



(11) **EP 2 523 022 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2012 Patentblatt 2012/46

(51) Int Cl.:
G02B 3/02^(2006.01) F21S 8/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12157404.0**

(22) Anmeldetag: **29.02.2012**

(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

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

(72) Erfinder: **Brendle, Matthias 72074 Tübingen (DE)**

(74) Vertreter: **Dreiss Patentanwälte Gerokstrasse 1 70188 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **09.05.2011 DE 102011075510**

(54) **Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung und Kraftfahrzeugscheinwerfer mit einem solchen Lichtmodul**

(57) Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul (20) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (1) zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung (39, 42', 44). Das Lichtmodul (20) umfasst mehrere Lichtquellen (31), eine Blendenanordnung (33) und eine Projektionslinse (21). Die Lichtverteilung (39, 42', 44) kann durch Umschalten der Lichtquellen (31) variiert werden. Die Lichtverteilung (39, 42', 44) ergibt sich durch eine Überlagerung der erzeugten Lichtbündel (23, 24). Ein erstes Lichtbündel (23) dient zur Erzeugung einer ersten Teil-Lichtverteilung (39) un-

terhalb einer horizontalen Helldunkelgrenze (40). Ein weiteres Lichtbündel (24) dient zur Erzeugung einer weiteren Teil-Lichtverteilung (42') oberhalb einer Helldunkelgrenze (43'). Um Inhomogenitäten in der resultierenden Lichtverteilung (44) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass die erzeugten Lichtbündel (23, 24) durch unterschiedliche Bereiche (22, 25) der Projektionslinse (21) hindurchtreten und das Lichtmodul (21) derart ausgebildet ist, dass die Helldunkelgrenze (43') der weiteren Teil-Lichtverteilung (42') unterhalb der Helldunkelgrenze (40) des ersten Teil-Lichtverteilung (39) angeordnet ist.

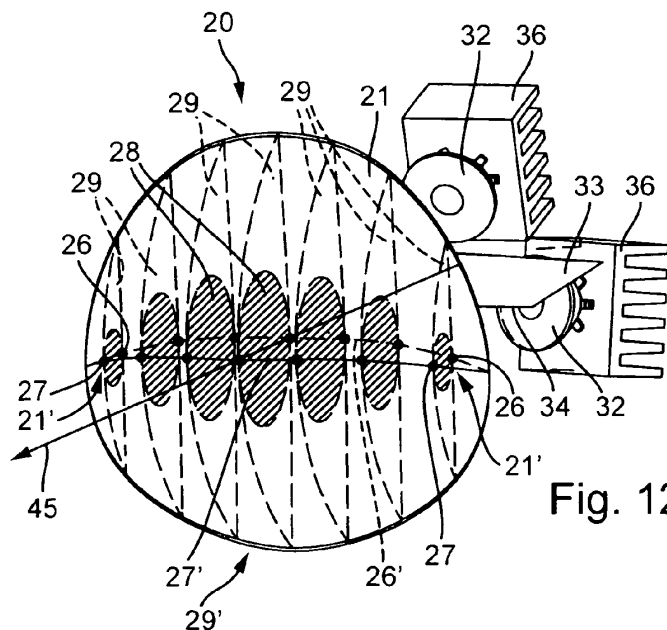


Fig. 12

EP 2 523 022 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung. Das Lichtmodul umfasst:

- mehrere Lichtquellen zum Aussenden von Licht,
- eine Blendenanordnung zum Abschatten zumindest eines Teils des ausgesandten Lichts, und
- eine Projektionslinse zur Projektion zumindest eines Teils des an der Blendenanordnung vorbeigekommenen Lichts als Lichtverteilung auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug.

[0002] Die von dem Lichtmodul erzeugte Lichtverteilung kann durch gezieltes Umschalten (Aktivieren und/oder Deaktivieren) von Lichtquellengruppen umfassend jeweils mindestens eine der Lichtquellen variiert werden. Dabei ergibt sich die von dem Lichtmodul erzeugte resultierende Gesamtlichtverteilung durch eine Überlagerung von durch die Lichtquellen der aktivierten Lichtquellengruppen erzeugten Lichtbündel. Mindestens ein erstes, durch die mindestens eine Lichtquelle einer aktivierten ersten Lichtquellengruppe erzeugtes Lichtbündel dient zur Erzeugung einer ersten Teil-Lichtverteilung unterhalb einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze. Ferner dient mindestens ein weiteres, durch die mindestens eine Lichtquelle einer aktivierten weiteren Lichtquellengruppe erzeugtes Lichtbündel zur Erzeugung einer weiteren Teil-Lichtverteilung oberhalb einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze.

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem einen Kraftfahrzeugscheinwerfer mit einem solchen Lichtmodul zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung.

[0004] Der Begriff "im Wesentlichen horizontal" im Zusammenhang mit dem Verlauf der Helldunkelgrenzen bedeutet, dass die Helldunkelgrenzen der Teil-Lichtverteilungen nicht notwendigerweise gerade sein muss, sondern auch als sog. asymmetrische Helldunkelgrenze ausgebildet sein kann mit zumindest abschnittsweise stufenförmigem oder schrägem Verlauf. Eine asymmetrische horizontale Helldunkelgrenze umfasst bspw. einen ersten, auf der eigenen Verkehrsseite angeordneten horizontalen Abschnitt, einen zweiten, auf der Gegenverkehrsseite angeordneten horizontalen Abschnitt sowie einen Übergangsabschnitt zwischen den beiden horizontalen Abschnitten. Der zweite horizontale Abschnitt auf der Gegenverkehrsseite ist vorzugsweise unterhalb des ersten horizontalen Abschnitts auf der eigenen Verkehrsseite angeordnet, um eine Blendung entgegenkommender Verkehrsteilnehmer zu verhindern. Der Übergangsabschnitt kann stufenförmig, schräg oder in beliebig anderer Weise ausgebildet sein. Ein schräger Übergangsabschnitt hat vorzugsweise einen 15°-Anstieg.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind Lichtmodule für Fahrzeugscheinwerfer bekannt, die nach dem sogenannten Projektionsprinzip arbeiten und die durch Umschalten verschiedene Lichtverteilungen und verschiedene Helldunkelgrenzen-Verläufe auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug projizieren können. Die Wahl der Lichtverteilung geschieht beispielsweise durch Umschalten, d.h. durch gezieltes Aktivieren bzw. Deaktivieren aber auch durch Dimmen, einzelner Lichtquellen oder Lichtquellengruppen. Während eine solche Art der Umschaltung und Variation der Lichtverteilung früher nach dem sogenannten Reflexionsprinzip arbeitenden Lichtmodulen mit Zweifadenlampen vorbehalten war, gibt es in letzter Zeit zunehmend auch Konzepte, um mit nach dem Projektionsprinzip arbeitenden Lichtmodulen lediglich durch gezieltes Umschalten von Lichtquellen mehrere Lichtfunktionen bzw. variable Lichtverteilungen zu erzeugen.

[0006] Diese Konzepte eignen sich besonders für Lichtmodule bzw. Scheinwerfer, die nach dem Projektionsprinzip arbeiten und die als Lichtquellen Halbleiterlichtquellen, insbesondere Leuchtdioden (LEDs), verwenden. LED-Scheinwerfer verfügen im Gegensatz zu Scheinwerfern mit Gasentladungslampen nicht nur über mehrere, vorzugsweise einzeln oder gruppenweise ansteuerbare Lichtquellen (LED-Chips), sondern auch über eine Vielzahl der Lichtquellen zugeordneter Primäroptiken, die beispielsweise als Projektions- oder Reflexionsoptiken ausgebildet sein können. Die Gesamtlichtverteilung eines LED-Scheinwerfers wird im Allgemeinen durch eine Überlagerung der Teil-Lichtverteilungen von mehreren LED-Primäroptik-Modulen gebildet, wahlweise nach Durchtritt durch eine Sekundäroptik, bspw. in Form der Projektionslinse.

[0007] Derartige Mehrfunktions-Projektionsscheinwerfer sind beispielsweise aus der DE 10 2008 036 192 A1 bekannt. Dort wird der Strahlengang für die jeweiligen Lichtfunktionen in einer Blendenebene des Projektionsmoduls aufgeteilt, so dass die für die einzelnen Lichtfunktionen erforderlichen Strahlenbündel von verschiedenen, unabhängig schaltbaren Lichtquellen erzeugt werden können. Damit ist es möglich, ohne bewegliche Blenden lediglich durch Umschalten von Lichtquellen unterschiedliche Lichtverteilungen zu erzeugen. Entsprechende Mehrfunktions-Projektionsscheinwerfer sind unter anderem auch aus der US 2006/0120094 A1 sowie aus der DE 10 2007 052 696 A1 bekannt.

[0008] Die Aufteilung des Strahlenganges kann je nach verwendetem physikalischem Prinzip mittels Brechung, Reflexion oder Absorption erreicht werden. In der DE 10 2007 052 696 A1 wird der Fernlicht- und der Abblendlicht-Strahlengang über eine totalreflektierende Fläche eines Glaskörpers gebildet, dessen Kante im Abblendlichtfall die Helldunkelgrenze erzeugt. Die Fernlichtstrahlenbündel werden hierbei in denselben Glaskörper eingekoppelt, treffen jedoch unter einem steileren Winkel auf die genannte Fläche, so dass sie nicht reflektiert werden, sondern durch die Fläche hindurch treten und einen Bereich der resultierenden Lichtverteilung oberhalb der Helldunkelgrenze ausleuchten (Fern-

licht-Teilstrahlengang). Das Fernlicht wird dann durch Überlagerung des Abblendlicht-Strahlengangs mit dem Fernlicht-Teilstrahlengang gebildet. In der US 2006/012 0094 A1 ist beschrieben, dass der Strahlengang oberhalb und unterhalb der Helldunkelgrenze durch zwei spiegelnde Flächen aufgeteilt wird, die in der Brennebene der Projektionslinse zu einer Messerkante scharf auslaufen. Diese Kante hat die Kontur der gewünschten Helldunkelgrenze und wird durch die Projektionslinse auf die Fahrbahn projiziert. Dieses System könnte - allerdings mit geringerer Effizienz - auch mit absorbierenden Flächen ausgeführt werden.

[0009] Bei allen oben beschriebenen bekannten Systemen ist die Abbildung der Helldunkelgrenze auf der Fahrbahn problematisch. Die Schwierigkeit besteht darin, die Strahlengänge der verschiedenen Lichtfunktionen so zu trennen, dass im Abblendlichtfall kein Licht über die Helldunkelgrenze hinaus (oberhalb der Helldunkelgrenze) gestreut wird, also kein Übersprechen auftritt, und im Fernlichtfall keine dunkle, helle oder farbige Linie an der Stelle der Abblendlicht-Helldunkelgrenze zurückbleibt. Die Strahlteiler, die in den bekannten Lichtmodulen Verwendung finden (Spiegelblenden oder totalreflektierende Glaskörper), arbeiten nur unzulänglich, so dass im Bereich der Abblendlicht-Helldunkelgrenze bzw. der Strahlteilerkante dunkle Bereiche, insbesondere dunkle Striche, in der resultierenden Fernlichtverteilung erkennbar sind.

[0010] Aus der JP 2006-107 875 A ist zwar eine Möglichkeit beschrieben, wie dieses Problem umgangen werden kann. Dabei wird ein Fernlicht-Teilstrahlengang an der Blende des Abblendlichtstrahlenganges vorbei durch die Projektionslinse geschickt. Da die dazugehörige Fernlichtverteilung allerdings weit oberhalb des Horizonts erscheinen würde, ist bei dem bekannten Scheinwerfer ein zusätzlicher Spiegel hinter der Projektionslinse erforderlich, der das Fernlicht-Teilstrahlenbündel wieder nach unten auf die Fahrbahn lenkt. In der Praxis lässt sich jedoch ein solcher Spiegel vor der Projektionslinse, insbesondere aufgrund von Design- und Styling-Anforderungen von Fahrzeugherstellern, in aller Regel nicht realisieren.

[0011] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung deshalb die Aufgabe zugrunde, das Lichtmodul bzw. den Kraftfahrzeugscheinwerfer der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass an der Stelle der Abblendlicht-Helldunkelgrenze keine farbigen, hellen oder dunklen Bereiche (z.B. Linien) in der Fernlichtverteilung erkennbar sind bzw. diese Bereiche zumindest deutlich reduziert sind.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ausgehend von dem Lichtmodul der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass das Lichtmodul derart ausgestaltet ist, dass die von der ersten Lichtquellengruppe und der weiteren Lichtquellengruppe erzeugten Lichtbündel durch unterschiedliche Bereiche der Projektionslinse hindurchtreten und die Projektionslinse in den Bereichen, durch die das mindestens eine von der weiteren Lichtquellengruppe erzeugte weitere Lichtbündel hindurchtritt, derart ausgebildet ist, dass die Helldunkelgrenze der weiteren Teil-Lichtverteilung unterhalb der Helldunkelgrenze der ersten Teil-Lichtverteilung angeordnet ist.

[0013] Das mindestens eine erste Lichtbündel, das praktisch vollständig unterhalb einer horizontalen Helldunkelgrenze angeordnet ist, entspricht beispielsweise einem Abblendlichtbündel. Selbstverständlich ist es möglich, dass bei dem Abblendlichtbündel Licht geringer Intensität oberhalb der Helldunkelgrenze angeordnet ist, bspw. um die gesetzlich geforderten Oberheadwerte zu erreichen und um Verkehrsschilder und Hinweistafeln am Straßenrand und oberhalb der Fahrbahn anzustrahlen. Eine Blendung anderer Verkehrsteilnehmer durch dieses Licht ist aufgrund der geringen Intensität jedoch ausgeschlossen. Das mindestens eine weitere Lichtbündel entspricht beispielsweise dem oberen Teil eines Fernlichtbündels (Fernlicht-Teillichtbündel), wobei das mindestens eine erste Lichtbündel nach Überlagerung mit dem mindestens einen weiteren Lichtbündel eine Fernlichtverteilung bildet. Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, die Projektionslinse zumindest bereichsweise derart auszugestalten, dass sie für den mindestens einen Abblendlicht-Strahlengang und den mindestens einen Fernlicht-Teilstrahlengang unterschiedliche Abbildungseigenschaften aufweist. Dabei wird der Fernlicht-Teilstrahlengang gegenüber dem Abblendlicht-Strahlengang in vertikaler Richtung derart abgesenkt, dass der obere Teil der Fernlichtverteilung, der von dem mindestens einen weiteren Lichtbündel erzeugt wird, auf der Abblendlicht-Helldunkelgrenze abgebildet wird und diese überlagert, so dass diese zuverlässig überstrahlt wird. Auf diese Weise sind an der Stelle der Abblendlicht-Helldunkelgrenze keine farbigen, hellen oder dunklen Bereiche, insbesondere Linien und Striche, mehr in der resultierenden Gesamt-Fernlichtverteilung zu erkennen.

[0014] Das erfindungsgemäße Lichtmodul umfasst eine nicht rotationssymmetrische Sammellinse, bei der ein Linsenbereich, durch den das mindestens eine weitere Lichtbündel hindurchtritt, derart in vertikaler Richtung abgesenkt wird, dass das hindurchtretende weitere Lichtbündel nach unten verlagert wird, so dass es die Abblendlicht-Helldunkelgrenze, d. h. die Helldunkelgrenze, die das mindestens eine erste Lichtbündel nach oben hin begrenzt, überstrahlt. Die Helldunkelgrenze des mindestens einen ersten Lichtbündels und des mindestens einen weiteren Lichtbündels grenzen also bei der vorliegenden Erfindung nicht mehr direkt aneinander, sondern die ersten und die weiteren Lichtbündel überlagern sich in einem zwischen der Abblendlicht-Helldunkelgrenze und der Fernlicht-Helldunkelgrenze liegenden Bereich der Lichtverteilung. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass das mindestens eine weitere Lichtbündel durch Randbereiche, vorzugsweise durch seitliche Randbereiche, der Projektionslinse und das erste Lichtbündel durch einen Zentrumsbereich der Projektionslinse hindurchtritt.

[0015] In diesem Fall wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgeschlagen, dass in Vertikalschnitten durch Randbereiche der Projektionslinse und parallel zu einem Meridionalschnitt der Projektionslinse Schei-

telpunkte der Linsenschnittkonturen gegenüber der Schnittkontur des Meridionalschnittes in vertikaler Richtung abgesenkt sind. Die Linsenscheitelpunkte sind dabei die Berührungspunkte des in dem jeweiligen Vertikalschnitt jeweils größten eingeschriebenen Kreises an der Linsenkontur. Bereiche im Linsenzentrum werden dabei vorzugsweise nicht abgesenkt.

[0016] In diesem Fall ist also der Linsenscheitel der Projektionslinsenkontur in mindestens einem Vertikalschnitt durch Randbereiche der Projektionslinse gegenüber dem Linsenscheitel mindestens eines Meridionalschnitts durch den Zentrumsbereich der Linse in vertikaler Richtung abgesenkt. Dadurch werden die durch die Randbereiche der Projektionslinse hindurchtretenden weiteren Lichtbündel, die vorzugsweise einen oberhalb der Abblendlicht-Helldunkelgrenze liegenden Teilbereich der Fernlichtverteilung ausleuchten, nach unten abgesenkt, so dass sie die Abblendlicht-Helldunkelgrenze des ersten Lichtbündels überdecken.

[0017] Durch diese Maßnahme kann das mindestens eine weitere Lichtbündel (z.B. in Form des Fernlicht-Teilstrahlengangs), das durch die abgesenkten Linsenrandbereiche geschickt wird, gegenüber dem mindestens einen ersten Lichtbündel (z.B. in Form des Abblendlicht-Strahlengangs), das die Linse in den nicht abgesenkten Zentralbereichen der Linse durchläuft, in vertikaler Richtung abgesenkt werden. Somit kann mit Licht aus dem Fernlicht-Teilstrahlengang direkt auf den Bereich der Abblendlicht-Helldunkelgrenze geleuchtet werden, wodurch Inhomogenitäten in der Gesamtlichtverteilung des Lichtmoduls resultierend aus einer Überlagerung des Abblendlicht-Strahlengangs und des Fernlicht-Teilstrahlengangs vermieden werden.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Randbereiche mit den abgesenkten Scheitelpunkten der Projektionslinse seitlich rechts und links des Meridionalschnitts durch die Funktionslinse angeordnet sind. Die Randbereiche sind vorzugsweise symmetrisch zur Linsenmitte gegenüber dem Meridionalschnitt der Projektionslinse abgesenkt. Besonders bevorzugt ist, dass die Absenkung des Linsenrandbereiches bzw. der Linsenrandbereiche stetig von der Linsenmitte zum Linsenrand bzw. zu den Linsenrändern hin erfolgt.

[0019] Gemäß einer alternativen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass das mindestens eine weitere Lichtbündel (z.B. der Fernlicht-Teilstrahlengang) durch die Linsenzentralbereiche um die optische Achse des Lichtmoduls herum und das mindestens eine erste Lichtbündel (z.B. der Abblendlicht-Strahlengang) durch Linsenrandbereiche verläuft. Für diesen Fall wird vorgeschlagen, dass die Scheitel der Sammellinsenkontur anstatt in den Linsenrandbereichen in den Zentralbereichen der Projektionslinse vertikal abgesenkt werden. Die Scheitel in den Linsenrandbereichen werden dabei vorzugsweise nicht abgesenkt.

[0020] In mindestens einer Schnittebene senkrecht zu einer optischen Hauptachse der Projektionslinse weist diese eine eiförmige Schnittkontur auf, so dass die Projektionslinse eine sich von unten nach oben verjüngende Form aufweist. Der Projektionslinse sind vorzugsweise Mittel zur Farbkorrektur zugeordnet. Zu diesem Zweck kann die Brechkraft in Linsenbereichen oberhalb und/oder unterhalb der optischen Achse gezielt verändert, vorzugsweise vergrößert werden. Derartige Projektionslinsen mit Farbkorrektur sind an sich aus der DE 35 07 013 A1 sowie aus der DE 10 2008 021 520 A1 bekannt. Dadurch können Farbsäume in der resultierenden Gesamtlichtverteilung vermieden, zumindest aber verringert werden.

[0021] Die Projektionslinse ist vorzugsweise als eine Plankonvexlinse ausgebildet. Auch andere Ausgestaltungen der Projektionslinse, insbesondere als eine Bikonvexlinse, sind denkbar. Die Projektionslinse kann aus anorganischen oder organischen Gläsern gefertigt sein. Organische Gläser sind beispielsweise Polycarbonat (PC), Polymethylmethacrylat (PMMA), Cycloolefin Polymer (COP), Cycloolefin Copolymer (COC), Polymethacrylmethylimide (PMMI) oder Polysulfon (PSU).

[0022] Das erfindungsgemäße Lichtmodul kann besonders bevorzugt in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer eingesetzt werden. Insbesondere findet das Lichtmodul vorzugsweise in LED-Mehrfunktionsscheinwerfern Anwendung, z.B. als Abblendlicht-Fernlicht-Bifunktionslicht oder als Abblendlicht-Fernlicht-Bifunktions-Grundlicht.

[0023] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Dabei kann das erfindungsgemäße Lichtmodul die angegebenen Merkmale und Vorteile nicht nur in der beschriebenen und dargestellten Kombination, sondern auch in einer beliebig anderen Kombination aufweisen. Es zeigen:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerfer gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in schematischer Ansicht;

Figur 2 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Lichtmodul mit eingezeichnetem erstem Strahlengang;

Figur 3 eine durch den ersten Strahlengang aus Figur 2 auf einem Messschirm erzeugte erste Teil-Lichtverteilung;

Figur 4 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Lichtmodul mit eingezeichnetem weiterem Strahlengang;

- Figur 5 eine durch den weiteren Strahlengang aus Figur 4 auf einem Messschirm erzeugte weitere Teil-Lichtverteilung;
- 5 Figur 6 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Lichtmodul mit eingezeichnetem Gesamtstrahlengang umfassend den ersten Strahlengang aus Figur 2 und den weiteren Strahlengang aus Figur 4;
- Figur 7 eine durch den Gesamtstrahlengang aus Figur 6 auf einem Messschirm erzeugte Gesamtlichtverteilung;
- 10 Figur 8 ein erfindungsgemäßes Lichtmodul gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einer Ansicht in Lichtaustrittsrichtung von schräg oben mit eingezeichnetem erstem Strahlengang;
- Figur 9 das erfindungsgemäße Lichtmodul aus Figur 8 in einer entsprechenden Ansicht mit eingezeichnetem weiterem Strahlengang;
- 15 Figur 10 eine durch den weiteren Strahlengang aus Figur 9 auf einem Messschirm erzeugte weitere Lichtverteilung;
- Figur 11 das erfindungsgemäße Lichtmodul aus Figur 8 in einer Schnittansicht entlang der optischen Achse des Lichtmoduls mit eingezeichnetem ersten Strahlengang und weiteren Strahlengang;
- 20 Figur 12 das erfindungsgemäße Lichtmodul aus Figur 8 in einer perspektivischen Ansicht von schräg vorne mit mehreren Vertikalschnitten durch die Projektionslinse;
- 25 Figuren 13 bis 15 verschiedene Ansichten einer Projektionslinse eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls.

[0024] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerfer gezeigt. Der Scheinwerfer ist in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Der Scheinwerfer 1 umfasst ein Gehäuse 2, das vorzugsweise aus Kunststoff besteht. In einer Lichtaustrittsrichtung 3 weist das Scheinwerfergehäuse 2 eine Lichtaustrittsöffnung 4 auf, die durch eine transparente Abdeckscheibe 5 verschlossen ist, um das Eindringen von Staub, Schmutz und/oder Feuchtigkeit in das Innere des Gehäuses 2 zu verhindern. Die Abdeckscheibe 5 besteht aus Glas oder Kunststoff. Sie kann zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Profilen, z. B. Prismen oder Zylinderlinsen, versehen sein, um hindurchtretende Lichtstrahlen in horizontaler und/oder vertikaler Richtung zu streuen. Vorzugsweise ist die Abdeckscheibe 5 jedoch ohne optisch wirksame Profile als eine sogenannte klare Scheibe ausgebildet.

[0025] In dem Scheinwerfergehäuse 2 ist ein Lichtmodul 6 angeordnet, das zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung ausgebildet ist. Das Lichtmodul 6 kann fest in dem Gehäuse 2 angeordnet sein oder um eine vertikale Drehachse 7 und/oder eine horizontale Drehachse 8 verschwenkbar in dem Gehäuse 2 gelagert sein. Das Lichtmodul 6 ist vorzugsweise als ein sogenanntes Projektionsmodul ausgebildet, bei dem eine Sekundäroptik, bspw. in Form einer Projektionslinse, eine Kante einer im Strahlengang angeordneten Blendenanordnung als Helldunkelgrenze auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug projiziert. Das Lichtmodul 6 kann Lichtverteilungen von beliebigen Scheinwerferfunktionen oder Teile dieser Lichtverteilungen erzeugen. So ist es beispielsweise denkbar, dass das Lichtmodul 6 eine Abblendlicht-, eine Fernlicht-, eine Nebellicht-, eine Basis- oder Grundlicht-, eine Spotlicht- oder eine beliebig andere Lichtverteilung erzeugt.

[0026] Außer dem Lichtmodul 6 können in dem Scheinwerfergehäuse 2 noch weitere Lichtmodule angeordnet sein, die in Figur 1 beispielhaft gestrichelt eingezeichnet und mit den Bezugszeichen 9 und 10 bezeichnet sind. Es ist denkbar, dass die von der Beleuchtungseinrichtung 1 erzeugte Gesamtlichtverteilung aus einer Überlagerung der von mindestens zwei der Lichtmodule 6, 9, 10 ausgesandten Lichtverteilungen besteht. Wenn beispielsweise das Lichtmodul 6 eine Basis- oder Grundlicht-Lichtverteilung eines Abblendlichts erzeugt, könnte diese zusammen mit einer Spotlicht-Lichtverteilung eines weiteren Lichtmoduls 9 oder 10 durch Überlagerung eine den gesetzlichen Anforderungen entsprechende Abblendlichtverteilung erzeugen. Ferner können in dem Scheinwerfergehäuse 2 auch eine Anzahl nahezu beliebig ausgestalteter Leuchtenmodule angeordnet sein, von denen in Figur 1 beispielhaft zwei eingezeichnet und mit den Bezugszeichen 11 und 12 bezeichnet sind. Die Leuchtenmodule 11, 12 dienen beispielsweise zur Erzeugung eines Positions- oder Begrenzungslichts, eines Tagfahrlichts, eines Blinklichts oder einer beliebig anderen Leuchtenfunktion.

[0027] Die Figuren 2, 4 und 6 zeigen ein aus dem Stand der Technik bekanntes LED-Projektionsmodul mit verschiedenen eingezeichneten Strahlengängen, und die Figuren 3, 5 und 7 zeigen die von den jeweils eingezeichneten Strahlengängen auf einem Messschirm erzeugten Lichtverteilungen. Das in Figur 2 gezeigte bekannte Lichtmodul ist in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 30 bezeichnet. Das Lichtmodul 30 kann beispielsweise anstelle des Lichtmoduls 6 in den Kraftfahrzeugscheinwerfer 1 aus Figur 1 eingebaut werden, der dann jedoch zu einem aus dem Stand der Technik bekannten Scheinwerfer werden würde.

[0028] Das Lichtmodul 30 weist mehrere Lichtquellen 31 in Form von Halbleiterlichtquellen, insbesondere in Form von Leuchtdioden (LEDs), zum Aussenden von Licht auf. In der dargestellten Ausführungsform sind drei LEDs 31 vorgesehen. Die Lichtquellen 31 können insbesondere einen oder mehrere LED-Chips umfassen. Ferner ist es denkbar, dass die LED-Chips nicht nur eine, sondern mehrere, vorzugsweise separat ansteuerbare, Licht emittierende Flächen aufweisen. Darüber hinaus können die LED-Chips bzw. die Licht emittierenden Flächen der LED-Chips Licht unterschiedlicher Farbe und unterschiedlicher Wellenlänge aussenden.

[0029] Die LEDs 31 sind zumindest mittelbar auf Kühlkörpern 36 befestigt und stehen mit diesen wärmetechnisch in Verbindung. Die Kühlkörper 36 dienen zum Ableiten der während des Betriebs der LEDs 31 entstehenden Wärme und zur Abgabe der Wärme an die Umgebung. In der dargestellten Ausführungsform ist jeder der Lichtquellen 31 ein separater Kühlkörper 36 zugeordnet. Selbstverständlich ist es denkbar, dass die Kühlkörper 36 auch als ein einziges Kühlkörper-Bauteil ausgebildet sind.

[0030] Im Strahlengang des von den LEDs 31 ausgesandten Lichts sind Primäroptiken 32 zum Bündeln des von den LEDs ausgesandten Lichts vorgesehen. In der dargestellten Ausführungsform sind die Primäroptiken 32 als Vorsatzoptiken aus einem transparenten Material, vorzugsweise Glas oder Kunststoff, ausgebildet. Die Vorsatzoptiken 32 umfassen jeweils mindestens eine Eintrittsfläche zum Einkoppeln des von den LEDs 31 ausgesandten Lichts, Grenzflächen zur Totalreflexion zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts und mindestens eine Austrittsfläche zum Auskoppeln zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts, wahlweise nach einer Reflexion an den Grenzflächen. Die Vorsatzoptiken 32 bündeln das hindurchtretende Licht mittels Totalreflexion an den Grenzflächen und/oder Brechung an den Eintritts-Austrittsflächen. In der dargestellten Ausführungsform ist jeder der LED-Lichtquellen 31 eine separate Vorsatzoptik 32 zugeordnet.

[0031] Das Lichtmodul 30 weist ferner eine im Strahlengang angeordnete Blendenanordnung 33 zum Abschatten zumindest eines Teils des von den LEDs 31 ausgesandten und von den Primäroptiken 32 gebündelten Lichts auf. In der dargestellten Ausführungsform liegt die Blendenanordnung 33 in einer horizontalen Ebene, die vorzugsweise eine optische Achse des Lichtmoduls 30 umfasst. Die Blendenanordnung 33 umfasst eine Vorderkante 34, die zur Erzeugung einer Helldunkelgrenze der durch das Lichtmodul 30 erzeugten Lichtverteilung dient. Die Blendenanordnung 33 ist vorzugsweise auf ihrer Oberseite sowie auf ihrer Unterseite zumindest bereichsweise verspiegelt ausgebildet, so dass auf die Oberseite bzw. die Unterseite der Blendenanordnung 33 auftreffendes Licht größtenteils reflektiert wird.

[0032] Schließlich umfasst das Lichtmodul 30 auch eine im weiteren Strahlengang angeordnete Sekundäroptik 35, die in der dargestellten Ausführungsform als eine Projektionslinse ausgebildet ist, zur Projektion des an der Blendenanordnung 33 vorbei gelangten Lichts als Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug. Die Vorderkante 34 der Blendenanordnung 33 verläuft vorzugsweise durch einen Brennpunkt der Projektionslinse 35 oder in der Nähe des Brennpunkts 35 der Projektionslinse 35.

[0033] Mindestens eine der Lichtquellen 31 ist zusammen mit der ihr zugeordneten Primäroptik 32 oberhalb der Horizontalebene angeordnet, in der sich die Blendenanordnung 33 erstreckt. Ebenso ist mindestens eine der LEDs 31 mit der ihr zugeordneten Primäroptik 32 unterhalb der Horizontalebene angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform ist eine LED 31 mit der ihr zugeordneten Primäroptik 32 oberhalb und sind zwei LEDs 31 mit den ihnen zugeordneten Primäroptiken 32 unterhalb der Horizontalebene angeordnet. Die LEDs 31 und die ihnen zugeordneten Primäroptiken 32 sind derart ausgebildet, ausgerichtet und in dem Lichtmodul 30 angeordnet, dass eine Hauptabstrahlrichtung des von den Primäroptiken 32 gebündelten Lichts in Richtung der Vorderkante 34 der Blendenanordnung 33 gerichtet ist. Vorzugsweise treffen sich die Hauptabstrahlrichtungen in einem gemeinsamen Schnittpunkt oder einer Schnittpunktwolke in der Horizontalebene der Blendenanordnung 33 auf oder in der Nähe der Vorderkante 34 der Blendenanordnung 33. In Figur 2 ist ein erster Strahlengang 37 eingezeichnet, der durch die oberhalb der Horizontalebene angeordnete LED 31 und die dieser zugeordnete Projektionsoptik 32 gebildet wird.

[0034] In Figur 3 ist ein in einem Abstand zu dem Lichtmodul 30 bzw. dem Fahrzeugscheinwerfer 1 angeordneter Messschirm 38 gezeigt. Auf dem Messschirm 38 ist eine horizontale Achse HH und eine vertikale Achse VV eingezeichnet, die sich in einem Punkt HV schneiden. Auf dem Messschirm 38 ist eine von dem ersten Strahlengang 37 erzeugte erste Lichtverteilung eingezeichnet und in der Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 39 bezeichnet. Die Lichtverteilung 39 weist eine obere horizontale Helldunkelgrenze 40 auf, die knapp unterhalb der horizontalen Achse HH verläuft. Bereiche gleicher oder ähnlicher Beleuchtungsstärke sind durch sogenannten Isoluxlinien 39' dargestellt, wobei die Beleuchtungsstärke am äußeren Rand der Lichtverteilung 39 geringer ist als im Zentrum. Bei der Lichtverteilung 39 handelt es sich beispielsweise um eine Abblendlicht-Lichtverteilung, insbesondere um eine Basis- oder Grund-Lichtverteilung einer Abblendlichtverteilung, die zusammen mit einer Spotlicht-Lichtverteilung eine im Bereich der Europäischen Union übliche Abblendlichtverteilung mit asymmetrischer Helldunkelgrenze bildet.

[0035] In Figur 4 ist ein dem bekannten Lichtmodul 30 aus Figur 2 entsprechendes Lichtmodul gezeigt, wobei hier allerdings ein anderer Strahlengang eingezeichnet ist. In Figur 4 ist statt des ersten Strahlengangs 37 ein weiterer Strahlengang 41 eingezeichnet, der von dem durch die unterhalb der Horizontalebene angeordneten LEDs 31 ausgesandten und durch die diesen zugeordneten Primäroptiken 32 gebündelte Licht gebildet wird. Bei dem bekannten Lichtmodul 30 ist in den Figuren 2 und 4 deutlich zu erkennen, dass sowohl der erste Strahlengang 37 als auch der weitere

Strahlengang 41 praktisch über die gesamte Querschnittsfläche der Projektionslinse 35 verteilt durch diese hindurchtreten. Zudem weist die Projektionslinse 35 einen im Querschnitt zu der optischen Achse des Lichtmoduls 30 symmetrischen Aufbau auf.

[0036] Die durch den weiteren Strahlengang 41 auf dem Messschirm 38 gebildete Lichtverteilung ist in Figur 5 eingezeichnet und in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 42 bezeichnet. Die Lichtverteilung 42 wird nach unten durch eine horizontale Helldunkelgrenze 43 begrenzt, die knapp unterhalb der horizontalen Achse HH verläuft. Die Lichtverteilung 42 kann als eine Fernlicht-Teillichtverteilung bezeichnet werden. Die Helldunkelgrenzen 40, 43 der Lichtverteilungen 39 bzw. 42 werden durch eine Projektion der Vorderkante 34 der Blendenanordnung 33 durch die Projektionslinse 35 aus den Lichtbündeln 37 bzw. 41 erzeugt.

[0037] In Figur 6 ist das aus dem Stand der Technik bekannte Lichtmodul 30 der Figuren 2 und 4 mit beiden eingezeichneten Strahlengängen 37, 41 dargestellt. Dabei sind sowohl die LEDs 31 oberhalb der Horizontalebene als auch die LEDs 31 unterhalb der Horizontalebene aktiviert. Die sich durch eine Überlagerung der Strahlengänge 37, 41 auf dem Messschirm 38 ergebende Gesamtlichtverteilung ist in Figur 7 gezeigt und ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 44 bezeichnet. Die beiden Einzel-Lichtverteilungen 39, 42 grenzen im Bereich ihrer Helldunkelgrenzen 40, 43 direkt aneinander und bilden so die Gesamtlichtverteilung 44 des Lichtmoduls 30. Die Gesamtlichtverteilung 44 kann als eine Fernlichtverteilung bezeichnet werden.

[0038] Bei dem bekannten Lichtmodul 30 kann also die resultierende Lichtverteilung 39, 42, 44 durch Aktivieren oder Deaktivieren einzelner LEDs 31 oder von LED-Gruppen, die jeweils mindestens eine der LEDs 31 umfassen, variiert werden. Die Gesamtlichtverteilung 44 ergibt sich durch eine Überlagerung der durch die aktivierten LEDs 31 bzw. die aktivierten LED-Gruppen erzeugten Lichtbündel 37, 41.

[0039] Die Figuren 2, 4 und 6 zeigen also den Aufbau eines bekannten Abblendlicht-Fernlicht-Bifunktions-Projektionsmoduls 30 mit drei LED-Lichtquellen 31 und ebenso vielen TIR (Total Internal Reflection)-Primäroptiken 32. Der Abblendlicht-Strahlengang 37 wird über die beidseitig verspiegelte Blendenanordnung 33 in der Brennebene der Projektionslinse 35 begrenzt, so dass sich die Helldunkelgrenze 40 bildet. Der Fernlicht-Strahlengang 37 und 41 wird als Summenlichtverteilung 44 von dem Abblendlicht-Strahlengang 37 und dem Fernlicht-Teilstrahlengang 41 gebildet.

[0040] Problematisch bei dem bekannten Lichtmodul 30 ist, dass sich in der resultierenden Gesamtlichtverteilung 44 im Bereich der Helldunkelgrenzen 40, 43 der Einzel-Lichtverteilungen 39, 42 Schatten und/oder Streifen bilden, die eine störende Inhomogenität der resultierenden Lichtverteilung 44 bewirken. Diese Inhomogenitäten in der resultierenden Gesamtlichtverteilung 44 können mit der vorliegenden Erfindung verhindert, zumindest aber deutlich reduziert werden.

[0041] In Figur 8 ist ein erfindungsgemäßes Lichtmodul in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet. Das Lichtmodul 20 entspricht vom grundsätzlichen Aufbau her größtenteils dem bekannten Lichtmodul 30. Es unterscheidet sich von dem bekannten Lichtmodul 30 insbesondere dadurch, dass die Projektionslinse 21 in besonderer Weise ausgestaltet ist. Eine horizontal verlaufende Achse 45 (vgl. Figuren 11 bis 15) des Lichtmoduls 30 verläuft in der Hauptausbreitungsrichtung des Lichts. Die Achse 45 kann durch den dicksten Bereich der Linse 21 verlaufen. Die Projektionslinse 21 weist einen sich um die Achse 45 des Lichtmoduls 20 erstreckenden Zentrumsbereich 22 auf. In Figur 8 ist ein erster Strahlengang 23 eingezeichnet, der durch die oberhalb der Horizontalebene angeordnete LED 31 und die dieser zugeordnete Primäroptik 32 erzeugt wird. Der erste Strahlengang 23 dient zur Erzeugung einer ersten Lichtverteilung auf einem Messschirm. Die erste Lichtverteilung ist bspw. eine Abblendlichtverteilung oder eine Grund- oder Basisabblendlichtverteilung entsprechend der Lichtverteilung 39 aus Figur 3. Die oberhalb der Horizontalebene angeordnete LED 31 und die ihr zugeordnete Primäroptik 32 sind in dem Lichtmodul 20 derart angeordnet, ausgerichtet und ausgebildet, dass der Strahlengang 23 zum überwiegenden Teil, vorzugsweise vollständig, in dem Zentrumsbereich 22 durch die Projektionslinse 21 hindurchtritt.

[0042] In Figur 9 ist das erfindungsgemäße Lichtmodul 20 aus Figur 8 mit einem weiteren Strahlengang 24 eingezeichnet. Der weitere Strahlengang 24 wird durch die unterhalb der Horizontalebene angeordneten LEDs 31 und die ihnen zugeordneten Primäroptiken 32 erzeugt. Der weitere Strahlengang 24 dient zur Erzeugung einer weiteren Lichtverteilung auf einem Messschirm. Die weitere Lichtverteilung ist bspw. eine Fernlicht-Teilverteilung, allerdings mit geringen Abweichungen von der Lichtverteilung 42 aus Figur 5, insbesondere hinsichtlich der Position der unteren Helldunkelgrenze 43' (vgl. Figur 10). Die unterhalb der Horizontalebene angeordneten LEDs 31 und die diesen zugeordneten Primäroptiken 32 sind derart in dem Lichtmodul 20 angeordnet, ausgerichtet und/oder ausgestaltet, dass der weitere Strahlengang 24 größtenteils, vorzugsweise vollständig, durch Randbereiche 25 der Projektionslinse 21 hindurchtritt. Der Zentrumsbereich 22 und die Randbereiche 25 der Projektionslinse 21 sind vorzugsweise als separate, voneinander getrennte Bereiche ausgebildet und überlagern sich nicht. Allerdings sind geringfügige Überlagerungen der Ränder der Bereiche 22, 25 denkbar, ohne dass dadurch die vorliegende Erfindung und die damit verbundenen Vorteile beeinträchtigt würden. Entscheidend ist, dass die von den verschiedenen LEDs 31 erzeugten Lichtbündel 23, 24 durch klar definierte Bereiche der Projektionslinse 21 hindurchtreten, wobei die Bereiche allenfalls geringe Überschneidungen aufweisen. Die Projektionslinse 21 weist also allenfalls wenige und flächenmäßig bezogen auf die Gesamtdurchtrittsfläche der Linse 21 kleine Bereiche auf, durch die Licht von beiden Lichtbündeln 23, 24 hindurchtritt. Durch diese gemeinsamen Bereiche tritt allenfalls ein ganz geringer Anteil der Lichtbündel 23, 24 hindurch.

[0043] Die besondere Ausgestaltung der Projektionslinse 21 mit den unterschiedlichen Bereichen 22, 25 durch die verschiedene Strahlengänge 23, 24, die von verschiedenen Lichtquellen 31 des Lichtmoduls 20 erzeugt werden, hindurchtreten können erlaubt es, die Projektionslinse 21 in den unterschiedlichen Bereichen 22, 25 hinsichtlich ihrer Brechungseigenschaften derart gezielt zu verändern und zu optimieren, dass dunkle Schatten bzw. helle Streifen oder ein Farbsaum in der resultierenden Gesamtlichtverteilung des Lichtmoduls 20 (entsprechend der Lichtverteilung 44 aus Figur 7) deutlich verringert und unter Umständen sogar vollständig vermieden werden können.

[0044] Es ist denkbar, dass der in Figur 8 eingezeichnete erste Strahlengang 23 einem Abblendlicht-Strahlengang entspricht und auf einem Messschirm 38 in etwa eine der Lichtverteilung 39 aus Figur 3 entsprechende Lichtverteilung erzeugt. Ferner kann der weitere Strahlengang 24 einem Fernlicht-Teilstrahlengang entsprechen und auf einem Messschirm 38 eine in Figur 10 gezeigte Lichtverteilung 42' erzeugen. Um bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul 20 Schatten oder Streifen sowie einen Farbsaum in der resultierenden Gesamtlichtverteilung zu vermeiden, werden diejenigen Bereiche 25 der Projektionslinse 21, durch die das mindestens eine von den Lichtquellen 31 unterhalb der Horizontalebene erzeugte weitere Lichtbündel 24 hindurchtritt, derart ausgebildet, dass die Helldunkelgrenze 43' des mindestens einen weiteren Lichtbündels 24 unterhalb der Helldunkelgrenze 40 des mindestens einen ersten Lichtbündels 23 angeordnet ist. In dem Ausführungsbeispiel aus Figur 10 wird durch die Variation der Linse 21 in den Bereichen 25 die gesamte weitere Lichtverteilung 42 nach unten abgesenkt, so dass sich die abgesenkte weitere Lichtverteilung 42' mit der nach unten verlagerten Helldunkelgrenze 43' ergibt.

[0045] Es ist anhand der Figur 10 deutlich zu erkennen, dass durch die erfindungsgemäße vorgeschlagene besondere Ausgestaltung der Projektionslinse 21 in den Randbereichen 25 das resultierende Lichtbündel 42' um einen Wert $\Delta\Phi$ weiter nach unten gezogen ist, so dass die Helldunkelgrenze 43' der durch die weiteren Lichtbündel 24 erzeugten weiteren Lichtverteilung 42' unterhalb der Helldunkelgrenze 40 der durch das mindestens eine erste Lichtbündel 23 erzeugten Lichtverteilung (entsprechend der Lichtverteilung 39 aus Figur 3) verläuft.

[0046] Insgesamt ergibt sich eine vertikale Absenkung der Fernlicht-Teillichtverteilung 42' durch eine entsprechende Ausgestaltung der Randbereiche 25 der Projektionslinse 21.

[0047] Der Abblendlichtstrahlengang 23 und der Fernlicht-Teilstrahlengang 24 werden bei der vorliegenden Erfindung also durch unterschiedliche Linsenbereiche 22, 25 abgebildet. In dem in den Figuren 8 und 9 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Abblendlichtstrahlengang 23 durch den Zentrumsbereich 22 der Linse 21 und der Fernlicht-Teilstrahlengang 24 durch die Randbereiche 25 zu beiden Seiten eines Meridionalschnitts durch die Projektionslinse 21 abgebildet. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, dass der Abblendlichtstrahlengang 23 durch die Randbereiche 25 der Projektionslinse 21 und der Fernlicht-Teilstrahlengang 24 durch den Zentrumsbereich 22 abgebildet wird. In diesem Fall müsste dann der Zentrumsbereich 22 der Projektionslinse 21 derart ausgebildet werden, dass sich die in Figur 10 gezeigte Absenkung der Fernlicht-Teillichtverteilung 42', insbesondere die Absenkung der Helldunkelgrenze 43', ergibt. Ferner wäre es denkbar, die Projektionslinse 21 nicht nur in zwei unterschiedliche Teilbereiche 22, 25, sondern in mehr als zwei Teilbereiche zu unterteilen. Darüber hinaus wäre es denkbar, die Projektionslinse 21 in anders ausgebildete als die dargestellten Teilbereiche 22, 25 zu unterteilen, bspw. obere und untere Randbereiche.

[0048] Figur 11 zeigt einen Längsschnitt durch das erfindungsgemäße Lichtmodul 20 entlang der Achse 45 des Moduls 20. Die Schnittdarstellung aus Figur 11 umfasst unter anderem einen Meridionalschnitt durch die Mitte der Projektionslinse 21, also entlang der Achse 45. Ein hinterer bzw. rückwärtiger Linsenscheitelpunkt ist mit dem Bezugszeichen 26 und ein vorderer Linsenscheitelpunkt mit dem Bezugszeichen 27 bezeichnet. Die beiden Linsenscheitelpunkte 26, 27 bilden Berührungspunkte des größten eingeschriebenen Kreises 28 in dem dargestellten Linsenquerschnitt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel liegen die Scheitelpunkte 26, 27 auf der Achse 45 des Lichtmoduls 20.

[0049] In Figur 12 sind beispielhaft mehrere, jeweils mit dem Bezugszeichen 29 bezeichnete Vertikalschnitte durch die Projektionslinse 21 eingezeichnet. Ein Vertikalschnitt durch die Linsenmitte bildet den Meridionalschnitt 29'. Es ist deutlich zu erkennen, dass die vorderen und die hinteren Scheitelpunkte 26, 27 der Linsenquerschnitte 29 zu beiden Seiten des Meridionalschnittes 29' in vertikaler Richtung abgesenkt sind. Die Bereiche der Linse 21 mit abgesenkten Linsenquerschnitten 29 sind mit dem Bezugszeichen 21' bezeichnet und liegen in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in den Randbereichen 25 der Projektionslinse 21. In dem Bereich um die Linsenmitte, d.h. in dem Zentrumsbereich 22 der Projektionslinse 21 sind die Scheitelpunkte 26, 27 unverändert und nicht abgesenkt ausgebildet. Die vorderen Linsenscheitel 27 der Linsenquerschnitte 29 liegen auf einer mit durchgezogenem Strich gezeichneten mit dem Bezugszeichen 27' bezeichneten virtuellen Linie. Dementsprechend liegen die hinteren Linsenscheitelpunkte 26 auf einer gestrichelt gezeichneten und mit dem Bezugszeichen 26' bezeichneten virtuellen Linie. Es ist deutlich zu erkennen, dass die virtuellen Linien 26' und 27' und damit auch die Scheitelpunkte 26, 27 zu den Randbereichen 25 hin abgesenkt sind. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, nur die vorderen Scheitelpunkte 27 oder nur die hinteren Scheitelpunkte 26 der Projektionslinse 21 abzusenken.

[0050] Die Figuren 13 bis 15 zeigen verschiedene Ansichten der Projektionslinse 21 des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 20 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform. Figur 13 zeigt eine Seitenansicht der Projektionslinse 21, Figur 14 zeigt einen Vertikalschnitt entlang der Linie A-A aus Figur 13 senkrecht zur Achse 45 des Lichtmoduls 20 durch die Linse 21, und Figur 15 zeigt die Projektionslinse 21 mit dem Vertikalschnitt in einer perspektivischen Ansicht. In den

Figuren 14 und 15 ist deutlich die schraffiert gezeichnete, eiförmige, sich nach oben hin verjüngende Schnittkontur der Projektionslinse 21 erkennbar. Insgesamt hat die Projektionslinse 21 des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 20 eine gegenüber entsprechenden zur Achse 45 symmetrischen Projektionslinsen 35 von herkömmlichen Lichtmodulen 30 eine geringere Bauhöhe. Dadurch können große Winkel der Lichtstrahlen zur Horizontalebene vermieden werden, was die Farbfehler der Abbildung in der resultierenden Lichtverteilung 39, 42', 44 reduziert. Zudem sind die erfindungsgemäßen Projektionslinsen 21 aufgrund ihrer geringeren Höhe stilistisch und bauraummäßig vorteilhaft.

[0051] In dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Erfindung anhand einer Kombination von Abblendlicht und Fernlicht beschrieben. Selbstverständlich kann die vorliegende Erfindung auch für beliebig andere Kombinationen von verschiedenen Lichtfunktionen (z. B. Abblendlicht, Abbiegelicht, Nebellicht, Tagfahrlicht, Fernlicht, etc.) eingesetzt werden.

[0052] Wenn sich die Blendenanordnung 33 in einer horizontalen Ebene erstreckt und eine Vorderkante 34 aufweist, welche die Projektionslinse 21 als Helldunkelgrenze 40, 43' der Lichtverteilung 39, 42', 44 auf der Fahrbahn abbildet, schneiden sich vorzugsweise Hauptabstrahlrichtungen der von den Lichtquellen 31 bzw. - sofern vorhanden - von den Primäroptiken 32 erzeugten Lichtbündel 23, 24 die horizontale Ebene auf oder in der Nähe der Vorderkante 34 der Blendenanordnung 33. Die Lichtquellen 31 sind vorzugsweise als Halbleiterlichtquellen, insbesondere als Leuchtdioden, ausgebildet.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (20) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (1) zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung (39, 42', 44), das Lichtmodul (20) umfassend

- mehrere Lichtquellen (31) zum Aussenden von Licht,
- eine Blendenanordnung (33) zum Abschatten zumindest eines Teils des ausgesandten Lichts, und
- eine Projektionslinse (35) zur Projektion zumindest eines Teils des an der Blendenanordnung (33) vorbeigelaugten Lichts als Lichtverteilung (39, 42', 44) auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug,

wobei die Lichtverteilung (39, 42', 44) durch Aktivieren oder Deaktivieren von Lichtquellengruppen umfassend jeweils mindestens eine der Lichtquellen (31) variierbar ist, wobei sich die Lichtverteilung (39, 42', 44) durch eine Überlagerung von durch die Lichtquellen (31) der aktivierten Lichtquellengruppen erzeugten Lichtbündel (23, 24) ergibt, wobei mindestens ein erstes, durch die mindestens eine Lichtquelle (31) einer aktivierten ersten Lichtquellengruppe erzeugtes Lichtbündel (23) zur Erzeugung einer ersten Teil-Lichtverteilung (39) unterhalb einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze (40) dient, und mindestens ein weiteres, durch die mindestens eine Lichtquelle (31) einer aktivierten weiteren Lichtquellengruppe erzeugtes Lichtbündel (24) zur Erzeugung einer weiteren Teil-Lichtverteilung (42') oberhalb einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze (43') dient, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (20) derart ausgestaltet ist, dass die von der ersten Lichtquellengruppe und der weiteren Lichtquellengruppe erzeugten Lichtbündel (23, 24) durch unterschiedliche Bereiche (22, 25) der Projektionslinse (21) hindurchtreten und die Projektionslinse (21) in den Bereichen (25), durch die das mindestens eine von der weiteren Lichtquellengruppe erzeugte weitere Lichtbündel (24) hindurchtritt, derart ausgebildet ist, dass die Helldunkelgrenze (43') der weiteren Teil-Lichtverteilung (42') unterhalb der Helldunkelgrenze (40) der ersten Teil-Lichtverteilung (39) angeordnet ist.

2. Lichtmodul (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Scheitelpunkte (26, 27) der Projektionslinse (21) in den Bereichen (25) der Projektionslinse (21), durch die das mindestens eine von der weiteren Lichtquellengruppe erzeugte weitere Lichtbündel (24) hindurchtritt, abgesenkt sind.

3. Lichtmodul (20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine von der weiteren Lichtquellengruppe erzeugte weitere Lichtbündel (24) durch Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) hindurchtritt.

4. Lichtmodul (20) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Vertikalschnitten (29) durch Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) und parallel zu einem Meridionalschnitt (29') der Projektionslinse (21) Scheitelpunkte (26, 27) von Linsenschnittkonturen gegenüber einer Schnittkontur des Meridionalschnitts (29') in vertikaler Richtung abgesenkt sind.

5. Lichtmodul (20) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abgesenkten Scheitelpunkte (26, 27) der vertikalen Linsenschnittkonturen durch die Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) bezogen auf den Meridional-

nalschnitt (21') symmetrisch abgesenkt sind.

- 5
6. Lichtmodul (20) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absenkung der Scheitelpunkte (26, 27) der vertikalen Linsenschnittkonturen durch die Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) ausgehend von dem Meridionalschnitt (29') zu den Linsenrändern hin stetig erfolgt.
- 10
7. Lichtmodul (20) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Scheitelpunkte (26, 27) von vertikalen Linsenschnittkonturen durch einen Zentrumsbereich (22) der Projektionslinse (21) nicht abgesenkt sind.
- 15
8. Lichtmodul (20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine von der weiteren Lichtquellengruppe erzeugte weitere Lichtbündel (24) durch einen Zentrumsbereich (22) der Projektionslinse (21) hindurchtritt.
- 20
9. Lichtmodul (20) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Vertikalschnitten (29) durch den Zentrumsbereich (22) der Projektionslinse (21) und parallel zu einem Meridionalschnitt (29') der Projektionslinse (21) Scheitelpunkte (26, 27) von Linsenschnittkonturen gegenüber einer Schnittkontur von Vertikalschnitten durch Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) und parallel zu dem Meridionalschnitt (29') abgesenkt sind.
- 25
10. Lichtmodul (20) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Scheitelpunkte (26, 27) von vertikalen Linsenschnittkonturen durch Randbereiche (25) der Projektionslinse (21) nicht abgesenkt sind.
- 30
11. Lichtmodul (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Lichtquellen (31) Primäroptiken (32) zum Bündeln des ausgesandten Lichts zugeordnet sind.
- 35
12. Lichtmodul (20) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primäroptiken (32) als Vorsatzoptiken aus einem transparenten Material ausgebildet sind, die Eintrittsflächen zum Einkoppeln des von den Lichtquellen ausgesandten Lichts, Grenzflächen zur Totalreflexion zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts und Austrittsflächen zum Auskoppeln zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts, wahlweise nach einer Reflexion an den Grenzflächen, aufweisen, wobei eine Bündelung des durch eine Vorsatzoptik hindurchtretenden Lichts mittels Totalreflexion an den Grenzflächen und/oder Brechung an den Eintritts- und/oder Austrittsflächen erfolgt.
- 40
13. Lichtmodul (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Blendenanordnung (33) in einer horizontalen Ebene erstreckt und eine Vorderkante (34) aufweist, welche die Projektionslinse (21) als Helldunkelgrenze (40, 43') der Lichtverteilung (39, 42', 44) auf der Fahrbahn abbildet.
- 45
14. Lichtmodul (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionslinse (21) Mittel zur Farbkorrektur aufweist.
- 50
15. Kraftfahrzeugscheinwerfer (1) mit einem Lichtmodul (6; 21) zur Erzeugung einer variablen Lichtverteilung (39, 42', 44), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (21) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist.
- 55

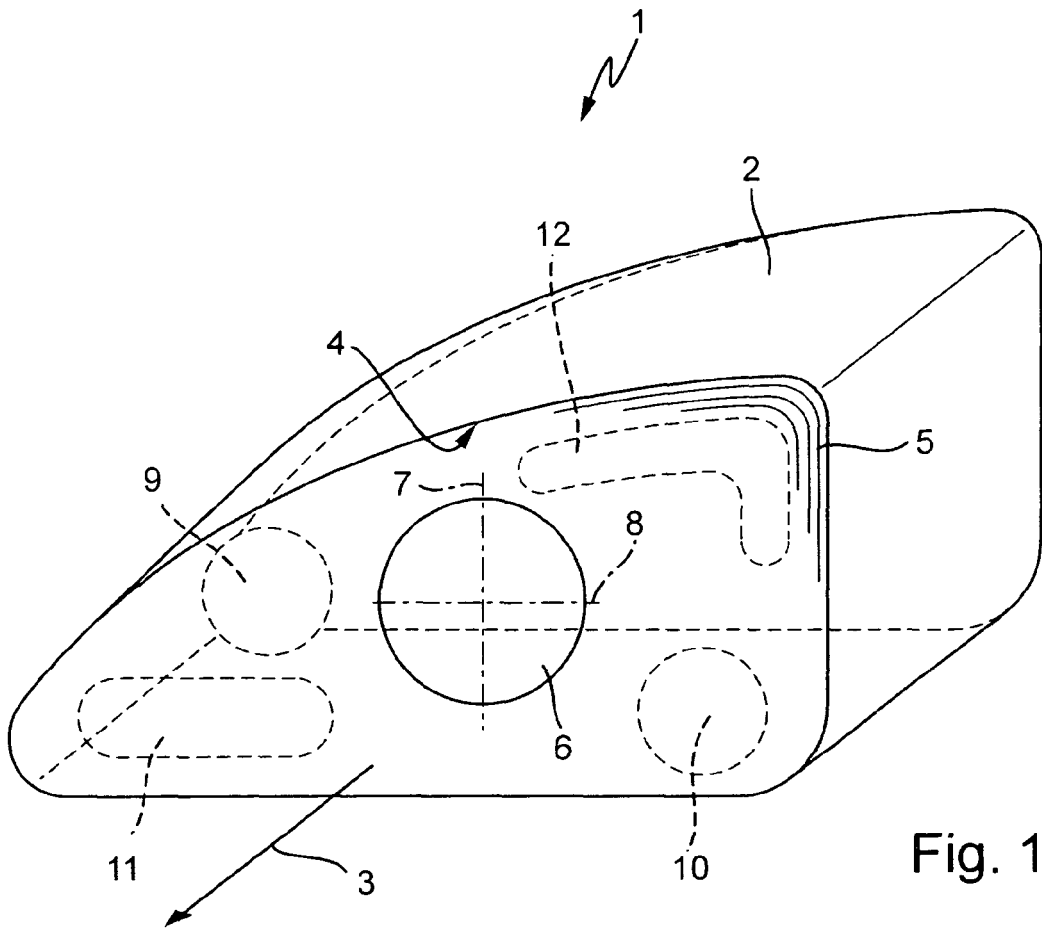


Fig. 1

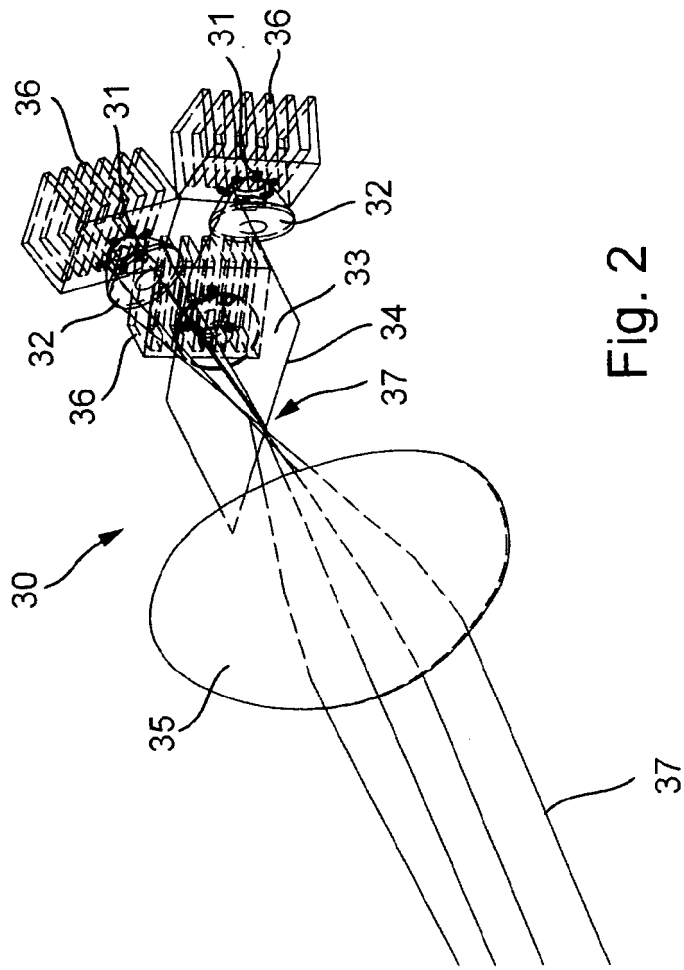


Fig. 2

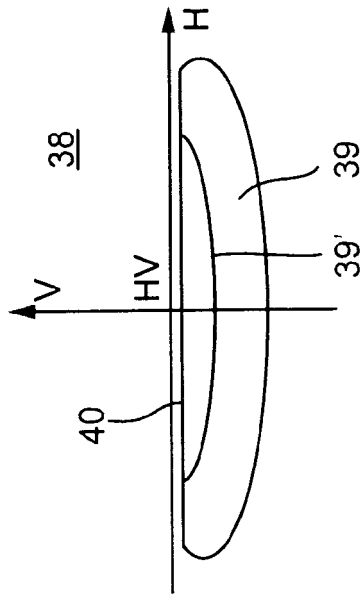


Fig. 3

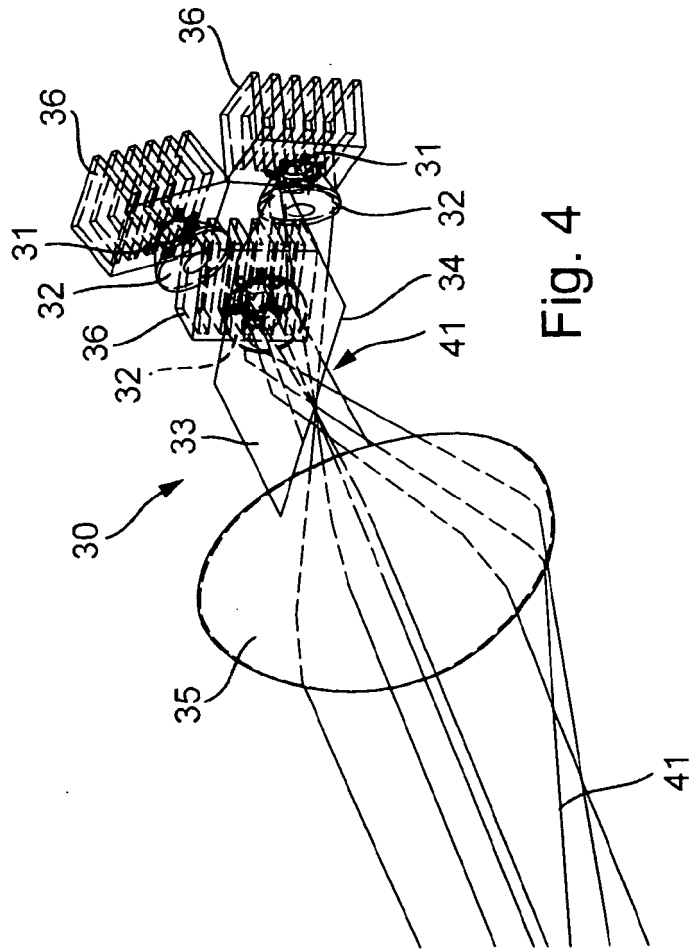


Fig. 4

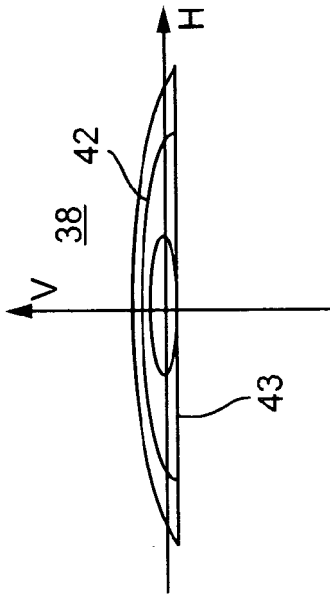


Fig. 5

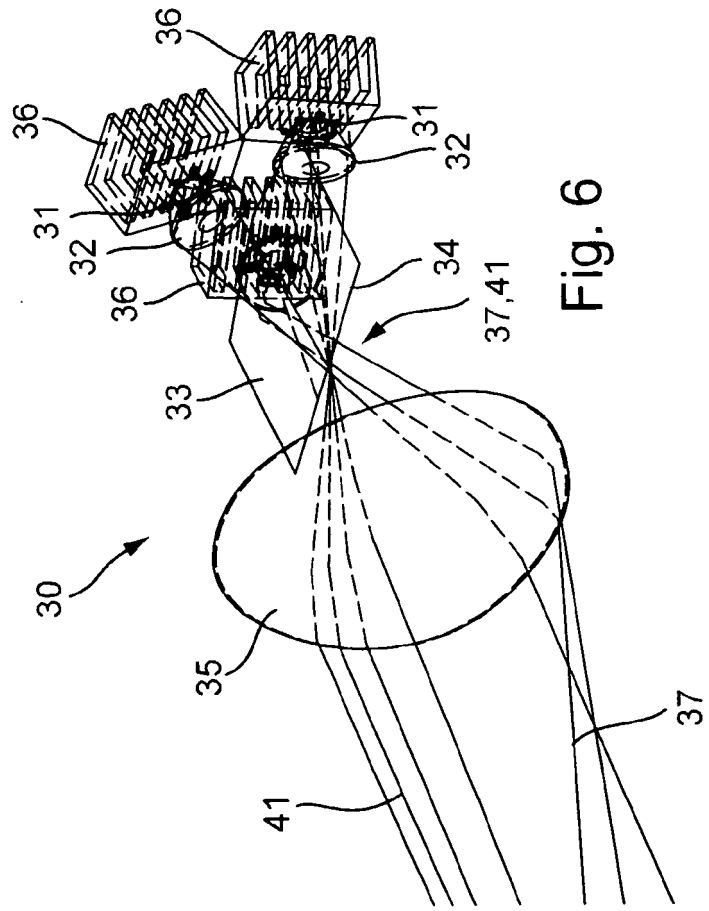


Fig. 6

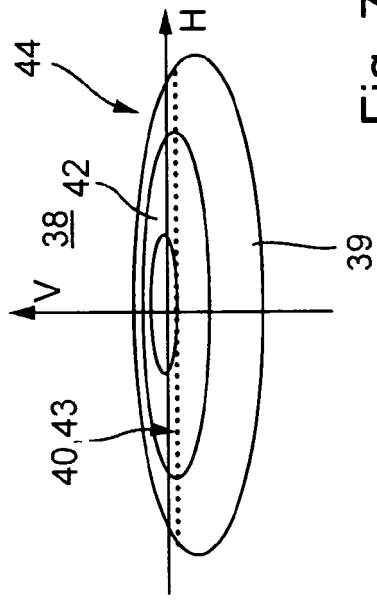


Fig. 7

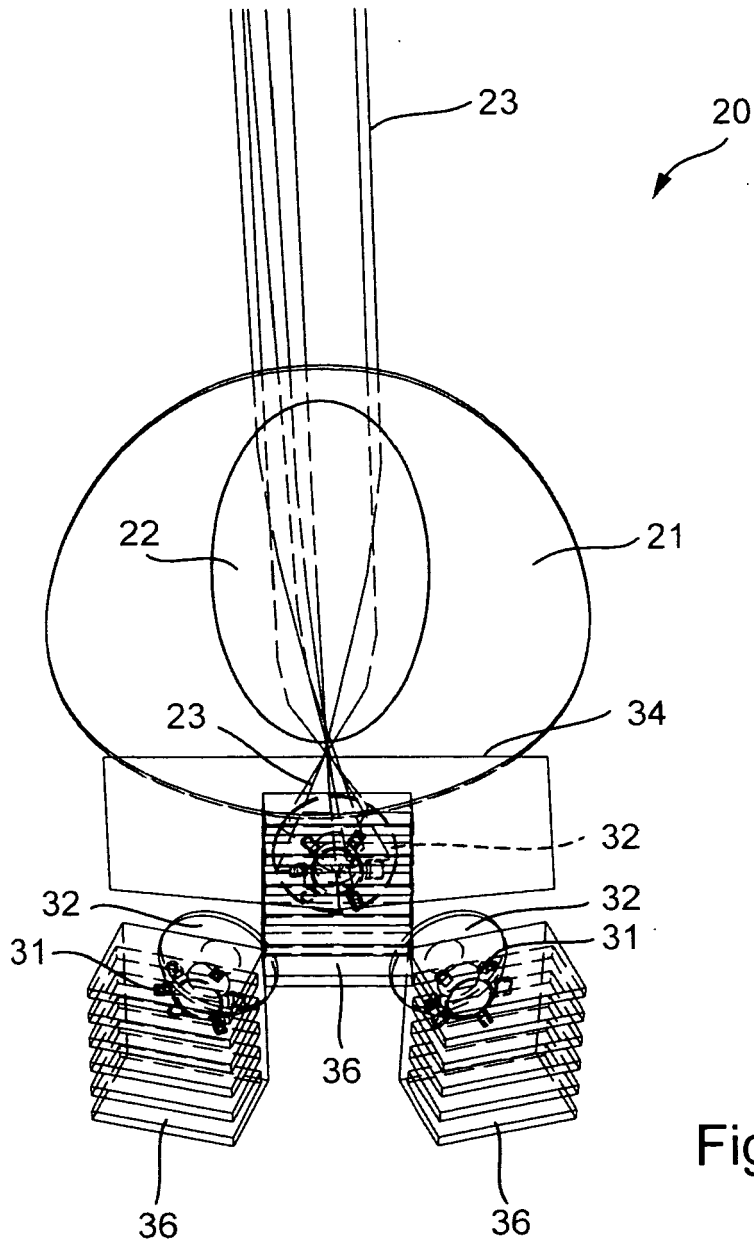


Fig. 8

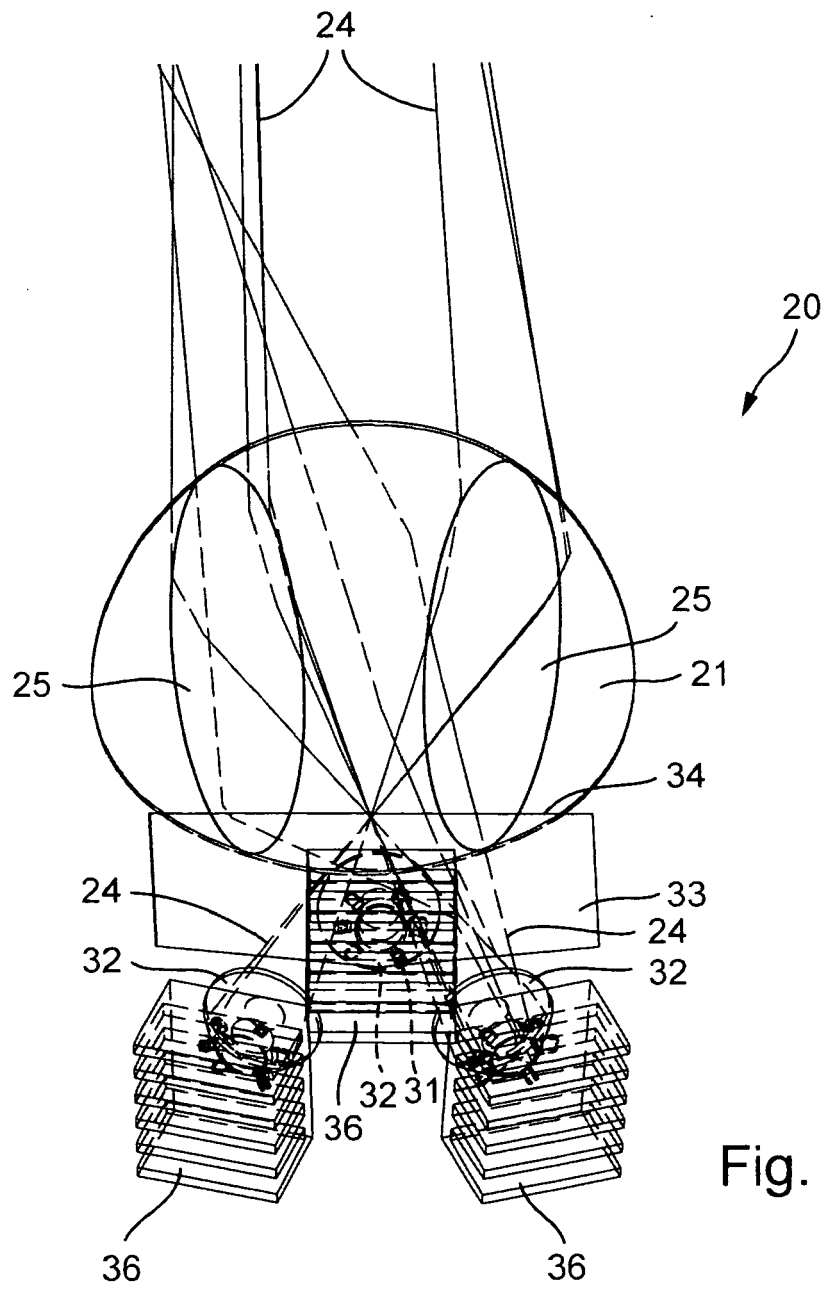


Fig. 9

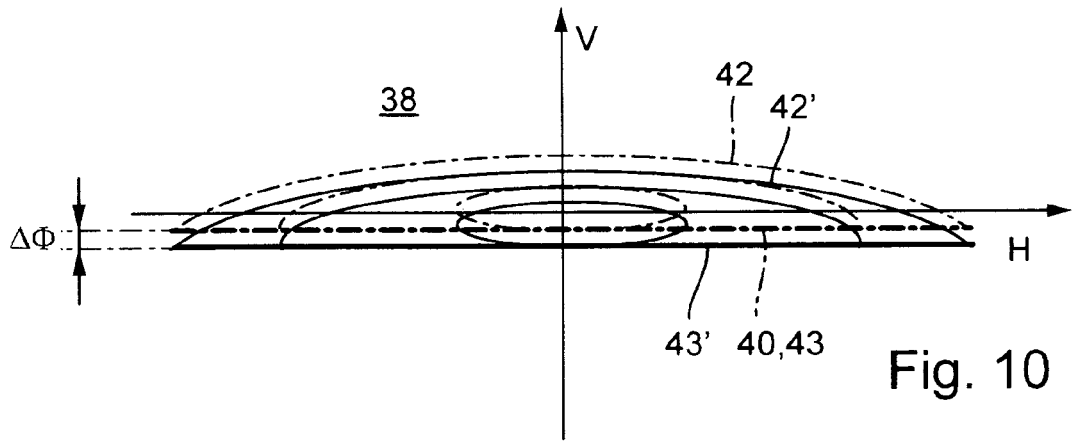


Fig. 10

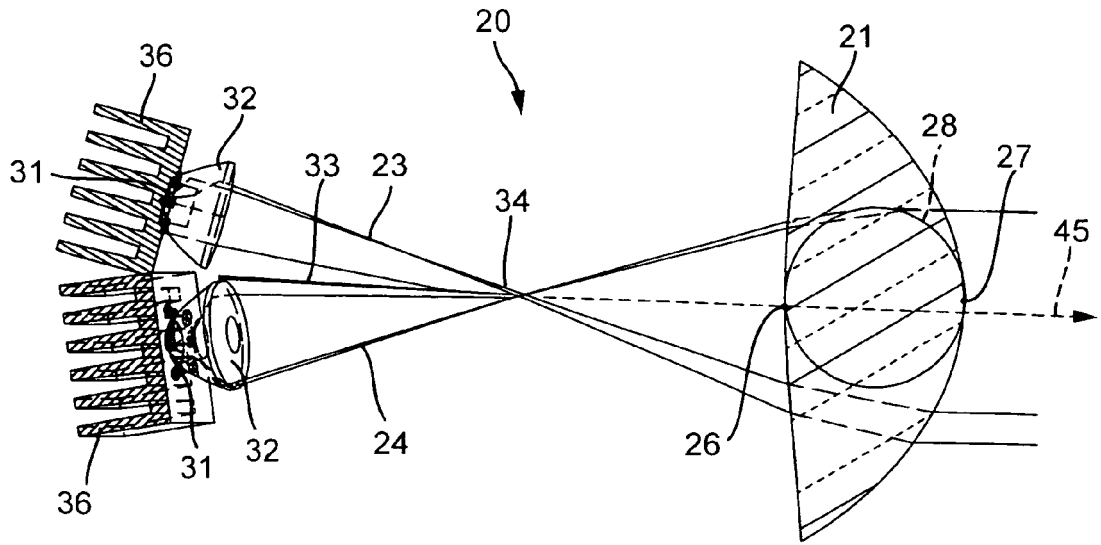


Fig. 11

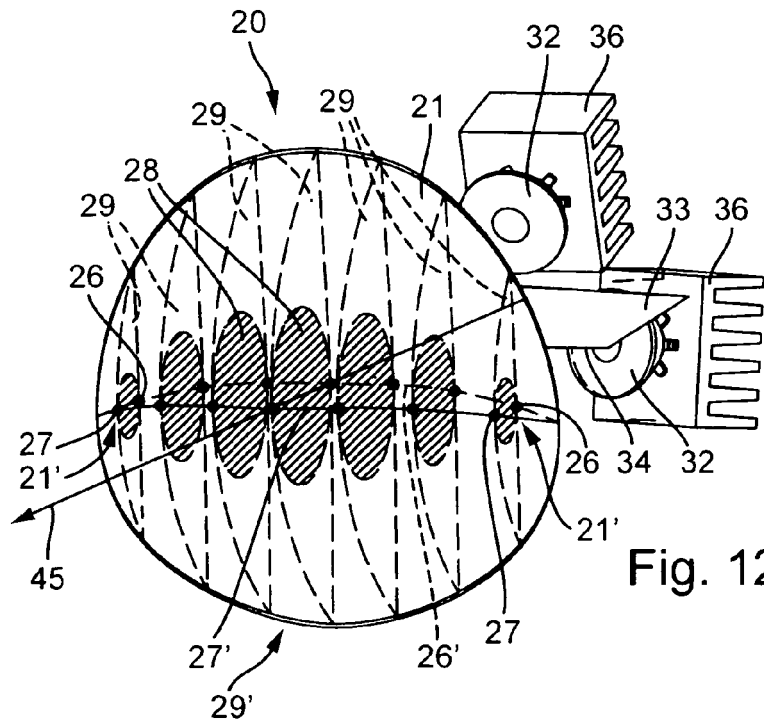


Fig. 12

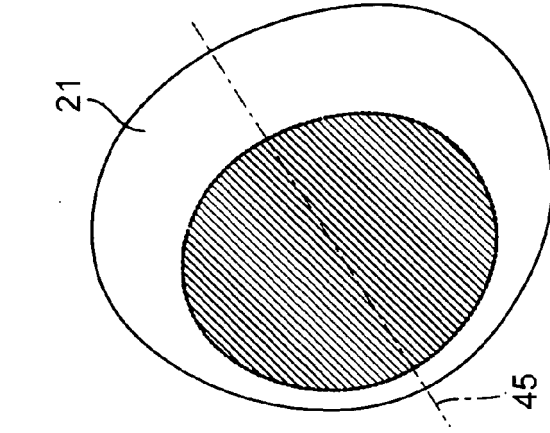


Fig. 13

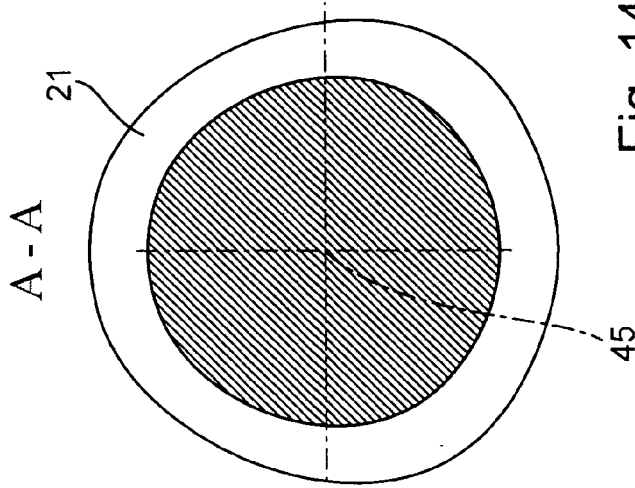


Fig. 14

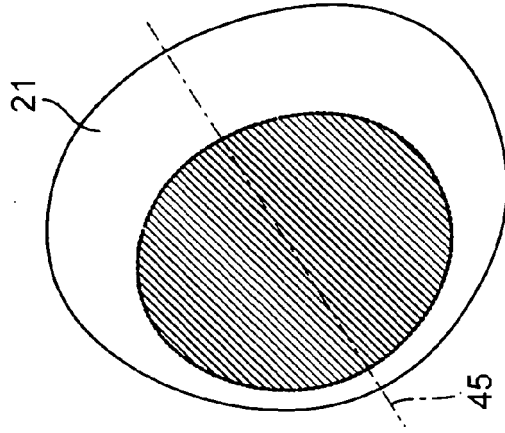


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 12 15 7404

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2008 036192 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 4. Februar 2010 (2010-02-04) * Absätze [0003] - [0008], [0011] - [0014], [0017] - [0019] * * Ansprüche 1-20; Abbildungen 1-8 *	1,2, 11-15	INV. G02B3/02 F21S8/12
A	FR 2 944 578 A1 (VALEO VISION S A S [FR]) 22. Oktober 2010 (2010-10-22) * Abbildungen 1-11 * * Seiten 13-16 *	1-15	
A	DE 10 2007 040760 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 5. März 2009 (2009-03-05) * Ansprüche 1,2; Abbildungen 1-6 * * Absätze [0006] - [0010], [0016], [0026] *	1-15	
A	WO 2011/045103 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]; DRESLER BJOERN [DE]; WUELLER MARTIN [DE];) 21. April 2011 (2011-04-21) * Abbildungen 1-5b * * Seiten 6,9 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 10 2007 014676 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 4. Oktober 2007 (2007-10-04) * Abbildungen 1-7 * * Absätze [0005], [0010], [0011] *	1-10,14	F21S G02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2012	Prüfer Giraud, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 15 7404

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.

25-06-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008036192 A1	04-02-2010	DE 102008036192 A1	04-02-2010
		FR 2934667 A1	05-02-2010
		JP 2010040527 A	18-02-2010

FR 2944578 A1	22-10-2010	CN 102460002 A	16-05-2012
		EP 2422130 A1	29-02-2012
		FR 2944578 A1	22-10-2010
		US 2012039083 A1	16-02-2012
		WO 2010121948 A1	28-10-2010

DE 102007040760 A1	05-03-2009	DE 102007040760 A1	05-03-2009
		FR 2920517 A1	06-03-2009
		JP 2009059700 A	19-03-2009
		US 2010002460 A1	07-01-2010

WO 2011045103 A1	21-04-2011	DE 102009049458 A1	28-04-2011
		WO 2011045103 A1	21-04-2011

DE 102007014676 A1	04-10-2007	CN 101046280 A	03-10-2007
		DE 102007014676 A1	04-10-2007
		FR 2899311 A1	05-10-2007
		JP 4597890 B2	15-12-2010
		JP 2007265864 A	11-10-2007
		KR 20070098597 A	05-10-2007
		US 2007230204 A1	04-10-2007

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 102008036192 A1 [0007]
- US 20060120094 A1 [0007] [0008]
- DE 102007052696 A1 [0007] [0008]
- JP 2006107875 A [0010]
- DE 3507013 A1 [0020]
- DE 102008021520 A1 [0020]