

(19)



(11)

EP 2 730 836 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2014 Patentblatt 2014/20

(51) Int Cl.:
F21S 8/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13187943.9**

(22) Anmeldetag: **09.10.2013**

(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

(30) Priorität: **09.11.2012 DE 102012220507**

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

(72) Erfinder:
• **Humburg, Jens
72762 Reutlingen (DE)**
• **Rosenhahn, Ernst-Olaf
72411 Bodelshausen (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB
Patentanwälte
Gerokstrasse 1
70188 Stuttgart (DE)**

(54) **Lichtmodul für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs**

(57) Vorgestellt wird ein Lichtmodul (1) für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lichtquelle (12), die Licht (14) emittiert, und mit wenigstens einem optischen Element (22), das einen Teil des Lichtes (14) in einen hellen Bereich einer von dem Scheinwerfer in seinem Vorfeld erzeugten Abblendlicht-Lichtverteilung (26) überführt, die von einer Hell-Dunkel-Grenze (28) begrenzt wird, die als Bild einer den Strom des von der Lichtquelle erzeugten Lichtes räumlich begrenzenden Kante (30) erzeugt wird. Das Lichtmodul zeichnet sich dadurch aus, dass ein weiterer Teil des Lichtes (14) an

einer ersten Reflexionsfläche (36) in einen Overhead-Strahlengang (46) umgelenkt wird und als Overhead-Licht in einen jenseits der Hell-Dunkel-Grenze (28) liegenden weniger hell erleuchteten Bereich (32) der zweiten Lichtverteilung (26) überführt wird, in dem ein regelkonformes Abblendlicht lokal vorbestimmte Helligkeitswerte erreichen muss, wobei in dem Overhead-Strahlengang (46) wenigstens eine zweite Umlenkung des Overhead-Lichtes an einer zweiten Reflexionsfläche (38) erfolgt.

EP 2 730 836 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lichtquelle, die Licht emittiert, und mit wenigstens einem optischen Element, das einen Teil des Lichtes in einen hellen Bereich einer von dem Scheinwerfer in seinem Vorfeld erzeugten Abblendlicht-Lichtverteilung überführt, die von einer Hell-Dunkel-Grenze begrenzt wird, die als Bild einer den Strom des von der Lichtquelle erzeugten Lichtes räumlich begrenzenden Kante erzeugt wird. Ein solches Lichtmodul wird hier als per se bekannt vorausgesetzt.

[0002] Es ist anzumerken, dass sich im nachfolgenden Text alle Bezeichnungen, die eine Orientierung im Raum betreffen, wie oben, unten, horizontal, vertikal etc., auf eine Orientierung des Lichtmoduls im Raum beziehen, die sich bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls in einem in ein Kraftfahrzeug eingebauten Scheinwerfer eines Kraftfahrzeuges auf ebener Fahrbahn oder Standfläche ergibt.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind sogenannte Projektionslichtmodule bekannt, bei denen eine oder mehrere Primäroptiken eine oder mehrere Lichtquellen auf eine Brennpfläche abbilden. Dadurch entsteht in der Brennpfläche eine erste Lichtverteilung, die von einer Sekundäroptik in eine zweite, im Vorfeld des Kraftfahrzeugs liegende Lichtverteilung abgebildet wird. Die Hell-Dunkel-Grenze wird durch die Kante einer Blende erzeugt. Liegt die Kante in der Brennpfläche der Sekundäroptik, wird sie von dieser als scharfe Hell-Dunkel-Grenze in die zweite Lichtverteilung abgebildet. Weil die Sekundäroptik die in der Brennpfläche generierte erste Lichtverteilung auf dem Kopf stehend und seitenverkehrt abbildet, wird Licht, das oberhalb einer optischen Achse der Sekundäroptik durch die Brennpfläche tritt, unterhalb der optischen Achse abgebildet. Umgekehrt wird Licht, das unterhalb der optischen Achse durch die Brennpfläche tritt, oberhalb der optischen Achse abgebildet. Dadurch erhält die zweite Lichtverteilung einen helleren Bereich unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze, der die Fahrbahn ausleuchtet, und einen dunkleren Bereich, oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze, der eine Blendung des Gegenverkehrs vermeidet. Somit stellt die zweite Lichtverteilung eine regelkonforme Abblendlicht-Lichtverteilung dar.

[0004] Bekannt sind auch sogenannte direkt abbildende Systeme, bei denen eine Abbildungsoptik eine Lichtquelle direkt durch eine klare Abdeckscheibe des Scheinwerfers in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs abbildet.

[0005] Aus der EP 1 193 440 A1 ist eine spiegelnde Blende bekannt. Die Blende ist als im Lichtmodul horizontal liegende Fläche ausgeführt, die eine spiegelnde Oberfläche aufweist. Licht, welches normalerweise von einer vertikal angeordneten Blende abgeschattet werden würde, trifft auf die spiegelnde Oberfläche und wird von dieser nach oben reflektiert. Das reflektierte Licht tritt oberhalb einer optischen Achse durch die Brennpfläche und wird deshalb von der Sekundäroptik in den helleren Bereich unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze abgebildet.

Das von der Blendenoberfläche reflektierte Licht steigert die Effizienz des Lichtmoduls.

[0006] Der Gesetzgeber schreibt vor, dass ein bestimmter Bereich, der im dunkleren Bereich der Abblendlichtverteilung und damit oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze liegt, mit einer gewissen Mindestbeleuchtungsstärke ausgeleuchtet werden soll. Dieser Bereich, auch Overheadbereich genannt, dient beispielsweise dazu, oberhalb der Fahrbahn angeordnete Verkehrsschilder zu beleuchten. Eine regelkonforme Overheadlichtverteilung muss so beschaffen sein, dass sie eine ausreichende Lichtstärke in einem beschränkten Winkelbereich oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze besitzt, wobei gleichzeitig die Blendung des Gegenverkehrs vermieden wird.

[0007] Aus der DE 10 2008 015 510 ist bekannt, eine Overheadlichtverteilung zu erzeugen, indem eine teilverspiegelte Blende Licht durch einen unverspiegelten Teilbereich der Blende passieren lässt. Das Licht tritt dann unterhalb der optischen Achse durch die Brennpfläche der Abbildungsoptik und wird deshalb von dieser in einen Bereich oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze der Abblendlichtverteilung umgelenkt, um eine Overheadlichtverteilung zu erzeugen. Alternativ können zur Erzeugung der Overheadlichtverteilung auch lichtdurchlässige Ausnehmungen in eine vollverspiegelte Blende eingebracht sein.

[0008] Viele Projektionslichtmodule sind auf vertikal sehr schmale Lichtverteilungen ausgelegt oder weisen aus Gründen der Effizienz eine erste Lichtverteilung auf, die hauptsächlich aus Strahlenbündeln gebildet wird, die direkt aus der Lichtquelle stammen und nur wenige oder keine reflektierten Anteile aufweisen.

[0009] Bei diesen Systemen ist es oft nicht möglich, ein Strahlenbündel zu finden, das einem Overheadlichtstrahlengang folgt und das beim Durchtritt durch einen lichtdurchlässigen Teil der Blende von der Sekundäroptik so abgebildet wird, dass die gesetzlichen Anforderung an die Overheadlichtverteilung erfüllt werden.

[0010] Ferner findet man auch Strahlenbündel, die zwar einem Overheadlichtstrahlengang folgen, jedoch zur Blendung des Gegenverkehrs oder Überschreitung der maximal zulässigen Beleuchtungsstärke für die Overheadbeleuchtung führen.

[0011] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Lichtmoduls der eingangs genannten Art, mit dem sich eine regelkonforme Overheadlichtverteilung darstellen lässt.

[0012] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei unterscheidet sich die Erfindung von dem eingangs als per se bekannt vorausgesetzten Stand der Technik dadurch, dass ein weiterer Teil des Lichtes an einer ersten Reflexionsfläche in einen Overhead-Strahlengang umgelenkt wird und als Overhead-Licht in einen jenseits der Hell-Dunkel-Grenze liegenden weniger hell erleuchteten Bereich der zweiten Lichtverteilung überführt wird, in dem ein regelkonformes Abblendlicht lokal vorbestimmte Helligkeitswerte erreichen muss, wobei in dem Overhead-Strahlengang wenigstens

eine zweite Umlenkung des Overhead-Lichtes an einer zweiten Reflexionsfläche erfolgt.

[0013] Durch die erste der beiden Umlenkungen wird das Overhead-Licht von dem übrigen Licht, das die Abblendlichtverteilung erzeugt, getrennt. Die zweite Umlenkung erlaubt eine individuelle Beeinflussung des abgetrennten Lichtes mit dem Ziel der Erzeugung einer regelkonformen Overheadbeleuchtung.

[0014] Die nachfolgend beschriebenen Ausgestaltungen beziehen sich auf Projektionslichtsysteme, bei denen eine Primäroptik zunächst eine Lichtmodul-interne erste Lichtverteilung erzeugt, die von einer Abbildungsoptik in das Vorfeld des Scheinwerfers projiziert wird. Die Erfindung lässt sich aber auch leicht auf direkt abbildende Systeme übertragen, bei denen z.B. eine Lichtaustrittsfläche einer Halbleiterlichtquelle durch Projektion abgebildet wird.

[0015] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Lichtmodul wenigstens eine Primäroptik, eine Abbildungsoptik und eine Blende aufweist, wobei die Primäroptik von der Lichtquelle emittiertes Licht sammelt und daraus eine erste Lichtverteilung erzeugt, die in einer Brennpflache der Abbildungsoptik liegt, wobei die Abbildungsoptik dazu eingerichtet ist, die erste Lichtverteilung in eine in einem Vorfeld des Lichtmoduls liegende zweite Lichtverteilung abzubilden, und wobei die Blende die optisch wirksame Kante aufweist und wobei die Kante in der Brennpflache liegt und die erste Lichtverteilung begrenzt und somit als Hell-Dunkel-Grenze in die zweite Lichtverteilung abgebildet wird, und wobei die Blende eine Ausnehmung aufweist, die durch die erste Reflexionsfläche und die zweite Reflexionsfläche begrenzt wird, wobei eine als erste Reflexionsfläche ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung der Lichtquelle und der zweiten Reflexionsfläche zugewandt ist, so dass sie von der Lichtquelle auf sie einfallendes Licht zur zweiten Reflexionsfläche umlenkt und wobei die als zweite Reflexionsfläche ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung der ersten Reflexionsfläche und der Sekundäroptik zugewandt ist und von der ersten Reflexionsfläche her einfallendes Licht auf die Sekundäroptik richtet.

[0016] Durch diese Merkmale werden die oben genannten Nachteile einer Nichterfüllung der Anforderungen an die Overheadbeleuchtungsintensität bei einer Blende mit einer für die Erzeugung der Overheadbeleuchtung vorgesehenen Ausnehmung vermieden. Dies gelingt durch die zweifache Umlenkung, die eine gezielte Richtungsbeeinflussung des zur Erzeugung des Overheadlichtes verwendeten Lichtes erlaubt. Bevorzugt ist auch, dass die Blende ein einstückig-stoffschlüssig zusammenhängendes Kunststoffspritzgussteil ist, das ohne Hinterschnitt entformbar ist. Dies ist eine besonders kostengünstige Alternative.

[0017] Bevorzugt ist auch, dass die Blende ein die vordere Blendenkante bildendes Blechteil aufweist, das mit Kunststoff umspritzt oder mit einem Kunststoffteil verbunden ist, wobei die Öffnung in dem Kunststoffteil an-

geordnet ist. Dies ist eine thermisch vergleichsweise hoch belastbare Alternative für Einsatzgebiete mit starker Sonneneinstrahlung.

[0018] Ferner ist bevorzugt, dass die Blende aus Metall gefertigt ist. Dies ist eine ebenfalls thermisch hoch belastbare Ausgestaltung. In diesem Fall ist es nicht unbedingt notwendig, die Reflexionsflächen spiegelnd zu beschichten oder zu polieren, vielmehr ist es ausreichend, mehr oder weniger polierte Werkzeugoberflächen abzuformen. So werden die Kosten für zusätzliche Arbeitsschritte wie Beschichten oder Polieren der Reflexionsflächen eingespart.

[0019] Bevorzugt ist auch, dass die Blende eine durch Stanzen oder Schneiden erzeugte Ausnehmung aufweist, wobei sich die Ausnehmung als Ergebnis einer zusammenhängenden Durchtrennung des Blendenmaterials an drei Seiten der Ausnehmung und einer über eine vierte Seite der Ausnehmung nach unten erfolgenden Umbiegung der resultierenden Zunge ergibt, wobei eine Oberfläche der umgebogenen Zunge die zweite Reflexionsfläche bildet. Damit lässt sich die Erfindung einfach und kostengünstig realisieren.

[0020] Bevorzugt ist auch, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche in ihrer vertikalen Ausdehnung jeweils eine ebene Fläche ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Form (Divergenz) des reflektierten Strahlenbündels nicht verändert wird. Stattdessen wird lediglich die Richtung des Lichtes und/oder sein Abstand zur optischen Achse verändert. Senkrecht zur optischen Achse angeordnete Reflexionsflächen sorgen zum Beispiel für eine Parallelverschiebung des reflektierten Lichtes. Das parallel verschobene Licht tritt als Folge der Parallelverschiebung und des größeren Abstandes zur optischen Achse auf stärker gekrümmte Bereiche der Abbildungsoptik und erfährt dort entsprechend eine stärkere Ablenkung. Durch eine Verkipfung von einer Reflexionsfläche oder von beiden Reflexionsflächen kann das Licht gezielt auf Bereiche der Sekundäroptik gerichtet werden, die eine für die gewünschte Overheadbeleuchtung erforderliche Richtungsänderung bewirken.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche in ihrer vertikalen Ausdehnung konvex gekrümmt ist. Die konvexe Krümmung der Reflexionsflächen führt dazu, dass ein Strahlenbündel bei der Reflexion vertikal aufgeweitet wird. Dadurch entsteht eine vertikal breite erste Lichtverteilung in der Brennpflache, die von der Sekundäroptik in eine vertikal breite zweite Lichtverteilung abgebildet wird. Auf diese Weise wird es möglich, mit Hilfe der konvexen Reflexionsflächen einen in vertikaler Richtung größeren Winkelbereich zu beleuchten als mit ebenen Reflexionsflächen. Weil jedoch die eingestrahelte Lichtmenge auf einen größeren Bereich verteilt wird, nimmt die Beleuchtungsstärke dieses Bereichs ab.

[0022] Ergänzend wird vorgeschlagen, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche in

ihrer vertikalen Ausdehnung konkav gekrümmt ist. Die konkave Krümmung der Reflexionsflächen führt dazu, dass ein Strahlenbündel bei der Reflexion vertikal fokussiert wird. Dadurch entsteht eine vertikal schmale erste Lichtverteilung in der Brennfäche, die von der Sekundäroptik in eine vertikal schmale zweite Lichtverteilung abgebildet wird. Auf diese Weise wird ein in vertikaler Richtung schmalere Winkelbereich beleuchtet als mit ebenen Reflexionsflächen. Weil jedoch die eingestrahelte Lichtmenge auf einen kleineren Bereich verteilt wird, nimmt die Beleuchtungsstärke dieses Bereichs zu.

[0023] Günstig ist ferner, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche in ihrer horizontalen Ausdehnung konvex gekrümmt sind. Die konvexe Krümmung der Reflexionsflächen führt dazu, dass ein Strahlenbündel bei der Reflexion horizontal aufgeweitet wird. Dadurch entsteht eine horizontal breite erste Lichtverteilung in der Brennfäche, die von der Sekundäroptik in eine horizontal breite zweite Lichtverteilung abgebildet wird. Auf diese Weise wird es möglich, mit Hilfe der konvexen Reflexionsflächen einen in horizontaler Richtung größeren Winkelbereich zu beleuchten als mit ebenen Reflexionsflächen. Weil jedoch die eingestrahelte Lichtmenge auf einen größeren Bereich verteilt wird, nimmt die Beleuchtungsstärke dieses Bereichs ab.

[0024] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche in ihrer horizontalen Ausdehnung konkav gekrümmt sind. Die konkave Krümmung der Reflexionsflächen führt dazu, dass ein Strahlenbündel bei der Reflexion horizontal fokussiert wird. Dadurch entsteht eine horizontal schmale erste Lichtverteilung in der Brennfäche, die von der Sekundäroptik in eine horizontal schmale zweite Lichtverteilung abgebildet wird. Auf diese Weise wird ein in horizontaler Richtung kleinerer Winkelbereich beleuchtet als mit ebenen Reflexionsflächen. Weil jedoch die eingestrahelte Lichtmenge auf einen kleineren Bereich verteilt wird, nimmt die Beleuchtungsstärke dieses Bereichs zu.

[0025] Selbstverständlich sind auch alle möglichen Kombinationen aus den vier voranstehend beschriebenen Ausgestaltungen der Reflexionsflächen denkbar, wenn sie der Darstellung der regelkonformen Overheadlichtverteilung dienen. Die Erfindung erlaubt mit ihren Ausgestaltungen jeweils eine Einstellung der Intensität und der Lage der Overheadlichtverteilung durch eine gezielte Festlegung der Geometrie der beiden Reflexionsflächen, weil diese Geometrie die Richtung und Divergenz (Öffnungswinkel) des jeweils reflektierten Lichtbündels determiniert.

[0026] Bevorzugt ist auch, dass die erste Reflexionsfläche und/oder die zweite Reflexionsfläche gegen die Brennfäche gekippt sind. Bevorzugt wird eine oder beide Reflexionsflächen bezüglich der Brennfäche so geneigt, dass das an ihnen zweifach reflektierte Licht an der gleichen Stelle durch die Brennfäche tritt, wie das Licht, welches die Ausnehmung direkt passiert. Weil das an den geneigten Reflexionsflächen zweifach reflektierte Licht

an einer Stelle durch die Abbildungsoptik tritt, die näher an der optischen Achse liegt, kann eine Abbildungsoptik mit geringerer vertikaler Ausdehnung eingesetzt werden, sofern es die sonstigen Strahlengänge zulassen. Kleinere Abbildungsoptiken, sind an sich günstiger herzustellen und führen zu einer Reduzierung der Baugrößen bei den Lichtmodulen. Außerdem tragen sie aufgrund ihres geringeren Gewichts zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs bei.

[0027] Bei einer weitgehend parallelen Anordnung der beiden Reflexionsflächen zueinander beziehungsweise zur Brennfäche ergibt sich eine Umkehr der Lichtrichtung zwischen dem Flächen. Es ist auch denkbar, die Neigung der beiden Reflexionsflächen gegen die Brennfäche zu vergrößern und die Anordnung der Reflexionsflächen so zu verändern, dass die Umkehr der Lichtrichtung entfällt. Die Neigung der Reflexionsflächen gegen die Brennfäche beziehungsweise gegeneinander, sowie eine Verschiebung der Reflexionsflächen gegeneinander oder gegenüber der Brennfäche kann dabei in vertikaler und/oder horizontaler Ebene erfolgen. Dadurch können bauliche Beschränkungen im Strahlengang und/oder bei der Abbildungsoptik ausgeglichen werden.

[0028] Insbesondere können die beiden Reflexionsflächen auch unabhängig von einer Ausnehmung in der Blende angeordnet sein. Unter Umständen ist es dann vorteilhaft, wenn die Abbildungsoptik eine spezielle Zone, ähnlich einer Gleitsicht- oder Zwei-Stärken-Brille, aufweist, durch die das an den beiden Reflexionsflächen reflektierte Licht in einen regelkonformen Overhead-Bereich umgelenkt wird.

[0029] Andererseits ist es auch denkbar, eine Ausnehmung in der Blende entsprechend dem Stand der Technik zu verwenden und die beiden für die Erzeugung des Overhead-Lichtes erforderlichen Reflexionsflächen als von der Blende separate Strukturen zu verwirklichen.

[0030] Eine Ausgestaltung mit von der Blende separaten Reflexionsflächen lässt sich auch mit einer Blende kombinieren, die keine Ausnehmung aufweist.

[0031] Alle voranstehend genannten Varianten der Anordnung und Form der Reflexionsflächen können auch dazu genutzt werden, einen Teil des Lichts zur Erzeugung der regelkonformen Overheadlichtverteilung an der Abbildungsoptik vorbei zu führen.

[0032] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0033] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines bekannten Scheinwerfers mit einem Projektionslichtmodul als technisches Umfeld der Erfindung;

- Figur 2 schematische Darstellungen einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 3 eine Seitenansicht eines Schnittes durch den Gegenstand der Fig. 2 zur Erläuterung der Funktionsweise;
- Figur 4 eine Schnittdarstellung einer Blende, die eine Ausgestaltung der Erfindung darstellt;
- Figur 5 eine Schnittdarstellung einer Blende einer weiteren Ausgestaltung;
- Figur 6 eine Schnittdarstellung wesentlicher Elemente einer weiteren Ausgestaltung;
- Figur 7 Messwerte einer Abblendlichtverteilung und einer Overheadlichtverteilung, die mit einer Blende erzeugt wurden, die dem Stand der Technik entspricht; und
- Figur 8 Messwerte einer Abblendlichtverteilung und einer erfindungsgemäß erzeugten Overheadlichtverteilung.

[0034] Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0035] Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Lichtmodul 10 für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer 1, mit einer Lichtquelle 12, einem Licht 14 der Lichtquelle 12 sammelnden Element 16, auch Primäroptik genannt, einer Blende 18, die eine Blendenkante 20 aufweist, und einer Abbildungsoptik 22, die auch als Sekundäroptik bezeichnet wird. Die genannten Elemente 12, 16, 18 und 22 sind längs einer optischen Achse 24 des Lichtmoduls 10 so angeordnet, dass das Element 16 von der Lichtquelle 12 stammendes Licht 14 bündelt und auf die Blendenkante 20 richtet, so dass sich an der Blendenkante 20 eine von der Blendenkante 20 begrenzte erste Lichtverteilung 23 einstellt. Die Lichtquelle ist dazu in einem ersten Brennpunkt der Primäroptik angeordnet. Die Blendenkante ist in einem zweiten Brennpunkt der Primäroptik angeordnet, so dass die Primäroptik von der Lichtquelle ausgehendes Licht in den zweiten Brennpunkt an der Blendenkante bündelt. Das Lichtmodul 10 ist in einem Gehäuse 2 angeordnet, das eine Lichtaustrittsöffnung aufweist, die von einer transparenten Abdeckscheibe 3 abgedeckt wird. Die Blende kann gerade oder gekrümmt sein.

[0036] Die Abbildungsoptik 22 ist dazu eingerichtet und so angeordnet, dass sie die erste Lichtverteilung 23 als zweite Lichtverteilung 26 in ein Vorfeld des Lichtmoduls 10 abbildet, wobei die Blendenkante 20 in der zweiten Lichtverteilung 26 als Hell-Dunkel-Grenze 28 zwischen einem vergleichsweise helleren Bereich 30 und einem vergleichsweise dunkleren Bereich 32 der zweiten

Lichtverteilung 26 abgebildet wird.

[0037] Die Abbildungsoptik 22 ist in einer Ausgestaltung eine Sammellinse, die so angeordnet ist, dass ihr reflektorseitiger Brennpunkt im Bereich der ersten Lichtverteilung an der Blendenkante 20 liegt. Die Blendenkante 20 wird dann als scharfe Hell-Dunkel-Grenze 28 in der zweiten Lichtverteilung 26 in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs abgebildet.

[0038] Die Abbildung erfolgt dabei so, dass die Blende 18 auf dem Kopf stehend und seitenverkehrt in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs abgebildet wird. Der hellere Bereich 30 liegt daher bei einem Projektionsscheinwerfer 10, der eine Abblendlichtfunktion erfüllen soll, unter dem Horizont. Dadurch, dass der dunklere Bereich 32 über dem Horizont liegt, wird eine Blendung des Gegenverkehrs vermieden oder zumindest verringert. Die derart erzeugte zweite Lichtverteilung 26 stellt somit die regelkonforme Abblendlichtverteilung dar.

[0039] In der Regel ist die Blendenkante 20 asymmetrisch ausgeführt und besitzt zum Beispiel einen von der optischen Achse 24 aus zur Seite um einen Winkel von 15° abfallenden, Abschnitt, der als ansteigende Kante in der zweiten Lichtverteilung 26 abgebildet wird. Dadurch kann bekanntlich die dem Gegenverkehr nicht zugewandte Fahrbahnseite weitreichender ausgeleuchtet werden. Diese Asymmetrie tritt in einer zur Zeichnungsebene und zur optischen Achse senkrechten Ebene auf und ist daher in der Fig. 1 nicht erkennbar.

[0040] Die Lichtquelle 12 ist in einer ersten Ausgestaltung eine Glühlampe oder eine Gasentladungslampe. Bei dieser Ausgestaltung ist das Licht sammelnde optische Element 16 bevorzugt ein Polyellipsoid-Reflektor, der eine ellipsoide Grundform besitzt. Die Lichtquelle 12 ist bevorzugt in dem einen Brennpunkt des ellipsoiden Reflektors angeordnet. In dem anderen Brennpunkt des ellipsoiden Reflektors ist die Blendenkante 20 angeordnet. Das von der Lichtquelle 12 isotrop abgestrahlte Licht wird von dem Reflektor 16 in den zweiten Brennpunkt gerichtet, so dass dort eine stark gebündelte erste Lichtverteilung entsteht, die von der Blendenkante 20 begrenzt wird.

[0041] In einer alternativen Ausgestaltung ist die Lichtquelle 12 eine Halbleiterlichtquelle oder eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen. Halbleiterlichtquellen, insbesondere Leuchtdioden, sind in der Regel Halbraumstrahler und unterscheiden sich insofern von Glühlampen und Gasentladungslampen, die näherungsweise als isotrop abstrahlende Lichtquellen 12 betrachtet werden können. Aus diesem Grund wird für die Ausgestaltung mit Halbleiterlichtquellen als Lichtquelle 12 ein anderes Licht sammelndes Element 16 verwendet.

[0042] Im Unterschied zu einem Polyellipsoid-Reflektor, der die Lichtquelle 12 mehr oder weniger umgibt, ist für den Fall von Halbleiterlichtquellen als Lichtquellen 12 nur ein halbseitig geschlossener Reflektor 16 erforderlich, der auch eine ellipsoide Grundform besitzen sollte. Übertragen auf die Darstellung der Figur 1 bedeutet dies, dass die untere Hälfte des dort dargestellten Reflektors

16 weggelassen werden könnte.

[0043] Alternativ zu einem solchen Halbschalenreflektor als Licht sammelndes optischen Element 16 könnte für eine als Halbleiterlichtquelle oder als Anordnung von Halbleiterlichtquellen realisierte Lichtquelle 12 auch eine Vorsatzoptik aus Licht leitendem Material verwendet werden, die das Licht 14 der Lichtquelle 12 aufnimmt und durch Brechung an der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche sowie durch im Inneren des Licht leitenden Materials erfolgende interne Totalreflexionen an seitlichen Grenzflächen bündelt und auf die Blendenkante 20 richtet. Eine solche Ausgestaltung ist in den Fig. 2 bis 6 abgebildet.

[0044] Weiterhin ist anzumerken, dass die nachstehend beschriebene Erfindung auch für sogenannte direkt abbildende Scheinwerfersysteme denkbar ist, bei denen Licht reflektierende und/oder Licht brechende Optiken als Lichtsammelnde Elemente 16 das Licht 14 der Lichtquelle 12 direkt durch eine klare Abdeckscheibe des Scheinwerfers in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs lenken. Die erste Lichtverteilung ist in diesem Fall zum Beispiel eine optisch wirksame Lichtaustrittsfläche einer Anordnung von Leuchtdioden (LEDs). Im Kraftfahrzeugbereich werden z.B. LEDs mit rechteckigen oder quadratischen Lichtaustrittsflächen von 0,3 bis zu 2 mm Kantenlänge verwendet, aus denen sich größere Lichtaustrittsflächen mosaikartig zusammensetzen lassen. Wesentlich ist auch bei solchen Ausgestaltungen, dass das Licht 14 der Lichtquelle 12 durch eine Brennfläche der Abbildungsoptik 22 tritt. Die Kante kann in einer solchen Ausgestaltung eine Kante der Lichtaustrittsfläche oder eine Kante einer zusätzlichen Blende sein, die in unmittelbarer Nähe der Lichtaustrittsfläche angeordnet ist.

[0045] Fig. 2a zeigt eine Seitenansicht einer Anordnung aus Lichtquelle 12 mit Primäroptik 16, Blende 18 und Abbildungsoptik 22. Die Blende 18 ist bei der Erfindung im Unterschied zum Gegenstand der Fig. 1 eine im Wesentlichen waagrecht liegende, insbesondere eine waagrecht liegende Blende mit einer spiegelnden Oberfläche, die mit Licht der Lichtquelle 12 beleuchtet wird. Die Lichtquelle 12 ist hier eine Halbleiterlichtquelle, insbesondere eine Leuchtdiode oder eine Anordnung aus mehreren Leuchtdioden. Die Erfindung ist aber auch unter Verwendung anderer Lichtquellen verwirklichtbar. Die Lichtsammelnde Primäroptik 16 ist hier eine Vorsatzoptik aus einem transparenten Material wie Glas. Eine solche Vorsatzoptik besitzt wenigstens eine der Lichtquelle zugewandte Lichteintrittsfläche, eine der Blende zugewandte Lichtaustrittsfläche und wenigstens eine zwischen der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche liegende und diese beiden Flächen verbindende seitliche Grenzfläche. Die seitliche Grenzfläche ist bevorzugt dazu eingerichtet, von der Lichteintrittsfläche her einfallendes Licht durch interne Totalreflexionen auf die Lichtaustrittsfläche zu richten. Die bündelnde Wirkung einer solchen Vorsatzoptik ergibt sich durch die genannten Totalreflexionen sowie durch die Lichtbrechung an der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche. Die Vor-

satzoptik ist dazu eingerichtet, das von der Lichtquelle ausgehende Licht zu sammeln und so auf die Blende zu richten, wie es oben in Verbindung mit der Fig. 1 beschrieben worden ist. Daher kann die Lichtsammelnde Primäroptik auch ein Hohlspiegelreflektor sein. Alternativ kann die Lichtsammelnde Primäroptik auch eine Sammellinse sein.

[0046] Die Vorderkante 20 der Blende liegt hierbei in einer Lichtquellen-seitigen Brennfläche 40 der Abbildungsoptik 22, und die spiegelnde Oberfläche erstreckt sich von der Blendenkante ausgehend nach hinten auf die Lichtquelle zu. Licht 23, das die Brennfläche der Abbildungsoptik ohne vorherige Reflexion an der spiegelnden Oberfläche oberhalb der optischen Achse 24 passiert, wird durch die Abbildungsoptik unterhalb des Horizontes abgebildet. Licht 25, welches die Brennfläche 40 bei nicht vorhandener Blende unterhalb der optischen Achse passieren würde, würde dann oberhalb der optischen Achse abgebildet werden. Durch die spiegelnde Blende wird auch dieses Licht unterhalb des Horizontes abgebildet, was sich aus dem nach unten geneigten Verlauf des zugehörigen Lichtbündels 25 ergibt, das aus der Abbildungsoptik (nach links) austritt. Diese Forderung bestimmt auch den erlaubten Grad der Abweichung von einer waagerechten Lage. Die Blende ist in jedem Fall so angeordnet, dass an ihrer außerhalb der Ausnehmung liegenden spiegelnden Oberfläche reflektiertes Licht so auf die Abbildungsoptik gerichtet wird, dass diese es in den hellen Bereich unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze umlenkt. Zusammen ergeben diese zwei Lichtbündel eine Lichtverteilung mit Hell-Dunkel-Grenze und verbesserter Effizienz gegenüber nicht spiegelnden Blenden. Dies ist soweit bekannt. Neu ist, dass auch Begrenzungsflächen einer Overheadlicht aus dem Lichtstrom der Lichtquelle 12 ausblendenden Ausnehmung in der Blende zur Erzeugung und/oder Beeinflussung des Overheadlichts genutzt werden. Dabei besitzt die Erfindung des besonderen Vorteil, dass sie dieses Licht so aus dem Lichtstrom der Lichtquelle abzweigt, dass die Lichtintensität an der Hell-Dunkel-Grenze nicht beeinträchtigt wird. Wie die Begrenzungsflächen zur Erzeugung und/oder Beeinflussung des Overheadlichts genutzt werden, wird im Detail weiter unten unter Bezug auf die Fig. 3 erläutert. Zunächst wird jedoch die Fig. 2b erläutert.

[0047] Die Figur 2b zeigt die Anordnung der Lichtquelle 12, der Primäroptik 16, der Blende 18 und der Abbildungsoptik 22 aus der Fig. 2a in isometrischer Darstellung. Die Blende 18 weist eine Ausnehmung 34 auf. Die Ausnehmung 34 ist in einer bevorzugten Ausgestaltung rechteckig. Die Ausnehmung ist durch eine zwischen ihr und der Blendenkante 20 liegende Teilfläche der Blende von der Blendenkante getrennt. Der Abstand der Ausnehmung von der Blendenkante beträgt bevorzugt mindestens das Doppelte, bevorzugt mehr als das Dreifache der Dicke der Blende. Das hat den technischen Effekt, dass die Ausnehmung kein Licht aus einem unmittelbar an der Blendenkante liegenden Bereich der spiegelnden Blendenfläche ausblendet. Dieser Bereich beeinflusst

die Intensität des Lichtes unmittelbar an der Hell-Dunkel-Grenze. Intensitätsverluste würden an dieser Stelle die Reichweite des Abblendlichtes verkleinern. Dieser unerwünschte Effekt wird durch die genannten Ausgestaltungen vermieden. In der dargestellten Ausgestaltung wird die Ausnehmung 34 in quer zur optischen Achse 24 liegenden Richtungen durch zwei Flächen begrenzt, die bevorzugt als Reflexionsflächen 36, 38 ausgestaltet sind. Eine als erste Reflexionsfläche 36 ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung ist der Lichtquelle 12 und der zweiten Reflexionsfläche 38 zugewandt. Sie wird entsprechend von der Lichtquelle 12 beleuchtet und lenkt auf sie einfallendes Licht zur zweiten Reflexionsfläche 38 um. Die als zweite Reflexionsfläche 38 ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung ist der ersten Reflexionsfläche und der Sekundäroptik 22 zugewandt. Die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 sind vorzugsweise spiegelnd reflektierend ausgeführt.

[0048] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit bei der Entwicklung der Primäroptik einen gewissen Anteil des Lichts beispielsweise mit einer Facette in der Austrittsoptik der Primäroptik zu der Öffnung zu lenken. Alternativ dazu wird jedoch das Licht, das einfach auf die Blende fällt, genutzt. Die Größe der offenen Fläche in der Blende stellt einen wesentlichen Parameter zur Steuerung des Lichtstroms dar. Dabei kann eine einzelne große Öffnung oder mehrere kleine Einzelöffnungen mit entsprechenden Flächen gewählt werden. Die mehreren Flächen sind im Wesentlichen nebeneinander angeordnet. Abhängig von den optischen Gegebenheiten kann eine Anordnung von mehreren Einzelöffnungen mit jeweils gleichem Abstand von der Blendenkante sein. Bei der Verwendung mehrerer LED Module bestehend aus je einer Lichtquelle 12 und einer Vorsatzoptik (Primäroptik 16 kann verschiedenen Modulen je eine Öffnung zugeordnet werden.

[0049] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Blende 18 ein einstückig-stoffschlüssig zusammenhängendes Kunststoffspritzgussteil, das ohne Hinterschnitt entformbar ist. In einer alternativen Ausgestaltung ist die Blende 18 ein Metallteil. Die Ausnehmung 34 wird in diesem Fall zum Beispiel durch Stanzen oder Schneiden erzeugt, wobei das Blendenmaterial an drei Seiten der Ausnehmung 34 durchtrennt und über eine vierte Seite nach unten umgebogen wird. Das Durchtrennen und Umbiegen erfolgt bevorzugt so, dass eine Oberfläche des umgebogenen Materials zur zweiten Reflexionsfläche 38 wird.

[0050] Bei dieser Ausgestaltung ergibt sich die Ausnehmung als Ergebnis der zusammenhängenden Durchtrennung des Blendenmaterials an drei Seiten der Ausnehmung und der über die vierte Seite der Ausnehmung nach unten erfolgenden Umbiegung der resultierenden Zunge, wobei eine Oberfläche der umgebogenen Zunge die zweite Reflexionsfläche bildet.

[0051] In einer weiteren Ausgestaltung bildet ein Teil aus Blech die vordere Blendenkante. Dieses Blechteil wird mit Kunststoff umspritzt oder mit einem Kunststoffteil

verbunden, zum Beispiel durch Clips. Die Öffnung 34 ist bevorzugt in dem Kunststoffteil angeordnet. Dadurch wird erreicht, dass der Blendenrand beispielsweise nicht durch Sonnenlicht beschädigt wird, das durch die Sekundäroptik auf die Blendenkante gebündelt wird. Die Blendenkante wird dadurch im Vergleich zum Rest der Blende thermisch besonders stark belastet. Metall hält diese Belastungen besser aus als Kunststoff.

[0052] Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung den Einfluss der Ausnehmung 34 und der ersten Reflexionsfläche 36 sowie der zweiten Reflexionsfläche 38 auf das propagierende Licht. Die in der Fig. 3 dargestellte Anordnung aus der Lichtquelle 12 mit der Primäroptik 16, der Blende 20 und der Abbildungsoptik 22 entspricht der Anordnung dieser Komponenten aus der Fig. 2. Im Unterschied zur Fig. 2 zeigt die Fig. 3 im Übrigen Strahlengänge von Licht, das durch die Ausnehmung 34 hindurchtritt. Die Blende 18 ist insbesondere so angeordnet, dass die Blendenkante 20 in der Lichtquellen-seitigen Brennfäche 40 der Abbildungsoptik 22 liegt.

[0053] Ein erstes Strahlenbündel 42 des Lichts 14 der Lichtquelle 12 tritt in die Ausnehmung 34 ein und trifft auf die erste Reflexionsfläche 36. Von dieser ersten Reflexionsfläche 36 wird das erste Strahlenbündel 42 durch eine erste Reflexion in Richtung zur zweiten Reflexionsfläche 38 reflektiert. Dort, also an der zweiten Reflexionsfläche 38, wird das Strahlenbündel 42 ein zweites Mal reflektiert und bildet ein Strahlenbündel 44. Das in diesem Strahlenbündel 44 propagierende Licht passiert die Lichtquellen-seitige Brennfäche 40 der Abbildungsoptik 22 unterhalb der optischen Achse 24 und wird durch die Abbildungsoptik 22 in die zweite Lichtverteilung 26 oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze 28 umgelenkt, wobei es nach dem Austreten aus der Abbildungsoptik 22 ein nach vorn und oben gerichtetes Overhead-Lichtbündel 46 bildet.

[0054] Somit wird das im ersten Strahlenbündel 42 propagierende Licht in ein Overhead-Lichtbündel 46 gelenkt, in dem Licht 14 in einen oberhalb der jenseits der Hell-Dunkel-Grenze 28 liegenden weniger hell erleuchteten Bereich 32 der Abblendlicht-Lichtverteilung 26 überführt wird, in welchem Bereich 32 ein regelkonformes Abblendlicht lokal vorbestimmte Overhead-Helligkeitswerte erreichen muss.

[0055] In der Ausgestaltung, die in den Fig. 2a und 3 dargestellt ist, sind die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 eben und stehen parallel zueinander. Dadurch wird die Form des ersten Strahlenbündels 42 beibehalten. Es wird also weder aufgeweitet noch gebündelt. Seine Divergenz bleibt bei der zweifachen Umlenkung erhalten. Das zweifach reflektierte Strahlenbündel 44 wird im Vergleich zu einem direkten Strahlenbündel 47, das die Ausnehmung 34 passiert, ohne dabei an der ersten Reflexionsfläche umgelenkt zu werden, nach unten, also von der optischen Achse 24 weg, versetzt. Das zweifach reflektierte Strahlenbündel 44 wird durch den gegenüber dem direkten Strahlenbündel 47 längeren Laufweg parallel nach unten und damit

von der optischen Achse 24 weg verschoben und passiert die Brennfläche 40 tiefer. Dadurch wird es von der Abbildungsoptik 22 stärker aufwärts gebrochen und letztlich höher als das im Strahlengang 47 propagierende Licht oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze 28 in das Vorfeld des Kraftfahrzeugs umgelenkt. Dort trägt es zu einer Bildung einer regelkonformen Overhead-Beleuchtung bei.

[0056] Fig. 4 zeigt einen längs der optischen Achse verlaufenden Vertikalschnitt durch eine Blende 18, die eine erste Reflexionsfläche 36 und eine zweite Reflexionsfläche 38 aufweist. Die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 sind in dieser Ausgestaltung in vertikaler Richtung jeweils konvex gekrümmt ausgebildet. Auch hier liegt die Blendenkante 20 in einer Lichtquellen-seitigen Brennfläche der 40 der Abbildungsoptik 22. Das einfallende erste Strahlenbündel 42, trifft auf die konvexe erste Reflexionsfläche 36 und wird von dieser zur zweiten Reflexionsfläche 38 reflektiert und dabei in vertikaler Richtung aufgeweitet. Die zweite Reflexionsfläche 38 ist ebenfalls konvex geformt. Das bei der zweiten Reflexion an der zweiten Reflexionsfläche 38 reflektierte Licht wird daher nochmals in vertikaler Richtung aufgeweitet. Dadurch entsteht in der Brennfläche 40 eine erste Lichtverteilung, die im Vergleich zu der mit den ebenen Reflexionsflächen 36 und 38 erzeugten ersten Lichtverteilung eine größere vertikale Ausdehnung aufweist. Diese aufgeweitete erste Lichtverteilung wird durch die Abbildungsoptik 22 in die zweite Lichtverteilung abgebildet. Die vertikale Ausdehnung des resultierenden Overhead-Licht-Anteils an der zweiten Lichtverteilung ist größer als die vertikale Ausdehnung des Overhead-Lichtanteils an der zweiten Lichtverteilung, die sich für den Fall mit ebenen Reflexionsfläche 36 und 38 ergibt. Bei vergleichbaren Lichtstromstärken der jeweils auf die erste Reflexionsfläche 36 einfallenden Lichtbündel 42 geht die Aufweitung des Overhead-Licht-Anteils mit einer Verringerung der Beleuchtungsstärke innerhalb des Overhead-Lichtanteils in der zweiten Lichtverteilung 26 einher, da der gleiche Lichtstrom bei konvexen Reflexionsflächen 36, 38 auf einen größeren Raumwinkel verteilt wird.

[0057] Fig. 5 zeigt einen längs der optischen Achse verlaufenden Vertikalschnitt durch eine Blende 18, die eine erste Reflexionsfläche 36 und eine zweite Reflexionsfläche 38 aufweist. Die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 sind in dieser Ausgestaltung in vertikaler Richtung jeweils konkav gekrümmt ausgebildet. Auch hier liegt die Blendenkante 20 in einer Lichtquellen-seitigen Brennfläche der 40 der Abbildungsoptik 22. Das einfallende erste Strahlenbündel 42, trifft auf die konkave erste Reflexionsfläche 36 und wird von dieser zur zweiten Reflexionsfläche 38 reflektiert und dabei in vertikaler Richtung gebündelt. Die zweite Reflexionsfläche 38 ist ebenfalls konkav geformt. Das bei der zweiten Reflexion an der zweiten Reflexionsfläche 38 reflektierte Licht wird daher nochmals in vertikaler Richtung gebündelt. Dadurch entsteht in der Brennfläche 40 eine erste Lichtverteilung, die im Vergleich zu der mit den

ebenen Reflexionsflächen 36 und 38 erzeugten ersten Lichtverteilung eine kleinere vertikale Ausdehnung aufweist und daher schmaler ist. Diese schmalere erste Lichtverteilung wird durch die Abbildungsoptik 22 in die zweite Lichtverteilung abgebildet. Die vertikale Ausdehnung des resultierenden Overhead-Licht-Anteils an der zweiten Lichtverteilung ist kleiner als die vertikale Ausdehnung des Overhead-Lichtanteils an der zweiten Lichtverteilung, die sich für den Fall mit ebenen Reflexionsfläche 36 und 38 ergibt. Bei vergleichbaren Lichtstromstärken der jeweils auf die erste Reflexionsfläche 36 einfallenden Lichtbündel 42 geht die Bündelung des Overhead-Licht-Anteils mit einer Vergrößerung der Beleuchtungsstärke innerhalb des Overhead-Lichtanteils in der zweiten Lichtverteilung 26 einher, da der gleiche Lichtstrom bei konvexen Reflexionsflächen 36, 38 auf einen kleineren Raumwinkel verteilt wird.

[0058] Die voranstehende Beschreibung der Figuren 4 und 5 gilt für die Form der ersten Reflexionsfläche 36 und der zweiten Reflexionsfläche 38 in der Zeichnungsebene. Änderungen der Krümmung der Reflexionsflächen in dieser Ebene beeinflussen jeweils die vertikale Lichtverteilung.

[0059] Weitere Ausgestaltungen zeichnen sich dadurch aus, dass die Reflexionsflächen 36, 38 alternativ oder ergänzend in einer zur Zeichnungsebene und zur optischen Achse senkrechten Ebene eben oder konvex gekrümmt oder konkav gekrümmt sind. Unterschiedliche Krümmungen in einer solchen Ebene bilden sich in unterschiedlichen horizontalen Lichtverteilungen ab. Eine Krümmungsebene der ersten Reflexionsfläche 36 und der zweiten Reflexionsfläche 38 ist dabei jeweils identisch mit einer Ebene, in der das reflektierte Strahlenbündel 44 aufgeweitet oder fokussiert wird. Dabei wird unter einer Krümmungsebene eine gedachte Ebene verstanden, welche die Reflexionsfläche schneidet und in welcher die resultierende Schnittkurve eine Krümmung aufweist. Ist eine Reflexionsfläche beispielsweise in ihrer horizontalen Ausdehnung konvex gekrümmt, wird das an ihr reflektierte Strahlenbündel in der Horizontalen aufgeweitet. Ist die Reflexionsfläche beispielsweise in ihrer horizontalen Ausdehnung konkav gekrümmt, wird das an ihr reflektierte Strahlenbündel in der Horizontalen fokussiert. Für in ihrer vertikalen Ausdehnung konkav beziehungsweise konvex gekrümmte Flächen gilt, dass das an ihnen reflektierte Strahlenbündel, in der Vertikalen fokussiert beziehungsweise aufgeweitet werden.

[0060] Folglich weiten beziehungsweise fokussieren Reflexionsflächen, die in ihrer horizontalen und in ihrer vertikalen Ausdehnung konvex beziehungsweise konkav gekrümmt sind, das an ihnen reflektierte Strahlenbündel sowohl in der Horizontalen, als auch in der Vertikalen. Eine Aufweitung beziehungsweise eine Fokussierung der Overheadlichtverteilung erreicht man folglich durch konvexe beziehungsweise durch konkave Reflexionsflächen 36 und 38.

[0061] Die Ebene, in der die Reflexionsflächen gekrümmt sind, bestimmt dabei die Richtung, in der die Auf-

weitung oder Fokussierung erfolgt. Um die Vertikale herum gekrümmte Reflexionsflächen 36, 38 erzeugen eine Ausweitung oder Fokussierung der Overheadlichtverteilung in der Horizontalen. Sind die Reflexionsflächen 36 und oder 38 dagegen um die Horizontale herum gekrümmt, wird die Overheadlichtverteilung in der Vertikalen aufgeweitet, beziehungsweise fokussiert.

[0062] Die Fig. 6 zeigt in schematischer Darstellung die Lichtquelle 12 mit daran angeordneter Primäroptik 16, sowie die Blende 18 mit der Ausnehmung 34, und die Sekundäroptik 22. Die Blendenkante 20 liegt auch hier in der Lichtquellen-seitigen Brennfäche 40 der Abbildungsoptik 22. Im Gegensatz zum Gegenstand der Figur 3 ist die zweite Reflexionsfläche 38 gegenüber der ersten Reflexionsfläche 36 gekippt angeordnet. In der dargestellten Ausgestaltung liegt die erste Reflexionsfläche 36 parallel zu Brennfäche 40, während die zweite Reflexionsfläche 38 nicht parallel zur Brennfäche 40 liegt. In der dargestellten Ausgestaltung liegt das in der Figur untere Ende der zweiten Reflexionsfläche 38 näher an der Brennfäche 40 als das obere, der waagerechten Spiegelfläche der Blende näher liegende Ende der zweiten Reflexionsfläche 38.

[0063] An der damit schräg nach vorn unten geneigten zweiten Reflexionsfläche 38 wird das dort einfallende Strahlenbündel 42 nach der an der ersten Reflexionsfläche 36 erfolgten ersten Reflexion ein zweites Mal reflektiert und tritt an derselben Stelle 48 durch die Brennfäche 40 wie das unbeeinflusste Strahlenbündel 47, dass die Ausnehmung 34 direkt und ohne dort reflektiert zu werden durchläuft. Aufgrund der zweifachen Reflexion an den Flächen 36 und 38 und der Neigung der zweiten Reflexionsfläche 38 tritt das zweifach reflektierte Strahlenbündel 44 mit kleinerem Abstand zur optischen Achse 24 durch die Abbildungsoptik 22 als das Strahlenbündel 47. Dadurch wird die vertikale Breite der zweiten Lichtverteilung 26 gegenüber der Verwendung von Blenden 20 mit Ausnehmungen 34 ohne Reflexionsflächen 36 und 38 nicht verändert. Dies zeigt, dass es durch Kippen der Reflexionsflächen 36 und/oder 38 möglich ist, Abbildungsoptiken 22 mit geringerer vertikaler Ausdehnung zu verwenden um eine zweite Lichtverteilung 26 mit einer Breite zu erhalten, wie sie mit Ausnehmungen 34 ohne erste Reflexionsflächen 36 und zweite Reflexionsflächen 38 zustande kommen würde.

[0064] In der Figur 6 ist nur die Verkippung der zweiten Reflexionsfläche 38 um eine erste Achse dargestellt, die senkrecht zur optischen Achse 24 steht und in die Zeichenebene hineinweist. Denkbar ist auch eine Verkippung der Reflexionsfläche um eine zweite Achse, die zur ersten Achse und zur optischen Achse weder parallel noch antiparallel ist.

[0065] Die voranstehend beschriebenen Figuren 3 bis 6 zeigen Ausgestaltungen, bei denen die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 jeweils paarweise eben, konkav, konvex oder relativ zu Brennfäche 40 geneigt sind. Selbstverständlich sind ebenso alle beliebigen Kombinationen der voranstehend be-

schriebenen Anordnungen oder Ausformungen der Reflexionsflächen 36 oder 38 denkbar, die der Erzeugung einer regelkonformen Overheadlichtverteilung dienen.

[0066] Aus den Zeichnungen, insbesondere aus der Fig. 3 und der Fig. 6 ist zu entnehmen, dass das Overheadlicht 46 aus einem direkten und einem reflektierten Anteil besteht. Das bedeutet aber auch, dass die beiden Teillichtbündel ähnliche Öffnungswinkel aufweisen müssen und die Öffnung in die annähernd gleiche Richtung verlassen. Die Erfüllung dieser Bedingungen ist erforderlich, damit sich die beiden Lichtbündel zu einer Lichtverteilung überlagern können. In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die beiden Spiegelflächen gerades so ausgestaltet, dass das reflektierte Lichtbündel die Bedingungen für die Überlagerung der beiden Bündel erfüllt.

[0067] Die Figuren 7 und 8 zeigen experimentell ermittelte zweite Lichtverteilungen 26 für eine Blende 18, die eine Ausnehmung 34 aufweist. Dabei betrifft die Fig. 7 eine Blende 18, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, und die Fig. 8 betrifft eine Ausgestaltung mit einer Blende 18, die eine Ausnehmung 34, eine erste Reflexionsfläche 36 und eine zweite Reflexionsfläche 38 aufweist, wobei die erste Reflexionsfläche 36 und die zweite Reflexionsfläche 38 im wesentlichen parallel zur Lichtquellen-seitigen Brennfäche 40 der Abbildungsoptik 22 angeordnet sind. Mit anderen Worten: Fig. 7 zeigt eine Lichtverteilung, die mit einem bekannten Lichtmodul mit einer Spiegelblende mit einfacher Ausnehmung aufweist, während die Fig. 8 eine durch Doppelreflexion verschobene und verformte Lichtverteilung zeigt, wie sie mit einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls erzeugt wurde, das sich nur durch die Ausführung der Spiegelblende mit den zwei zusätzlich reflektierenden Flächen 36 und 38 von dem bekannten Lichtmodul unterscheidet.

[0068] In beiden Figuren 7 und 8 sind auf den Abszissen jeweils die horizontalen Winkel der Lichtverteilung 26 angegeben. Die Ordinaten-Achsen geben die vertikalen Winkel wieder. Die $H = 0$ Linie markiert die Lage des Horizonts vor dem Fahrzeug. Die $V = 0$ Linie markiert eine Geradeaus-Richtung. Der H-V-Schnittpunkt liegt in einer Verlängerung der optischen Achse 24 vor dem Scheinwerfer. Über dem Horizont liegende Messpunkte 50, an denen die Overheadlichtverteilung gesetzlich vorgegebene Beleuchtungsstärken annehmen muss, sind in den Figuren 7 und 8 durch Kreuze gekennzeichnet. In beiden Figuren 7 und 8 ist die Hell-Dunkel-Grenze 28 deutlich zu erkennen, die entsprechend den gesetzlichen Anforderungen etwa 1° unter der Horizontalen (0° -Linie im Diagramm) liegen muss. Unterhalb der Hell-Dunkel-Grenze 28 befindet sich der hellere Bereich 30, der der sogenannten Abblendlichtverteilung 26 entspricht. Eine Overheadlichtverteilung 52 liegt oberhalb der Horizontalen. Die geschlossenen Kurvenzüge sind dabei jeweils Isolux-Linien, also Linien gleicher Beleuchtungsstärke, wobei die Beleuchtungsstärke von Linie zu Linie von außen nach innen zunimmt.

[0069] Aus Figur 7 wird ersichtlich, dass die Blende 18

mit der Ausnehmung 34 ohne zusätzliche Reflexionsflächen 36 und 38 nicht ausreicht, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen. Dies zeigt sich darin, dass dort in den oberen Messpunkten 50 die gesetzlich geforderten Beleuchtungsstärken nicht erreicht werden, beziehungsweise darin, dass die gesamte Overheadlichtverteilung 52 zu nahe an der Hell-Dunkel-Grenze 28 liegt.

Eine solche Overhead-Beleuchtung erfüllt ihren Zweck einer Beleuchtung von oberhalb der Straße angeordneten Verkehrsschildern nicht in ausreichender Weise.

[0070] Demgegenüber zeigt die Figur 8, deren Lichtverteilung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung erzeugt wurde, eine Overheadlichtverteilung 52 mit ausreichenden Beleuchtungsstärken in den gesetzlich vorgeschriebenen Messpunkten 50.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (11) für einen Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lichtquelle (12), die Licht (14) emittiert, und mit wenigstens einem optischen Element (22), das einen Teil des Lichtes (14) in einen hellen Bereich (30) einer von dem Scheinwerfer in seinem Vorfeld erzeugten Abblendlicht-Lichtverteilung (26) überführt, die von einer Hell-Dunkel-Grenze (28) begrenzt wird, die als Bild einer den Strom des von der Lichtquelle erzeugten Lichtes räumlich begrenzenden Kante (20) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer Teil des Lichtes (14) an einer ersten Reflexionsfläche (36) in einen Overhead-Strahlengang (46) umgelenkt wird und als Overhead-Licht in einen jenseits der Hell-Dunkel-Grenze (28) liegenden weniger hell erleuchteten Bereich (32) der zweiten Lichtverteilung (26) überführt wird, in dem ein regelkonformes Abblendlicht lokal vorbestimmte Helligkeitswerte erreichen muss, wobei in dem Overhead-Strahlengang (46) wenigstens eine zweite Umlenkung des Overhead-Lichtes an einer zweiten Reflexionsfläche (38) erfolgt.
2. Lichtmodul (11) nach vorangehendem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul wenigstens eine Primäroptik (16), eine Abbildungsoptik (22) und eine Blende (18) aufweist, wobei die Primäroptik von der Lichtquelle (12) emittiertes Licht (14) sammelt und daraus eine erste Lichtverteilung erzeugt, die in einer Brennfläche (40) der Abbildungsoptik (22) liegt, wobei die Abbildungsoptik (22) dazu eingerichtet ist, die erste Lichtverteilung in eine in einem Vorfeld des Lichtmoduls (11) liegende zweite Lichtverteilung (26) abzubilden, und wobei die Blende (18) die optisch wirksame Kante (20) aufweist und wobei die Kante (20) in der Brennfläche (40) liegt und die erste Lichtverteilung begrenzt und somit als Hell-Dunkel-Grenze (28) in die zweite Lichtverteilung (26) abgebildet wird, und wobei die Blende (18) eine Ausnehmung (34) aufweist, die

durch die erste Reflexionsfläche (36) und die zweite Reflexionsfläche (38) begrenzt wird, wobei eine als erste Reflexionsfläche (36) ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung der Lichtquelle (12) und der zweiten Reflexionsfläche (38) zugewandt ist, so dass sie von der Lichtquelle (12) auf sie einfallendes Licht zur zweiten Reflexionsfläche (38) umlenkt und wobei die als zweite Reflexionsfläche (38) ausgestaltete Begrenzungsfläche der Ausnehmung der ersten Reflexionsfläche und der Sekundäroptik (22) zugewandt ist und von der ersten Reflexionsfläche her einfallendes Licht auf die Sekundäroptik richtet.

3. Lichtmodul (11) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende 18 ein einstückig-stoffschlüssig zusammenhängendes Kunststoffspritzgussteil ist, das ohne Hinterschnitt entformbar ist.
4. Lichtmodul nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (18) ein die vordere Blendenkante bildendes Blechteil aufweist, das mit Kunststoff umspritzt oder mit einem Kunststoffteil verbunden ist, wobei die Öffnung (34) in dem Kunststoffteil angeordnet ist.
5. Lichtmodul (11) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (18) aus Metall gefertigt ist.
6. Lichtmodul nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blende (18) eine durch Stanzen oder Schneiden erzeugte Ausnehmung (34) aufweist, wobei das Blendenmaterial an drei Seiten der Ausnehmung (34) durchtrennt wird, wobei sich die Ausnehmung (34) als Ergebnis einer zusammenhängenden Durchtrennung des Blendenmaterials an drei Seiten der Ausnehmung (34) und einer über eine vierte Seite der Ausnehmung nach unten erfolgenden Umbiegung der resultierenden Zunge ergibt, wobei eine Oberfläche der umgebogenen Zunge die zweite Reflexionsfläche (38) bildet.
7. Lichtmodul (11) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) in ihrer vertikalen Ausdehnung jeweils eine ebene Fläche ist.
8. Lichtmodul (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) in ihrer vertikalen Ausdehnung konvex gekrümmt ist.
9. Lichtmodul (11), nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche

(38) in ihrer vertikalen Ausdehnung konkav gekrümmt sind.

10. Lichtmodul (11) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) in ihrer horizontalen Ausdehnung jeweils eine ebene Fläche ist. 5
11. Lichtmodul (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) in ihrer horizontalen Ausdehnung konvex gekrümmt ist. 10
12. Lichtmodul (11) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) in ihrer horizontalen Ausdehnung konkav gekrümmt sind. 15 20
13. Lichtmodul (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Reflexionsfläche (36) und/oder die zweite Reflexionsfläche (38) gegen die Brennfläche (40) verkippt ist. 25

30

35

40

45

50

55

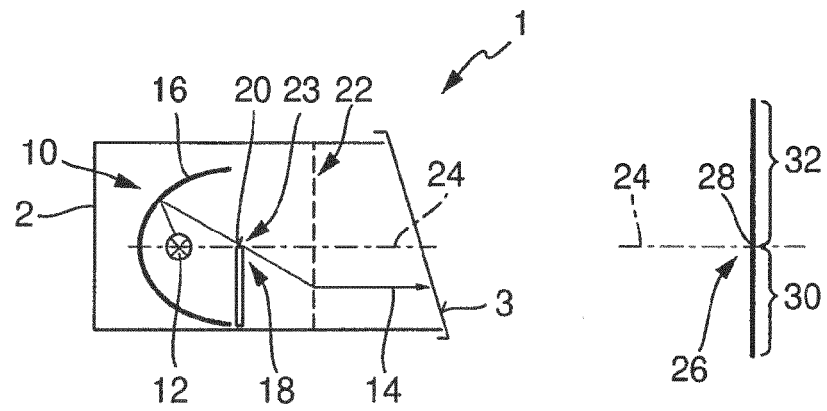


Fig. 1

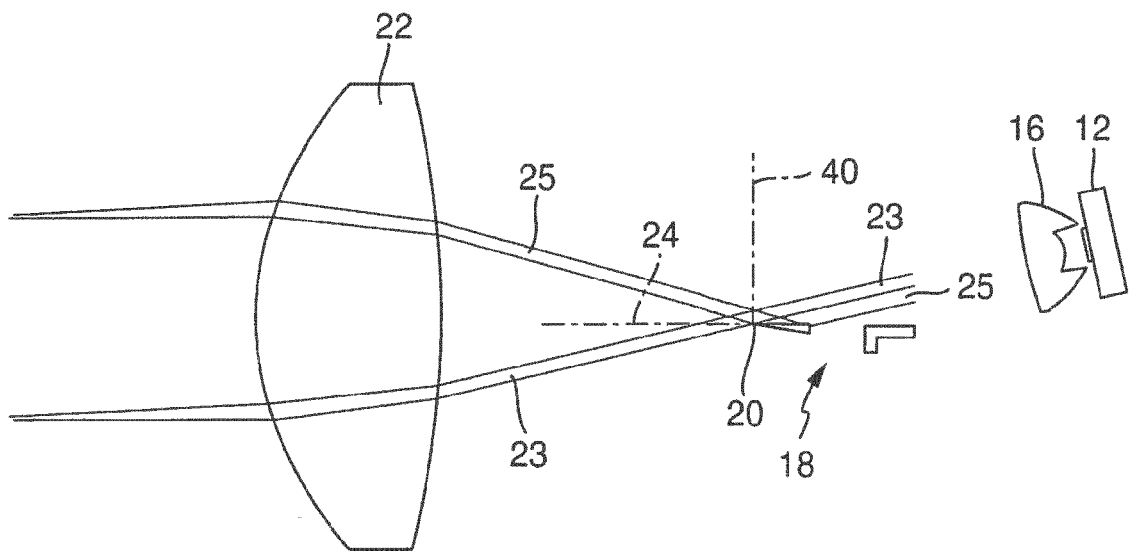


Fig. 2a

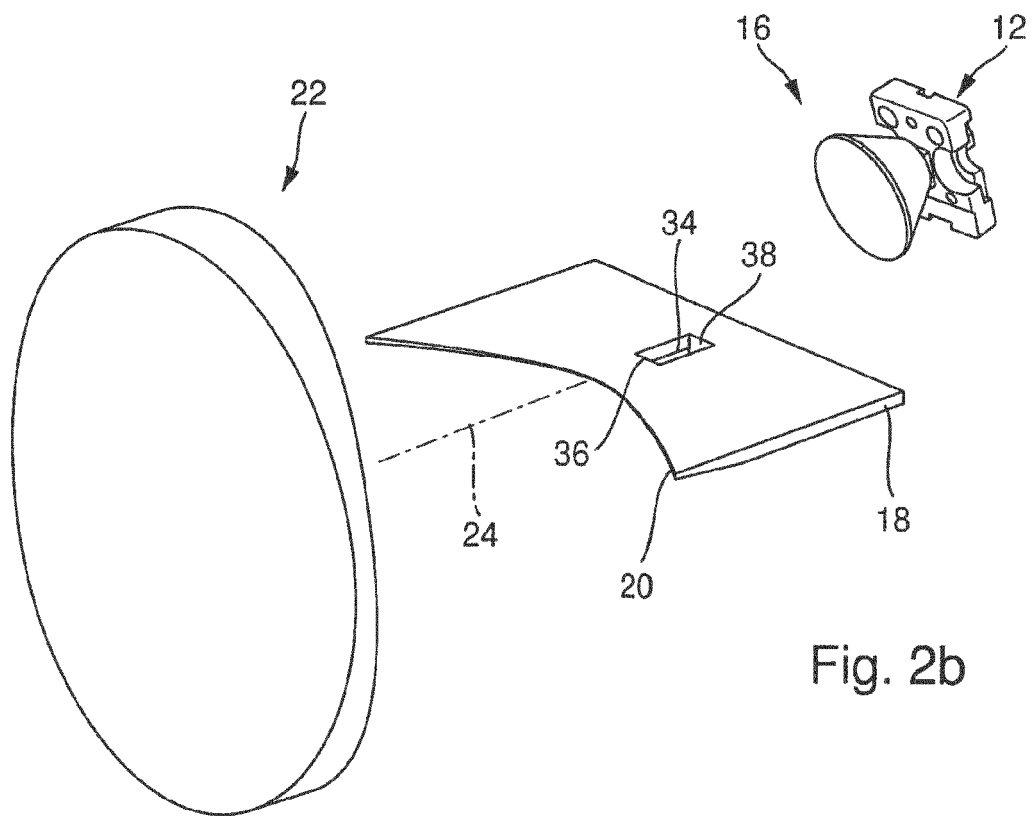


Fig. 2b

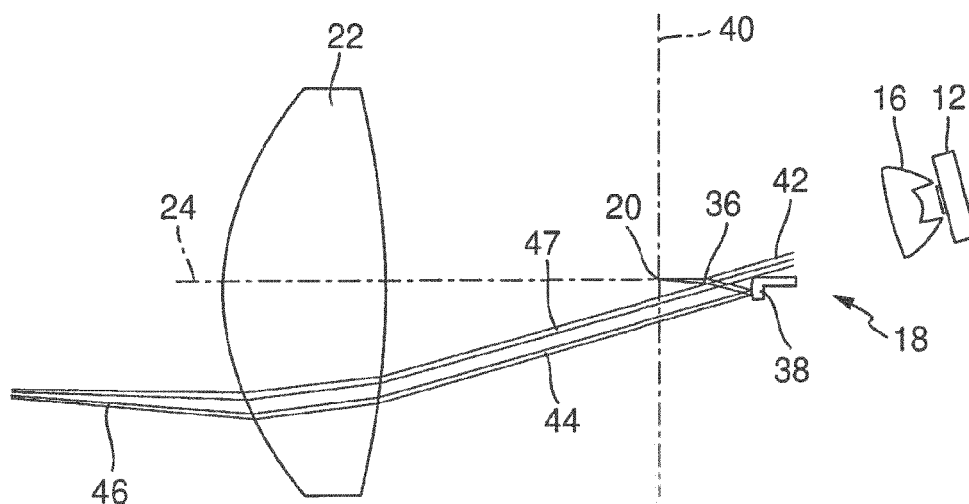


Fig. 3

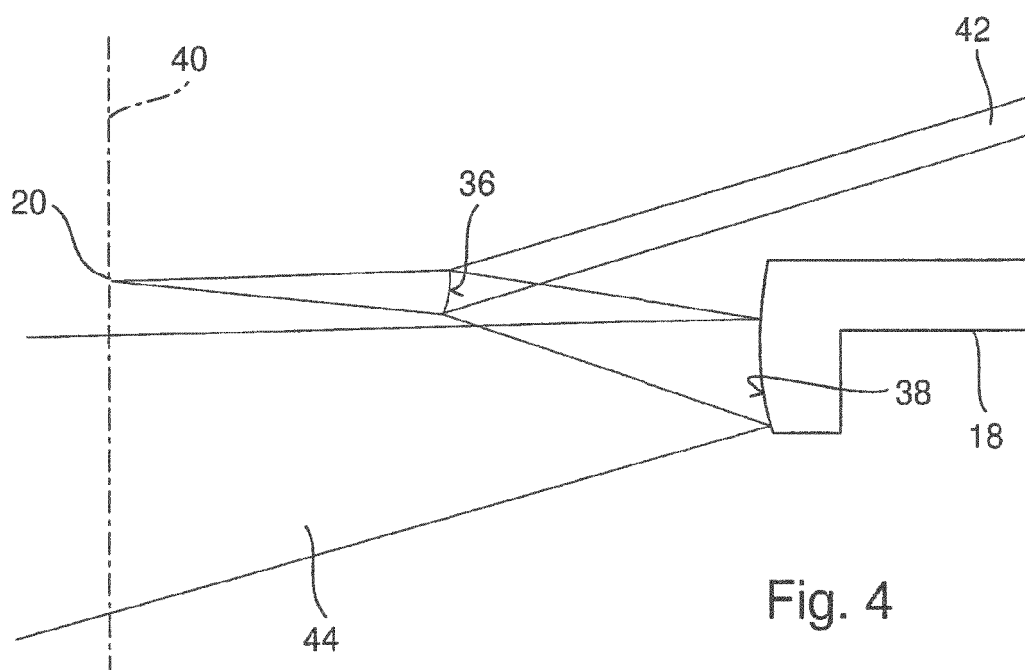
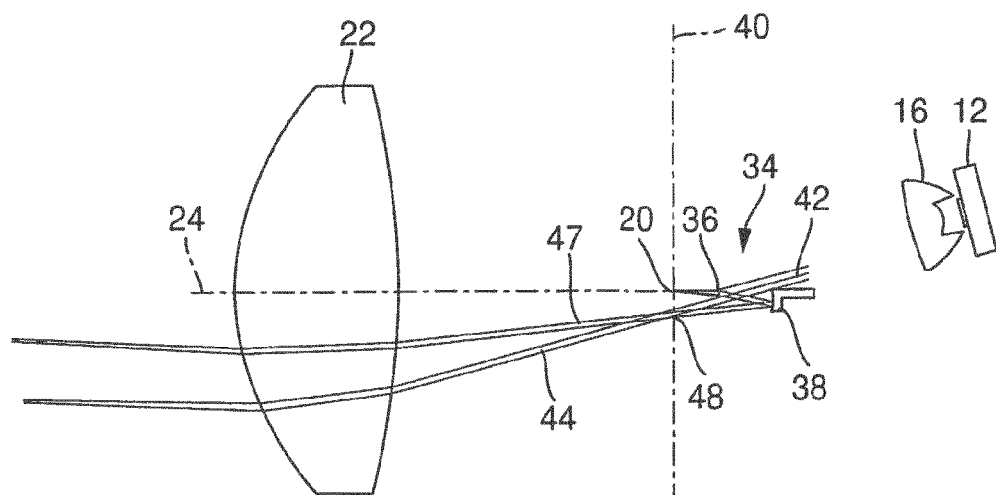
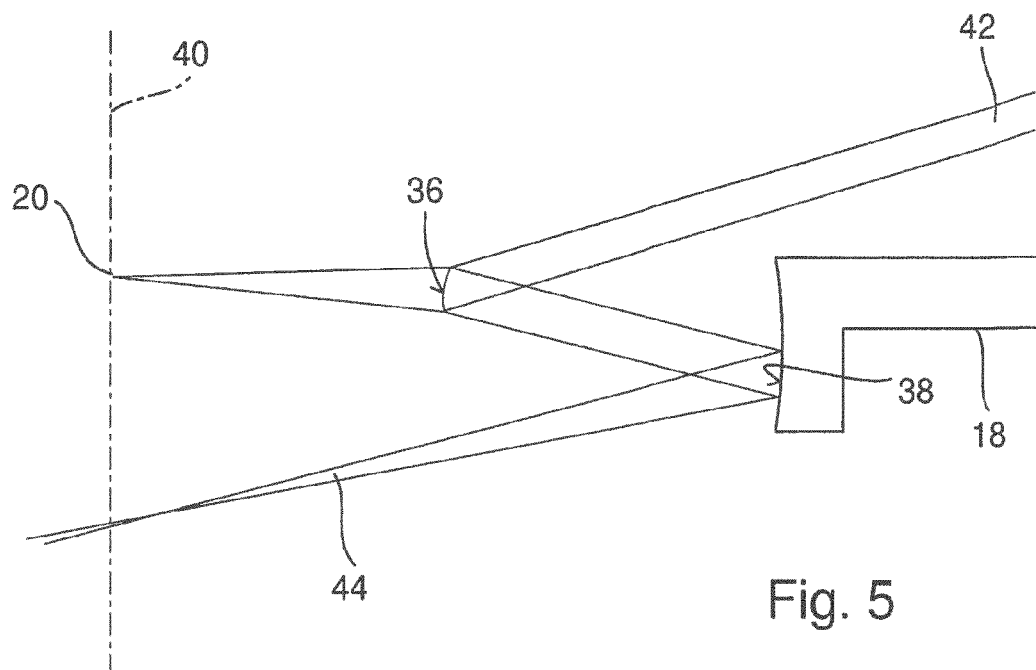


Fig. 4



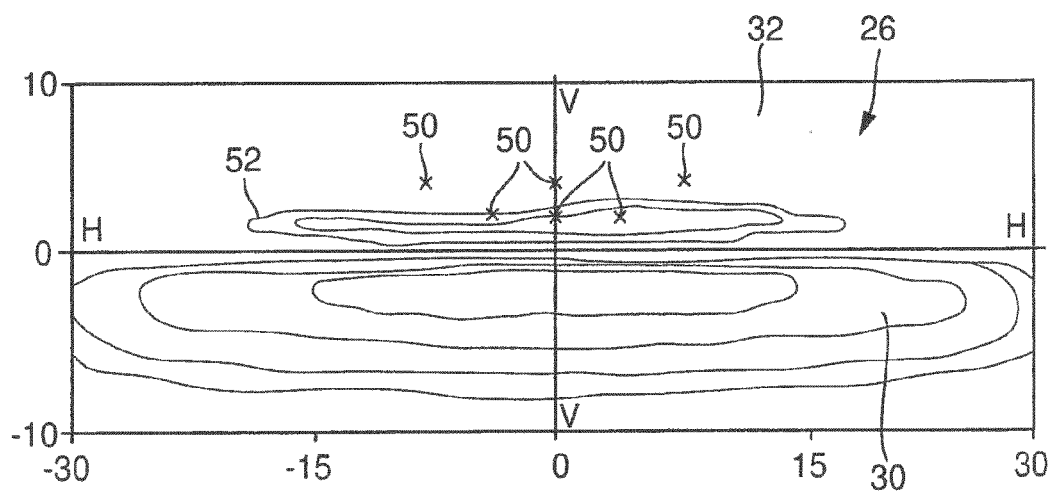


Fig. 7

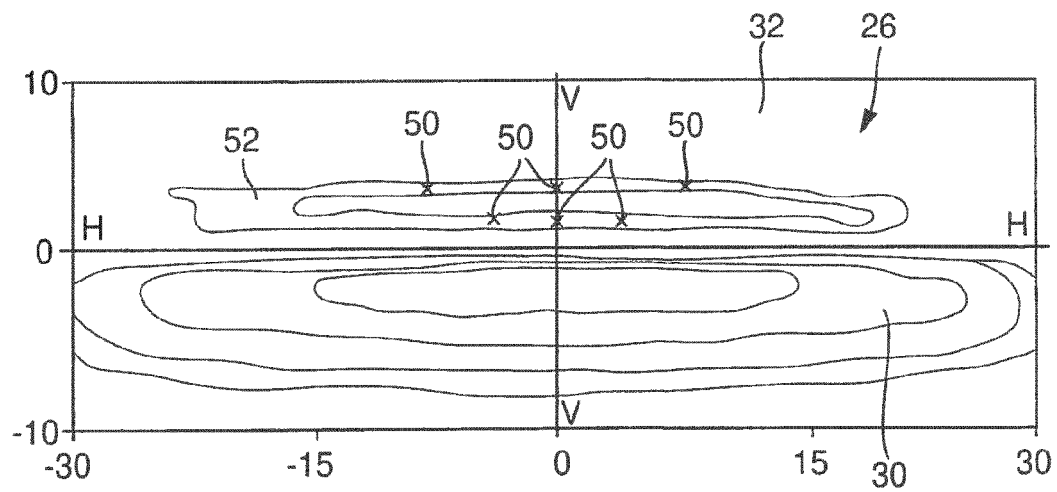


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 7943

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2004 172104 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 17. Juni 2004 (2004-06-17) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-13	INV. F21S8/10
X	JP 2009 193810 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 27. August 2009 (2009-08-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-13	
X	JP 2008 288086 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 27. November 2008 (2008-11-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-13	
X	JP 2008 177025 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 31. Juli 2008 (2008-07-31) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-13	
X	US 2011/170308 A1 (KINOSHITA MASAO [JP] ET AL) 14. Juli 2011 (2011-07-14) * das ganze Dokument *	1	
X	EP 1 962 015 A1 (VALEO VISION [FR]) 27. August 2008 (2008-08-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F21S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Dezember 2013	Prüfer Panatsas, Adam
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 : mündliche 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 18 7943

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.

10-12-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004172104 A	17-06-2004	JP 4123130 B2 JP 2004172104 A	23-07-2008 17-06-2004
JP 2009193810 A	27-08-2009	JP 4835602 B2 JP 2009193810 A	14-12-2011 27-08-2009
JP 2008288086 A	27-11-2008	JP 4702323 B2 JP 2008288086 A	15-06-2011 27-11-2008
JP 2008177025 A	31-07-2008	JP 4743123 B2 JP 2008177025 A	10-08-2011 31-07-2008
US 2011170308 A1	14-07-2011	JP 2011146213 A US 2011170308 A1	28-07-2011 14-07-2011
EP 1962015 A1	27-08-2008	EP 1962015 A1 FR 2913094 A1	27-08-2008 29-08-2008

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

- EP 1193440 A1 [0005]
- DE 102008015510 [0007]