



(11) **EP 3 184 883 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2017 Patentblatt 2017/26

(51) Int Cl.:
F21S 8/10^(2006.01) G02B 6/00^(2006.01)
F21Y 115/30^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **16204284.0**

(22) Anmeldetag: **15.12.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Knittel, Joachim**
72762 Reutlingen (DE)
• **Licht, Martin**
72762 Reutlingen (DE)
• **Buchberger, Christian**
72762 Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **23.12.2015 DE 102015226724**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**
Friedrichstrasse 6
70174 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH**
72762 Reutlingen (DE)

(54) **LICHTMODUL FÜR EINE BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS**

(57) Es wird ein Lichtmodul (105) für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs zur Abstrahlung einer Abstrahllichtverteilung (32) beschrieben. Ein Lichtleitkörper (10) einer Sekundäroptikeinrichtung (8) umfasst einen Lichteinkoppelabschnitt (12), welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, sodass zumindest ein Teil eines Sekundärlichtbündels (22) mittels des Lichteinkoppelabschnitts (12) in den Lichtleitkörper (10) ein-

tritt, einen Lichtauskoppelabschnitt (14), welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, um die Abstrahllichtverteilung (32) abzustrahlen, und einen Reflektorabschnitt (16), welcher derart angeordnet und ausgebildet ist, sodass Licht des durch den Lichteinkoppelabschnitt (12) in den Lichtleitkörper (10) eintretenden Lichts mittels des Reflektorabschnitts (16) zu dem Lichtauskoppelabschnitt (14) umlenkbar ist.

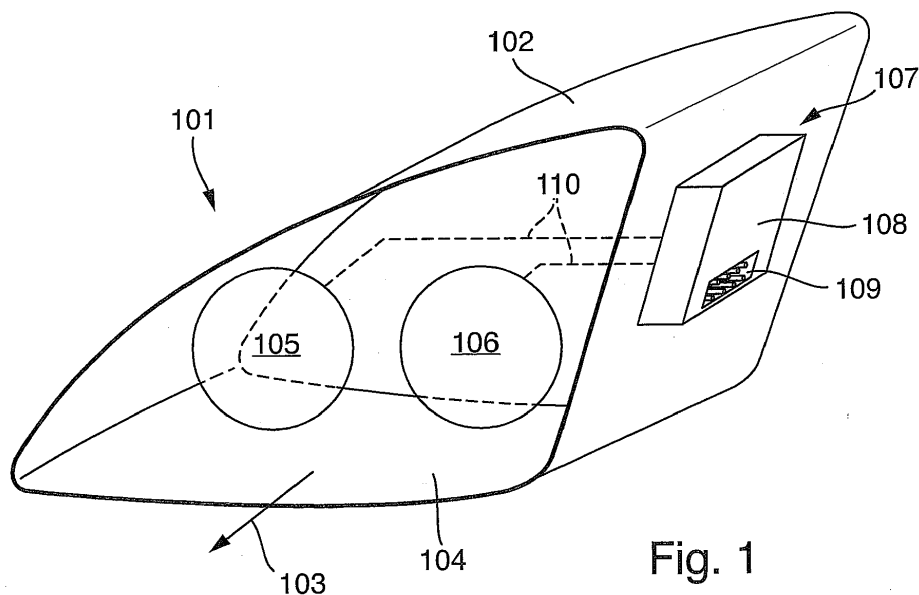


Fig. 1

EP 3 184 883 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Kraftfahrzeugscheinwerfer, die eine Laserlichtquelle aufweisen sind allgemein bekannt. So können Kraftfahrzeugscheinwerfer geschaffen werden, die bei hohen Beleuchtungsstärken, geringen geometrischen Abmessungen und hoher Effizienz Leuchtweiten von über 500 m erreichen.

[0003] Auch ist bekannt, dass eine Projektionsoptik eine Vielzahl von transmittierenden und/oder reflektierenden Einzelbauteilen aufweist. Beispielfhaft wird auf die DE 10 2013 200 521 A1 verwiesen.

[0004] Des Weiteren ist bekannt, dass beispielsweise bei einem Defekt eines Laserlichtquelle umfassenden Scheinwerfers Laserlicht mit hoher Intensität nach außen gelangen kann. Hierdurch entsteht eine Gefährdungssituation für andere Verkehrsteilnehmer. Um Unfälle durch austretendes Laserlicht zu verhindern, sind aktive und passive Sicherheitsvorrichtungen bekannt.

[0005] So wird beispielsweise in der DE 10 2012 220 472 A1 eine KFZ-Beleuchtungsvorrichtung vorgeschlagen, die ein Abstrahlhemmungsmittel umfasst, welches derart ausgebildet und angeordnet ist, dass die Umformung in die Abstrahllichtverteilung für solche Lichtbündel unterdrückbar ist, welche in einem Primärraumwinkelbereich um eine Primärabstrahlrichtung verlaufen.

[0006] Die DE 10 2012 220 481 A1 offenbart hingegen ein Lichtmodul für Kfz-Scheinwerfer, das wenigstens eine Detektionseinrichtung umfasst, welche derart ausgebildet und angeordnet ist, sodass detektierbar ist, wenn eine Strahlungsintensität von Lichtbündeln, welche im Strahlengang nach einem Photolumineszenzelement in einem Primärraumwinkelbereich um eine Primärstrahlachse verlaufen, einen Sicherheitsgrenzwert überschreitet.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es somit, die Dimensionen eines Lichtmoduls mit einer Laserlichtquelle zu reduzieren, wobei die Abstrahlung von potentiell gefährlichem Laserlicht einfach und kompakt verhindert wird.

[0008] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch ein Lichtmodul nach dem Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben und finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

[0009] Es wird ein Lichtmodul für eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs zur Abstrahlung einer Abstrahllichtverteilung vorgeschlagen. Eine Laserlichtquelle und eine Primäroptikeinrichtung sind zur Erzeugung eines Primärlichtbündels umfassend Laserlicht ausgebildet. Ein Photolumineszenzelement ist derart angeordnet, dass das Primärlichtbündel auf das Photolu-

mineszenelement trifft, und dass aus dem auftreffenden Primärlichtbündel ein Sekundärlichtbündel umfassend weißes Licht erzeugt wird, welches aus Laserlicht enthalten kann. Eine einteilige Sekundäroptikeinrichtung besteht aus einem im Strahlengang nach dem Photolumineszenzelement angeordneten Lichtleitkörper. Der Lichtleitkörper umfasst einen Lichteinkoppelabschnitt, welcher zumindest abschnittsweise eine Reflexschicht umfasst, um zumindest einen ersten Teil des Sekundärlichtbündels mittels des Lichteinkoppelabschnitts in den Lichtleitkörper eintreten zu lassen und einen zweiten Teil des Sekundärlichtbündels sowie nicht umgewandelte Primärstrahlung zurück auf das Photolumineszenzelement zu reflektieren. Der Lichtleitkörper umfasst einen Lichtauskoppelabschnitt, um die Abstrahllichtverteilung abzustrahlen. Der Lichtleitkörper umfasst des Weiteren einen Reflektorabschnitt, um durch den Lichteinkoppelabschnitt in den Lichtleitkörper eintretendes Licht mittels des Reflektorabschnitts zu dem Lichtauskoppelabschnitt umzulenken. Diese Sekundäroptikeinrichtung ermöglicht einen kleinen und damit sehr kompakten Laserscheinwerfer, da die gesamte Projektionsoptikanordnung einteilig gefertigt und so im Scheinwerfer anordenbar ist. Mithin entfallen beispielsweise Befestigungselemente für den Reflektorabschnitt. Vorteilhaft kann so außerdem mittels der Sekundäroptikeinrichtung eine blendenfreie Projektionsoptikanordnung geschaffen werden.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform sind der Reflektorabschnitt und der Lichteinkoppelabschnitt derart aufeinander abgestimmt, sodass ein Brennpunkt zumindest eines Teiles des Reflektorabschnitts sich außerhalb der Sekundäroptikeinrichtung im Bereich des Photolumineszenzelements befindet. Mithin ist ebenso das Photolumineszenzelement außerhalb und beabstandet zu dem Lichtleitkörper angeordnet, wodurch sich sowohl die Laserlichtquelle als auch die Primäroptikeinrichtung zur Erzeugung des Primärlichtbündel außerhalb des Lichtleitkörpers anordnen lassen. Darüber hinaus ergeben sich Vorteile für die Kühlung des Photolumineszenzelements.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Lichteinkoppelabschnitt sphärisch ausgebildet, und der zugehörige Krümmungsmittelpunkt befindet sich auf oder innerhalb des Photolumineszenzelements. Hierdurch wird vorteilhaft erreicht, dass eine Einkopplung von Licht in den Lichtleitkörper ohne eine wesentliche Brechung erfolgt.

[0012] Vorteilhaft fallen in einer Weiterbildung ein erster Fokussierungsbereich der Primäroptikanordnung, insbesondere der Brennpunkt der Primäroptikanordnung, ein zweiter Fokussierungsbereich des Reflektorabschnitts, insbesondere der Brennpunkt des Reflektorabschnitts, und der Krümmungsmittelpunkt des Lichteinkoppelabschnitts zusammen oder überlappen sich. So wird die Abbildung des weißen Lichts, das durch das Photolumineszenzelement erzeugt wird, in der Abstrahllichtverteilung verbessert

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der

Lichteinkoppelabschnitt derart angeordnet und ausgestaltet, sodass auftreffendes weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird und Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen auf das Photolumineszenzelement rückreflektiert wird. Dies wird durch eine entsprechende Beschichtung auf der Lichteinkoppefläche erreicht. Vorteilhaft wird hierdurch der Austritt von gefährlicher Laserstrahlung verhindert. Darüber hinaus wird die Effizienz des Lichtmoduls verbessert, da Laserlicht, das von dem Photolumineszenzelement abgestrahlt wird auf dieses zurückgelenkt und zur Erzeugung weiteren Weißlichts genutzt wird. Diese Ausführungsform ist besonders bei einer Verwendung einer Laserlichtquelle vorteilhaft, die ultraviolettes Laserlicht erzeugt. So wird ultraviolettes Licht, das beispielsweise von einer Laserlichtquelle abgestrahlt und/oder von dem Photolumineszenzelement umgelenkt wird, daran gehindert, in den Lichtleitkörper einzutreten, was die Lasersicherheit verbessert.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Lichtleitkörper derart angeordnet und ausgestaltet, sodass zwischen dem Lichteinkoppelabschnitt und dem Lichtauskoppelabschnitt Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen absorbiert wird und weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird. Diese Ausführungsform ist besonders bei einer Verwendung einer Laserlichtquelle vorteilhaft, die ultraviolettes Laserlicht erzeugt. So wird ultraviolettes Licht an einem Durchtreten des Lichtleitkörpers gehindert. Mithin wird ein passives Sicherheitskonzept für Laserlichtquellen, die ultraviolettes Laserlicht ausstrahlen, geschaffen, das gleichermaßen die Schaffung kleinerer Scheinwerfer erlaubt. Mithin können aktive Sicherheitsvorrichtungen zur Erhöhung der Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeugs Scheinwerfer mit einer Laserlichtquelle entfallen.

[0015] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Lichtauskoppelabschnitt derart angeordnet und ausgestaltet, sodass auftreffendes weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird und Licht mit der Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen in den Lichtleitkörper rückreflektiert wird. So tritt bevorzugt kein Laserlicht aus dem Lichtmodul aus. Diese Ausführungsform ist besonders bei einer Verwendung einer Laserlichtquelle vorteilhaft, die ultraviolettes Laserlicht erzeugt. Insbesondere in Verbindung mit einem Lichtleitkörper, der Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen absorbiert, kann durch das rückreflektierte Licht die passive Sicherheit zusätzlich erhöht werden.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform schließt sich eine dem Lichteinkoppelabschnitt zugewandte Spiegelfläche an eine Oberfläche des Photolumineszenzelements unmittelbar an. Hierdurch kann beispielsweise eine Hell-Dunkel-Grenze in der Abstrahllichtverteilung abgebildet werden, die bis zu ihrem Rand eine hohe Lichtintensität aufweist. Hierzu ist der Übergang zwischen der der Spiegelfläche und der Oberfläche abrupt und zumindest abschnittsweise geradlinig ausgebildet. Diese Ausführungsform ist besonders bei einer Verwendung einer

Laserlichtquelle vorteilhaft, die ultraviolettes Laserlicht erzeugt. Insbesondere wird die Effizienz erhöht, da der bezüglich des Laserlichts reflektierend ausgebildete Lichteinkoppelabschnitt das von der Spiegelfläche reflektierte Laserlicht wieder auf das Photolumineszenzelement lenkt, um weißes Licht zu erzeugen. In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst der Lichteinkoppelabschnitt und/oder der Lichtauskoppelabschnitt eine Antireflex-Beschichtung. Diese Ausführungsform ist insbesondere für Laserlichtquellen geeignet, die blaues Laserlicht erzeugen. So durchtritt Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts, insbesondere vom Photolumineszenzelement erzeugtes gestreutes Laserlicht den Lichtleitkörper. Somit ist auch gestreutes Laserlicht in der Abstrahllichtverteilung enthalten.

[0017] Eine Ausführungsform betrifft eine Lichtmodulanordnung umfassend ein erstes Lichtmodul und ein zweites Lichtmodul, wobei die beiden Lichtmodule einen gemeinsamen Lichtleitkörper aufweisen. Vorteilhaft kann so eine weitere Verkleinerung des Scheinwerfers bei gleichzeitiger Kostenreduktion erreicht werden.

[0018] Eine Ausführungsform betrifft ein Verfahren zum Herstellen des Lichtmoduls, wobei das Primärlichtbündel auf das Photolumineszenzelement gerichtet wird, wobei eine Ist-Lage eines Lichtflecks des Laserlichts auf der Oberfläche des Photolumineszenzelements ermittelt wird, und wobei ein Unterschied zwischen der ermittelten Ist-Lage des Lichtflecks und einer Soll-Lage des Lichtflecks ermittelt wird.

[0019] Eine Weiterbildung des Verfahrens betrifft eine Justierung des Photolumineszenzelements und der Sekundäroptikeinrichtung in Abhängigkeit von dem ermittelten Unterschied derart zueinander, sodass die Ist-Lage des Lichtflecks im Wesentlichen mit der Soll-Lage des Lichtflecks übereinstimmt.

[0020] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Für funktionsäquivalente Größen und Merkmale werden in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0021] Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- | | |
|-----------------|--|
| Figur 1 | eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge; |
| Figur 2a und 2b | eine schematische Schnittansicht eines Lichtmoduls; |
| Figur 3 | ein schematisches Ablaufdiagramm; |
| Figur 4 | in schematischer Form einen Teil eines Lichtleitkörpers; und |
| Figur 5 | in schematischer Form eine Drauf- |

sicht auf ein Photolumineszenzelement.

[0022] In Figur 1 ist eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 101 bezeichnet. Die Beleuchtungseinrichtung 101 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als ein Kraftfahrzeugscheinwerfer ausgebildet. Selbstverständlich kann die Beleuchtungseinrichtung 101 auch als eine Leuchte oder ähnliches, die am Heck oder seitlich am Kraftfahrzeug angeordnet ist, ausgebildet sein. Der Scheinwerfer 101 umfasst ein Gehäuse 102, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. In einer Lichtaustrittsrichtung 103 weist das Scheinwerfergehäuse 102 eine Lichtaustrittsöffnung auf, die durch eine transparente Abdeckscheibe 104 verschlossen ist. Die Abdeckscheibe 104 ist aus farblosem Kunststoff oder Glas gefertigt. Die Scheibe 104 kann ohne optisch wirksame Profile (zum Beispiel Prismen) als sogenannte klare Scheibe ausgebildet sein. Alternativ kann die Scheibe 104 zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Profilen, die insbesondere eine Streuung des hindurch tretenden Lichts in horizontaler Richtung bewirken, versehen sein.

[0023] Im Inneren des Scheinwerfergehäuses 102 sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Lichtmodule 105, 106 angeordnet. Die Lichtmodule 105, 106 sind fest oder relativ zu dem Gehäuse 102 bewegbar angeordnet. Durch eine Relativbewegung der Lichtmodule 105, 106 zum Gehäuse 102 in horizontaler Richtung kann beispielsweise eine dynamische Kurvenlichtfunktion realisiert werden. Die Lichtmodule 105, 106 sind zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung, beispielsweise einer Abblendlicht-, einer Fernlicht-, einer Stadtlicht-, einer Landstraßenlicht-, einer Autobahnlicht-, einer Nebellicht-, einer statischen oder dynamischen Kurvenlicht- oder einer beliebig anderen statischen oder adaptiven Lichtverteilung ausgebildet. Die Lichtmodule 105, 106 erzeugen die gewünschte Lichtfunktion entweder alleine oder in Kombination miteinander, indem die von jedem einzelnen Lichtmodul 105, 107 gelieferten Teillichtverteilungen zu der gewünschten Gesamtlichtverteilung überlagert werden. Die Lichtmodule 105, 106 können als Reflexionsmodule und/oder als Projektionsmodule ausgebildet sein. Selbstverständlich können in dem Scheinwerfergehäuse 102 auch mehr oder weniger als die dargestellten zwei Lichtmodule 105, 106 vorgesehen sein.

[0024] Figur 2a zeigt in einer schematischen Schnittansicht das Lichtmodul 105. Selbstverständlich sind die Ausführungen zum Lichtmodul 105 auch auf das Lichtmodul 106 übertragbar. Das Lichtmodul 105 umfasst im Strahlengang eine Laserlichtquelle 2, eine Primäroptikeinrichtung 4, ein Photolumineszenzelement 6 und eine einteilige Sekundäroptikeinrichtung 8.

[0025] Die einteilige Sekundäroptikeinrichtung 8 umfasst einen Lichtleitkörper 10, der von einem Lichteinkoppelabschnitt 12 und einem Lichtauskoppelabschnitt 14 zumindest teilweise begrenzt ist. Im Strahlengang

zwischen dem Lichteinkoppelabschnitt 12 und dem Lichtauskoppelabschnitt 14 ist ein Reflektorabschnitt 16 angeordnet. Des Weiteren ist der Lichtleitkörper 10 aus einem weißes Licht transmittierenden Material wie beispielsweise Kunststoff oder Glas gefertigt.

[0026] Die Laserlichtquelle 2 erzeugt ultraviolettes Laserlicht, das nach einem Durchgang durch die Primäroptikeinrichtung 4 als erstes Lichtbündel 20 im Wesentlichen fokussiert auf das Photolumineszenzelement 6 trifft. Die Primäroptikeinrichtung 4 kann als Transmissionsoptik und/oder Reflexionsoptik ausgebildet sein. Das erste Lichtbündel 20 wird auch als Primärlichtbündel bezeichnet. Das Photolumineszenzelement 6 ist rückseitig verspiegelt und erzeugt ein zweites Lichtbündel 22, das auch als Sekundärlichtbündel bezeichnenbar ist. Das Primärlichtbündel 20 trifft bevorzugt in einem Brennpunkt 24 der Primäroptikeinrichtung 4 auf eine Oberfläche 26 des Photolumineszenzelements 6. Insbesondere unter schrägem Lichteinfall des Primärlichtbündels 20 auf das Photolumineszenzelement 6 kann ein Teil des Laserlichts an der Oberfläche 26 des Photolumineszenzelements 6 in Richtung des Lichteinkoppelabschnitts 12 reflektiert werden.

[0027] Insbesondere kann eine Anzahl von zwei bis vier Laserlichtquellen 2 mit entsprechenden Primäroptikeinrichtungen 4 so angeordnet werden, dass diese ihre Primärlichtbündel 20 auf ein gemeinsames Photolumineszenzelement 6 richten.

[0028] Das von dem Photolumineszenzelement 6 in einen Halbraum abgestrahlte Sekundärlichtbündel 22 trifft auf den Lichteinkoppelabschnitt 12, durch den zumindest ein Teil des Sekundärlichtbündels 22 in den Lichtleitkörper 10 als drittes Lichtbündel 28 eintritt. Der Lichteinkoppelabschnitt 12 ist sphärisch ausgebildet, wobei dessen Krümmungsmittelpunkt in dem Brennpunkt 24 auf der Oberfläche 26 liegt. Der Lichteinkoppelabschnitt 12 umfasst eine Reflex-Beschichtung 25, welche auftreffendes ultraviolettes Licht im Wesentlichen reflektiert. Mithin wird das von dem Photolumineszenzelement 6 auf den Lichteinkoppelabschnitt 12 treffende ultraviolette Licht zurück auf das Photolumineszenzelement 6 gestrahlt. Weißes Licht hingegen passiert die Reflex-Beschichtung 25 und tritt in den Lichtleitkörper 10 ein.

Der Lichtleitkörper 10 umfasst den sphärisch ausgebildeten Lichteinkoppelabschnitt 12 sowie einen parabolisch ausgebildeten Reflektorabschnitt 16. Der Reflektorabschnitt 16 kann beispielsweise durch eine spiegelnde Beschichtung oder durch eine Grenzfläche des Lichtleitkörpers 10, an welcher Totalreflexion auftritt, ausgebildet sein.

[0029] Durch die sphärische Ausbildung des Lichteinkoppelabschnitts 12 erfahren Lichtstrahlen des Sekundärlichtbündels 22 im Wesentlichen keine oder nur eine geringe Brechung. Die Primäroptikeinrichtung 4, der Lichteinkoppelabschnitt 12 und der Reflektorabschnitt 16 sind derart aufeinander abgestimmt und zueinander angeordnet, sodass der Brennpunkt 24 der Primäroptikein-

richtung 4 mit dem Brennpunkt des Reflektorabschnitts 16 und dem Krümmungsmittelpunkt des Lichteinkoppelabschnitts 12 zusammenfällt bzw. sich die entsprechenden Fokussierungsbereiche zumindest überschneiden.

[0030] Der Reflektorabschnitt 16 formt das dritte Lichtbündel 28 in ein viertes Lichtbündel 30 um. Das vierte Lichtbündel 30 umfasst kollimiertes Licht, das auf den Lichtauskoppelabschnitt 14 gerichtet ist. Der Lichtauskoppelabschnitt 14 umfasst beispielsweise in einer yz-Ebene sich aneinander anschließende sammelnde und streuende Abschnitte, um das vierte Lichtbündel 30 in eine Abstrahllichtverteilung 32 oder eine Fernlichtverteilung umzuformen. Der Lichtauskoppelabschnitt 14 ist insbesondere zu einer Erzeugung einer Abblendlichtverteilung ausgestaltet. Selbstverständlich kann der Lichtauskoppelabschnitt 14 hinsichtlich seiner Ausformung auch anders ausgestaltet sein. Der Lichtauskoppelabschnitt 14 misst beispielsweise in z-Richtung zwischen 20 und 40 mm und in y-Richtung zwischen 15 und 25 mm, womit kompakte Lichtauskoppelabschnitt 14 nebeneinander anordenbar sind und so zu einem kompakten Scheinwerfer führen.

[0031] In einer ersten Ausführungsform des Lichtmoduls 105 strahlt die Laserlichtquelle 2 ultraviolettes Laserlicht ab. Das Photolumineszenzelement 6 ist derart ausgebildet, dass auf das Photolumineszenzelement 6 treffendes ultraviolettes Laserlicht zumindest zu einem Teil in weißes Licht umgewandelt wird und als Teil des Sekundärlichtbündels 22 abstrahlt wird. Die Laserlichtquelle 2, die ultraviolettes Laserlicht abstrahlt, das auf das Photolumineszenzelement 6 gerichtet wird, hat den Vorteil, dass das durch das Photolumineszenzelement 6 erzeugte weiße Licht keine Anteile von gestreutem Laserlicht enthält bzw. enthalten muss, um in der Überlagerung aller Beiträge weißes Licht zu erhalten. Somit ist es möglich, das gestreute ultraviolette Laserlicht im Strahlengang herauszufiltern. Des Weiteren wird insbesondere von der Oberfläche 26 aber auch von tieferen Schichten des Photolumineszenzelements 6 insbesondere von der rückseitigen Verspiegelung des Photolumineszenzelement 6 ultraviolettes Laserlicht als Teil des Sekundärlichtbündels 22 in einen Raum 34 zwischen dem Photolumineszenzelement 6 und den Lichteinkoppelabschnitt 12 eingestrahlt. Der Lichteinkoppelabschnitt 12 umfasst eine dichroitische Schicht, die weißes Licht aus dem Sekundärlichtbündel 22 in den Lichtleitkörper 10 hinein transmittiert und ultraviolettes Laserlicht im Wesentlichen in den Raum 34 zurück auf das Photolumineszenzelement 6 reflektiert. Der Lichtleitkörper 10 kann aus einem Material gefertigt sein, das ultraviolettes Licht im Strahlengang im Wesentlichen absorbiert und weißes Licht im Strahlengang im Wesentlichen nicht absorbiert sondern bis hin zu dem Lichtauskoppelabschnitt 14 transmittiert. Der Lichtauskoppelabschnitt 14 kann ebenso dichroitisch ausgeführt sein, so dass das durch den Lichtleitkörper 10 geleitete weiße Licht im Wesentlichen transmittiert wird und ultraviolettes Licht im Wesentlichen in den Lichtleitkörper 10 hinein zurück reflek-

tiert wird. Selbstverständlich kann die erste Ausführungsform auch ohne dichroitische Beschichtungen im Bereich Lichteinkoppelabschnitts 12 und/oder des Lichtauskoppelabschnitts 14 vorgesehen sein. Insbesondere ist der Lichteinkoppelabschnitt 12 derart dichroitisch ausgestaltet, sodass mehr als 97 % des weißen Lichtes transmittiert und über 90 % des ultravioletten Lichtes reflektiert werden. Insbesondere ist der Lichtauskoppelabschnitt 14 derart dichroitisch ausgestaltet, sodass mehr als 97 % des weißen Lichtes transmittiert und über 90 % des ultravioletten Lichtes reflektiert werden.

[0032] Figur 2b zeigt eine zweite Ausführungsform des Lichtmoduls 105, bei der die Laserlichtquelle 2 im Wesentlichen blaues Laserlicht abstrahlt. Das Photolumineszenzelement 6 wandelt blaues Laserlicht in gestreutes Laserlicht und Lumineszenzlicht, welches in Form von weißem Mischlicht von dem Photolumineszenzelement 6 abgestrahlt wird. Der Lichteinkoppelabschnitt 12 umfasst abschnittsweise eine Reflexschicht 27 zur Reflexion von auftreffendem blauem Laserlicht zurück auf das Photolumineszenzelement 6. Mithin kann ein nicht genutzter aber potentiell gefährlicher Teil des blauen Laserlichts zurück auf das Photolumineszenzelement 6 gestrahlt und zur Weißlichterzeugung genutzt werden. Selbst bei einem Auftreffen von nicht gestreutem blauem Laserlicht sorgt die Reflexschicht 27 dafür, dass dieses nicht in den Lichtleitkörper 10 eingekoppelt wird.

[0033] Des Weiteren weist der Lichteinkoppelabschnitt 12 ein Fenster 29 ohne Reflexschicht 27 auf, um einen möglichst großen Teil des Sekundärlichtbündels 22 mit Lumineszenzlicht und gestreutem Laserlicht in den Lichtleitkörper 10 einzuleiten. Mithin ist die Reflexschicht 27 im Bereich des Fensters 29 unterbrochen. Im Gegensatz zu der in Figur 2a gezeigten Ausführungsform wird gestreutes Primärlicht, also gestreutes Laserlicht zur Erzeugung von weißem Licht mit benötigt. Der Lichtleitkörper 10 ist im Strahlengang ausgehend von dem Lichteinkoppelabschnitt 12 hin zu dem Lichtauskoppelabschnitt 14 im Wesentlichen für das von dem Photolumineszenzelement 6 abgestrahlte Mischlicht transmittierend ausgebildet. Der Lichtauskoppelabschnitt 14 umfasst eine Antireflex-Schicht.

[0034] Das Lichtmodul 105 kann in den Figuren 2a und 2b einen Lichtleitkörper 10 aufweisen, der als gemeinsames Spritzgussteil zusätzlich einem weiteren Lichtmodul 106 zugeordnet ist.

[0035] Figur 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm 40 zur Herstellung des Lichtmoduls 105, 106. In einem ersten Schritt 42 wird Laserlicht der Laserlichtquelle 2 durch die Primäroptikeinrichtung 4 hindurch auf das Photolumineszenzelement 6 gerichtet. In einem zweiten Schritt 44 wird eine Ist-Lage des Lichtflecks auf der Oberfläche 26 des Photolumineszenzelements 6 ermittelt. Diese Ermittlung der Ist-Lage des Lichtflecks erfolgt durch eine Aufnahme mittels einer Kamera. In einem dritten Schritt 46 wird ein Unterschied zwischen der ermittelten Ist-Lage des Lichtflecks und einer Soll-Lage des Lichtflecks ermittelt. In einem vierten Schritt 48 werden

in Abhängigkeit von dem ermittelten Unterschied des Photolumineszenzelement 6 und die Sekundäroptikeinrichtung 8 derart zueinander justiert, sodass die Ist-Lage des Lichtflecks im Wesentlichen mit der Soll-Lage des Lichtflecks übereinstimmt. Insbesondere bei einer bezüglich der Wellenlänge des Laserlichts reflektierend ausgebildeten Lichteinkoppelabschnitts 12 gemäß der vorstehend erwähnten ersten Ausführungsform kann auf diese Art und Weise das von dem Lichteinkoppelabschnitt 12 rückreflektierte Licht mit der Wellenlänge des Laserlichts auf den Brennpunkt 24 der Primäroptikeinrichtung 4 auf dem Photolumineszenzelement 6 fokussiert werden, um so die Effizienz des Lichtmoduls 105 hinsichtlich der Weißlichterzeugung zu erhöhen.

[0036] Alternativ zu dem vierten Schritt 48 kann zur Qualitätssicherung ein bereits zu der Sekundäroptikeinrichtung 8 festgelegtes Photolumineszenzelement 6 auf dessen korrekte Justierung hin überprüft werden. Insbesondere kann das Lichtmodul 105 bei einem zu großen Unterschied zwischen der Ist-Lage des Lichtflecks und der Soll-Lage des Lichtflecks ausgesondert werden.

[0037] Figur 4 zeigt in schematischer Form einen Teil des Lichtleitkörpers 10 in einer Schnittansicht, wobei der Reflektorabschnitt 16 facettiert ausgebildet ist. So weist der Reflektorabschnitt 16 Facettenelemente 16a, 16b, 16c auf, welche dem einen Photolumineszenzelement 6 zugeordnet sind. So kann das mittig angeordnete Facettenelement 16b zu einer zentralen Ausleuchtung der Fahrbahn dienen. Die Facettenelemente 16a und 16c können beispielsweise zur Seitenausleuchtung vorgesehen sein.

Figur 5 zeigt in schematischer Form eine Draufsicht auf das rückseitig verspiegelte Photolumineszenzelement 6. In der oben erwähnten ersten Ausführungsform schließt sich an die Oberfläche 26, die zur Abstrahlung des weißen Lichtes von dem Photolumineszenzelement 6 vorgesehen ist, eine dem Lichteinkoppelabschnitt 12 zugewandte Spiegelfläche 50 unmittelbar an. Es ergibt sich somit eine Kante 52 zwischen der Oberfläche 26 und der Spiegelfläche 50. Das Primärlichtbündel 20 wird in einem Fokussierungsbereich 54, der insbesondere den Brennpunkt 24 umfasst und als Leuchtfleck bezeichnbar ist, derart auf dem Photolumineszenzelement 6 fokussiert, sodass der Fokussierungsbereich 54 zum Teil auf der Spiegelfläche 50 und zum Teil auf der Oberfläche 26 liegt. Durch einen derart gewählten Fokussierungsbereich 54 wird die Kante 52 in der Abstrahllichtverteilung 32 vorteilhaft so abgebildet, dass sich ein hoher Lichtintensitätsunterschied ergibt. Beispielsweise kann so die Hell-Dunkel-Grenze besser dargestellt werden. Darüber hinaus wird Laserlicht von der Spiegelfläche 50 gemäß dem beispielhaft dargestellten Lichtstrahl 56 auf den Lichteinkoppelabschnitt 12 reflektiert. Die Spiegelfläche 50 kann beispielsweise als Beschichtung auf der Oberfläche 26 des Photolumineszenzelements 6 angeordnet sein. Der Lichtstrahl 56 mit reflektiertem Laserlicht wird von dem für Laserlicht reflektierend ausgestalteten Lichteinkoppelabschnitt 12 beispielhaft dargestellt durch ei-

nen Lichtstrahl 58 zurück auf das Photolumineszenzelement 6 in einen Rückkoppelbereich 60 auf der Oberfläche 26 reflektiert. Das in den Rückkoppelbereich 60 von dem Lichteinkoppelabschnitt 12 zurück reflektierte Laserlicht kann so zur weiteren Weißlichterzeugung und somit zur Effizienzerhöhung genutzt werden.

[0038] In der vorangehenden erwähnten zweiten Ausführungsform des Lichtmoduls 105 mit einer Laserlichtquelle, die blaues Laserlicht erzeugt, ist alternativ zu der Spiegelfläche 50 eine dem Lichteinkoppelabschnitt 12 zugewandte stark streuende und/oder Laserlicht absorbierende Absorptionsfläche so angeordnet, dass sich diese an die Oberfläche 26 des Photolumineszenzelements 6 anschließt, um ebenso eine Kante zwischen der Oberfläche 50 und der Absorptionsfläche zu bilden, um in der Abstrahllichtverteilung 32 beispielsweise eine hohe Lichtintensität bis zum Rand der Hell-Dunkel-Grenze zu erreichen.

Patentansprüche

1. Ein Lichtmodul (105; 106) für eine Beleuchtungseinrichtung (101) eines Kraftfahrzeugs zur Abstrahlung einer Abstrahllichtverteilung (32), umfassend:
 - eine Laserlichtquelle (2) und eine Primäroptikeinrichtung (4), die zur Erzeugung eines Primärlichtbündels (20) umfassend Laserlicht ausgebildet sind;
 - ein Photolumineszenzelement (6), welches derart angeordnet ist, dass das Primärlichtbündel (20) auf das Photolumineszenzelement (6) trifft, um aus dem auftreffenden Primärlichtbündel (20) ein Sekundärlichtbündel (34) umfassend weißes Licht zu erzeugen; und
 - eine einteilige Sekundäroptikeinrichtung (8) mit einem im Strahlengang nach dem Photolumineszenzelement (6) angeordneten Lichtleitkörper (10), wobei der Lichtleitkörper umfasst:
 - einen Lichteinkoppelabschnitt (12), welcher zumindest abschnittsweise eine Reflexschicht (27, 28) umfasst, um einen ersten Teil des Sekundärlichtbündels (22) mittels des Lichteinkoppelabschnitts (12) in den Lichtleitkörper (10) eintreten zu lassen und einen zweiten Teil des Sekundärlichtbündels (22) zurück auf das Photolumineszenzelement (6) zu reflektieren;
 - einen Lichtauskoppelabschnitt (14), um die Abstrahllichtverteilung (32) abzustrahlen; und
 - einen Reflektorabschnitt (16), um Licht des durch den Lichteinkoppelabschnitt (12) in den Lichtleitkörper (10) eintretenden Lichts mittels des Reflektorabschnitts (16) zu dem Lichtauskoppelabschnitt (14) umzulenken.
2. Das Lichtmodul (105; 106) nach Anspruch 1, wobei der Reflektorabschnitt (16) und der Lichteinkoppel-

- abschnitt (12) derart aufeinander abgestimmt sind, sodass ein Brennpunkt zumindest eines Teiles des Reflektorabschnitts (16) sich außerhalb der Sekundäroptikeinrichtung (8) im Bereich des Photolumineszenzelements (6) befindet.
3. Das Lichtmodul (105; 106) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Lichteinkoppelabschnitt (12) sphärisch ausgebildet ist, und wobei sich der zugehörige Krümmungsmittelpunkt in oder innerhalb des Photolumineszenzelements (6) befindet.
4. Das Lichtmodul (105; 106) nach dem Anspruch 3, wobei ein erster Fokussierungsbereich der Primäroptikanordnung (4), insbesondere der Brennpunkt (24) der Primäroptikanordnung (4), ein zweiter Fokussierungsbereich des Reflektorabschnitts (16), insbesondere der Brennpunkt des Reflektorabschnitts (16), und der Krümmungsmittelpunkt des Lichteinkoppelabschnitts (12) sich überlappen, insbesondere zusammenfallen.
5. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Lichteinkoppelabschnitt (12) durch seine Formgebung und durch eine spezielle Beschichtung derart angeordnet und ausgestaltet ist, sodass auftreffendes weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird und Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen auf das Photolumineszenzelement (6) rückreflektiert wird.
6. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Lichtleitkörper (10) derart angeordnet und ausgestaltet ist, sodass zwischen dem Lichteinkoppelabschnitt (12) und dem Lichtauskoppelabschnitt (14) Licht mit einer Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen absorbiert wird und weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird.
7. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Lichtauskoppelabschnitt (14) derart angeordnet und ausgestaltet ist, sodass auftreffendes weißes Licht im Wesentlichen transmittiert wird und Licht mit der Wellenlänge des Laserlichts im Wesentlichen in den Lichtleitkörper (10) rückreflektiert wird.
8. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine dem Lichteinkoppelabschnitt (12) zugewandte Spiegelfläche (50) sich mit einem zumindest abschnittsweise geradlinigen und abrupten Übergang an eine Oberfläche (26) des Photolumineszenzelements (6) unmittelbar anschließt.
9. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Laserlichtquelle (2) ultraviolettes Laserlicht erzeugt.
10. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Lichteinkoppelabschnitt (12) und/oder der Lichtauskoppelabschnitt (14) eine Antireflex-Beschichtung umfasst.
11. Das Lichtmodul (105; 106) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 10, und wobei die Laserlichtquelle (2) blaues Laserlicht erzeugt.
12. Ein Verfahren zum Herstellen des Lichtmoduls (105; 106) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Primärlichtbündel (20) auf das Photolumineszenzelement (6) gerichtet wird, dass eine Ist-Lage eines Lichtflecks auf der Oberfläche (26) des Photolumineszenzelements (6) ermittelt wird, und dass ein Unterschied zwischen der ermittelten Ist-Lage des Lichtflecks und einer Soll-Lage des Lichtfleck ermittelt wird.
13. Ein Kraftfahrzeugscheinwerfer (101) umfassend eines oder mehrere Lichtmodule (105; 106) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

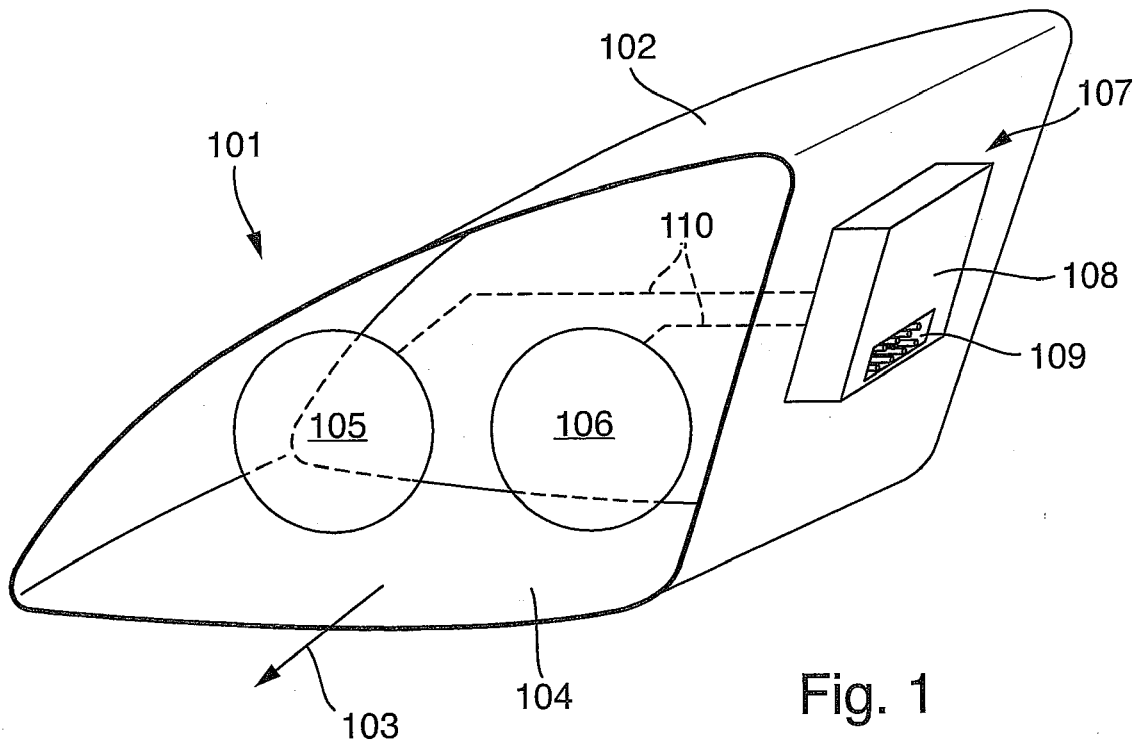


Fig. 1

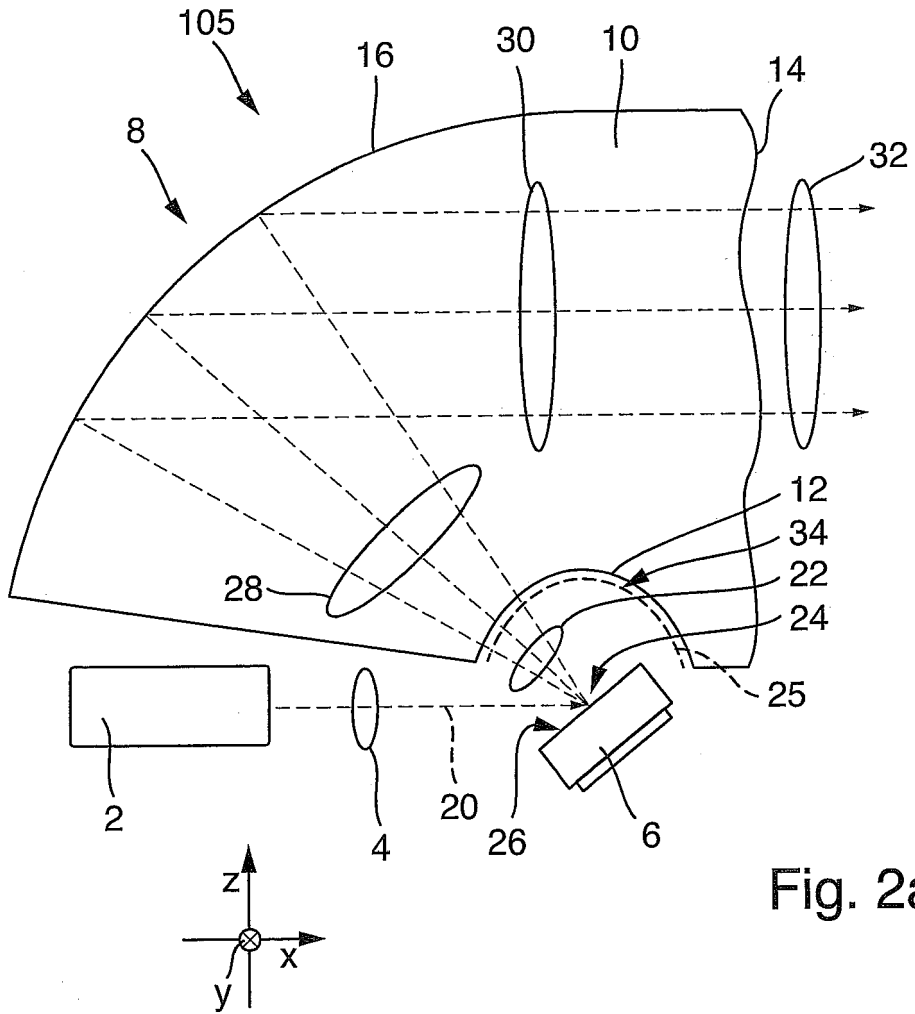
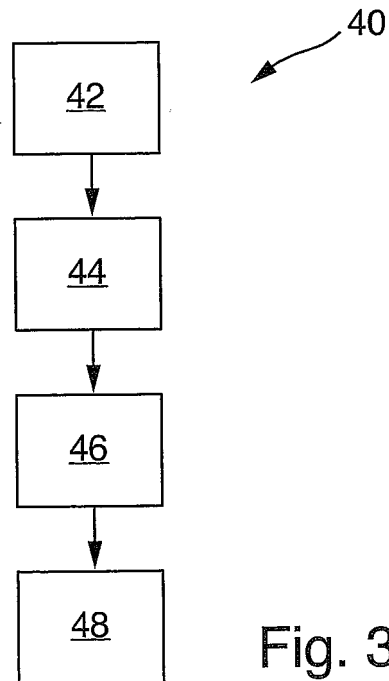
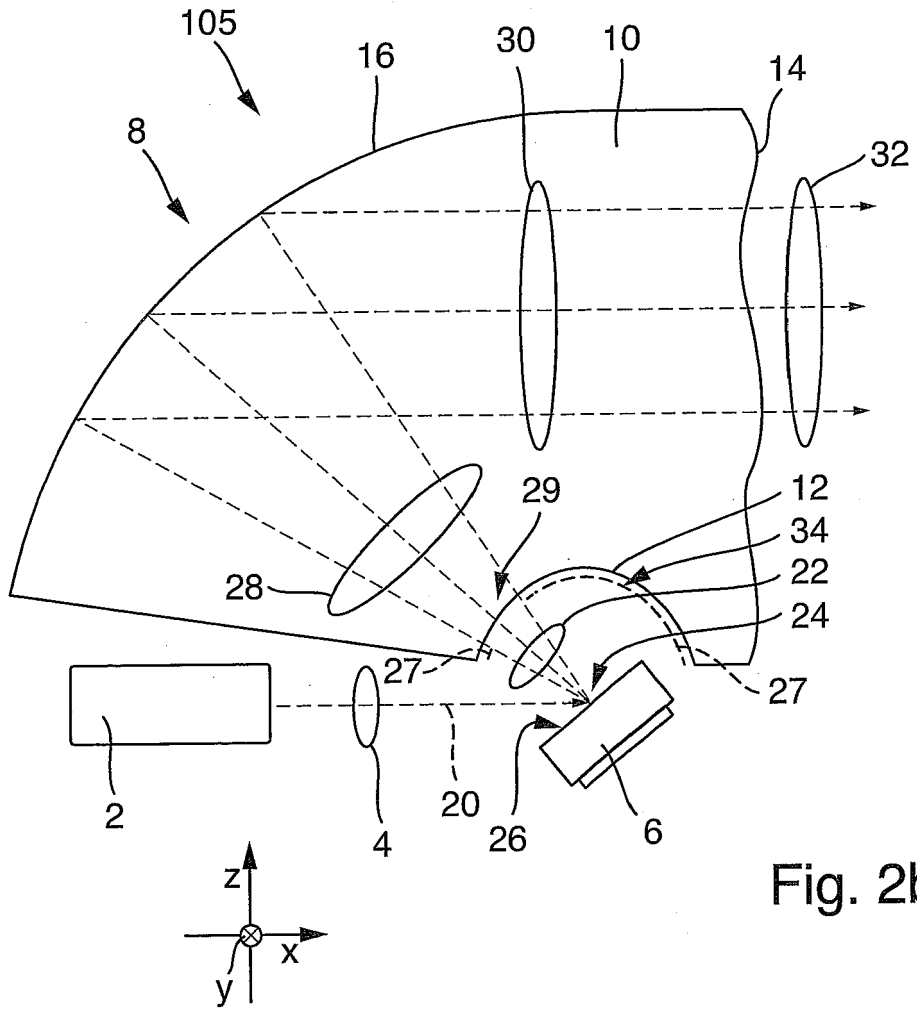


Fig. 2a



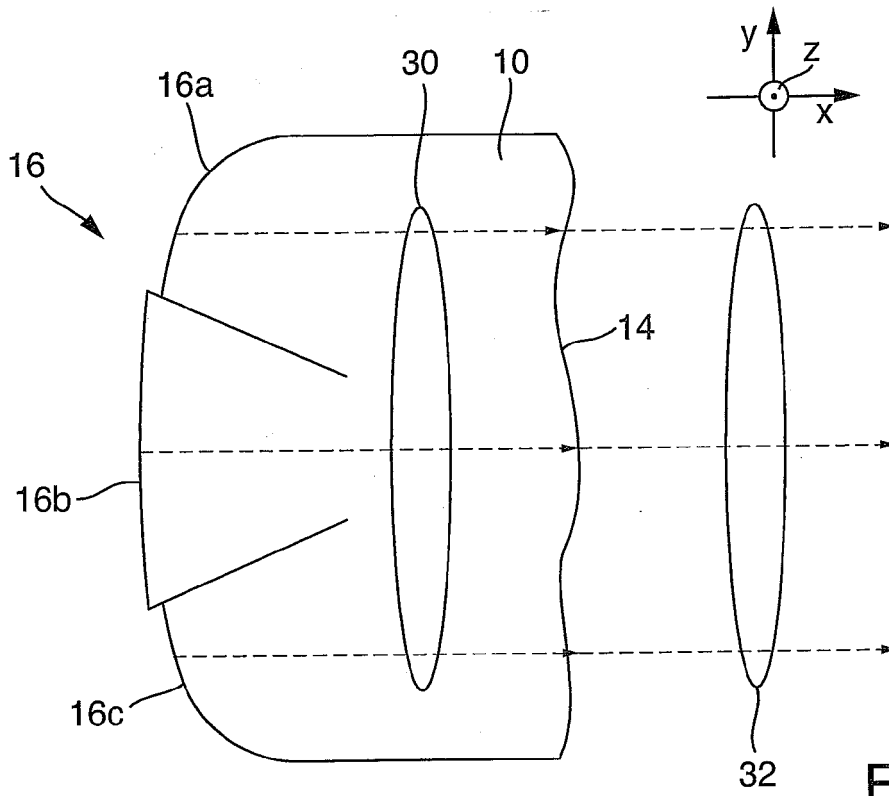


Fig. 4

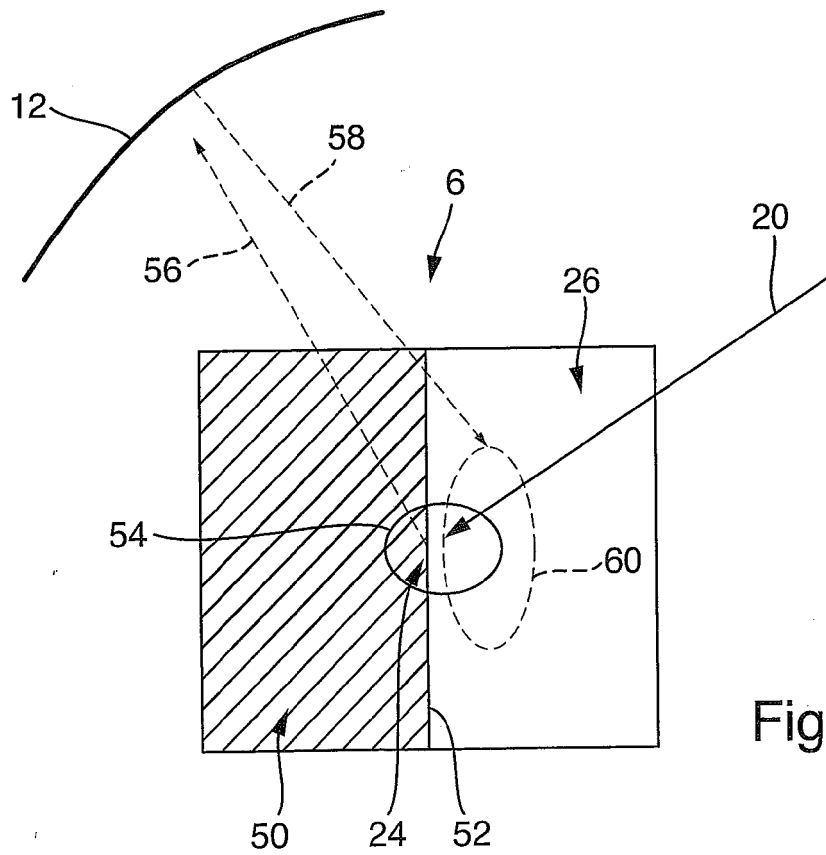


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 20 4284

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 013841 A1 (DOCTER OPTICS SE [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) * Absatz [0068] * * Abbildung 2 *	1-3,5-13	INV. F21S8/10 G02B6/00
A	WO 2013/134803 A1 (ZIZALA LICHTSYSTEME GMBH [AT]) 19. September 2013 (2013-09-19) * Seite 6, Absatz 4 - Seite 11, Absatz 1 * * Abbildung 3 *	1-13	ADD. F21Y115/30
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F21S F21Y G02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. April 2017	Prüfer Schulz, Andreas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 4284

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-04-2017

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012013841 A1	16-05-2013	KEINE	

WO 2013134803 A1	19-09-2013	AT 512590 A1	15-09-2013
		CN 104160209 A	19-11-2014
		EP 2802807 A1	19-11-2014
		JP 2015513382 A	11-05-2015
		US 2015078022 A1	19-03-2015
		WO 2013134803 A1	19-09-2013

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102013200521 A1 [0003]
- DE 102012220481 A1 [0006]
- DE 102012220472 A1 [0005]