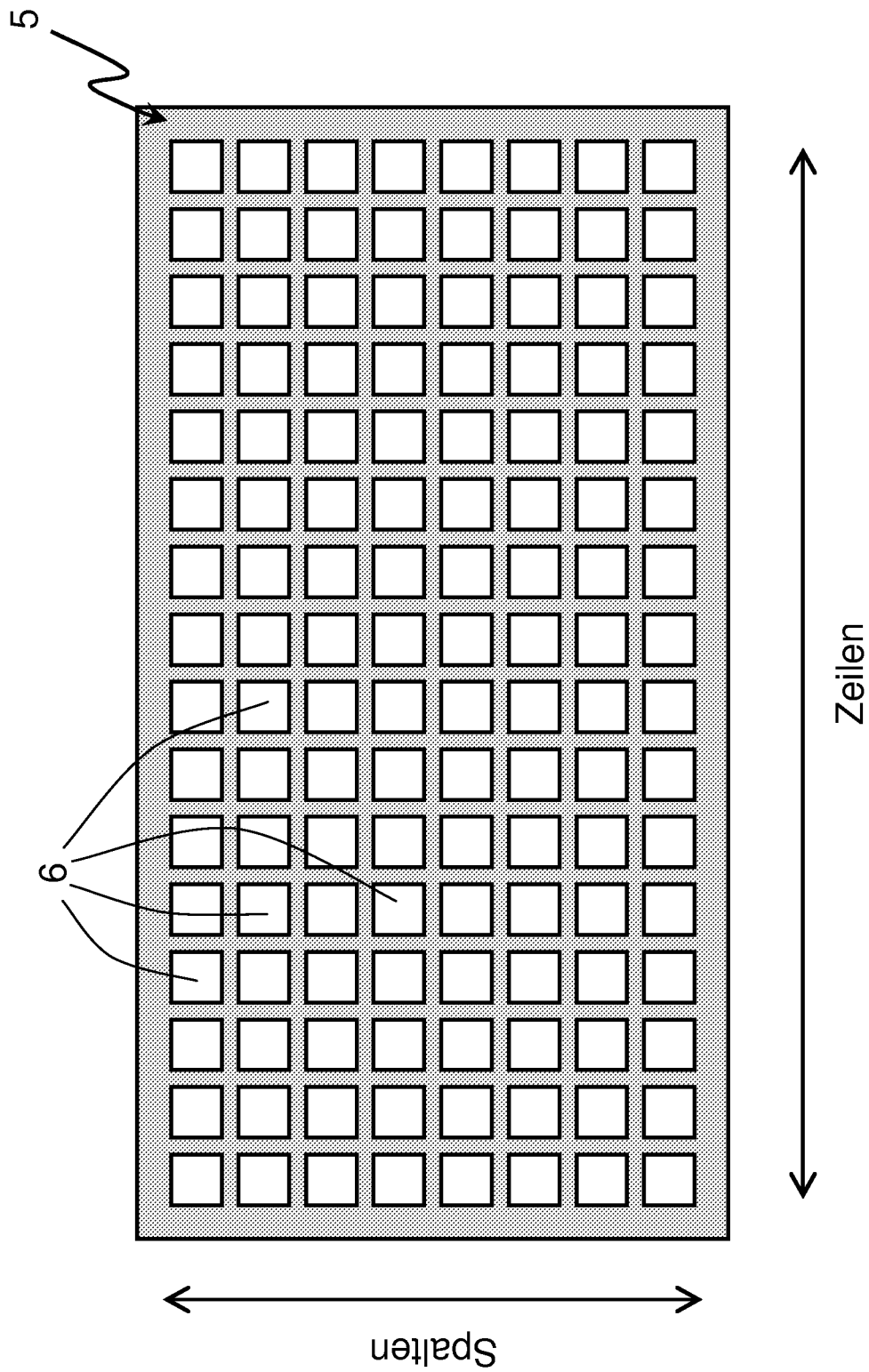


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/058940

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B21/00 G01J3/02 G01J3/14 G01J3/16

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 G01J

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 practical, 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 6 396 053 B1 (YOKOI EIJI [JP]) 28 May 2002 (2002-05-28) figure 3	1-23
X	EP 0 916 981 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT [DE]) 19 May 1999 (1999-05-19) figures 4-6	1-23
X	DE 198 35 072 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH [DE]) 10 February 2000 (2000-02-10) the whole document	1-23
X	EP 0 548 830 A (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 30 June 1993 (1993-06-30) figures 4,5	1-23
P,X	EP 1 795 938 A (CARL ZEISS MICROIMAGING GMBH [DE]) 13 June 2007 (2007-06-13) paragraph [0053]; figure 9b	1,17

☐ 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 document 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
5 November 2007	19/11/2007

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Rödig, Christoph

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2007/058940

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6396053 B1	28-05-2002	JP 2000199855 A	18-07-2000
EP 0916981 A	19-05-1999	AT 272224 T	15-08-2004
		DE 69730030 D1	02-09-2004
		DE 69730030 T2	21-07-2005
		JP 11249023 A	17-09-1999
		US 6128077 A	03-10-2000
DE 19835072 A1	10-02-2000	JP 2000056244 A	25-02-2000
EP 0548830 A	30-06-1993	CA 2084923 A1	21-06-1993
		DE 69218150 D1	17-04-1997
		DE 69218150 T2	19-06-1997
		JP 6207853 A	26-07-1994
		US 5504575 A	02-04-1996
EP 1795938 A	13-06-2007	DE 102005059338 A1	14-06-2007
		JP 2007155722 A	21-06-2007
		US 2007133086 A1	14-06-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/058940

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B21/00 G01J3/02 G01J3/14 G01J3/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B G01J

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 6 396 053 B1 (YOKOI EIJI [JP]) 28. Mai 2002 (2002-05-28) Abbildung 3	1-23
X	EP 0 916 981 A (MAX PLANCK GESELLSCHAFT [DE]) 19. Mai 1999 (1999-05-19) Abbildungen 4-6	1-23
X	DE 198 35 072 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH [DE]) 10. Februar 2000 (2000-02-10) das ganze Dokument	1-23
X	EP 0 548 830 A (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 30. Juni 1993 (1993-06-30) Abbildungen 4,5	1-23
P,X	EP 1 795 938 A (CARL ZEISS MICROIMAGING GMBH [DE]) 13. Juni 2007 (2007-06-13) Absatz [0053]; Abbildung 9b	1,17

☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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
5. November 2007	19/11/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Rödig, Christoph

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/058940

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6396053 B1	28-05-2002	JP 2000199855 A	18-07-2000
EP 0916981 A	19-05-1999	AT 272224 T	15-08-2004
		DE 69730030 D1	02-09-2004
		DE 69730030 T2	21-07-2005
		JP 11249023 A	17-09-1999
		US 6128077 A	03-10-2000
DE 19835072 A1	10-02-2000	JP 2000056244 A	25-02-2000
EP 0548830 A	30-06-1993	CA 2084923 A1	21-06-1993
		DE 69218150 D1	17-04-1997
		DE 69218150 T2	19-06-1997
		JP 6207853 A	26-07-1994
		US 5504575 A	02-04-1996
EP 1795938 A	13-06-2007	DE 102005059338 A1	14-06-2007
		JP 2007155722 A	21-06-2007
		US 2007133086 A1	14-06-2007