

(19)



(11)

EP 4 001 748 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

21.10.2026 Patentblatt 2026/43

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F21V 5/08 ^(2006.01) **F21V 7/00** ^(2006.01)
F21V 23/04 ^(2006.01) **F21V 5/04** ^(2006.01)
F21W 131/205 ^(2006.01) **F21Y 105/10** ^(2016.01)
F21Y 115/10 ^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **21209363.7**

(22) Anmeldetag: **19.11.2021**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F21V 5/08; F21V 5/04; F21V 7/0091; F21V 23/04;
F21W 2131/205; F21Y 2105/10; F21Y 2115/10

(54) **STRAHLER SOWIE LEUCHTE MIT EINER VIELZAHL SOLCHER STRAHLER**

SPOTLIGHTS AND LAMP WITH A PLURALITY OF SUCH SPOTLIGHTS

ÉMETTEUR, AINSI QUE LUMINAIRE DOTÉ D'UNE PLURALITÉ DE TELS ÉMETTEURS

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Reisecker, Christian**
6166 Fulpmes (AT)
- **Spielberger, Georg**
6020 Innsbruck (AT)
- **TANLER, Peter**
6071 Aldrans (AT)

(30) Priorität: **20.11.2020 DE 102020130685**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

25.05.2022 Patentblatt 2022/21

(74) Vertreter: **Lorenz Seidler Gossel Part. mbB**

Widenmayerstr. 23
80538 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Bartenbach Holding GmbH**

6071 Aldrans (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 1 681 509 **EP-A1- 3 736 486**
WO-A1-2019/137909 **DE-A1- 102017 213 488**
DE-A1- 102018 106 223 **US-A1- 2020 340 637**
US-B1- 10 190 746 **US-B2- 10 655 832**

(72) Erfinder:

- **Anselm, Christian**
6112 Wattens (AT)

EP 4 001 748 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Leuchten, die mit einer Vielzahl von Strahlern ein Leuchtfeld erzeugen, das in seiner Feldbreite und/oder seiner Fokussierung und ggf. auch in seiner Farbtemperatur einstellbar ist. Solche Leuchten werden beispielsweise als Operationsleuchten eingesetzt. Die Erfindung betrifft ferner auch die einzelnen Strahler einer solchen Leuchte, wobei ein solcher Strahler eine matrixartige Lichtquellenanordnung, ein Optikelement zum Formen des von der Lichtquellenanordnung abgegebenen Lichts zu einem Strahlenbündel sowie eine Einstellvorrichtung zum Einstellen der Aufweitung und/oder der Fokussierung des Strahlenbündels besitzen kann.

[0002] Leuchten wie beispielsweise Operationsleuchten umfassen oft ein Feld von Strahlern, die jeweils ein Strahlenbündel abgeben und zusammen ein Leuchtfeld erzeugen, das nach Art einer Lichtsäule ein bestimmtes Zielgebiet wie beispielsweise eine Wunde eines auf einem Operationstisch befindlichen Patienten ausleuchtet. Typischerweise werden von solchen Operationsleuchten oder ähnlichen Leuchten sehr kleine Felder mit sehr hohen Beleuchtungsstärken in der Größenordnung von 1 bis 2 mal der Beleuchtungsstärke der Sonne ausgeleuchtet, wobei beispielsweise Felder der Größe von 10 bis 40 cm oder 15 bis 30 cm in einer Entfernung von etwa 1 m ausgeleuchtet werden.

[0003] Um im Zielgebiet optimale Ausleuchtverhältnisse zu erzielen, ist es hilfreich, wenn das Leuchtfeld in seiner Breite bzw. seinem Durchmesser verstellt werden kann oder die Fokussierung verändert werden kann, um in einem bestimmten Abstand von der Leuchte eine bestimmte Feldbreite zu haben. Zusätzlich zur Verstellbarkeit der Feldbreite und der Fokussierung kann auch die Lichtfarbe bzw. Farbtemperatur im Leuchtfeld verändert werden, um die gewünschte Ausleuchtung zu erzielen bzw. die Ausleuchtung an verschiedene Randbedingungen anpassen zu können.

[0004] Solche Leuchten sind aus der Praxis bekannt, wobei beispielsweise unter der Produktbezeichnung marLED X[®] der Firma KLS Martin oder auch unter der Produktbezeichnung TruLight 5000[®] von der Firma Trumpf Medical eine Operationsleuchte bekannt ist, die hinsichtlich der im Leuchtfeld erzeugten Farbtemperatur umschaltbar ist und deren Leuchtfeld hinsichtlich des Durchmessers stufenweise angepasst werden kann. Die in einem teller- bzw. plattenförmigen Leuchtenkorpus zusammengefassten Strahler umfassen dabei jeweils LEDs als Lichtquellen, deren abgegebenes Licht mittels Optikelementen zu Strahlenbündeln geformt werden, die zusammen das Leuchtfeld der Leuchte erzeugen.

[0005] Um die Breite bzw. den Durchmesser des Leuchtfelds stufenweise zu verstellen, umfassen solche Leuchten regelmäßig zweierlei oder mehrerlei Strahlergruppen, die je nach gewünschtem Leuchtfeld-

durchmesser alternativ ein- und ausgeschaltet oder kombinatorisch zugeschaltet werden. Die einzelnen Strahler selbst haben dabei eine feste Aufweitung bzw. einen festen Zoom-Faktor. Zum Erzeugen einer schmälere Lichtsäule werden die engstrahlenden Strahler eingeschaltet, während zum Erzeugen einer breiteren Lichtsäule die breiter strahlenden oder defokussierten Strahler eingeschaltet oder ggf. auch zugeschaltet werden. Dabei können auch mehr als zwei Gruppen von Strahlern vorgesehen sein, um die Feldbreite mehr als zweistufig verstellen zu können, wobei die Strahler im digitalen Sinne ein- und ausgeschaltet oder alternativ auch auf unterschiedliche Helligkeiten gedimmt werden können, sodass beispielsweise eine breite Linse auf 10% der maximalen Helligkeit und eine enge Linse auf 90% der maximalen Helligkeit gefahren werden kann, um eine schmale Lichtsäule zu erzielen.

[0006] Diese Umschaltbarkeit zwischen verschiedenen Strahlergruppen bzw. deren Dimmbarkeit auf unterschiedliche Helligkeitsstufen führt jedoch dazu, dass in der Leuchte immer schwarze bzw. nicht oder kaum leuchtende Abschnitte vorhanden sind, nämlich immer dort, wo ein entsprechender Strahler gerade ausgeschaltet ist, weil das von ihm erzeugte Strahlenbündel hinsichtlich der Aufweitung nicht passt. Dies hat verschiedene Nachteile. Beispielsweise treten Multischatten auf, wenn beispielsweise eine Hand eines Operateurs in die Lichtsäule greift. Zudem wird eine große Zahl an Strahlern bzw. Komponenten benötigt, die sich sozusagen verdoppelt oder verdreifacht, wenn die Feldbreite zweistufig oder dreistufig einstellbar sein soll.

[0007] Alternativ wurde auch bereits vorgeschlagen, das Leuchtfeld durch eine mechanische Verstellung der Strahler-Optiken auf die gewünschte Breite bzw. den gewünschten Durchmesser einzustellen. Dabei kann durch Verkippen der einzelnen Strahler bzw. Optikelemente insgesamt eine breitere oder schmalere Überlagerung bzw. ein breiteres oder schmäleres Leuchtfeld erzeugt werden. Der Vorteil dieser mechanisch verstellbaren Lösung ist ein an sich immer gleichmäßig bzw. vollständig leuchtender Leuchtenkorpus, da es nicht notwendig ist, einzelne Strahler abzuschalten, um die Breite des Leuchtfelds zu verändern. Andererseits ist die Mechanik zur Verstellung der Optikelemente aufwendig und meist auch teuer.

[0008] Weiterhin wurde auch bereits vorgeschlagen, das Strahlenbündel solcher Strahler elektronisch zu zoomen, indem einzelne LEDs eines LED-Clusters individuell angesteuert werden, um durch geschicktes Zu- und Abschalten einzelner Lichtquellen oder Lichtquellengruppen der am Strahler vorgesehenen matrixartigen Lichtquellenanordnung die Aufweitung bzw. Fokussierung des vom Strahler abgegebenen Strahlenbündels zu verstellen, vgl. beispielsweise DE 10 2018 106 223 A1 und DE 10 2017 213 488 A1.

[0009] Aus der Schrift WO 2019/137909 A1 ist eine LED-Leuchte bekannt, bei der eine Gruppe von LED-

Elementen einer Linse zugeordnet sind, die das Licht aus den LEDs einsammelt und zu einem Strahlenbündel formt, wobei die LED-Elemente von einer Steuervorrichtung individuell angesteuert werden können, um wahlweise ein engeres Strahlenbündel oder ein breiteres Strahlenbündel zu generieren.

[0010] Durch das individuelle Ansteuern der einzelnen Lichtquellen kann sozusagen die Lichtquelle gegenüber der Hauptachse des Optikelements verstellt werden, wodurch sich das vom Optikelement abgegebene Strahlenbündel unterschiedlich formt. Festzuhalten bleibt hier aber, dass es dabei nicht um eine abbildende Optik beispielsweise im Sinne eines Beamers oder eines Diaprojektors geht, sondern um das helle Ausleuchten eines bestimmten Zielgebiets mit sehr hohen Beleuchtungsstärken in möglichst gleichmäßiger Weise. Wie eingangs erwähnt, soll beispielsweise eine Wunde eines auf einem Operationstisch befindlichen Patienten schattenfrei und sehr hell ausgeleuchtet werden und dabei das Strahlenbündel an die Größe und Position des Zielgebiets angepasst werden.

[0011] Bei solchen bekannten Strahlern mit elektronischer Zoomfunktion wird bislang im Wesentlichen die Größe des Leuchtfelds im Zielgebiet und auch dessen Konturierung im Sinne von kreisförmig auf oval und umgekehrt verstellt, indem verschiedene LED-Pixel bzw. verschiedene Untergruppen der matrixartigen Lichtquellenanordnung ein- und ausgeschaltet bzw. herunter- und heraufgedimmt werden.

[0012] Trotzdem ist es bislang bei solchen Strahlern mit elektronischer Zoomfunktion schwierig, das im Zielgebiet erzeugte Leuchtfeld tatsächlich auf den gewünschten Bereich des Zielgebiets bzw. der Zielebene zu richten. Bislang wird dies vorrangig dadurch gelöst, dass die Strahler quer zur Hauptstrahlrichtung des Strahlenbündels hin- und hergeschoben werden, was beispielsweise durch eine verschiebbare oder gelenkige Aufhängung der Operationsleuchten ermöglicht wird, oder es werden verstellbare Operationstische eingesetzt, um den Patienten mit seinem Wundbereich exakt in den Strahlenkegel fahren zu können. Beides ist jedoch relativ aufwändig, da Operationsleuchten regelmäßig aus nicht nur einem Strahler bestehen, sondern ein größeres Strahlerfeld umfassen und insofern eine massive und raumgreifende Einheit bilden, die nur schwierig zu verkippen und verschieben ist.

[0013] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Leuchte der genannten Art sowie einen verbesserten Strahler für eine solche Leuchte zu schaffen, die Nachteile des Standes der Technik vermeiden und letzteren in vorteilhafter Weise weiterbilden. Insbesondere soll eine hinsichtlich Ausrichtung des im Zielgebiet erzeugten Leuchtfelds einfache Verstellbarkeit erreicht werden, ohne dies durch lichttechnische Beeinträchtigungen wie Multi- oder Farbschatten zu erkaufen oder hierfür teure, empfindliche Verstellmimiken und hohe Bauteilzahlen zu benötigen.

[0014] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch Strahler gemäß Anspruch 1 sowie eine Leuchte mit einer Mehrzahl solcher Strahler gemäß Anspruch 13 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Es wird also vorgeschlagen, die Hauptabstrahlrichtung bzw. die Ausrichtung des erzeugten Strahlenbündels auf Ebene der Strahler einzustellen, um zumindest nicht zwingend unterschiedliche Gruppen von Strahlern zu benötigen, um das Leuchtfeld hinsichtlich seiner Position im Zielgebiet verstellen zu können. Dabei wird vorgeschlagen, die Hauptabstrahlrichtung des vom Strahler abgegebenen Strahlenbündels durch geschicktes Zu- und Abschalten einzelner Lichtquellen oder Lichtquellengruppen der an einem Strahler vorgesehenen matrixartigen Lichtquellenanordnung zu verkippen, um zumindest nicht zwingend eine mechanische Zoom-Optik bzw. mechanische Verstellbarkeit der Optikelemente zu benötigen.

[0016] Erfindungsgemäß wird das Optikelement in Form einer Linse zum Formen des von der Lichtquellenmatrix her empfangenen Lichts dazu ausgebildet, das gesamte empfangene Licht beim Formen zum Strahlenbündel gleich oft zu reflektieren, wobei die Anzahl der Reflexionsvorgänge R eines jeden empfangenen Lichtstrahls an dem Optikelement der Beziehung $0 < R \leq n$ genügt und n eine natürliche Zahl ≤ 10 ist, wobei die Einstellvorrichtung einen Betriebsmodus zum Verstellen der Abstrahlrichtung und/oder Hauptachse des Strahlenbündels aufweist, in dem zum Verkippen der Abstrahlrichtung und/oder Hauptachse des Strahlenbündels verschiedene Untergruppen der Lichtquellen angesteuert werden, die verschieden stark asymmetrisch zur optischen Hauptachse des Optikelements versetzt angeordnet sind.

[0017] Diesem Ansatz zur Leuchtfeldverstellung liegt die Überlegung zugrunde, dass sich das von einem Optikelement abgestrahlte Strahlenbündel verlagert, je nachdem, von woher das Licht, das das Optikelement dann umformt, auf das Optikelement trifft. Je nachdem, welche Position eine Lichtquelle relativ zur optischen Hauptachse des Optikelements einnimmt, strahlt das Optikelement das von der Lichtquelle empfangene Licht in unterschiedliche Richtungen bzw. mit unterschiedlichen Hauptachsen und ggf. auch unterschiedlichen Aufweitungen ab.

[0018] Wird nun durch geschicktes Zu- und Abschalten bzw. Hoch- und Abdimmen verschieden stark asymmetrisch angeordneter Lichtquellen oder Lichtquellengruppen Licht auf das Optikelement gegeben, das verschieden stark von dessen optischer Hauptachse quer versetzt ist, gibt das Optikelement ein verschieden ausgerichtetes bzw. verkipptes Strahlenbündel ab.

[0019] Eine solche elektronische Einstellung der Aufweitung und/oder Fokussierung des Strahlenbündels auf Ebene des Strahlers selbst erlaubt es nicht nur, auf teure und aufwendige mechanische Verstellvorrichtungen zu verzichten, sondern vermeidet darüber hinaus

auch lichttechnisch ungewünschte Nachteile wie Multischatten, wie sie bei Leuchtenfeldern mit zweierlei Strahlertypen für die Leuchtfeldverstellung eintreten, oder Farbschatten, wie sie bei Leuchtfeldern mit zweierlei verschiedenfarbigen Strahlergruppen eintreten. Gleichzeitig kann die benötigte Teilezahl drastisch reduziert werden.

[0020] Dabei gestattet es die gleichgroße Anzahl an Reflexionsvorgängen am Optikelement, die Hauptabstrahlrichtung des erzeugten Strahlenbündels sauber zu verkippen, ohne die bei bisherigen Strahlern mit elektronischem Zoom auftretenden Gegeneffekte zu haben. Bei bisherigen Strahlern mit elektronischem Zoom wird an dem Strahlenbündel formenden Optikelement regelmäßig ein Teil der Lichtstrahlen unreflektiert abgegeben, während ein anderer Teil der Lichtstrahlen einmal reflektiert wird. Betrachtet man bspw. einen herkömmlichen Reflektor, der das Licht einer am Reflektorboden angeordneten LED-Matrix einfängt, werden die von der LED-Matrix seitlich abgehenden Lichtstrahlen an der Reflektorwandung reflektiert und somit einmal reflektiert ins vom Reflektor abgehende Strahlenbündel geworfen, während der zentrale Teil des von der LED-Matrix abgegebenen Lichts unreflektiert durch das Zentrum des Reflektors hindurch in das insgesamt abgehende Strahlenbündel gelangt. Das gesamte vom Optikelement empfangene Licht meint insofern das gesamte auf das Optikelement treffende und/oder durch das Optikelement hindurchgehende Licht, das stromab des Optikelements das geformte Strahlenbündel des Strahlers bildet.

[0021] Durch diese unterschiedliche Zahl der Reflexionsvorgänge, die auch bei herkömmlichen Linsen mit Totalreflexion auftreten können, kommt es beim Abstrahlen des Strahlenbündels zu Kompensationsvorgängen und es wird zumindest ein Teil der Richtungsänderung, die durch Ein- und Ausschalten unterschiedlich weit von der Hauptachse beabstandeter Lichtquellen erzielt wird, wieder zunichte gemacht, da Lichtstrahlen, die beispielsweise gar nicht reflektiert worden sind, in die entgegengesetzte Richtung abgelenkt werden als beispielsweise einmal reflektierte Lichtstrahlen, wenn das LED-Pixelmuster zur Hauptachse des Optikelements verschoben wird. Solche Kompensationseffekte bezüglich des Verkippens der Lichtstrahlenrichtung kann durch die genannte Ausbildung des Optikelements vermieden werden, welches alle von der Lichtquellenanordnung empfangenen Lichtstrahlen gleich oft reflektiert.

[0022] Je nach Ausbildung des Optikelements kann die für alle Lichtstrahlen gleich große Zahl der Reflexionsvorgänge unterschiedlich sein. Beispielsweise kann eine mit Totalreflexion arbeitende Linse dazu ausgebildet sein, alle empfangenen Lichtstrahlen zweimal durch Totalreflexion oder ggf. durch Reflexion bei Vorsehen einer reflektierenden Beschichtung umzulenken, wobei beim Eintreten und Austreten aus der Linse die Lichtstrahlen jeweils noch zwei weitere Male durch Bre-

chung umgelenkt werden können, sodass jeder Lichtstrahl insgesamt viermal umgelenkt wird, zweimal durch Reflexion und zweimal durch Brechung.

[0023] In Weiterbildung der Erfindung kann die matrixartige Lichtquellenanordnung zumindest eine Lichtquelle oder -gruppe umfassen, die bezüglich der optischen Hauptachse des das Strahlenbündel abstrahlenden Optikelements symmetrisch und/oder coaxial angeordnet ist, und zumindest eine weitere Lichtquelle oder -gruppe, die bezüglich der genannten optischen Hauptachse des Optikelements asymmetrisch bzw. quer versetzt dazu angeordnet ist, wobei die genannten symmetrisch angeordneten und asymmetrisch angeordneten Lichtquellen bzw. -gruppen individuell ansteuerbar sind, sodass je nach Betriebsmodus der Ansteuervorrichtung zur Einstellung der Aufweitung und/oder Fokussierung des Strahlenbündels einmal nur eine der beiden Lichtquellen bzw. -gruppen und ein anderes Mal beide Lichtquellen bzw. -gruppen strahlen, sodass sich die vom Optikelement hieraus geformten Lichtbündel ergänzen oder eben nicht ergänzen, um insgesamt ein unterschiedlich stark aufgeweitetes oder unterschiedlich fokussiertes Strahlenbündel zu erzeugen.

[0024] In Weiterbildung der Erfindung kann die matrixartige Lichtquellenanordnung auch drei oder mehr Lichtquellen bzw. -gruppen aufweisen, die individuell ansteuerbar und verschieden stark querversetzt bzw. unterschiedlich asymmetrisch zur optischen Hauptachse des Optikelements angeordnet sind, sodass durch verschiedene Kombination der genannten Lichtquellen bzw. Lichtquellengruppen verschieden starke Aufweitungen bzw. verschiedene Fokussierungen des insgesamt erzeugten Strahlenbündels erreicht werden können.

[0025] Insbesondere kann die genannte Ansteuervorrichtung zum individuellen und/oder gruppenweisen Ansteuern der Lichtquellen dazu ausgebildet sein, zum Verbreitern des Strahlenbündels und/oder zum Heranholen der Fokusebene des Strahlenbündels kaskadenartig immer weiter querversetzte und/oder immer stärker asymmetrisch angeordnete Lichtquellen bzw. -gruppen zuzuschalten, sodass das von allen jeweils leuchtenden Lichtquellen zusammen erzeugte Lichtbündel, das auf das Optikelement gegeben und von diesem zum Strahlenbündel umgeformt wird, immer stärker asymmetrisch zur optischen Hauptachse des Optikelements bzw. immer stärker davon querversetzt positioniert ist. Durch das kaskadenartige Zuschalten immer stärker asymmetrisch positionierter Lichtquellen bzw. -gruppen nimmt der Querversatz des von den Lichtquellen insgesamt erzeugten Lichtbündels gegenüber der optischen Hauptachse des Optikelements immer stärker zu, sodass vom Optikelement ein immer breiteres bzw. immer stärker verkipptes Strahlenbündel erzeugt wird.

[0026] Die matrixartige Lichtquellenanordnung kann dabei insgesamt asymmetrisch zur optischen Haupt-

achse des Optikelements angeordnet sein, wobei vorteilhafterweise ein Teil der Lichtquellenanordnung, das heißt eine Lichtquelle oder eine Lichtquellengruppe symmetrisch und/oder coaxial zur optischen Hauptachse des Optikelements angeordnet sein kann. Mit anderen Worten kann die optische Hauptachse des Optikelements durch die matrixartige Lichtquellenanordnung gehen, vorteilhafterweise jedoch nicht mittig, sondern durch einen zur Lichtquellenanordnungsmitte versetzten Abschnitt. Hierdurch kann eine effiziente Ausnutzung der Lichtquellenanordnung erzielt werden bzw. mit einer minimalen Anzahl an Lichtquellen eine maximale Verstellung der Aufweitung bzw. Fokussierung oder der Verkipfung des Strahlenbündels erreicht werden.

[0027] Grundsätzlich wäre es aber auch möglich, die matrixartige Lichtquellenanordnung insgesamt symmetrisch zur optischen Hauptachse des Optikelements anzuordnen und durch symmetrische Ansteuerung der Lichtquellen bzw. Lichtquellengruppen die gewünschte Verstellung der Aufweitung des Strahlenbündels vorzunehmen. Dabei kann die Aufweitung des Strahlenbündels durch Zu- und Abschalten bzw. Hoch- und Abdimmen von verschiedenen weit von der Hauptachse beabstandeten Lichtquellen bzw. -untergruppen, die auf verschiedenen Seiten der Hauptachse des Optikelements, zur genannten Hauptachse symmetrisch angeordnet sind, gesteuert werden. Beispielsweise kann ein verhältnismäßig schmales Strahlenbündel dadurch erzeugt werden, dass nur eine im Bereich der Hauptachse angeordnete Lichtquelle oder Lichtquellengruppe strahlt, während von der Hauptachse weiter beabstandete Lichtquellen ausgeschaltet bzw. heruntergedimmt sind. Um das Lichtbündel aufzuweiten, können diese weiteren Lichtquellen bzw. -gruppen, die weiter von der Hauptachse beabstandet angeordnet sind und beispielsweise rechts und links von der zentralen Lichtquellengruppe positioniert sein können, zugeschaltet bzw. hochgedimmt werden, sodass sich das abgestrahlte Lichtbündel verbreitert.

[0028] Bei einer solchen symmetrischen Zuschaltung können in Weiterbildung der Erfindung auch unterschiedliche Querschnittskonturen des Strahlenbündels erzeugt werden, wobei insbesondere ein kreisförmiges Strahlenbündel zu einem elliptischen oder ovalen Strahlenbündel oder umgekehrt verändert werden kann. Hierzu kann beispielsweise ein Zuschalten bzw. Hochdimmen von Lichtquellen erfolgen, die entlang einer Achse senkrecht zur Hauptachse des Optikelements auf gegenüberliegenden Seiten der besagten Hauptachse angeordnet sind, ausgeführt werden, während in einer dazu senkrechten Richtung keine weiteren Lichtquellen hochgedimmt bzw. zugeschaltet werden. Je nach Beschaffenheit der Optik kann nicht nur eine Verstellung zwischen kreisförmigen und elliptischen bzw. ovalen Querschnittskonturen der Lichtsäule erfolgen, sondern beispielsweise auch eine Umstellung von näherungsweise quadratischen zu näherungsweise

se rechteckigen Querschnittskonturen der Lichtsäule vorgesehen werden.

[0029] Eine solche Verstellung bzw. Veränderung der Querschnittskontur der Lichtsäule kann insbesondere auch auf Ebene der gesamten Leuchte erfolgen. Besitzt die Leuchte beispielsweise ein matrixartiges Feld von Strahlern, können beispielsweise die entlang einer Achse der matrixartigen Anordnung positionierten Strahler in ihrer Ansteuerung verändert werden, während die dazu in Querrichtung aufgereihten Strahler keine Veränderung in der Ansteuerung erfahren. Werden beispielsweise die Strahler entlang einer Hauptachse des Strahlerfelds durch Hochdimmen bzw. Zuschalten der Lichtquellen bzw. -gruppen dieser Strahler in ihren Strahlenbündeln verbreitert oder gegenüber der Hauptachse der Optik verkippt, und zwar insbesondere die vom Zentrum weiter beabstandeten Strahler, während in einer Querrichtung keine Veränderung der Ansteuerung erfolgt, kann ein Strecken bzw. umgekehrt auch ein Stauchen des Querschnitts der von den Strahlern gemeinsam erzeugten Lichtsäule bzw. eine Verkipfung des Strahlenbündels gegenüber der Hauptachse der Optik erfolgen.

[0030] In Weiterbildung der Erfindung kann die Lichtquellenanordnung insgesamt rechteckig konturiert sein, wobei die Lichtquellenanordnung vorteilhafterweise in Richtung der längeren Hauptachse des Rechtecks außermittig versetzt zur optischen Hauptachse des Optikelements angeordnet sein kann. Das von den Lichtquellen definierte Lichtquellenfeld kann eine Hüllkontur definieren, die in der genannten Weise rechteckig ist oder zumindest näherungsweise ein Rechteck bildet.

[0031] Grundsätzlich ist es aber auch möglich, ein quadratisch konturiertes oder ein mehreckiges, beispielsweise sechseckiges oder auch rundes, beispielsweise kreisrundes oder ovales Lichtquellenfeld bzw. matrixartiges Lichtquellenmuster vorzusehen. Unabhängig von der konkreten geometrischen Form der Hüllkontur um die matrixartige Lichtquellenanordnung herum kann die Lichtquellenanordnung insgesamt asymmetrisch oder auch symmetrisch zur optischen Hauptachse positioniert sein. Wie gesagt kann die Aufweitung des Strahlenbündels bzw. dessen Fokussierung oder dessen Verkipfung durch unterschiedlich stark asymmetrische oder symmetrische Ansteuerung der Lichtquellen bzw. Lichtquellengruppen der Lichtquellenanordnung vorgenommen werden.

[0032] Um in einem zu beleuchtenden Zielgebiet eine bestimmte Leuchtfeldbreite bzw. einen bestimmten Leuchtfelddurchmesser zu haben, kann die Fokussierung des Strahlenbündels vorteilhafterweise automatisiert eingestellt oder angepasst werden. Insbesondere kann eine Abstandserfassung vorgesehen sein, die den Abstand des zu beleuchtenden Zielgebiets von dem Optikelement erfasst, wobei die genannte Ansteuervorrichtung die Lichtquellenanordnung in Abhängigkeit des erfassten Abstands mehr oder weniger asymmetrisch ansteuert, um in dem Zielgebiet das ge-

wünschte Leuchtfeld zu erzeugen.

[0033] Beispielsweise kann die Leuchte einen Abstandssensor besitzen, um die Zielgebietsfläche wie beispielsweise die Höhe eines OP-Tisches zu erfassen. Die Ansteuervorrichtung steuert dann die Lichtquellenanordnung in Abhängigkeit des erfassten Abstands so an, dass das Leuchtfeld im Zielgebiet die gewünschte Breite bzw. den gewünschten Durchmesser bzw. die gewünschte (beispielsweise kreisrunde, elliptische oder ovale) Querschnittskonturierung hat bzw. die Fokusebene der erzeugten Lichtsäule im Zielgebiet liegt. Die Abstands-Erfassungsvorrichtung kann dabei zyklisch oder kontinuierlich arbeiten, um beispielsweise bei einer Höhenverstellung des OP-Tisches oder einer durch andere Umstände bedingten Abstandsveränderung zwischen Zielgebiet und Strahler ein automatisches Nachjustieren der Fokusebene vornehmen zu können, indem die Ansteuervorrichtung die Lichtquellenanordnung stärker oder weniger stark asymmetrisch ansteuert.

[0034] Um in dem vom Strahler abgegebenen Strahlenbündel lichttechnisch unerwünschte Effekte wie Farbränder, Farbschatten oder auf im Strahlenbündel liegenden Objekten wie beispielsweise einer Operateurshand auftretende Farbflecken zu vermeiden, kann in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung zwischen der matrixartigen Lichtquellenanordnung und dem das Strahlenbündel formenden Optikelement eine Mischoptik vorgesehen sein, die das von den Lichtquellen der Lichtquellenanordnung abgegebene Licht durchmischt, bevor das Licht auf das genannte Optikelement trifft. Eine solche dem Optikelement vorgeschaltete Mischoptik kann insbesondere von Vorteil sein, wenn die Lichtquellenanordnung verschieden farbige Lichtquellen umfasst.

[0035] Die genannte Mischoptik kann dabei grundsätzlich verschieden ausgebildet sein, wobei vorteilhafterweise ein segmentierter Mischstab vorgesehen sein, dessen Segmente jeweils einer individuell zuschaltbaren Lichtquelle bzw. -gruppe der matrixartigen Lichtquellenanordnung zugeordnet sein können. Insbesondere kann als Mischoptik ein Mischstabbündel Verwendung finden, dessen einzelnen Mischstabelemente umfangsseitig aneinandergrenzen.

[0036] Die genannte Mischoptik kann dabei vorteilhafterweise insgesamt bezüglich der optischen Hauptachse des Optikelements asymmetrisch bzw. querversetzt angeordnet sein. Insbesondere kann die Mischoptik koaxial bzw. symmetrisch zur matrixartigen Lichtquellenanordnung angeordnet sein. Ist die Lichtquellenanordnung insgesamt asymmetrisch zur optischen Hauptachse des Optikelements angeordnet, kann auch die Mischoptik in entsprechender Weise asymmetrisch bzw. querversetzt angeordnet sein.

[0037] Die Verwendung einer solchen Mischoptik, insbesondere eines segmentierten Mischstabs zum Mischen unterschiedlich farbigen Lichts kann, ggf. auch in Verbindung mit einem Optikelement, das verschiedene

Lichtstrahlen verschieden oft reflektiert, in günstiger Weise dazu verwendet werden, um das vom Optikelement geformte Strahlenbündel hinsichtlich seiner Abstrahlrichtung und/oder Hauptabstrahlrichtung zu verkippen, indem zur Hauptachse der Mischoptik verschieden stark asymmetrisch angeordnete und/oder von der genannten Hauptachse verschieden weit beabstandete Lichtquellen einzeln oder gruppenweise ein- und ausgeschaltet bzw. herabgedimmt oder hochgedimmt werden. Dabei kann gleichzeitig zum Verkippen der Hauptabstrahlrichtung die Lichtfarbe in gewünschter Farbe eingestellt werden, indem beispielsweise einem einzelnen Stabsegment zugeordnete Lichtquellen unterschiedlicher Farbe ein- und ausgeschaltet bzw. hoch- bzw. heruntergedimmt werden.

[0038] Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine Draufsicht auf das Strahlerfeld einer Leuchte nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung, wobei eine Vielzahl an Strahler in einem insgesamt hexagonalen Strahlerfeld angeordnet sind,

Fig. 2: eine Schnittansicht eines der Strahler der Leuchte aus Fig. 1, wobei die matrixartige Lichtquellenanordnung und deren asymmetrische Anordnung bezüglich der optischen Hauptachse des Optikelements des Strahlers gezeigt ist,

Fig. 3: das von dem Strahler aus Fig. 2 erzeugte Strahlenbündel, wenn nur dessen symmetrisch angeordnete Lichtquellengruppe 0 leuchtet,

Fig. 4: eine schematische Darstellung des Strahlenbündels ähnlich Fig. 3, wenn zusätzlich zur symmetrisch angeordneten Lichtquellengruppe 0 auch die asymmetrisch angeordnete Lichtquellengruppe 1 eingeschaltet ist, wobei durch die strichlierte Linie in Fig. 4 auch die Verbreiterung des Strahlenbündels durch symmetrische Zuschaltung dargestellt ist,

Fig. 5: eine schematische Darstellung des Strahlenbündels ähnlich den Figuren 3 und 4, wenn die Lichtquellengruppen 0, 1 und 2 eingeschaltet sind,

Fig. 6: eine Darstellung der durch verschiedene Lichtquellengruppen erzeugbaren Strahlenbündelanteile und deren kombinatorische Erzeugung zur Verstellung der Fokusebene und/oder Verkipfung der Hauptstrahlrichtung des Strahlers aus Fig. 2, wobei die Teilansicht

a die Einzelanteile des Strahlenbündels zeigt, die Teilansicht b die durch verschiedenes Zuschalten erzeugbare Leuchtfeldbreite in einer mittleren Fokusebene, die Teilansicht c die durch verschiedenes Zuschalten erzeugbare Leuchtfeldbreite in einer nahen Fokusebene und die Teilansicht d die durch verschiedenes Zuschalten erzeugbare Leuchtfeldbreite in einer weit entfernten Fokusebene, wobei die in den verschiedenen Teilansichten der Fig. 6 dargestellten Felder mit gegenüberliegenden Strahlern in der Leuchte erzeugt werden können oder auch durch symmetrische Zuschaltung weiter beabstandeter Lichtquellen ergänzt werden können,

Fig. 7: einen Schnitt durch das Optikelement des Strahlers aus Fig. 2, der den Strahlengang durch das Optikelement zeigt, wobei das genannte Optikelement in Form einer scheibenförmigen Linse ausgebildet ist, die nur zweifach reflektiertes Licht austreten lässt,

Fig. 8: einen Schnitt durch eine als Optikelement dienende, alternativ konturierte Linse.

[0039] Wie Fig. 1 zeigt, kann die Leuchte 1 ein Feld von Strahlern 2 umfassen, die zumindest näherungsweise in einer Ebene oder entlang einer harmonisch konturierten Fläche angeordnet sein können. Beispielsweise können die genannten Strahler 2 an einem Teller oder plattenförmigen Leuchtenkorpus 3 angeordnet sein, der in einem Gehäuse aufgenommen oder ein Teil eines Gehäuses bilden kann. Beispielsweise kann die Leuchte 1 als Operationsleuchte ausgebildet sein, die an einem Tragarm positionsverstellbar gelagert sein kann, um die Leuchte 1 passgenau in eine Position über dem zu beleuchtenden Zielgebiet positionieren zu können. Grundsätzlich sind aber auch andere Anwendungen oder Aufhängungs- und Montagemöglichkeiten möglich.

[0040] Die Strahler 2 können vorteilhafterweise nebeneinander angeordnet und/oder gleichmäßig verteilt vorgesehen sein, wobei beispielsweise mehr als fünf oder mehr als zehn oder mehr als zwanzig Strahler 2 zu der Leuchte 1 zusammengefasst sein können.

[0041] Die Strahler 2 können dabei im Wesentlichen identisch zueinander ausgebildet sein. Unabhängig hiervon können die Strahler 2 im Betrieb alle leuchten bzw. strahlen, und zwar vorzugsweise unabhängig davon, welchen Durchmesser oder welche Breite das von den Strahlern 2 gemeinsam erzeugte Leuchtfeld haben soll bzw. unabhängig davon, wie die Aufweitung und/oder Fokussierung der von den Strahlern 2 gemeinsam erzeugten Lichtsäule eingestellt wird.

[0042] Wie Fig. 2 zeigt, kann jeder der Strahler 2 eine matrixartige Lichtquellenanordnung 4 umfassen, die beispielsweise in Form eines LED-Clusters ausgebildet

sein kann. Vorteilhafterweise umfasst die Lichtquellenanordnung 4 eine Vielzahl an individuell und/oder gruppenweise ansteuerbaren, vorzugsweise punktförmigen Lichtquellen, die in einem Feld gleichmäßig verteilt angeordnet, beispielsweise auf einer Versorgungsplatine angeordnet sein können.

[0043] Beispielsweise kann die Lichtquellenanordnung 4 mehr als zwei oder mehr als vier oder mehr als sechs oder wie im gezeigten Fall 8 oder mehr als zehn oder auch mehr als fünfzehn oder mehr als zwanzig Lichtquellen umfassen, die vorzugsweise gleichmäßig verteilt in mehreren reinen Spalten nebeneinander angeordnet sind. Die Lichtquellenanordnung 4 kann insgesamt eine rechteckige oder quadratische oder auch polygonzugartige oder mehreckige, wie beispielsweise sechseckige, oder auch runde oder abgerundete wie ovale oder elliptische Hüllkonturierung besitzen, wobei die genannte Hüllkonturierung die Umrisskontur des Lichtquellenfelds meint.

[0044] Vorteilhafterweise sind die Lichtquellen der Lichtquellenanordnung 4 in einer gemeinsamen Ebene verteilt angeordnet.

[0045] Der Strahler 2 weist ferner, wie Fig. 2 zeigt, ein Optikelement 5 auf, das in Form einer Linse ist, um das von der Lichtquellenanordnung 4 her empfangene Licht zu einem Strahlenbündel 6 zu formen, das von dem Optikelement 5 und damit von dem Strahler 2 abgegeben wird, um das jeweilige Zielgebiet auszuleuchten. Gemäß einer nicht beanspruchten Ausführungsform kann das Optikelement in Form einer Mischform aus Linse und Reflektor ausgebildet sein.

[0046] Insbesondere können die Strahler 2 der Leuchte 1 gemeinsam ein gemeinsames Zielgebiet wie beispielsweise einen Operationstisch ausleuchten und hierzu eine Lichtsäule abgeben, in der sich die Strahlenbündel 6 der Strahler 2 ergänzen und/oder überlagern.

[0047] Das genannte Optikelement 5 ist dabei derart ausgebildet, dass alle vom Optikelement 5 eingefangenen Lichtstrahlen gleich oft reflektiert werden, wobei die Zahl der Reflexionsvorgänge R der Beziehung $0 < R \leq n$ genügt, wobei n eine natürliche Zahl ist und ≤ 10 ist. Erfindungsweise ist die Zahl der Reflexionsvorgänge R größer oder gleich 1 und vorteilhafterweise kleiner als 8 oder kleiner als 5 oder kleiner als 3 sein.

[0048] Wie Fig. 2 zeigt, kann das Optikelement 5 beispielsweise in Form einer scheibenförmigen oder flachen, tellerartigen Linse ausgebildet sein, die eine Lichteintrittsfläche 7 besitzt, die an einer Flachseite der Linse vorgesehen sein und konkav oder in Form einer napfförmigen Ausnehmung konturiert sein kann.

[0049] An einer der Lichteintrittsfläche gegenüberliegenden Seite kann die Linse reflektieren bzw. total reflektierend ausgebildet sein, so dass kein unreflektierter Lichtanteil aus der Linse austreten kann. Wie der in Fig. 7 gezeigte Strahlengang 8 zeigt, kann ein von der Lichtquellenanordnung 4 her kommender Strahl an der Lichteintrittsfläche 7 durch Brechung umgelenkt wer-

den und dann an der gegenüberliegenden Flachseite der Linse durch Totalreflexion zurückgeworfen werden, um auf die ringförmige Linsenfläche geworfen zu werden, die die Lichteintrittsfläche 7 umgibt. An der genannten Ringfläche 9 kann der Strahlengang 8 erneut umgelenkt werden, beispielsweise durch eine reflektierende Beschichtung, die auf der Linse aufgebracht sein kann, oder, je nach Linsenkonturierung, durch Totalreflexion, um zur Lichtaustrittsfläche 10 gelenkt zu werden, die beispielsweise ringförmig auf einer Flachseite der Linse vorgesehen sein kann. Dabei kann zumindest eine der Oberflächen des Optikelements 5, an dem der Strahlengang 8 umgelenkt wird, facettiert ausgebildet sein, insbesondere mit Mikrofacetten versehen sein, um eine Vergleichmäßigung und durch Mischung des vom Optikelement 5 eingefangenen Lichts zu erreichen. Insbesondere kann die ringförmige Umlenkfläche 9, die den internen Strahlengang 8 zur Lichtaustrittsfläche hin lenkt, mit einer solchen Facettierung ausgebildet sein, vgl. Fig. 7. Insbesondere kann jeder Lichtstrahl 8 an der abstrahlseitigen Endfläche der Linse und an der gegenüberliegenden Ringfläche 9 insgesamt zweimal reflektiert werden.

[0050] Anstelle einer solchen in der Fig. 7 gezeigten scheibenförmigen Linse kann als Optikelement 5 aber auch eine anders konturierte Linse Verwendung finden, beispielsweise eine tropfenförmige Linse, wie sie in Fig. 8 gezeigt ist. Eine solche Linse kann eine der Lichtquellenanordnung 4 zugewandte, beispielsweise leicht konkav konturierte Lichteintrittsfläche 7 umfassen und eine der Lichteintrittsfläche 7 gegenüberliegende bzw. abgewandte Lichtaustrittsfläche 10 aufweisen, die deutlich stärker gekrümmt als die Lichteintrittsfläche sein kann und/oder bauchig bzw. konvex gekrümmt sein kann.

[0051] Wie Fig. 2 zeigt, ist die matrixartige Lichtquellenanordnung 4 vorteilhafterweise asymmetrisch bezüglich der optischen Hauptachse 11 des Optikelements 5 angeordnet. Die genannte optische Hauptachse 11 des Optikelements 5 kann zwar durch das Lichtquellenfeld bzw. die Lichtquellenanordnung 4 hindurchtreten, jedoch nicht durch das Zentrum der Lichtquellenanordnung 4, sondern durch einen dazu exzentrisch versetzten Abschnitt. Ist eine insgesamt etwa rechteckige Lichtquellenanordnung 4 vorgesehen, kann die Lichtquellenanordnung 4 in Richtung der längeren Hauptachse des Rechtecks versetzt angeordnet sein.

[0052] Insbesondere kann die Lichtquellenanordnung 4 relativ zur optischen Hauptachse 11 des Optikelements 5 derart positioniert sein, dass eine Lichtquelle bzw. -gruppe zur optischen Hauptachse 11 symmetrisch positioniert ist und zumindest eine weitere Lichtquelle oder -gruppe zur optischen Hauptachse 11 asymmetrisch bzw. querversetzt positioniert ist. Vorteilhafterweise sind zumindest eine Lichtquelle oder -gruppe symmetrisch und zumindest zwei weitere Lichtquellen oder -gruppen zur Hauptachse 11 exzentrisch versetzt angeordnet, wobei die beiden genannten zumin-

dest zwei weiteren Lichtquellen bzw. -gruppen vorteilhafterweise unterschiedlich weit zur Hauptachse 11 querversetzt sind.

[0053] Beispielsweise kann eine Lichtquellenreihe 0 symmetrisch zur optischen Hauptachse 11, eine weitere Lichtquellenreihe 1 benachbart zur Lichtquellenreihe 0, aber versetzt von der Hauptachse 11 angeordnet sein und eine weitere Lichtquellenreihe 2 benachbart zur vorgenannten Lichtquellenreihe 1 und nochmals weiter querversetzt von der Hauptachse 11 angeordnet sein. Eine zusätzliche Lichtquellenreihe -1 kann wiederum benachbart zur symmetrischen Lichtquellenreihe 0, jedoch zur gegenüberliegenden Seite hin querversetzt angeordnet sein, vgl. Fig. 2.

[0054] Die symmetrisch und asymmetrisch bzw. unterschiedlich weit asymmetrisch angeordneten Lichtquellen bzw. -gruppen der Lichtquellenanordnung 4 sind vorteilhafterweise individuell bzw. gruppenweise von einer Ansteuervorrichtung 12 ansteuerbar, insbesondere ein- und ausschaltbar und/oder dimmbar. Die genannte Ansteuervorrichtung 12 kann eine elektronische Steuerung beispielsweise umfassend eine Prozessor-Steuerungsbaugruppe aufweisen und Teil einer Einstellvorrichtung 13 sein bzw. mit einer solchen Einstellvorrichtung 13 verbunden sein, die zur variablen Einstellung der Aufweitung und/oder der Fokussierung des Strahlenbündels 6 vorgesehen ist. Die genannte Einstellvorrichtung 13 kann dabei Eingabemittel zum Eingeben bzw. Vorwählen einer gewünschten Aufweitung und/oder Fokussierung aufweisen, beispielsweise in Form einer Einstelltaste, eines Einstell Drehknopfes oder auch eines Touchscreens oder in Form anderer Eingabemittel. Alternativ oder zusätzlich kann die Einstellvorrichtung 13 aber auch automatisch arbeitend ausgebildet sein bzw. einen Automatikmodus aufweisen, um die Aufweitung und/oder Fokussierung des Strahlenbündels 6 automatisch in Form eines Betriebs- und/oder Umgebungsparameters einzustellen.

[0055] Beispielsweise kann die Leuchte 1 einen Abstandssensor 14 umfassen, der den Abstand der Leuchte 1 und/oder eines Strahlers 2 vom zu beleuchtenden Zielgebiet besitzen, wobei die Ansteuervorrichtung 12 die Lichtquellen der Lichtquellenanordnung 4 in Abhängigkeit des erfassten Abstands ansteuert.

[0056] Wie ein Vergleich der Figuren 3 bis 5 zeigt, verbreitert oder verjüngt sich das Strahlenbündel 6 des Strahlers 2 je nachdem, welche Lichtquellen bzw. -gruppen angesteuert werden. Wird beispielsweise nur die symmetrisch angeordnete Lichtquellenreihe 0 eingeschaltet, vgl. Fig. 3, wird ein enges Strahlenbündel 6 erzeugt.

[0057] Wird zusätzlich zur symmetrischen Lichtquellenreihe 0 die dazu benachbarte, aber zur Hauptachse 11 asymmetrische Lichtquellenreihe 1 eingeschaltet, wird ein breiteres Strahlenbündel 6 erzeugt, da der von den asymmetrischen Lichtquellen her kommende Strahlenbündelteil stärker abgelenkt vom Optikelement 5 abgestrahlt wird, vgl. Fig. 4.

[0058] Dabei zeigt die zusätzliche Linie L in Fig. 4 auch die Option, ein verbreitertes Strahlenbündel durch symmetrisches Zuschalten von weiter entfernten Lichtquellen zu erzeugen. Insbesondere verdeutlicht die zusätzliche Linie L den verbreiterten Strahlenbündelteil, der erhalten wird, wenn die LED-Baugruppe -1 zugeschaltet bzw. hochgedimmt wird, sodass dann in diesem Falle die Lichtquellengruppen -1, 0 und 1 mit vergleichbarer Intensität strahlen. Die Verbreiterung des Strahlenbündels kann also nicht nur durch Ergänzung bzw. Überlagerung asymmetrisch zugeschalteter bzw. hochgedimmter Lichtquellen erzeugt werden, sondern auch durch Zuschalten bzw. Hochdimmen immer weiter von der Hauptachse beabstandeter, bezüglich der Hauptachse aber symmetrisch angeordneter Lichtquellen bzw. -gruppen.

[0059] Werden zusätzlich zu der symmetrisch angeordneten Lichtquellenreihe 0 die dazu benachbarte, asymmetrisch angeordnete Lichtquellenreihe 1 und die wiederum dazu benachbarte, nochmals weiter asymmetrisch angeordnete Lichtquellenreihe 2 betrieben, kann ein nochmals verbreitertes bzw. stärker aufgeweitetes Strahlenbündel 6 erzeugt werden, vgl. Fig. 5.

[0060] Wie die Teilansichten von Fig. 6 vergleichend verdeutlichen, kann durch Zu- und Abschalten mehr oder weniger stark asymmetrisch angeordneter Lichtquellen bzw. -gruppen auch die Fokusebene des Strahlenbündels 6 verändert werden bzw. in verschiedenen Fokusebenen verschiedene Breiten oder Durchmesser des Strahlenbündels 6 eingestellt, je nachdem, welche der Lichtquellen der Lichtquellenanordnung 4 betrieben werden.

[0061] Fig. 6a zeigt die von den einzelnen Lichtquellen bzw. Lichtquellenreihen erzeugbaren Strahlenbündelanteile, während die Teilansichten 6b, 6c und 6d die durch verschiedene Kombination der Strahlenbündelanteile erzeugbaren Strahlenbündel 6 zeigen, wobei wiederum die Teilansicht b die erzeugbaren Feldbreiten bzw. Bündeldurchmesser in einer Fokusebene im Abstand von beispielsweise 1 m, die Teilansicht c die erzeugbaren Feldbreiten bzw. Bündeldurchmesser in einer Fokusebene im Abstand von beispielsweise 0,7 m und die Teilansicht d verschiedene Feldbreiten bzw. Bündeldurchmesser in einer Fokusebene im Abstand von beispielsweise 1,5 m vom Optikelement 5 des Strahlers 2 zeigt.

[0062] Wie die Figur 8 zeigt, ergeben sich auch bei anders konturierten Linsen oder einem Reflektor als Optikelement 5 entsprechende, in unterschiedliche tunge abgestrahlte Strahlenbündelanteile 6.0 und 6.1, die bei Ergänzung verschieden stark aufgeweitete Strahlenbündel 6 ergeben.

[0063] Wie Fig. 2 zeigt, ist zwischen der Lichtquellenanordnung 4 und dem Optikelement 5 vorteilhafterweise eine Mischoptik 15 vorgesehen, die vorteilhafterweise nach Art eines länglichen Mischstabs ausgebildet sein kann, um das von der Lichtquellenanordnung 4 her kommende Licht zu durchmischen noch bevor es

auf das Optikelement 5 trifft.

[0064] Insbesondere kann die genannte Mischoptik 5 in Form eines segmentierten Mischstabs ausgebildet sein, dessen Stabsegmente ein Stabbündel bilden und umfangsseitig aneinander flächig angrenzen.

[0065] Die einzelnen Mischstabsegmente 16 können dabei einer jeweiligen Lichtquelle oder -gruppe zugeordnet sein, die individuell ansteuerbar bzw. zu- und wegschaltbar ist, um das Licht der jeweiligen Lichtquelle bzw. -gruppe zu durchmischen.

[0066] Wie Fig. 2 zeigt, können die zuschaltbaren und/oder verschieden stark asymmetrisch angeordneten Lichtquellengruppen Lichtquellen verschiedener Lichtfarbe umfassen, sodass in der Mischoptik 15, insbesondere im jeweiligen Mischstabsegment 16 eine Durchmischung des unterschiedlich farbigen Lichts erfolgt.

Patentansprüche

1. Strahler mit einer matrixartigen Lichtquellenanordnung (4), einem Optikelement (5) in Form einer Linse zum Formen des von der Lichtquellenanordnung (4) her empfangenen Lichts zu einem Strahlenbündel (6), sowie einer Einstellvorrichtung (13) zum Einstellen der Aufweitung und/oder Fokussierung des Strahlenbündels (6), wobei die Einstellvorrichtung (13) eine Ansteuervorrichtung (12) zum individuellen und/oder gruppenweisen Ansteuern der Lichtquellen der Lichtquellenanordnung (4) umfasst, die zum Einstellen der Aufweitung und/oder Fokussierung des Strahlenbündels (6) verschiedene Betriebsmodi aufweist, in denen verschiedene Untergruppen der Lichtquellen angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Optikelement (5) dazu ausgebildet ist, das gesamte empfangene Licht beim Formen zum Strahlenbündel (6) gleich oft zu reflektieren, wobei die Anzahl der Reflexionsvorgänge (R) eines jeden empfangenen Lichtstrahls an dem Optikelement (5) der Beziehung $0 < R \leq n$ genügt und n eine natürliche Zahl ≤ 10 ist, und die Einstellvorrichtung (13) einen Betriebsmodus zum Verstellen der Abstrahlrichtung und/oder Hauptachse des Strahlenbündels (6) aufweist, in dem zum Verkippen der Abstrahlrichtung und/oder Hauptachse des Strahlenbündels (6) verschiedene Untergruppen der Lichtquellen angesteuert werden, die verschieden stark asymmetrisch zur optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) versetzt angeordnet sind.
2. Strahler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Anzahl der Reflexionsvorgänge (R) eines jeden Lichtstrahls am Optikelement (5) der Beziehung $0 < R < 5$ oder $0 < R < 3$ genügt.
3. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprü-

- che, wobei in einem ersten Betriebsmodus der Ansteuervorrichtung (12) eine erste Lichtquelle oder -gruppe, die bezüglich der optischen Hauptachse des Optikelements (5) symmetrisch angeordnet ist, leuchtet und eine zweite Lichtquelle oder -gruppe, die bezüglich der optischen Hauptachse des Optikelements (5) asymmetrisch und/oder exzentrisch versetzt angeordnet ist, abgeschaltet und/oder im Vergleich zur ersten Lichtquelle oder -gruppe heruntergedimmt ist, und in einem zweiten Betriebsmodus die genannte erste Lichtquelle oder -gruppe sowie zumindest die genannte zweite Lichtquelle oder -gruppe mit vergleichbaren Intensitäten leuchten.
4. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ansteuervorrichtung (12) dazu ausgebildet ist, zum Verkippen der Hauptstrahlachse des Strahlenbündels (6) kaskadenartig immer weiter querversetzte Lichtquellen oder -untergruppen zuzuschalten, sodass die Asymmetrie des von allen jeweils leuchtenden Lichtquellen erzeugte Lichtbündel, das auf das Optikelement (5) trifft, bezüglich der optischen Hauptachse des Optikelements (5) immer stärker wird.
5. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtquellenanordnung (4) insgesamt asymmetrisch zur optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) angeordnet ist.
6. Strahler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Lichtquellenanordnung (4) insgesamt rechteckig konturiert ist und in Richtung der längeren Hauptachse des Rechtecks außermittig versetzt zu der optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) angeordnet ist.
7. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einstellvorrichtung (13) einen weiteren Betriebsmodus zum Einstellen der Aufweitung des Strahlenbündels aufweist, in dem verschiedene Untergruppen der Lichtquellen angesteuert werden, die symmetrisch zur optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5), unterschiedlich weit von der optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) beabstandet angeordnet sind.
8. Strahler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Ansteuervorrichtung (12) dazu ausgebildet ist,
- zum Verbreitern des Strahlenbündels (6) kaskadenartig immer weiter von der Hauptachse (11) des Optikelements (5) beabstandete Lichtquellen oder - untergruppen zuzuschalten, und/oder
 - zum Erzeugen eines im Querschnitt elliptischen oder ovalen oder länglich gestreckten Strahlenbündels (6) entlang einer Achse senkrecht zur Hauptachse (11) des Optikelements (5) zunehmend weiter von der Hauptachse (11) beabstandete Lichtquellen oder -untergruppen zuzuschalten und/oder entlang einer zweiten Achse senkrecht zur optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) weiter von der Hauptachse (11) des Optikelements (5) beabstandete Lichtquellen oder -untergruppen abzuschalten und/oder herunterzudimmen.
9. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Lichtquellenanordnung (4) und dem Optikelement (5) eine Mischoptik (15) zum kompletten oder gruppenweisen Mischen des von den Lichtquellen oder -gruppen der Lichtquellenanordnung (4) abgegebenen Lichts vorgesehen ist, wobei die Mischoptik (15) einen segmentierten Mischstab umfasst, dessen Segmente jeweils einer individuell zuschaltbaren Lichtquellengruppe zugeordnet sind, die unterschiedlich farbige Lichtquellen aufweisen, deren unterschiedlich farbiges Licht in den Mischstabsegmenten gemischt wird, wobei der segmentierte Mischstab zur optischen Hauptachse des Optikelements (5) asymmetrisch versetzt angeordnet ist.
10. Strahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Optikelement (5) in Form einer scheibenförmigen oder flachen, tellerartigen Linse ausgebildet ist, die gegenüber einer Lichteintrittsfläche (7) einen reflektierenden und/oder total reflektierenden Linsenabschnitt besitzt, von dem Lichtstrahlen zurück auf eine Ringfläche (9) um die Lichteintrittsfläche (7) herum gelenkt werden, welche Ringfläche (9) dazu ausgebildet ist, die Strahlen auf eine ringförmige Ringaustrittsfläche (10) auf einer gegenüberliegenden Linsenseite zu lenken.
11. Strahler nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Ringfläche (9) mit einer Facettierung versehen ist.
12. Strahler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Optikelement (5) eine zumindest näherungsweise runde, bauchig ausgeformte Linse aufweist, zu deren Hauptachse die Lichtquellenanordnung (4) versetzt angeordnet ist.
13. Leuchte mit einer Vielzahl von Strahlern (2), von denen zumindest einer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.
14. Leuchte nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Einstellvorrichtung (13) dazu ausgebildet ist, auch bei unterschiedlichen Aufweitungen un-

d/oder unterschiedlichen Fokussierungen der von den Strahlern (1) gemeinsam abgegebenen Lichtsäule die gleiche Anzahl, insbesondere alle Strahler (2) mit zumindest näherungsweise gleicher Intensität leuchten zu lassen.

15. Verwendung eines gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildeten Strahlers mit einer matrixartigen Lichtquellenanordnung (4) und einem das von der Lichtquellenanordnung (4) her empfangene Licht formenden Optikelement (5) in einer Leuchte zum Erzeugen eines unterschiedlich aufgeweiteten und/oder fokussierten Strahlenbündels (6), wobei asymmetrisch zur optischen Hauptachse (11) des Optikelements (5) angeordnete Lichtquellen der matrixartigen Lichtquellenanordnung (4) zum Verkippen der Hauptabstrahlrichtung des Strahlenbündels (6) einzeln und/oder untergruppenweise individuell angesteuert werden.

Claims

1. Spotlight with a matrix-like light source arrangement (4), an optical element (5) in the form of a lens for shaping the light received from the light source arrangement (4) into a beam (6), and a setting device (13) for setting the divergence and/or focusing of the beam (6), wherein the setting device (13) comprises a control device (12) for individually and/or group-wise controlling the light sources of the light source arrangement (4), which has different operating modes for setting the divergence and/or focusing of the beam (6), in which different subgroups of the light sources are controlled, **characterized in that** the optical element (5) is configured to reflect the entire received light the same number of times when shaping it into the beam (6), wherein the number of reflection processes (R) of each received light ray at the optical element (5) satisfies the relation $0 < R \leq n$ and n is a natural number ≤ 10 , and the setting device (13) has an operating mode for adjusting the emission direction and/or main axis of the beam (6), in which, for tilting the emission direction and/or main axis of the beam (6), different subgroups of the light sources are controlled, which are arranged offset with different degrees of asymmetry to the optical main axis (11) of the optical element (5).
2. Spotlight according to the preceding claim, wherein the number of reflection processes (R) of each light ray at the optical element (5) satisfies the relation $0 < R < 5$ or $0 < R < 3$.
3. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein in a first operating mode of the control device (12), a first light source or group, which is

arranged symmetrically with respect to the optical main axis of the optical element (5), illuminates and a second light source or group, which is arranged asymmetrically and/or eccentrically offset with respect to the optical main axis of the optical element (5), is switched off and/or dimmed down in comparison to the first light source or group, and in a second operating mode said first light source or group and at least said second light source or group illuminates with comparable intensities.

4. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein the control device (12) is configured to, for tilting the main beam axis of the beam (6), switch on in a cascaded manner ever further transversely offset light sources or subgroups, such that the asymmetry of the light bundle generated by all respectively illuminating light sources, which impinges on the optical element (5), becomes ever greater with respect to the optical main axis of the optical element (5).

5. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein the light source arrangement (4) is arranged as a whole asymmetrically to the optical main axis (11) of the optical element (5).

6. Spotlight according to the preceding claim, wherein the light source arrangement (4) is as a whole rectangularly contoured and is arranged offset off-center to the optical main axis (11) of the optical element (5) in the direction of the longer main axis of the rectangle.

7. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein the setting device (13) has a further operating mode for setting the divergence of the beam, in which different subgroups of the light sources are controlled, which are arranged symmetrically to the optical main axis (11) of the optical element (5), spaced at different distances from the optical main axis (11) of the optical element (5).

8. Spotlight according to the preceding claim, wherein the control device (12) is configured for

- widening the beam (6), switch on in a cascaded manner light sources or subgroups spaced ever further from the main axis (11) of the optical element (5), and/or
- generating a beam (6) that is elliptical or oval or elongated in cross-section, switch on light sources or subgroups increasingly further spaced from the main axis (11) along an axis perpendicular to the main axis (11) of the optical element (5) and/or switch off and/or dim down light sources or subgroups further spaced from the main axis (11) of the optical

element (5) along a second axis perpendicular to the optical main axis (11) of the optical element (5).

9. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein between the light source arrangement (4) and the optical element (5) a mixing optic (15) is provided for completely or group-wise mixing the light emitted by the light sources or groups of the light source arrangement (4), wherein the mixing optic (15) comprises a segmented mixing rod, the segments of which are each assigned to an individually switchable-on light source group, which have differently colored light sources, the differently colored light of which is mixed in the mixing rod segments, wherein the segmented mixing rod is arranged asymmetrically offset to the optical main axis of the optical element (5). 5
10. Spotlight according to one of the preceding claims, wherein the optical element (5) is configured in the form of a disc-shaped or flat, plate-like lens, which has, opposite a light entry surface (7), a reflecting and/or totally reflecting lens section, from which light rays are directed back onto an annular surface (9) around the light entry surface (7), which annular surface (9) is configured to direct the rays onto an annular ring exit surface (10) on an opposite lens side. 10
11. Spotlight according to the preceding claim, wherein the annular surface (9) is provided with a faceting. 15
12. Spotlight according to one of claims 1 to 9, wherein the optical element (5) comprises an at least approximately round, bulbously shaped lens, to the main axis of which the light source arrangement (4) is arranged offset. 20
13. Luminaire with a plurality of spotlights (2), of which at least one is configured according to one of claims 1 to 12. 25
14. Luminaire according to the preceding claim, wherein the setting device (13) is configured to, even with different divergences and/or different focusings of the light column jointly emitted by the spotlights (1), cause the same number, in particular all spotlights (2), to illuminate with at least approximately the same intensity. 30
15. Use of a spotlight configured according to one of claims 1 to 12 with a matrix-like light source arrangement (4) and an optical element (5) shaping the light received from the light source arrangement (4), in a luminaire for generating a differently diverged and/or focused beam (6), wherein light sources of the matrix-like light source arrangement 35

(4) arranged asymmetrically to the optical main axis (11) of the optical element (5) are individually controlled singly and/or group-wise for tilting the main emission direction of the beam (6). 40

Revendications

1. Projecteur avec un agencement de sources lumineuses de type matriciel (4), un élément optique (5) sous la forme d'une lentille pour former la lumière reçue de l'agencement de sources lumineuses (4) en un faisceau (6), ainsi qu'un dispositif de réglage (13) pour régler la divergence et/ou la focalisation du faisceau (6), dans lequel le dispositif de réglage (13) comprend un dispositif de commande (12) pour commander individuellement et/ou par groupes les sources lumineuses de l'agencement de sources lumineuses (4), qui présente différents modes de fonctionnement pour régler la divergence et/ou la focalisation du faisceau (6), dans lesquels différents sous-groupes des sources lumineuses sont commandés, **caractérisé en ce que** l'élément optique (5) est configuré pour réfléchir la totalité de la lumière reçue le même nombre de fois lors de la formation en faisceau (6), dans lequel le nombre de processus de réflexion (R) de chaque rayon lumineux reçu au niveau de l'élément optique (5) satisfait à la relation $0 < R \leq n$ et n est un nombre naturel ≤ 10 , et le dispositif de réglage (13) présente un mode de fonctionnement pour l'ajustement de la direction d'émission et/ou de l'axe principal du faisceau (6), dans lequel, pour le basculement de la direction d'émission et/ou de l'axe principal du faisceau (6), différents sous-groupes des sources lumineuses sont commandés, qui sont agencés de manière décalée avec des degrés d'asymétrie différents par rapport à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5). 45
2. Projecteur selon la revendication précédente, dans lequel le nombre de processus de réflexion (R) de chaque rayon lumineux au niveau de l'élément optique (5) satisfait à la relation $0 < R < 5$ ou $0 < R < 3$. 50
3. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, dans un premier mode de fonctionnement du dispositif de commande (12), une première source ou un premier groupe de sources lumineuses, qui est agencé(e) symétriquement par rapport à l'axe optique principal de l'élément optique (5), émet de la lumière et une deuxième source ou un deuxième groupe de sources lumineuses, qui est agencé(e) de manière décalée asymétriquement et/ou excentriquement par rapport à l'axe optique principal de l'élément optique 55

- (5), est éteint(e) et/ou à intensité réduite par comparaison à la première source ou au premier groupe de sources lumineuses, et dans un deuxième mode de fonctionnement, ladite première source ou ledit premier groupe de sources lumineuses ainsi qu'au moins ladite deuxième source ou ledit deuxième groupe de sources lumineuses émettent de la lumière avec des intensités comparables.
- 5
- 10
4. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de commande (12) est configuré pour, pour le basculement de l'axe de faisceau principal du faisceau (6), activer en cascade des sources ou des sous-groupes de sources lumineuses décalé(e)s transversalement de plus en plus loin, de sorte que l'asymétrie du faisceau lumineux généré par toutes les sources lumineuses respectives émettant de la lumière, qui frappe l'élément optique (5), devient de plus en plus forte par rapport à l'axe optique principal de l'élément optique (5).
- 20
- 25
5. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agencement de sources lumineuses (4) est agencé dans son ensemble de manière asymétrique par rapport à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5).
- 30
- 35
6. Projecteur selon la revendication précédente, dans lequel l'agencement de sources lumineuses (4) présente dans son ensemble un contour rectangulaire et est agencé de manière décalée et excentrée par rapport à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5) dans la direction de l'axe principal le plus long du rectangle.
- 40
- 45
7. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de réglage (13) présente un mode de fonctionnement supplémentaire pour régler la divergence du faisceau, dans lequel différents sous-groupes des sources lumineuses sont commandés, qui sont agencés symétriquement par rapport à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5), espacés à des distances différentes de l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5).
- 50
- 55
8. Projecteur selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de commande (12) est configuré pour
- élargir le faisceau (6), activer en cascade des sources ou des sous-groupes de sources lumineuses espacé(e)s de plus en plus loin de l'axe principal (11) de l'élément optique (5), et/ou
 - générer un faisceau (6) qui est elliptique ou
- ovale ou allongé en section transversale, activer des sources ou des sous-groupes de sources lumineuses espacé(e)s de plus en plus loin de l'axe principal (11) le long d'un axe perpendiculaire à l'axe principal (11) de l'élément optique (5) et/ou éteindre et/ou mettre à intensité réduite des sources ou des sous-groupes de sources lumineuses espacé(e)s plus loin de l'axe principal (11) de l'élément optique (5) le long d'un deuxième axe perpendiculaire à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5).
9. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, entre l'agencement de sources lumineuses (4) et l'élément optique (5), une optique de mélange (15) est prévue pour mélanger complètement ou par groupes la lumière émise par les sources ou les groupes de sources de l'agencement de sources lumineuses (4), dans lequel l'optique de mélange (15) comprend un barreau de mélange segmenté, dont les segments sont chacun associés à un groupe de sources lumineuses activable individuellement, qui présentent des sources lumineuses de couleurs différentes, dont la lumière de couleurs différentes est mélangée dans les segments du barreau de mélange, dans lequel le barreau de mélange segmenté est agencé de manière décalée asymétriquement par rapport à l'axe optique principal de l'élément optique (5).
10. Projecteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément optique (5) est configuré sous la forme d'une lentille en forme de disque ou plate, de type assiette, qui possède, à l'opposé d'une surface d'entrée de la lumière (7), une section de lentille réfléchissante et/ou à réflexion totale, à partir de laquelle des rayons lumineux sont dirigés en retour sur une surface annulaire (9) autour de la surface d'entrée de la lumière (7), laquelle surface annulaire (9) est configurée pour diriger les rayons sur une surface de sortie annulaire (10) sur un côté opposé de la lentille.
11. Projecteur selon la revendication précédente, dans lequel la surface annulaire (9) est pourvue d'un facetage.
12. Projecteur selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'élément optique (5) comprend une lentille de forme bombée, au moins approximativement ronde, par rapport à l'axe principal de laquelle l'agencement de sources lumineuses (4) est agencé de manière décalée.
13. Luminaire avec une pluralité de projecteurs (2), dont au moins un est configuré selon l'une des

revendications 1 à 12.

- 14.** Luminaire selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de réglage (13) est configuré pour, même avec des divergences différentes et/ou des focalisations différentes de la colonne de lumière émise en commun par les projecteurs (1), faire en sorte que le même nombre, en particulier tous les projecteurs (2), émettent de la lumière avec une intensité au moins approximativement égale. 5 10
- 15.** Utilisation d'un projecteur configuré selon l'une des revendications 1 à 12 avec un agencement de sources lumineuses de type matriciel (4) et un élément optique (5) formant la lumière reçue de l'agencement de sources lumineuses (4), dans un luminaire pour générer un faisceau (6) à divergence et/ou focalisation différente, dans laquelle des sources lumineuses de l'agencement de sources lumineuses de type matriciel (4) agencées de manière asymétrique par rapport à l'axe optique principal (11) de l'élément optique (5) sont commandées individuellement et/ou par sous-groupes pour le basculement de la direction d'émission principale du faisceau (6). 15 20 25

30

35

40

45

50

55

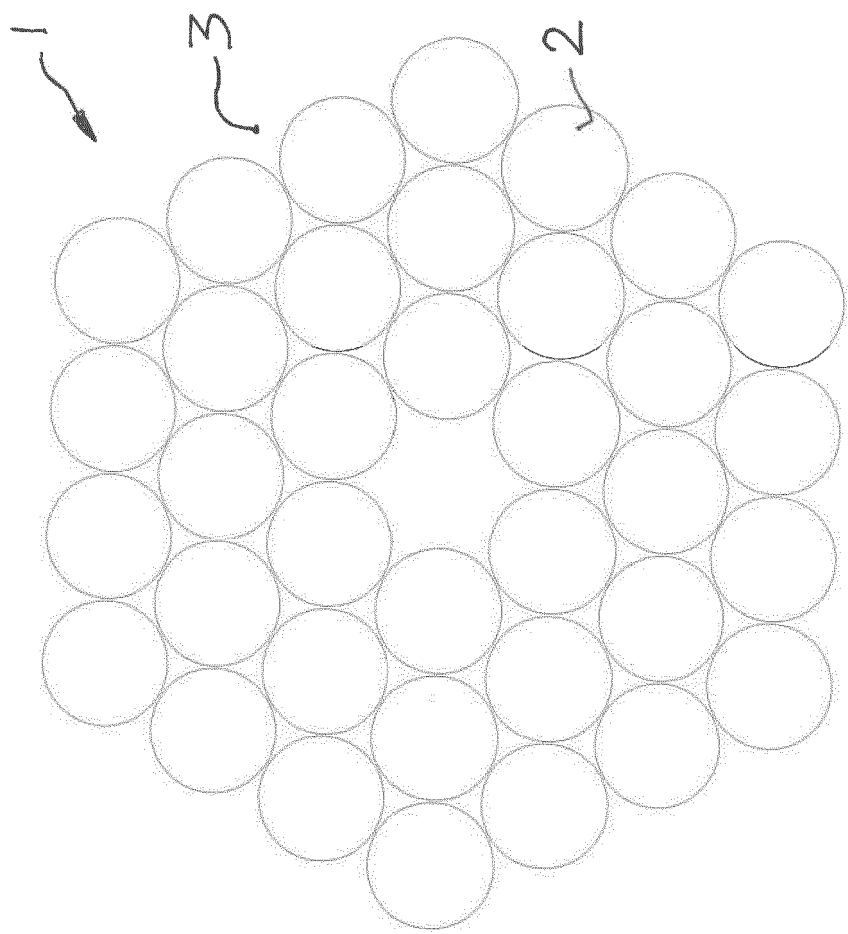


Fig.1

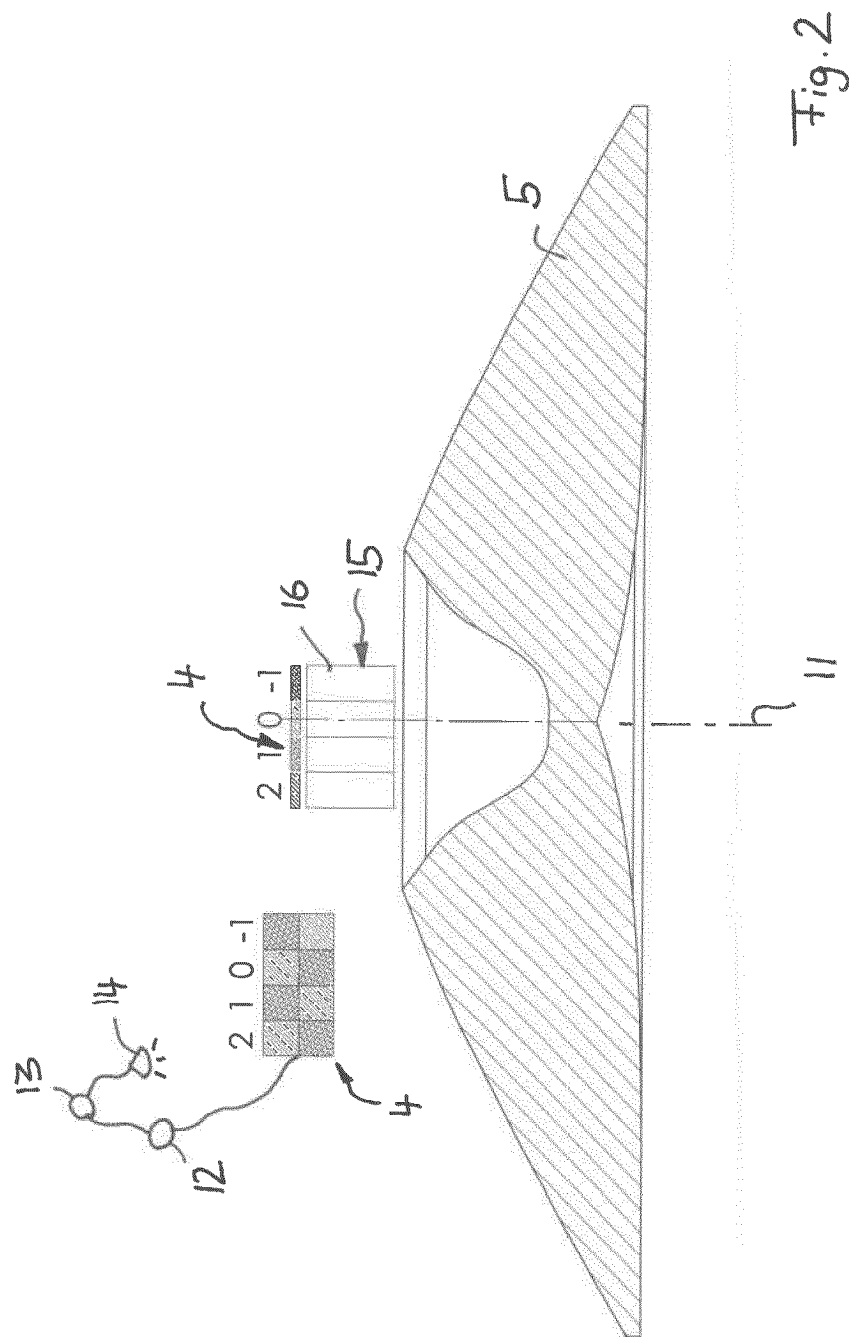
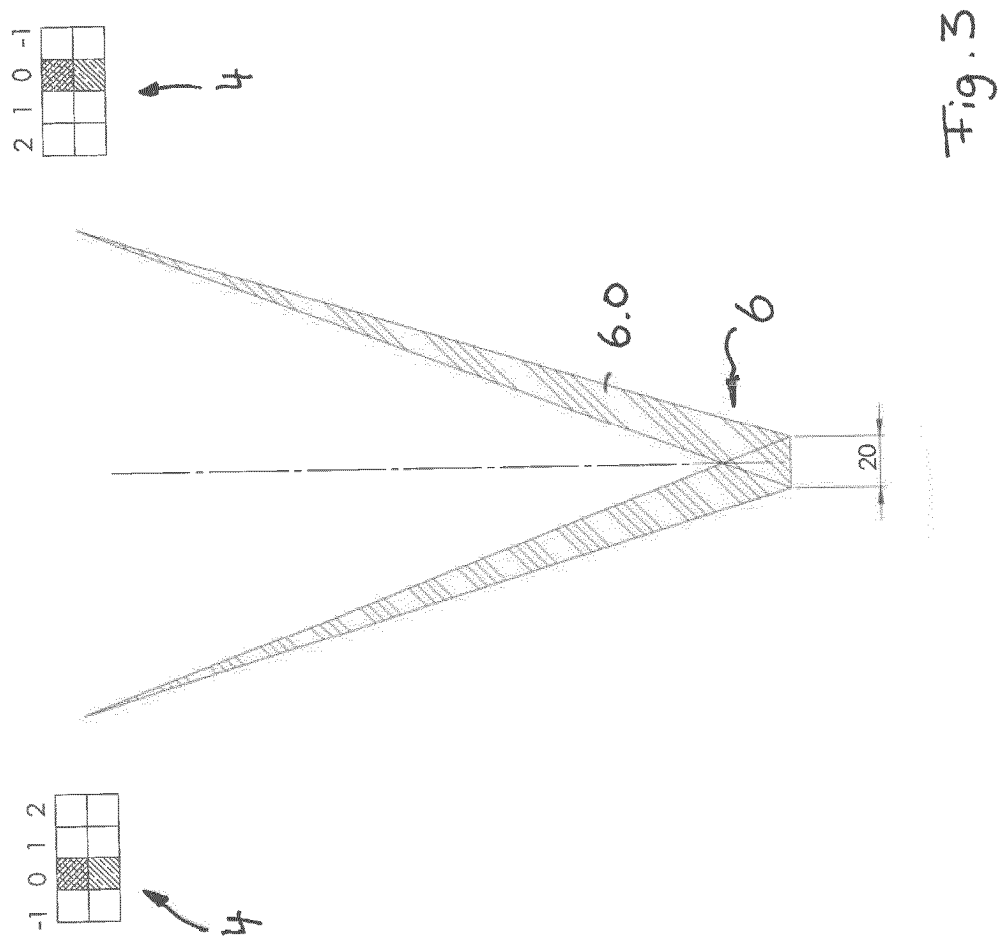
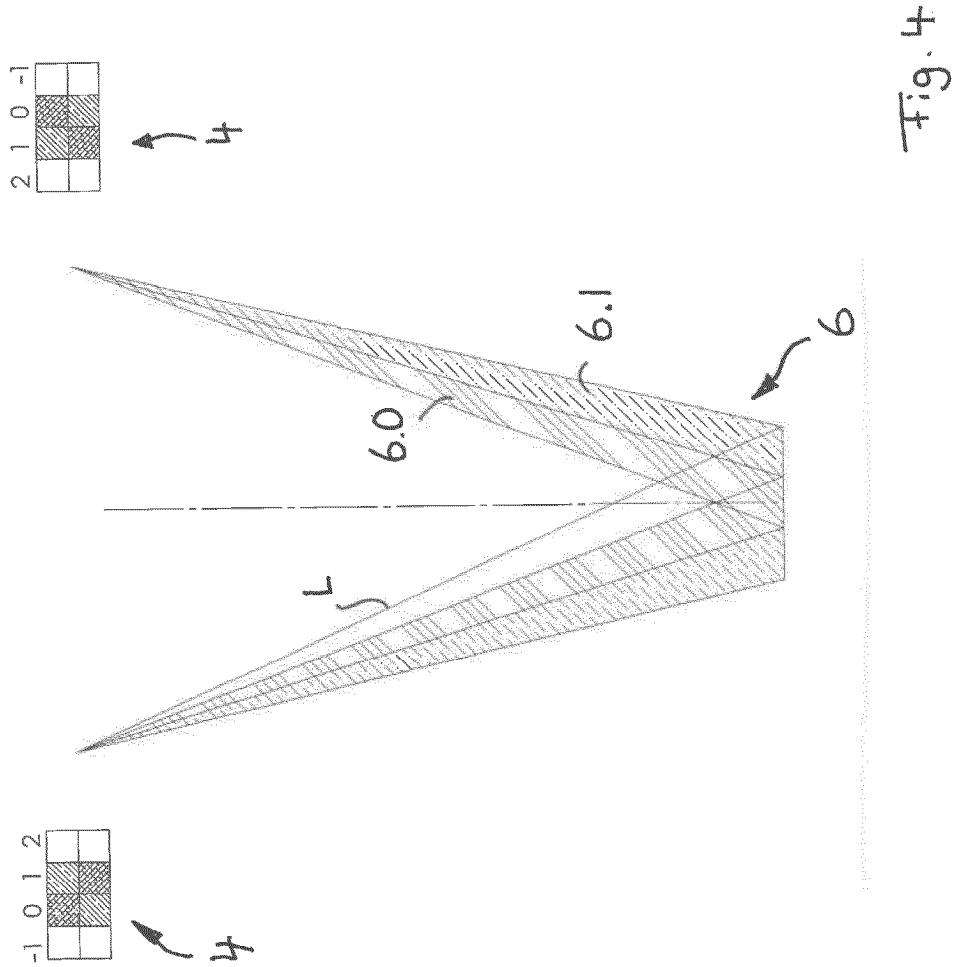
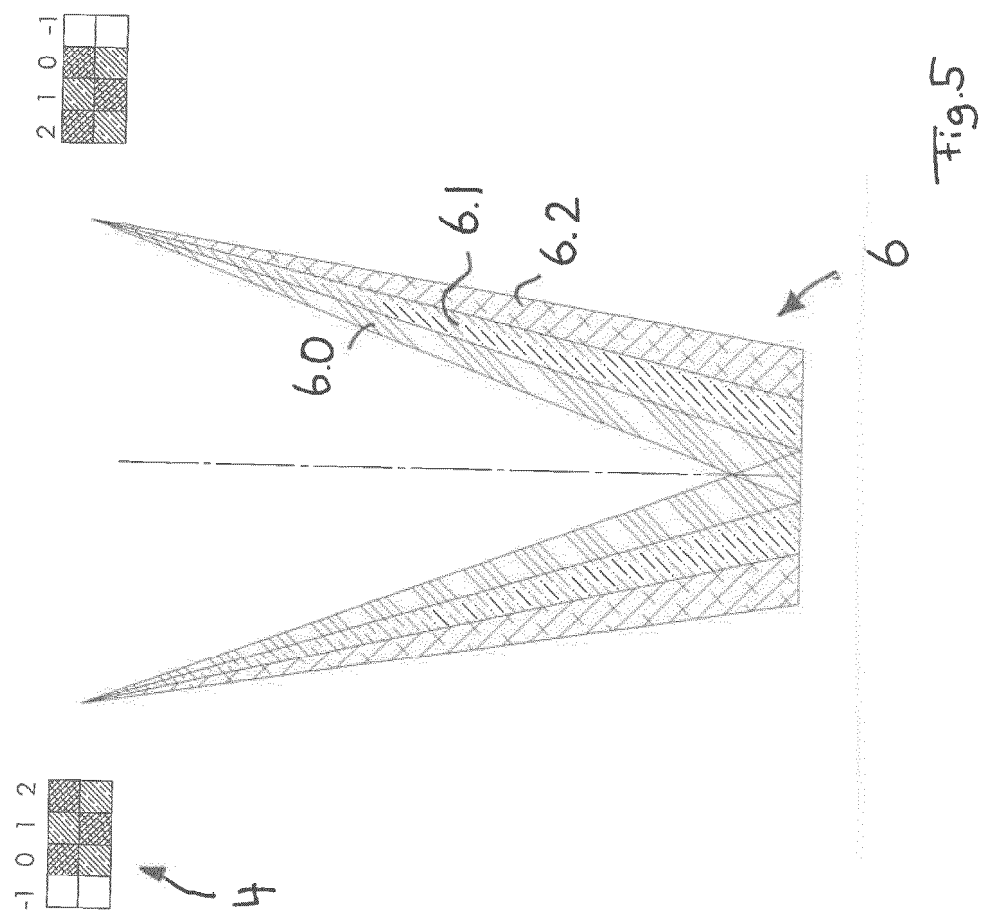


Fig. 2







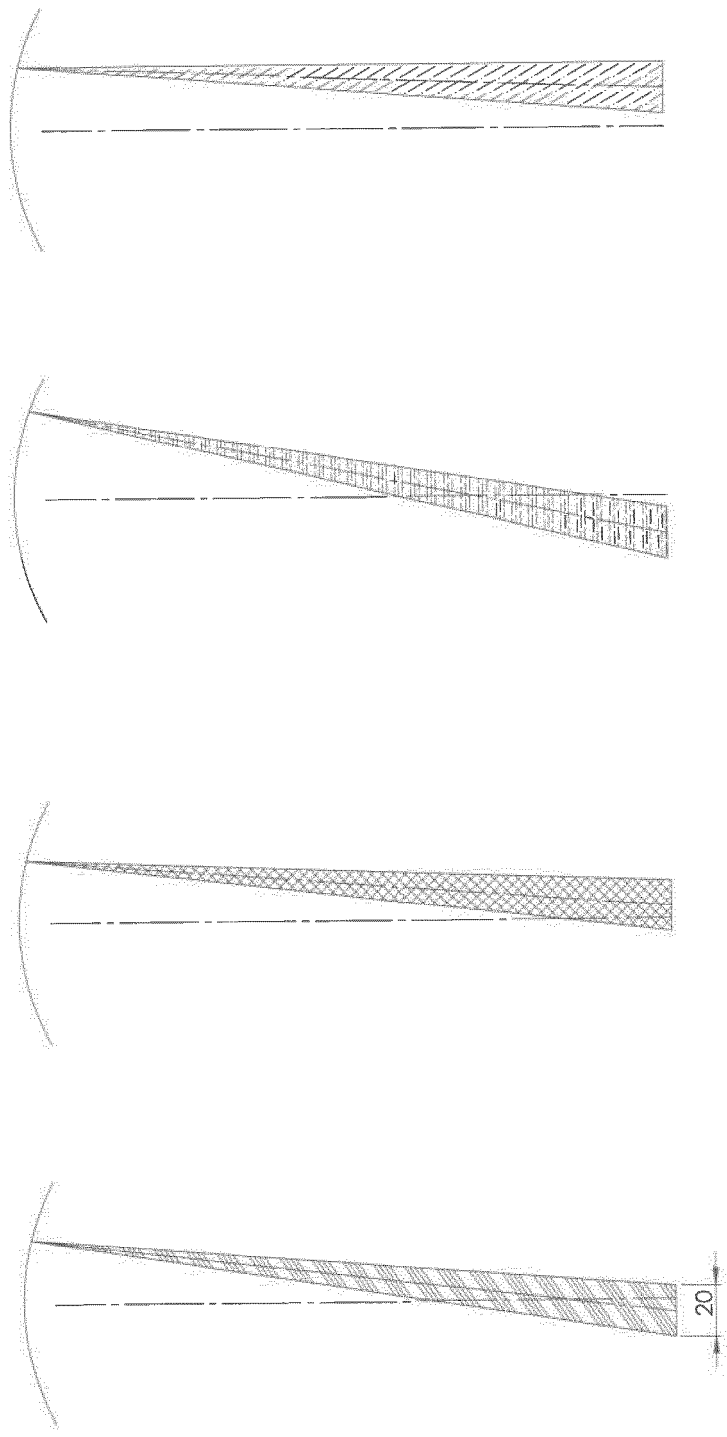


Fig. 6a

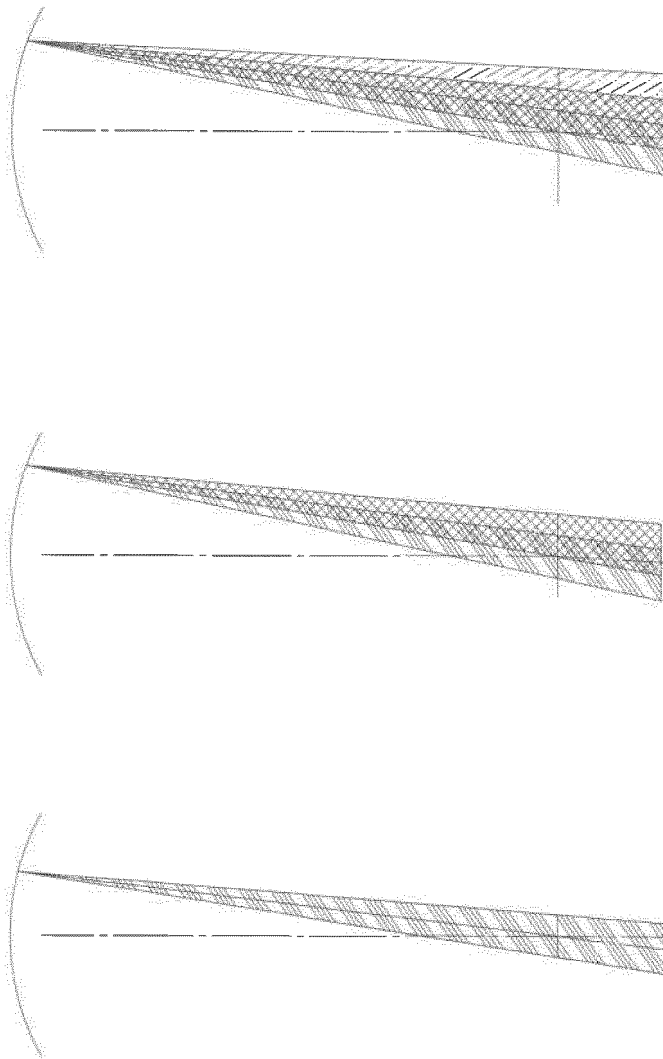


Fig. 6b

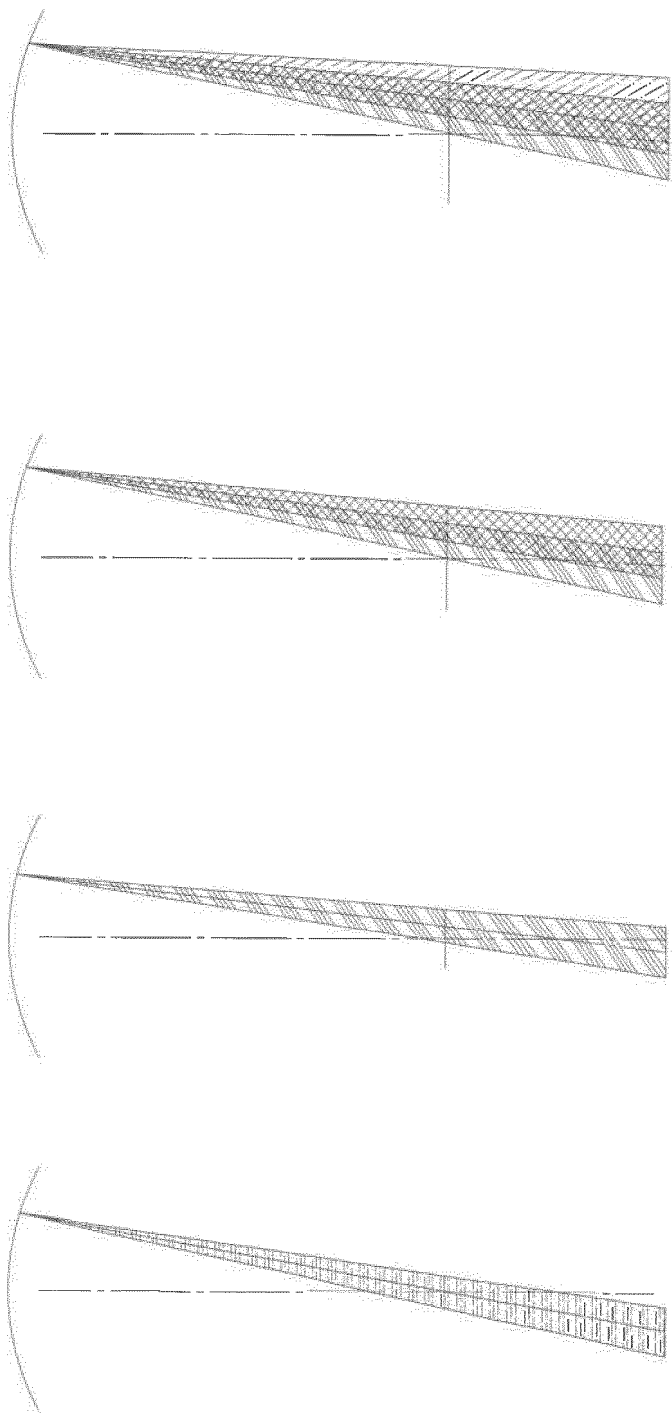


Fig. 6c

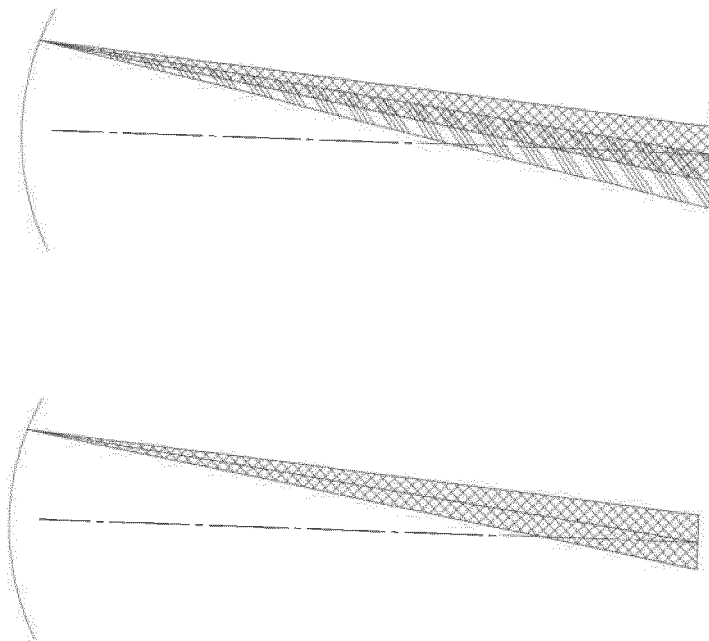


Fig. 6d

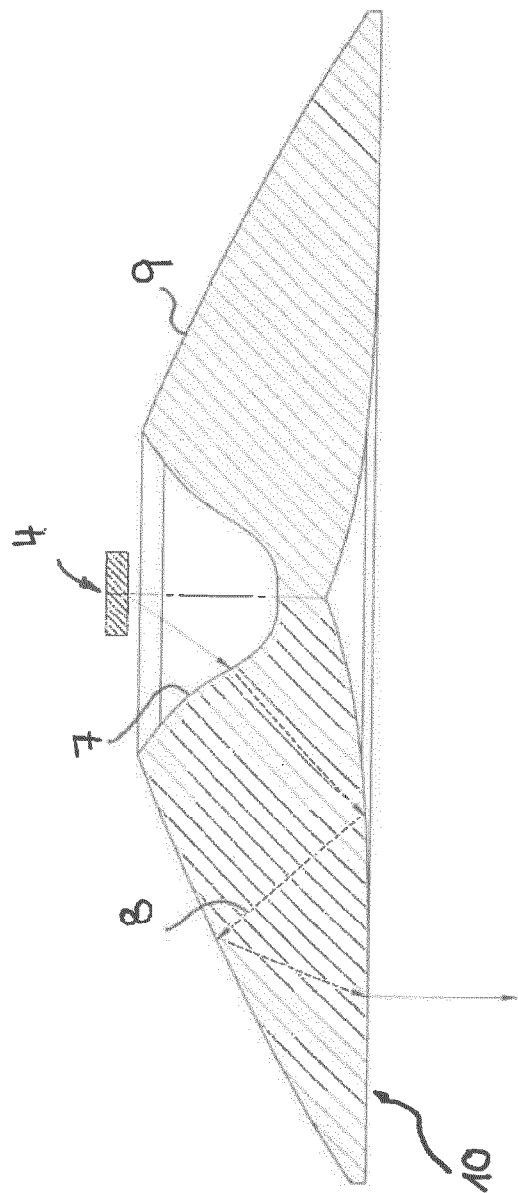
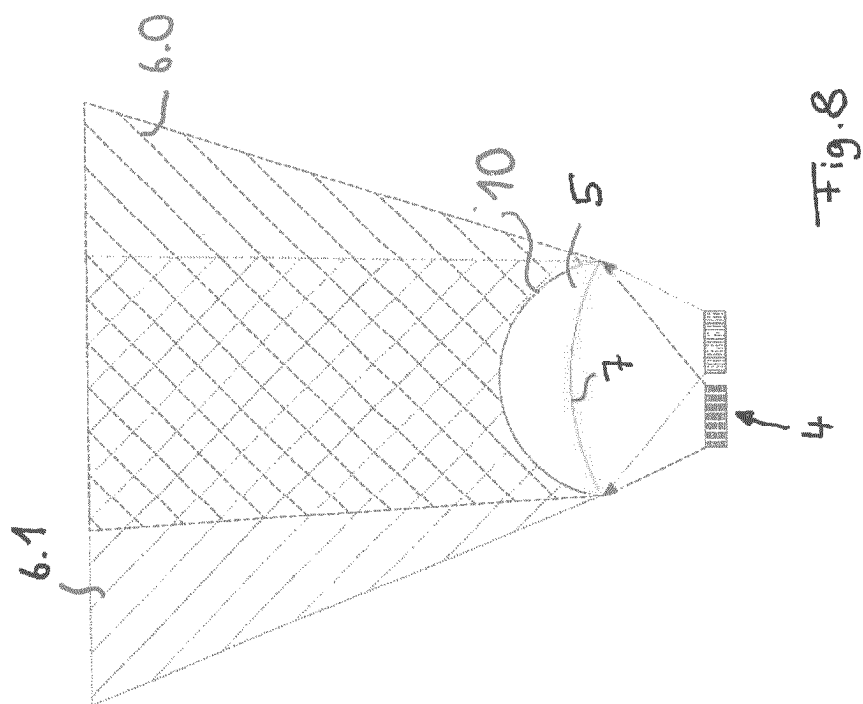


Fig. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102018106223 A1 [0008]
- DE 102017213488 A1 [0008]
- WO 2019137909 A1 [0009]