



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.08.2012 Patentblatt 2012/35

(51) Int Cl.:
F21S 8/12 (2006.01) **F21V 7/00** (2006.01)
F21Y 101/02 (2006.01) **F21W 101/10** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12152524.0**

(22) Anmeldetag: **25.01.2012**

(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: **Scholl, Michael**
72810 Gomaringen (DE)

(30) Priorität: **23.02.2011 DE 102011004569**

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

(54) **Zum Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehene Beleuchtungseinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine zum Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehene Beleuchtungseinrichtung (1) umfassend mindestens eine Halbleiterlichtquelle (5) zum Aussenden von Lichtstrahlen, eine Primäroptik (8) zum Bündeln zumindest eines Teils der ausgesandten Lichtstrahlen, und eine Sekundäroptik (12) zum Abbilden zumindest eines Teils der gebündelten Lichtstrahlen in einer Lichtaustrittsrichtung auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung. Die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (5), die Primäroptik (8) und die Sekundäroptik (12) sind in einer in das Fahrzeug eingebauten Ausrichtung der Beleuchtungseinrichtung (1) vertikal übereinander angeordnet. Um eine besonders effiziente Beleuchtungseinrichtung (1) realisieren zu können, wird vorgeschlagen, dass die Primäroptik mindestens eine Vorsatzoptik (8) aus einem transparenten Material mit totalreflektierenden Eigenschaften umfasst, welche zumindest einen Teil der von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (5) ausgesandten Lichtstrahlen mittels Totalreflexion und Brechung an Grenzflächen (10) der Vorsatzoptik (8) bündelt. (Figur 2)

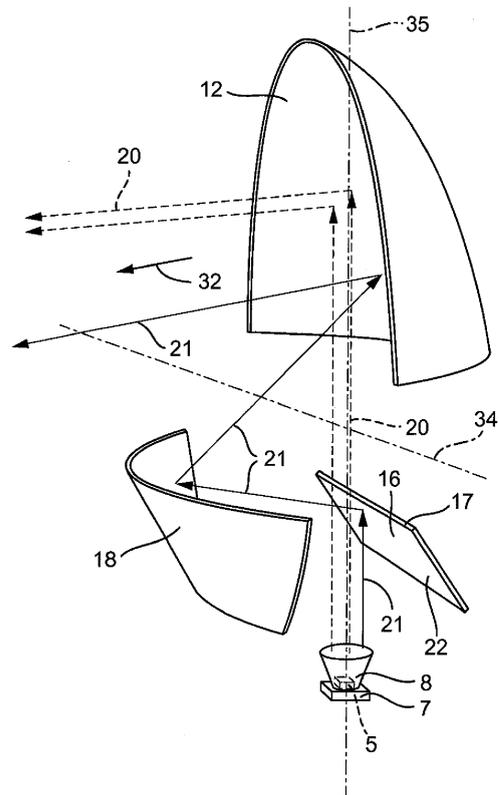


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine zum Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehene Beleuchtungseinrichtung. Diese umfasst mindestens eine Halbleiterlichtquelle zum Aussenden von Lichtstrahlen, eine Primäroptik zum Bündeln zumindest eines Teils der ausgesandten Lichtstrahlen, und eine Sekundäroptik zum Abbilden zumindest eines Teils der gebündelten Lichtstrahlen in einer Lichtaustrittsrichtung auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung. Dabei sind die mindestens eine Halbleiterlichtquelle, die Primäroptik und die Sekundäroptik in einer in das Fahrzeug eingebauten Ausrichtung der Beleuchtungseinrichtung vertikal übereinander angeordnet.

[0002] Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ist bspw. aus der EP 2 119 959 A1 bekannt. Bei der bekannten Beleuchtungseinrichtung ist die Primäroptik als ein

[0003] Ellipsoidreflektor und die Sekundäroptik als ein Paraboloidreflektor ausgebildet. Das gesamte von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ausgesandte Licht gelangt auf den Paraboloidreflektor und wird von diesem zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug reflektiert. Das von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ausgesandte Licht gelangt entweder unmittelbar oder nach Reflexion an dem Ellipsoidreflektor auf den Paraboloidreflektor. Die bekannte Beleuchtungseinrichtung ist relativ kurzbauend ausgebildet und deshalb insbesondere für den Einbau in Kraftfahrzeugen mit Einbauöffnungen für die Beleuchtungseinrichtung mit geringer Tiefe geeignet. Allerdings weist die bekannte Beleuchtungseinrichtung eine relativ geringe Effizienz auf, da durch die vielfachen Reflexionen des Lichts an den Reflexionsflächen der verschiedenen Reflektoren Verluste, insbesondere sogenannte Fresnelsche Verluste, auftreten. Das führt dazu, dass von dem von der mindestens einen Lichtquelle ausgesandten Licht nach Reflexion an den Reflektoren nur noch ein Teil des ursprünglich ausgesandten Lichts zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung zur Verfügung steht.

[0004] Das bedeutet, dass von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle der bekannten Beleuchtungseinrichtung wesentlich mehr Licht erzeugt werden muss, d.h. entweder mehr Halbleiterlichtquellen vorgesehen werden müssen oder aber die vorhandenen Halbleiterlichtquellen mit einem höheren Betriebsstrom betrieben werden müssen, als schließlich zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung zur Verfügung steht. Mehr Lichtquellen führen jedoch zu einem erhöhten Aufwand hinsichtlich Anordnung, Versorgung mit elektrischer Energie, Wärmeabfuhr und Ansteuerung der Halbleiterlichtquellen. Zudem kann es durch zusätzliche Halbleiterlichtquellen zu Platzproblemen innerhalb der bekannten Beleuchtungseinrichtung kommen. Der Betrieb der vorhandenen Halbleiterlichtquellen mit einem erhöhten Betriebsstrom führt zu einer deutlich höheren Verlustlei-

stung in Form von Wärme sowie zu einer außerordentlichen Belastung der Halbleiterlichtquellen. Durch den Betrieb der Halbleiterlichtquellen mit einem erhöhten Betriebsstrom kann zwar die von den Halbleiterlichtquellen ausgesandte Lichtmenge erhöht werden, allerdings auf Kosten eines erhöhten Energieverbrauchs, einer höheren Ausfallwahrscheinlichkeit und einer kürzeren Lebensdauer der Halbleiterlichtquellen.

[0005] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass deren Effizienz verbessert werden kann. Insbesondere soll der von der Beleuchtungseinrichtung bei gegebener elektrischer Leistungsaufnahme erzeugte Lichtstrom erhöht werden, ohne die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Beleuchtungseinrichtung zu beeinträchtigen.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ausgehend von der Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass die Primäroptik mindestens eine Vorsatzoptik aus einem transparenten Material mit totalreflektierenden Eigenschaften umfasst, welche zumindest einen Teil der von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen mittels Totalreflexion und Brechung an Grenzflächen der Vorsatzoptik bündelt.

[0007] Erfindungsgemäß wird also eine Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, insbesondere in Form eines Kraftfahrzeugscheinwerfers, die sich aufgrund Ihrer bauraumoptimierten, insbesondere vertikal übereinander angeordneten Einzelkomponenten für den Einbau in einer Einbauöffnung einer Kraftfahrzeugkarosserie mit geringer Einbautiefe eignet. Zudem weist die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eine besonders hohe Effizienz auf, da die Bündelung des von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ausgesandten Lichts nicht mittels eines Reflektors über herkömmliche Reflexionen, sondern mittels mindestens einer Vorsatzoptik über besonders verlustarme Totalreflexionen erfolgt. Insbesondere ergeben sich bei einer Totalreflexion des in die mindestens eine Vorsatzoptik eingekoppelten Lichts keine bzw. lediglich extrem geringe Fresnelsche Verluste. Aus diesem Grund erzeugt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung bei gegebener elektrischer Leistungsaufnahme einen besonders hohen Lichtstrom, ohne die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Beleuchtungseinrichtung zu beeinträchtigen. Aufgrund dieser hohen Effizienz eignet sich die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung insbesondere für den Einsatz in einem zumindest zeitweise mit elektrischem Strom angetriebenen Kraftfahrzeug. Aber auch in herkömmlichen, mit einer Brennkraftmaschine ausgestatteten Kraftfahrzeugen, kann durch die besonders effiziente erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eine Kraftstoffeinsparung und letzten Endes eine Reduktion des von der Brennkraftmaschine emittierten CO₂ erzielt werden.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung umfasst die Sekundäroptik mindestens einen Reflektor. Es ist denkbar, dass die Sekundäroptik entweder mehrere separat ausgebildete, unter Umständen auch unterschiedlich geformte Reflektoren aufweist. Alternativ könnte die Sekundäroptik auch lediglich einen Reflektor mit verschiedenen Bereichen, Abschnitten oder Reflexionsflächen aufweisen, die jedoch alle integraler Bestandteil des einen Reflektors sind. Durch die verschiedenen Reflektoren bzw. die verschiedenen Reflexionsflächen können jeweils bestimmte Teile der gewünschten resultierenden Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung erzeugt werden.

[0009] Die resultierende Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung kann entweder eine vollständige Gesamtlichtverteilung darstellen, bspw. eine Abblendlichtverteilung, Fernlichtverteilung, Stadtlichtverteilung, Landstraßenlichtverteilung, Autobahnlichtverteilung, Nebellichtverteilung, Schlechtwetterlichtverteilung, eine adaptive Lichtverteilung oder eine beliebig andere Lichtverteilung darstellen. Denkbar ist aber auch, dass die resultierende Lichtverteilung lediglich einen Teil einer Gesamtlichtverteilung darstellt, bspw. eine horizontal breit streuende Basislichtverteilung einer aus der Basislichtverteilung und einer konzentrierten Spotlichtverteilung mit gegenüber der Basislichtverteilung höheren Lichtstärkewerten zusammengesetzten Abblendlichtverteilung sein.

[0010] Der mindestens eine Reflektor bzw. die Reflexionsflächen der Sekundäroptik weisen vorzugsweise eine parabolische Form auf. Diese ist vorzugsweise ausgehend von einer Paraboloidform durch Variationen einzelner diskreter Punkte der Paraboloidform als eine Freiformfläche ausgebildet. Insbesondere bilden der mindestens eine Reflektor bzw. die Reflexionsflächen der Sekundäroptik in einem vertikalen Schnitt eine Parabel und in einem horizontalen Schnitt eine Ellipse, eine deformierte Ellipse, eine deformierte Parabel oder eine Kombination der beiden.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass in einem Strahlengang der Lichtstrahlen eine Blendenanordnung zum Abschatten zumindest eines Teils der von der Primäroptik gebündelten Lichtstrahlen angeordnet ist, wobei die Sekundäroptik eine Kante der Blendenanordnung als Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung auf die Fahrbahn abbildet. Gemäß dieser Ausführungsform ist die

Beleuchtungseinrichtung zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung, bspw. Abblendlicht, Stadtlicht, Landstraßenlicht oder Nebellicht, mit einer im Wesentlichen horizontal verlaufenden Helldunkelgrenze geeignet. Eine solche horizontale Helldunkelgrenze kann entweder komplett eben als symmetrische Helldunkelgrenze oder mit einem Anstieg auf der eigenen Verkehrsseite als asymmetrische Helldunkelgrenze ausgebildet sein. Der Übergang zwischen einem niedrigeren Abschnitt der Helldunkelgrenze auf der Gegenverkehrsseite und ei-

nem höheren Abschnitt der Helldunkelgrenze auf der eigenen Verkehrsseite kann entweder stufenförmig oder schräg verlaufen.

[0012] Vorteilhafterweise umfasst die Blendenanordnung ein um eine horizontale, quer zur optischen Achse der Vorsatzoptik verlaufende Drehachse drehbares Walzenelement mit über die Umfangsfläche verteilten unterschiedlichen Konturen als Kanten oder ein flächiges Blendenelement mit einer Vorder-und/oder Oberkante. Der Verlauf der Kante des flächigen Blendenelements kann durch geeignete Maßnahmen, wie sie bspw. aus der DE 10 2005 012 303 A1 bekannt sind, variiert werden. Eine Blendenanordnung mit einem drehbaren Walzenelement ist bspw. aus der DE 197 39 089 A1 bekannt. Ein flächiges Blendenelement kann bspw. senkrecht, parallel oder schräg zu einer optischen Achse der mindestens einen Vorsatzoptik angeordnet sein. Bei einem senkrecht zur optischen Achse der Vorsatzoptik angeordneten Blendenelement wird eine Oberkante des Blendenelements durch die Sekundäroptik zur Erzeugung der Helldunkelgrenze der gewünschten Lichtverteilung auf der Fahrbahn vor dem Fahrzeug abgebildet. Bei einem parallel zur optischen Achse der Vorsatzoptik angeordneten Blendenelement wird vorzugsweise eine Vorderkante des Blendenelements durch die Sekundäroptik auf der Fahrbahn abgebildet. Bei der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ist vorzugsweise ein flächiges Blendenelement schräg zu einer optischen Achse der Vorsatzoptik angeordnet. Besonders bevorzugt ist, wenn das flächige Blendenelement in einem Winkel von etwa 40 bis 50°, vorzugsweise in einem Winkel von 45°, bezüglich der optischen Achse der mindestens einen Vorsatzoptik angeordnet ist. In diesem Fall wird die Ober- bzw. Vorderkante des flächigen Blendenelements durch die Sekundäroptik zur Erzeugung der Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung auf der Fahrbahn abgebildet.

[0013] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Beleuchtungseinrichtung ein optisches Element und die Blendenanordnung auf einer der mindestens einen Vorsatzoptik zugewandten Oberfläche zumindest bereichsweise eine reflektierende Beschichtung aufweist, wobei die reflektierende Beschichtung zumindest einen Teil des von der Blendenanordnung abgeschatteten Teils der Lichtstrahlen auf das optische Element reflektiert. Das optische Element lenkt die Lichtstrahlen des abgeschatteten Teils der Lichtstrahlen vorteilhafterweise auf die Sekundäroptik, von wo aus sie dann als Teil der resultierenden, gewünschten Lichtverteilung auf die Fahrbahn reflektiert werden. Alternativ kann der von der Blendenanordnung reflektierte Teil des gebündelten Lichts auch zur Erzeugung einer anderen Lichtfunktion mit einer von der gewünschten Lichtverteilung abweichenden Lichtverteilung, bspw. eines Positionslichts oder eines Tagfahrlichts, eingesetzt werden. Zur Realisierung dieser zusätzlichen Lichtfunktionen sind elektrisch separat ansteuerbare Lichtquellen für jede einzelne Lichtfunktion erforderlich, die aber auch gemeinsam eingeschaltet

werden können.

[0014] Ferner wird vorgeschlagen, dass das optische Element eine zumindest teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, die zumindest einen Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik reflektiert. Vorzugsweise reflektiert die teilreflektierende Oberfläche des optischen Elements einen ersten Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik und einen zweiten Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen durch das optische Element transmittiert. Das durch das optische Element transmittierte Licht verlässt die Beleuchtungseinrichtung also nicht über die Sekundäroptik, sondern über das optische Element. Das Licht kann als Teil der resultierenden, gewünschten Lichtverteilung auf die Fahrbahn gelenkt werden. Alternativ kann das durch das optische Element hindurch transmittierte Licht auch zur Erzeugung einer anderen Lichtfunktion mit einer von der gewünschten Lichtverteilung abweichenden Lichtverteilung, bspw. eines Positionslichts oder eines Tagfahrlichts, eingesetzt werden.

[0015] Das durch das optische Element transmittierte Licht kann bspw. zur Signalbildaufweitung verwendet werden. Die Signalbildaufweitung hat zum einen eine Bedeutung beim Nachtdesign der Beleuchtungseinrichtung und zum anderen eine lichttechnische Bedeutung, denn gerade kleine Lichtaustrittsöffnungen, wie sie bei der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung vorliegen, erscheinen entgegenkommenden Verkehrsteilnehmern subjektiv unangenehm hell. Mit der Signalbildaufweitung empfinden andere Verkehrsteilnehmer die gleiche Lichtmenge, die durch die gleiche Lichtaustrittsöffnung hindurchtritt, als angenehmer. Ferner können mit dem durch das optische Element transmittierten Licht gezielten Overheadwerte der Lichtverteilung bedient werden. Dazu können noch weitere optische Elemente zur Ablenkung des Lichts in diesen Teil des Strahlengangs eingebracht werden.

[0016] Das an der Blendenanordnung vorbeigekommene Licht - entweder nach Bündelung durch die Vorsatzoptik oder unmittelbar durch die mindestens eine Halbleiterlichtquelle ausgesandt - gelangt vorzugsweise direkt und unmittelbar auf die vorzugsweise als Reflektor ausgebildete Sekundäroptik, von wo aus es zur Erzeugung eines ersten Teils der resultierenden, gewünschten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert wird. Der Teil des von der Blendenanordnung abgeschatteten Lichts - ob nach Bündelung durch eine Vorsatzoptik oder unmittelbar nach dem Aussenden durch die mindestens eine Halbleiterlichtquelle - gelangt dagegen vorzugsweise mittelbar, beispielsweise durch Umlenken an dem optischen Element, auf die Sekundäroptik. Damit das von der Blendenanordnung abgeschattete Licht nicht verloren geht, ist die Blendenanordnung zumindest bereichsweise mit einer reflektierenden Beschichtung versehen, die das abgeschattete Licht beispielsweise auf das optische Element lenkt. Wenn das optische Element bspw. als ein Reflektor ausgebildet ist, kann es das von

der Blendenanordnung abgeschattete Licht weiter auf die Sekundäroptik reflektieren, von wo aus es zur Erzeugung eines zweiten Teils der resultierenden, gewünschten Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug reflektiert werden kann. Auch in diesem Fall kann die resultierende, gewünschte Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung durch eine Überlagerung der beiden Teile der Lichtverteilung erzeugt werden. So ist es beispielsweise denkbar, dass der erste Teil der Lichtverteilung eine konzentrierte Spotlichtverteilung mit einer scharfen asymmetrischen oberen Helldunkelgrenze ist, die von den an der Blendenanordnung vorbeigekommene Lichtstrahlen erzeugt wird. Der zweite Teil der Lichtverteilung kann eine Basislichtverteilung mit einer relativ großen horizontalen Streuung, aber ohne ausgeprägte Beleuchtungsstärkemaxima sein, von dem von der Blendenanordnung abgeschatteten und indirekt auf die Sekundäroptik gelangten Teil des von den Halbleiterlichtquellen ausgesandten Lichts gebildet wird. Eine Überlagerung der Spotlichtverteilung und der Basislichtverteilung ergibt beispielsweise eine Abblendlichtverteilung.

[0017] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein Teil der von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen an der Vorsatzoptik vorbei auf die Sekundäroptik gelangt, und dass die Sekundäroptik diesen Teil der Lichtstrahlen in der Lichtaustrittsrichtung vor das Fahrzeug reflektiert. Gemäß dieser Weiterbildung wird also nicht das gesamte von den Halbleiterlichtquellen der Beleuchtungseinrichtung ausgesandte Licht durch die mindestens eine Vorsatzoptik gebündelt. Ein Teil des von den Halbleiterlichtquellen ausgesandten Lichts gelangt ohne eine Bündelung durch die mindestens eine Vorsatzoptik auf die vorzugsweise als Reflektor ausgebildete Sekundäroptik

[0018] Der an der Vorsatzoptik vorbeigekommene Teil der Lichtstrahlen kann direkt und unmittelbar auf die Sekundäroptik treffen. Alternativ ist es denkbar, dass die Beleuchtungseinrichtung ein optisches Element aufweist, wobei der an der Vorsatzoptik vorbeigekommene Teil der Lichtstrahlen auf das optische Element trifft und das optische Element diesen Teil der Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik lenkt. Bei dem optischen Element, auf welches das an der Vorsatzoptik vorbei gelangte Licht gelangt, kann es sich um das gleiche optische Element handeln, auf welches auch das von der Blendenanordnung reflektierte Licht gelenkt wird. Alternativ kann es sich auch um verschiedene optische Elemente handeln. Das zusätzlich vorgesehene optische Element, auf welches das an der Vorsatzoptik vorbei gelangte Licht gelangt, kann bspw. als ein Reflektor ausgebildet sein, der das auf ihn treffende, an der Vorsatzoptik vorbeigekommene Licht auf die Sekundäroptik reflektiert.

[0019] Das an der Vorsatzoptik vorbeigekommene Licht kann - falls vorhanden - nach Umlenkung durch das optische Element und nach der Reflexion an der vorzugsweise als Reflektor ausgebildeten Sekundäroptik zur Ge-

nerierung eines ersten Teils der resultierenden gewünschten Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung genutzt werden. Ein zweiter Teil der resultierenden Lichtverteilung könnte dann durch das durch die Vorsatzoptik gebündelte Licht - falls Vorhanden - nach Umlenkung durch das optische Element und nach Reflexion an der vorzugsweise als Reflektor ausgebildeten Sekundäroptik erzeugt werden. Eine Überlagerung des ersten und des zweiten Teils der Lichtverteilung ergibt dann die resultierende gewünschte Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass das optische Element eine zumindest teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, die zumindest einen Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik reflektiert. Die teilreflektierende Oberfläche des optischen Elements reflektiert einen ersten Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik und transmittiert einen zweiten Teil der auf das optische Element treffenden Lichtstrahlen durch das optische Element hindurch. Denkbar ist beispielsweise, dass das optische Element aus einem transparenten Material, beispielsweise einem transparenten Kunststoff oder Glas, besteht und eine teilreflektierende Beschichtung aufweist.

[0021] Der durch das optische Element transmittierte zweite Teil der Lichtstrahlen kann über das optische Element aus der Beleuchtungseinrichtung austreten. Es ist denkbar, dass eine Lichtaustrittsfläche des optischen Elements mit streuenden Strukturen (z.B. Prismen, Zylinderlinsen, einer Mikrostruktur oder ähnlichem) beschichtet ist, welche eine Streuung des aus dem optischen Element austretenden Lichts bewirkt. Vorzugsweise tritt der durch das optische Element transmittierte zweite Teil der Lichtstrahlen in der Lichtaustrittsrichtung aus der Beleuchtungseinrichtung aus. Der aus dem optischen Element austretende Teil der Lichtstrahlen erzeugt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform nicht-fokussiertes Streulicht zur Vergrößerung eines Signalbildes der von der Sekundäroptik abgebildeten Lichtverteilung. Alternativ wird vorgeschlagen, dass der aus dem optischen Element austretende Teil der Lichtstrahlen einen Beitrag zur resultierenden, gewünschten Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung leistet. Besonders bevorzugt ist, wenn der aus dem optischen Element austretende Teil der Lichtstrahlen bei einer gewünschten abgeblendeten Lichtverteilung einen Bereich der Lichtverteilung oberhalb einer Helldunkelgrenze der Lichtverteilung ausleuchtet. Der genannte Bereich oberhalb der Helldunkelgrenze der Lichtverteilung wird auch als Overheadbereich bezeichnet. Eine Ausleuchtung dieses Bereiches mit relativ geringer Intensität, so dass eine Blendung entgegenkommender Verkehrsteilnehmer vermieden wird und die gesetzlichen Anforderungen an die Maximalbeleuchtungsstärkewerte in dem Overheadbereich noch eingehalten werden, kann zu einer verbesserten Erkennung von Verkehrszeichen und anderen oberhalb

des Fahrbahnrandes angeordneten Objekten auf der eigenen Verkehrsseite führen.

[0022] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Dabei sind die genannten Merkmale nicht nur in der beschriebenen Kombination miteinander, sondern auch einzeln oder in anderen als den beschriebenen Kombinationen erfindungswesentlich. Es zeigen:

- 5
- 10 Figur 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einer Ansicht entgegen einer Lichtaustrittsrichtung;
- 15 Figur 2 die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;
- 20 Figur 3 die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;
- 25 Figur 4 die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;
- 30 Figur 5 die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einer perspektivischen Ansicht;
- 35 Figur 6 einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Figuren 3 und 5 im Detail in einer perspektivischen Ansicht;
- 40 Figur 7 ein Beispiel für eine durch die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung erzeugte Lichtverteilung;
- 45 Figur 8 ein weiteres Beispiel für eine durch die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung erzielbare Lichtverteilung; und
- 50 Figur 9 ein weiteres Beispiel für eine durch die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung erzielbare Lichtverteilung.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge, die nachfolgend anhand des Beispiels eines Kraftfahrzeugscheinwerfers näher erläutert wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Scheinwerfer beschränkt, sondern kann gleichermaßen auch für beliebige Kraftfahrzeugleuchten, insbesondere Front-, Seiten- und Heckleuchten, eingesetzt werden.

[0024] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung in Form eines Kraftfahrzeugscheinwerfers in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Der Scheinwerfer 1 wird im vorderen Bereich eines Kraftfahrzeugs eingebaut. Bei einem als Automobil ausgebildeten Kraftfahrzeug werden im Frontbereich des Kraftfahrzeugs üblicherweise zwei der gezeigten Scheinwerfer 1, jeweils seitlich in der Nähe der Fahrzeugaußenseiten, in entsprechenden in einer Fahrzeugkarosserie vorgesehene Einbauöffnungen angeordnet, darin befestigt und elektrisch kontaktiert, d.h. mit dem Kraftfahrzeugbordnetz und/oder einem Steuergerät verbunden. Bei einem als Motorrad ausgebildeten Kraftfahrzeug wird vorzugsweise lediglich ein Scheinwerfer 1, vorzugsweise mittig im vorderen Bereich des Fahrzeugs angeordnet.

[0025] Der Scheinwerfer 1 umfasst ein Scheinwerfergehäuse 2, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. Das Gehäuse 2 weist in einer Lichtaustrittsrichtung eine Lichtaustrittsöffnung 3 auf, die durch eine Abdeckscheibe 4 verschlossen ist. Im Inneren des Scheinwerfergehäuses 2 ist mindestens eine beispielsweise als Leuchtdiode (LED) ausgebildete Halbleiterlichtquelle 5 angeordnet, die Licht in einer Hauptaustrittsrichtung 6 aussendet. Die Leuchtdiode 5 kann in der vorliegenden Erfindung bspw. in folgenden Varianten verwendet werden:

- einzelne LED 5,
- LED-Array mit mehreren gleich ausgestalteten LEDs, und
- LED-Array mit unterschiedlich ausgestalteten LEDs.

[0026] Die Leuchtdiode 5 ist vorzugsweise auf einem Trägerelement 7 angeordnet, das wiederum auf einem Kühlkörper (nicht dargestellt) angeordnet sein kann. Das Trägerelement 7 kann mit Leiterbahnen und elektronischen Bauteilen sowie Steckern bestückt sein. Beim Betrieb der Leuchtdiode 5 kann Wärme entweder direkt oder mittelbar über das Trägerelement 7 an den Kühlkörper übertragen werden, der die Wärme an die Umgebung abgibt, um eine Überhitzung der Leuchtdiode 5 zu vermeiden. Die Leuchtdiode 5 sendet üblicherweise in einen oberhalb der Flächenerstreckung des Trägerelements 7 ausgebildeten 180°-Halbraum - wie gesagt - in der Hauptaustrittsrichtung 6 ab.

[0027] Das von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandte Licht wird durch mindestens eine als Vorsatzoptik ausgebildete Primäroptik 8 gebündelt. Die Vorsatzoptik 8 besteht aus einem transparenten Material, vorzugsweise aus einem Kunststoff. Eine optische Achse der Vorsatzoptik 8 verläuft vorzugsweise entweder deckungsgleich oder parallel zu der Hauptaustrittsrichtung 6 der Leuchtdiode 5. Das von der Leuchtdiode 5 ausgesandte Licht wird über Lichteintrittsflächen 9 (vgl. Figur 6) in die Vorsatzoptik 8 eingekoppelt. Zumindest ein Teil des eingekoppelten Lichts wird mindestens einmal an äußeren Grenzflächen 10 der Vorsatzoptik 8 to-

talreflektiert. Über eine Lichtaustrittsfläche 11 wird das Licht dann aus der Vorsatzoptik 8 ausgekoppelt. Die Vorsatzoptik 8 sorgt durch Brechung des Lichts an den Eintrittsflächen 9 und der Austrittsfläche 11 sowie durch Totalreflexion des Lichts an den schrägen Grenzflächen 10 für eine Bündelung der Lichtstrahlen.

[0028] Zurückkommend auf Figur 1, gelangt das durch die Vorsatzoptik 8 gebündelte Licht auf eine vorzugsweise als Reflektor ausgebildete Sekundäroptik 12, die zumindest einen Teil des gebündelten Lichts in einer Lichtaustrittsrichtung 32 (vgl. die Figuren 2 bis 5) auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung abbildet. Der Reflektor 12 kann mehrere, zum Teil unterschiedlich geformte Reflexionsflächen aufweisen, die integraler Bestandteil des Reflektors 12 sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus Figur 1 umfasst der Reflektor 12 eine zentrale erste Reflexionsfläche 13, zwei seitlich davon angeordnete zweite Reflexionsflächen 14 sowie eine oberhalb der zentralen Reflexionsfläche 13 angeordnete dritte Reflexionsfläche 15. Selbstverständlich können in Abhängigkeit von der Art und Ausgestaltung der gewünschten Lichtverteilung, die durch die Beleuchtungseinrichtung 1 erzielt werden soll, auch mehr oder weniger oder anders angeordnete und ausgebildete Reflexionsflächen als die dargestellten Reflexionsflächen 13 bis 15 auf dem Reflektor 12 ausgebildet sein. Die Reflexionsflächen 13 bis 15 sind in Figur 1 zum besseren Verständnis durch Linien voneinander getrennt dargestellt. Diese Linien können Stufen, Kanten und/oder Knicken zwischen den Reflexionsflächen 13 bis 15 entsprechen, so dass sie mit bloßem Auge auf dem Reflektor 12 zu erkennen sind. Die Reflexionsflächen 13 bis 15 können aber auch ohne Stufen, Kanten und Knicke bündig ineinander übergehen, so dass sie mit bloßem Auge möglicherweise nicht zu erkennen sind.

[0029] Die Reflexionsflächen 13 bis 15 erzeugen vorzugsweise unterschiedliche Teile der resultierenden, gewünschten Gesamtlichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung 1. So ist es beispielsweise denkbar, dass die zentrale Reflexionsfläche 13 eine relativ stark konzentrierte Spotlichtverteilung mit einer relativ geringen horizontalen Erstreckung und einer deutlich ausgebildeten oberen Helldunkelgrenze erzeugt. Die seitlichen Reflexionsflächen 14 können eine breit streuende Basislichtverteilung ohne ausgeprägte Intensitätsmaxima und mit einer geraden oberen Helldunkelgrenze erzeugen. Eine Überlagerung der Spotlichtverteilung und der Basislichtverteilung bildet dann die resultierende, gewünschte Gesamtlichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung 1, die beispielsweise als eine Abblendlichtverteilung ausgebildet ist. Zusätzlich kann durch das an der oberen Reflexionsfläche 15 reflektierte Licht ein Bereich oberhalb der Helldunkelgrenze der Abblendlichtverteilung zur Erzielung einer Overheadbeleuchtung erzeugt werden.

[0030] Falls die resultierende, gewünschte Gesamtlichtverteilung des Scheinwerfers 1 eine abgeblendete Lichtverteilung, wie beispielsweise eine Abblendlichtver-

teilung oder eine Nebellichtverteilung, erzeugen soll, kann im Strahlengang eine Blendenanordnung 16 angeordnet sein, die zumindest einen Teil des von der Vorsatzoptik 8 gebündelten Lichts abschattet. Eine Ober- bzw. Vorderkante 17 der Blendenanordnung 16 wird durch den Reflektor 12 als Helldunkelgrenze der gewünschten Lichtverteilung des Scheinwerfers 1 auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert. Die Blendenkante 17 liegt bevorzugt horizontal und senkrecht zum Strahlengang. Die Blendenkante 17 kann einen geraden Verlauf aufweisen (vgl. bspw. Figuren 2 bis 5). Vorzugsweise umfasst sie aber, wie in Figur 1 gezeigt, zwei horizontale Abschnitte 17a, 17b, die senkrecht zur Lichtausbreitungsrichtung versetzt sind und die durch einen geradlinigen Blendenbereich 17c verbunden sind. Der Verbindungsbereich 17c schließt mit einem Knick an die horizontalen Abschnitte 17a, 17b an. Der Knickwinkel beträgt dabei zwischen 0° und 90°, wobei die Werte 15°, 30°, 45°, 60° und 90° bevorzugt sind. Die Abschnitte 17a, 17b, 17c bilden zusammen die Blendenkante 17. Entsprechend den Erfordernissen umfasst die Blendenanordnung 16 eine einfache Kante 17 oder zwei in Lichtausbreitungsrichtung hintereinander angeordnete Kanten 17 (sog. Doppelblende). Die zwei Kanten 17 können bspw. durch eine große Dicke des Blendenmaterials (Kante an der Vorderseite und Kante an der Rückseite der Blende) oder durch zwei hintereinander angeordnete Blenden 16 mit zwei separaten Kanten 17 gebildet sein.

[0031] Je nach Ausgestaltung des optischen Systems des Scheinwerfers 1 kann - in Abweichung der dargestellten Ausführungsform - die Blende selbst auch gebogen sein. Die Kontur einer solchen gebogenen Blende entspricht in Lichtausbreitungsrichtung betrachtet der Kontur der beschriebenen ebenen Blendenanordnung 16. Projiziert man die gebogene Blende entlang der Haupt-Lichtausbreitungsrichtung in eine Ebene, die senkrecht zur Hauptaustrittsrichtung liegt, erhält man einen Kantenverlauf vergleichbar mit dem Verlauf der Kante 17 der ebenen Blendenanordnung 16. Ferner kann die Blendenanordnung 16 auch als veränderliche Blende ausgestaltet sein, bspw. als Klappblende oder als Walzenblende.

[0032] Zusätzlich kann der Scheinwerfer 1 ein optisches Element 18 aufweisen, dessen Funktionalität im Detail weiter unten erläutert wird. In der in Figur 1 gezeigten Ansicht des Scheinwerfers 1 entgegen der Lichtaustrittsrichtung 32 ist das optische Element 18 durch die Abdeckscheibe 4 hindurch sichtbar. Die Blendenanordnung 16 ist im Wesentlichen hinter dem optischen Element 18 angeordnet und deshalb nicht sichtbar und in Figur 1 nur gestrichelt dargestellt. Entsprechendes gilt auch für die Leuchtdiode 5, das Trägerelement 7 und die Vorsatzoptik 8, die hinter dem Gehäuse 2 des Scheinwerfers 1 angeordnet sind und deshalb ebenfalls in Figur 1 nur gestrichelt dargestellt sind. Die durch die Abdeckscheibe 4 sichtbaren Bereiche außerhalb des optischen Elements 18 und des Reflektors 12 können mit einem Abdeckrahmen 19 versehen sein, der beispielsweise

verspiegelt ist. Bei in das Kraftfahrzeug eingebautem Scheinwerfer 1 sind im Wesentlichen nur die Abdeckscheibe 4 sowie die durch diese sichtbaren Komponenten der Beleuchtungseinrichtung 1, insbesondere der Reflektor 12 und das optische Element 18, sichtbar.

[0033] In den Figuren 2 bis 5 sind die wesentlichen Komponenten des erfindungsgemäßen Scheinwerfers in verschiedenen Ausführungsbeispielen in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. Besonders deutlich wird anhand der Figuren 2 bis 5 die vertikale Anordnung übereinander der Komponenten des Scheinwerfers 1, d.h. der mindestens einen Leuchtdiode 5, der mindestens einen Vorsatzoptik 8, der - sofern vorhanden - Blendenanordnung 16, des - sofern vorhanden - optischen Elements 18 sowie des Reflektors 12. Insgesamt ergibt sich dadurch eine im Vergleich zu herkömmlichen Beleuchtungseinrichtungen, wo diese Komponenten in einer horizontalen Ebene hintereinander angeordnet sind, besonders kurz bauende Beleuchtungseinrichtung 1.

[0034] In den Figuren 2 bis 5 sind diejenigen Komponenten einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung 1 dargestellt, die Bestandteil eines Scheinwerfermoduls sein können. Es sind dies insbesondere eine oder mehrere Lichtquellen 5, insbesondere eine oder mehrere LEDs, eine oder mehrere Primäroptiken 8, insbesondere Vorsatzoptiken, eine Sekundäroptik 12, insbesondere ein Reflektor, eine Blendenanordnung 16 und/oder ein optisches Element 18, insbesondere ein Reflektor, der sichtbares Licht zumindest teilweise reflektiert. Bei den Scheinwerfermodulen der Figuren 2 bis 5 ist die Blendenanordnung 16 jeweils nur noch schematisch dargestellt. Auch die Blendenanordnung 16 der Scheinwerfermodule der Figuren 2 bis 5 kann den oben bezüglich der Figur 1 beschriebenen asymmetrischen Verlauf der Blendenkante 17 aufweisen, obwohl dieser in den Figuren 2 bis 5 nicht dargestellt ist.

[0035] Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das durch die mindestens eine Leuchtdiode 5 ausgesandte Licht durch die Vorsatzoptik 8 gebündelt und im Wesentlichen in Richtung der Ober- bzw. Vorderkante 17 der Blendenanordnung 16 gelenkt. Ein erster Teil 20 der gebündelten Lichtstrahlen gelangt an der Kante 17 der Blendenanordnung 16 vorbei und trifft unmittelbar auf eine oder mehrere der Reflexionsflächen 13 bis 15 des Reflektors 12. Von dort aus wird der erste Teil 20 der Lichtstrahlen zur Erzeugung eines ersten Teils der resultierenden, gewünschten Gesamtlichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung 1 auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert. Ein zweiter Teil 21 der gebündelten Lichtstrahlen trifft auf die Blendenanordnung 16 und wird von dieser abgeschattet. Die Blendenanordnung 16 ist auf einer der mindestens einen Vorsatzoptik 8 zugewandten Seite 22 zumindest bereichsweise reflektierend ausgebildet, bspw. mit einer reflektierenden Beschichtung versehen. Die Blendenanordnung 16 ist derart im Strahlengang angeordnet und ausgerichtet, dass auf die reflektierende Oberfläche 22 der Blendenanordnung 16 auftreffende Lichtstrahlen in Richtung des optischen Ele-

ments 18 reflektiert werden. Das optische Element 18 ist in dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel als ein Reflektor ausgebildet, der derart ausgebildet und im Strahlengang angeordnet ist, dass der zweite Teil 21 der auf den Reflektor 18 treffenden Lichtstrahlen in Richtung des Reflektors 12 reflektiert wird, von wo er zur Erzeugung eines zweiten Teils der resultierenden, gewünschten Gesamtlichtverteilung des Scheinwerfers 1 auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert wird. Eine Überlagerung der verschiedenen Teile 20, 21 der von dem Reflektor 12 reflektierten Lichtstrahlen erzeugt die resultierende, gewünschte Gesamtlichtverteilung des Scheinwerfers 1.

[0036] Eine durch den Scheinwerfer 1 in der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform erzeugte Gesamtlichtverteilung ist beispielsweise in Figur 7 dargestellt, wie sie sich auf einem in einem Abstand zu dem Scheinwerfer 1, beispielsweise in einem Abstand von 25 Metern, angeordneten Messschirm ergibt. Auf diesem ist eine horizontale HH und eine senkrecht dazu stehende vertikale VV eingezeichnet. Ein durch den ersten Teil 20 der durch den Reflektor 12 reflektierten Lichtstrahlen erzeugter konzentrierter Bereich in Form einer Spotlichtverteilung ist mit dem Bezugszeichen 23 bezeichnet. Die Spotlichtverteilung 23 weist sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung eine relativ hohe Konzentration, d.h. eine geringe Erstreckung auf. Die Oberseite der Spotlichtverteilung 23 bildet eine relativ scharf abgegrenzte asymmetrische Helldunkelgrenze 24. Diese umfasst einen auf der Gegenverkehrsseite unterhalb der horizontalen HH angeordneten horizontalen Abschnitt 25 sowie einen höheren, auf der eigenen Verkehrsseite angeordneten und bis über die horizontale HH schräg ansteigenden Abschnitt 26 auf. Die Spotlichtverteilung 23 weist insbesondere im Zentrum unmittelbar unter der Helldunkelgrenze 24 ein ausgeprägtes Intensitätsmaximum auf.

[0037] Ein durch den zweiten Teil 21 der von dem Reflektor 12 reflektierten Lichtstrahlen erzeugter Bereich in Form einer Basislichtverteilung ist in Figur 7 mit dem Bezugszeichen 27 bezeichnet. Die Basislichtverteilung 27 weist an ihrer Oberseite eine gerade horizontale Helldunkelgrenze 28 auf. Diese verläuft vorzugsweise etwas unterhalb der Helldunkelgrenze 24 der Spotlichtverteilung 23. Ferner hat die Basislichtverteilung 27 in vertikaler Richtung, vor allem aber in horizontaler Richtung eine relativ große Erstreckung. Des Weiteren weist die Basislichtverteilung 27 weniger stark ausgeprägte Intensitätsmaxima auf als die Spotlichtverteilung 23. Eine Überlagerung der Basislichtverteilung 27 und der Spotlichtverteilung 23 ergibt eine die gesetzlichen Anforderungen an eine Abblendlichtverteilung besonders gut erfüllende und den Kundenwünschen besonders gut entsprechende Abblendlichtverteilung als resultierende, gewünschte Gesamtlichtverteilung.

[0038] Bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 2 kann der erste Teil 20 der gebündelten Lichtstrahlen auf einen ersten Bereich des Reflektors 12, beispielsweise auf die zentrale Reflexionsfläche 13, und kann der zweite Teil

21 der von der Vorsatzoptik 8 gebündelten Lichtstrahlen auf andere Bereiche des Reflektors 12, beispielsweise die seitlichen Reflexionsflächen 14, treffen und von dort aus dann in der gewünschten Weise auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert werden. Alternativ ist es auch denkbar, dass der erste Teil 20 und der zweite Teil 21 der gebündelten Lichtstrahlen auf verschiedene Bereiche des Reflektors 12, beispielsweise jeweils sowohl auf die zentrale Reflexionsfläche 13 als auch auf die seitlichen Reflexionsflächen 14, treffen.

[0039] Bei dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Scheinwerfers 1 wird das von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandte Licht nicht nur in den ersten Teil 20 und den zweiten Teil 21 der Lichtstrahlen aufgespalten, sondern auch noch in einen dritten Teil 33. Der dritte Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen umfasst vorzugsweise diejenigen Lichtstrahlen, die nach dem Aussenden durch die mindestens eine Leuchtdiode 5 nicht über eine der Eintrittsflächen 9 in die Vorsatzoptik 8 eingekoppelt werden. Dieser an der Vorsatzoptik 8 vorbeigelaufene Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen gelangt auf den Reflektor 12 und wird von diesem als ein Teil der resultierenden, gewünschten Gesamtlichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug reflektiert. Dabei kann der dritte Teil 33 der Lichtstrahlen von der mindestens einen Leuchtdiode 5 aus unmittelbar auf den Reflektor 12 treffen (in Figur 3 nicht dargestellt).

[0040] Alternativ ist es denkbar, dass der dritte Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen zumindest teilweise auf ein optisches Element, beispielsweise das optische Element 18, trifft und von diesem in Richtung des Reflektors 12 umgelenkt wird. Bei dem optischen Element 18, auf das der dritte Teil 33 der Lichtstrahlen trifft, kann es sich um das gleiche optische Element 18 handeln, das auch zumindest einen Teil des zweiten Teils 21 der an der Oberfläche 22 der Blendenanordnung 16 reflektierten Lichtstrahlen in Richtung des Reflektors 12 umlenkt. Es ist aber auch denkbar, dass es sich um unterschiedliche optische Elemente handelt. Das optische Element 18, auf das die an der Vorsatzoptik 8 vorbei gelangten Lichtstrahlen 33 treffen, ist vorzugsweise als ein Reflektor ausgebildet.

[0041] Es ist denkbar, dass die verschiedenen Teile 20, 21, 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen auf unterschiedliche Bereiche des Reflektors 12 treffen. So ist es beispielsweise denkbar, dass der erste Teil 20 der von der Vorsatzoptik 8 gebündelten Lichtstrahlen auf die zentrale Reflexionsfläche 13, der zweite Teil 21 der gebündelten Lichtstrahlen auf seitliche Reflexionsflächen 14 und der dritte Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen auf eine obere Reflexionsfläche 15 trifft, von wo aus die Lichtstrahlen jeweils zur Erzeugung der resultierenden, gewünschten Gesamtlichtverteilung in einer Lichtaustrittsrichtung 32 auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug reflektiert werden. Alternativ ist es

denkbar, dass die verschiedenen Teile 20, 21, 33 der Lichtstrahlen jeweils auf mehrere der Reflexionsflächen 13 bis 15 treffen.

[0042] Eine durch den Scheinwerfer 1 gemäß der Ausführungsform aus Figur 3 erzeugte Lichtverteilung ist beispielhaft in Figur 8 dargestellt. Dabei kann der erste Teil 20 der Lichtstrahlen nach wie vor die Spotlichtverteilung 23 und der zweite Teil 21 der Lichtstrahlen die Basislichtverteilung 27 erzeugen. Der dritte Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen kann zur gezielten zusätzlichen Ausleuchtung der seitlichen Bereiche der Abblendlichtverteilung 23, 27 dienen. Bei einer solchen resultierenden Gesamtlichtverteilung sind für den Fahrer des Kraftfahrzeugs die Fahrbahnränder und dort befindliche Personen, Objekte und Verkehrszeichen besser sichtbar. Der dritte Teil 33 der Lichtstrahlen erzeugt also einseitig oder beidseitig der Abblendlichtverteilung 23, 27 angeordnete Seitenausleuchtungsbereiche 29, welche die Abblendlichtverteilung 23, 27 zur Verbesserung der Ausleuchtung der Fahrbahnränder überlagern.

[0043] Eine alternative Ausführungsform einer durch den Scheinwerfer 1 gemäß Figur 3 realisierten Lichtverteilung ist beispielhaft in Figur 9 gezeigt. Dabei wird durch den dritten Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode ausgesandten Lichtstrahlen ein Overheadbereich 30 oberhalb der Helldunkelgrenze 24 der Abblendlichtverteilung 23, 27 ausgeleuchtet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird insbesondere ein Overheadbereich 30 auf der eigenen Verkehrsseite, bei Rechtsverkehr also rechts von der Vertikalen VV, ausgeleuchtet. Durch den ausgeleuchteten Overheadbereich 30 können Verkehrszeichen und andere Gegenstände, die oberhalb der Fahrbahn am Fahrbahnrand auf der eigenen Verkehrsseite angeordnet sind, durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs besser erkannt werden.

[0044] Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass das durch den dritten Teil 33 der Lichtstrahlen resultierende Licht nach der Reflexion durch den Reflektor 12 einfach zur Verstärkung bestimmter Teilbereiche der Abblendlichtverteilung 23, 27, beispielsweise des Spotlichts 23 oder des Basislichts 27, dient.

[0045] Bezugnehmend auf das Ausführungsbeispiel der Figur 6 ist eine erste Leuchtdiode 5.1 unmittelbar unterhalb der Vorsatzoptik 8 angeordnet. Der dritte Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen könnte beispielweise von einer nicht unmittelbar unterhalb der Vorsatzoptik 8, sondern versetzt zu dieser angeordneten weiteren Leuchtdiode 5.2 ausgesandt werden. Bei einem solchen Ausführungsbeispiel wären also eine oder mehrere Leuchtdioden 5.1 unterhalb der Vorsatzoptik 8 angeordnet, so dass das von dieser mindestens einen Leuchtdiode 5.1 ausgesandte Licht durch die Vorsatzoptik 8 zu den ersten und zweiten Teilen 20, 21 der gebündelten Lichtstrahlen führen würde. Das von der mindestens einen weiteren Leuchtdiode 5.2 ausgesandte Licht würde dagegen den dritten Teil 33 der von der mindestens einen Leuchtdiode

5 ausgesandten Lichtstrahlen bilden, die an der Vorsatzoptik 8 vorbei gelangen.

[0046] Für die Ausführungsbeispiele des Scheinwerfers 1 gemäß der Figuren 2 und 3 kann Bezugnehmend auf die Frontansicht des Scheinwerfers 1 aus Figur 1 das Gehäuse 2 weiter nach oben gezogen werden, so dass das optische Element 18 bei einem Blick in den Scheinwerfer 1 entgegen der Lichtaustrittsrichtung 32 nicht durch die Abdeckscheibe 4 hindurch zu erkennen ist, sondern durch das nach oben bis dicht an die Reflexionsfläche 12 herangezogene Gehäuse 2 verdeckt wird. Bei einem in der Kraftfahrzeugkarosserie eingebauten Scheinwerfer 1 könnte also der gesamte Bereich des Scheinwerfers 1 unterhalb des Reflektors 12 von der Kraftfahrzeugkarosserie oder entsprechenden Blenden- oder Zierelementen oder dem Scheinwerfergehäuse 2 verdeckt sein. Von außen sichtbar wären dann lediglich die Abdeckscheibe 4 mit dem dahinter befindlichen Reflektor 12.

[0047] Bei der in Figur 1 gezeigten Ausgestaltung des Scheinwerfers 1 mit einem durch die Abdeckscheibe 4 hindurch sichtbaren optischen Element 18 ist eine Ausgestaltung der Komponenten des Scheinwerfers 1 gemäß den Ausführungsbeispielen der Figuren 4 oder 5 besonders vorteilhaft. Die Ausführungsform der Figur 4 entspricht im Wesentlichen der bereits oben beschriebenen Ausführungsform der Figur 2. Ein wesentlicher Unterschied zu der Ausführungsform aus Figur 2 besteht darin, dass das optische Element 18 teilreflektierend ausgestaltet ist, dass es also lediglich einen Teil der auf das optische Element 18 treffenden Lichtstrahlen reflektiert und einen anderen Teil der Lichtstrahlen transmittiert. Auf diese Weise könnte das von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandte und von der Vorsatzoptik 8 gebündelte Licht in einen weiteren Teil 31 aufgespalten werden. Der weitere Teil 31 der Lichtstrahlen kann beim Durchtritt durch das optische Element 18 an den Grenzflächen zwischen Luft und dem Material des optischen Elements 18 gebrochen werden. Durch die Anordnung von optisch wirksamen Elementen (nicht dargestellt) auf der Lichtaustrittsseite des optischen Elements 18, bspw. in Form von Streustrukturen (Prismen, Zylinderlinsen, einer Mikrostrukturierung etc.), kann Form, Richtung, Lichtstärkeverteilung u.a. des durch den dritten Teil 31 der Lichtstrahlen erzeugten Lichtbündels in gewünschter Weise eingestellt werden.

[0048] Der weitere Teil 31 der Lichtstrahlen könnte zur Unterstützung der durch die ersten und zweiten Teile 20, 21 der Lichtstrahlen nach der Reflexion an der Sekundäroptik 12 erzeugten resultierenden Gesamtlichtverteilung eingesetzt werden. Alternativ könnte durch den weiteren Teil 31 der Lichtstrahlen auch eine Vergrößerung des Signalbilds der durch den ersten und zweiten Teil 20, 21 der Lichtstrahlen erzeugten resultierenden Gesamtlichtverteilung erzielt werden, um für entgegenkommende Verkehrsteilnehmer die Blendwirkung subjektiv zu verringern. Für diese wird die leuchtende Fläche der Beleuchtungseinrichtung 1 vergrößert, da Licht nicht

mehr nur von dem Reflektor 12, sondern zusätzlich auch noch von dem optischen Element 18 ausgesandt wird. Ferner wäre es denkbar, dass der weitere Teil 31 der Lichtstrahlen zur Erzeugung einer zusätzlichen Lichtfunktion dient, die ggf. über eine oder mehrere separat ansteuerbare Lichtquellen erzeugt werden kann.

[0049] Zur Realisierung der teilreflektierenden Eigenschaften des optischen Elements 18 kann dieses beispielsweise aus einem transparenten Material, insbesondere Kunststoff, ausgebildet und auf mindestens einer Seite mit einer teilreflektierenden Beschichtung versehen sein. Diese Beschichtung ist derart ausgestaltet, dass sie einen Teil der auf sie treffenden Lichtstrahlen reflektiert (den in Richtung Reflektor 12 gelenkten Teil 21 der Lichtstrahlen) und einen anderen Teil der auf sie treffenden Lichtstrahlen transmittiert (den weiteren Teil 31 der Lichtstrahlen).

[0050] Die teilreflektierende Beschichtung kann derart ausgestaltet sein, dass die auf sie treffenden Lichtstrahlen wellenlängenselektiv reflektiert bzw. transmittiert werden. Es wäre beispielsweise denkbar, dass Licht in einem für das menschliche Auge sichtbaren Wellenlängenbereich in Richtung des Reflektors 12 reflektiert und Licht in einem für das menschliche Auge unsichtbaren Wellenlängenbereich, beispielsweise einem Infrarotwellenlängenbereich, transmittiert wird. Damit würde der weitere Teil 31 der Lichtstrahlen im Wesentlichen nur Infrarot (IR)-Strahlung umfassen, die beispielsweise zur Ausleuchtung des Fahrbahnbereichs vor dem Kraftfahrzeug, insbesondere oberhalb einer Helldunkelgrenze 24 genutzt werden könnte. Der mit der IR-Strahlung ausgeleuchtete Fernbereich könnte dann durch eine IRempfindliche Kamera erfasst und dem Fahrer des Kraftfahrzeugs entweder auf einem separaten Bildschirm oder als Projektion auf die Windschutzscheibe ausgegeben werden. Auf diese Weise ließe sich mit dem erfindungsgemäßen Scheinwerfer 1 auf einfache und kostengünstige Weise die Funktion eines IR-Strahlers für ein Nachtsichtsystem eines Kraftfahrzeugs realisieren.

[0051] Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn der weitere Teil 31 der Lichtstrahlen auch für das menschliche Auge sichtbares Licht umfasst. Um das aus dem optischen Element 18 austretende Licht zu streuen und ausgeprägte Intensitätsmaxima zu vermeiden, könnte eine Lichtaustrittsfläche des optischen Elements 18 zumindest bereichsweise mit Streuelementen, beispielsweise in Form von Zylinderlinsen, Prismen oder einer Mikrostrukturierung, versehen sein.

[0052] Die teilreflektierende Beschichtung des optischen Elements 18 könnte auch derart ausgestaltet sein, dass sich deren reflektierenden bzw. transmittierenden Eigenschaften durch das Anlegen von elektrischer Energie an die Beschichtung variieren lassen. Auf diese Weise könnte beispielsweise der Grad der Reflexion bzw. Transmission der Beschichtung und damit auch des optischen Elements 18 nach Belieben eingestellt werden, um mehr oder weniger Licht zu reflektieren bzw. zu transmittieren. Dadurch könnte der weitere Teil 31 der Licht-

strahlen sogar zur Erzeugung von Lichtfunktionen eingesetzt werden, die unabhängig von einer Aktivierung der durch den ersten und zweiten Teil 20, 21 der Lichtstrahlen erzeugten resultierenden Gesamtlichtverteilung aktiviert bzw. deaktiviert werden können, wie beispielsweise eine Blinklichtfunktion. Zur Realisierung einer Blinklichtfunktion kann das Material des optischen Elements 18 zudem gelb, orange und/oder bernsteinfarben eingefärbt sein.

[0053] Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Scheinwerfers 1 wird nachfolgend anhand der Figur 5 näher erläutert. Die dort dargestellten Komponenten und die Funktion des Scheinwerfers 1 entsprechen im Wesentlichen der Ausführungsform aus Figur 3. Im Unterschied dazu ist jedoch auch hier das optische Element 18 teilreflektierend ausgestaltet. Das bedeutet, dass auf das optische Element 18 treffende Licht zumindest teilweise transmittiert (weiterer Teil 31 der Lichtstrahlen) wird. Dies gilt sowohl für Lichtstrahlen des zweiten Teils 21 (nach Reflexion durch die Oberfläche 22 der Blendenanordnung 16) als auch für Lichtstrahlen des dritten Teils 33 (die an der Vorsatzoptik 8 vorbeigehen) der von der mindestens einen Leuchtdiode 5 ausgesandten Lichtstrahlen.

[0054] Der beschriebene erfindungsgemäße Scheinwerfer 1 kann in seiner Gesamtheit um eine horizontale Achse 34 und/oder eine vertikale Achse 35 schwenkbar in der Fahrzeugkarosserie angeordnet sein. Vorzugsweise ist ein Scheinwerfermodul (vgl. die Figuren 2 bis 5) umfassend die mindestens eine Lichtquelle 5, die mindestens eine Primäroptik 8, die Blendenanordnung 16, das optische Element 18 und die Sekundäroptik 12 oder sind lediglich Teile des Scheinwerfermoduls um eine horizontale Achse 34 und/oder eine vertikale Achse 35 relativ zu dem Scheinwerfergehäuse 2 schwenkbar angeordnet. Durch Verschwenken des Scheinwerfers 1, des Scheinwerfermoduls oder von Teilen davon um eine horizontale Achse 34 kann eine Leuchtweitenverstellung realisiert werden. Durch Verschwenken um eine vertikale Achse 35 kann eine Kurvenlichtfunktionalität realisiert werden. Die vertikale Drehachse 35 verläuft vorzugsweise parallel zu der Hauptabstrahlrichtung 6 der Lichtquellen 5 im Bereich der Blendenanordnung 16. Dabei ist die vertikale Schwenkachse 35 des Scheinwerfermoduls oder von Teilen davon bevorzugt derart angeordnet, dass die Schwenkachse 35 mit einer Längsachse eines Hüllzylinders des Moduls übereinstimmt, wobei der Hüllzylinder das Scheinwerfermodul weitgehend umschließt. Die horizontale Schwenkachse 34 und die vertikale Schwenkachse 35 können versetzt zueinander verlaufen oder sich auch schneiden (z.B. bei einer kardanischen Aufhängung).

55 Patentansprüche

1. Zum Einbau in einem Kraftfahrzeug vorgesehene Beleuchtungseinrichtung (1) umfassend minde-

- stens eine Halbleiterlichtquelle (5) zum Aussenden von Lichtstrahlen, Primäroptik zum Bündeln zumindest eines Teils der ausgesandten Lichtstrahlen, und eine Sekundäroptik (12) zum Abbilden zumindest eines Teils der gebündelten Lichtstrahlen in einer Lichtaustrittsrichtung auf einer Fahrbahn vor dem Fahrzeug zur Erzeugung einer gewünschten Lichtverteilung, wobei die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (5), die Primäroptik und die Sekundäroptik (12) in einer in das Fahrzeug eingebauten Ausrichtung der Beleuchtungseinrichtung (1) vertikal übereinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primäroptik mindestens eine Vorsatzoptik (8) aus einem transparenten Material mit totalreflektierenden Eigenschaften umfasst, welche zumindest einen Teil der von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (5) ausgesandten Lichtstrahlen mittels Totalreflexion und Brechung an Grenzflächen (10) der Vorsatzoptik (8) bündelt.
2. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik (1) mindestens einen Reflektor umfasst.
 3. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Strahlengang der Lichtstrahlen eine Blendenanordnung (16) zum Abschatten zumindest eines Teils (21) der von der Primäroptik (8) gebündelten Lichtstrahlen angeordnet ist, wobei die Sekundäroptik (12) eine Kante (17) der Blendenanordnung (16) als Helldunkelgrenze (24) einer abgeblendeten Lichtverteilung (23, 27) auf der Fahrbahn abbildet.
 4. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blendenanordnung (16) ein um eine horizontale, quer zur Lichtaustrittsrichtung verlaufende Drehachse drehbares Walzenelement mit unterschiedlichen Konturen als Kanten (17) oder ein flächiges Blendenelement mit einer Vorder- und/oder Oberkante (17) aufweist.
 5. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (1) ein optisches Element (18) und die Blendenanordnung auf einer der mindestens einen Vorsatzoptik zugewandten Oberfläche (22) zumindest bereichsweise eine reflektierende Beschichtung aufweist, wobei die reflektierende Beschichtung zumindest einen Teil des von der Blendenanordnung (16) abgeschatteten Teils (21) der Lichtstrahlen auf das optische Element (18) reflektiert.
 6. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Element (18) die Lichtstrahlen des abgeschatteten Teils (21) der Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) lenkt.
 7. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Element (18) eine zumindest teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, die zumindest einen Teil (21) der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) reflektiert.
 8. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die teilreflektierende Oberfläche des optischen Elements (18) einen ersten Teil (21) der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) reflektiert und einen zweiten Teil (31) der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen durch das optische Element (18) transmittiert.
 9. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil (22) der von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (5) ausgesandten Lichtstrahlen an der Vorsatzoptik (8) vorbei auf die Sekundäroptik (12) gelangt, und die Sekundäroptik (12) diesen Teil (22) der Lichtstrahlen in der Lichtaustrittsrichtung vor das Fahrzeug reflektiert.
 10. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der an der Vorsatzoptik (8) vorbei gelangte Teil (22) der Lichtstrahlen direkt und unmittelbar auf die Sekundäroptik (12) gelangt.
 11. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (1) ein optisches Element (18) aufweist, wobei der an der Vorsatzoptik (8) vorbei gelangte Teil (22) der Lichtstrahlen auf das optische Element (18) trifft, und das optische Element (18) diesen Teil (22) der Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) lenkt.
 12. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das optische Element (18) eine zumindest teilweise reflektierende Oberfläche aufweist, die zumindest einen Teil der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) reflektiert.
 13. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die teilreflektierende Oberfläche des optischen Elements (18) einen ersten Teil der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen auf die Sekundäroptik (12) reflektiert und einen zweiten Teil (31) der auf das optische Element (18) treffenden Lichtstrahlen durch das optische Element (18) transmittiert.

14. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch das optische Element (18) transmittierte zweite Teil (31) der Lichtstrahlen in der Lichtaustrittsrichtung aus dem optischen Element (18) austritt. 5
15. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus dem optischen Element (18) austretende Teil der Lichtstrahlen auch aus der Beleuchtungseinrichtung (1) austritt und nicht-fokussiertes Streulicht zur Vergrößerung eines Signalbilds der von der Sekundäroptik (12) abgebildeten Lichtverteilung bildet. 10
16. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus dem optischen Element (18) austretende Teil (31) der Lichtstrahlen einen Beitrag zur gewünschten Lichtverteilung leistet. 15
20
17. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus dem optischen Element (18) austretende Teil (31) der Lichtstrahlen bei einer gewünschten abgeblendeten Lichtverteilung (23, 27) einen Bereich (30) der Lichtverteilung (23, 27) oberhalb einer Helldunkelgrenze (24) ausleuchtet. 25
18. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Lichtmodul der Beleuchtungseinrichtung (1) die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (5), die mindestens eine Primäroptik (8), die Sekundäroptik (12), die Blendenanordnung (16) und/oder das optische Element (18) umfasst und dass das Lichtmodul oder lediglich Teile des Lichtmoduls um eine horizontale Achse (34) und/oder eine vertikale Achse (35) relativ zu einem Gehäuse (2) der Beleuchtungseinrichtung (1) schwenkbar angeordnet sind. 30
35
40

45

50

55

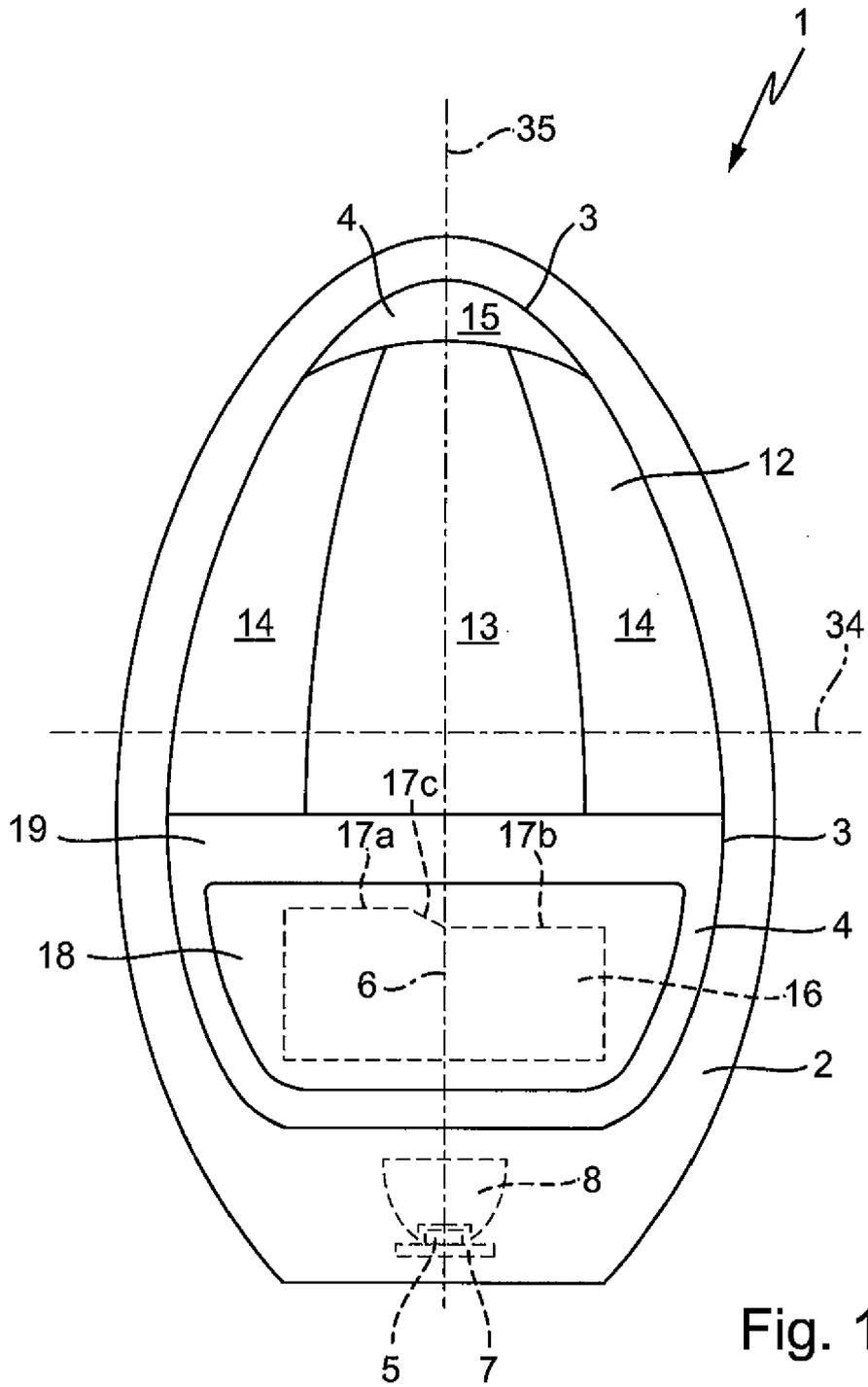


Fig. 1

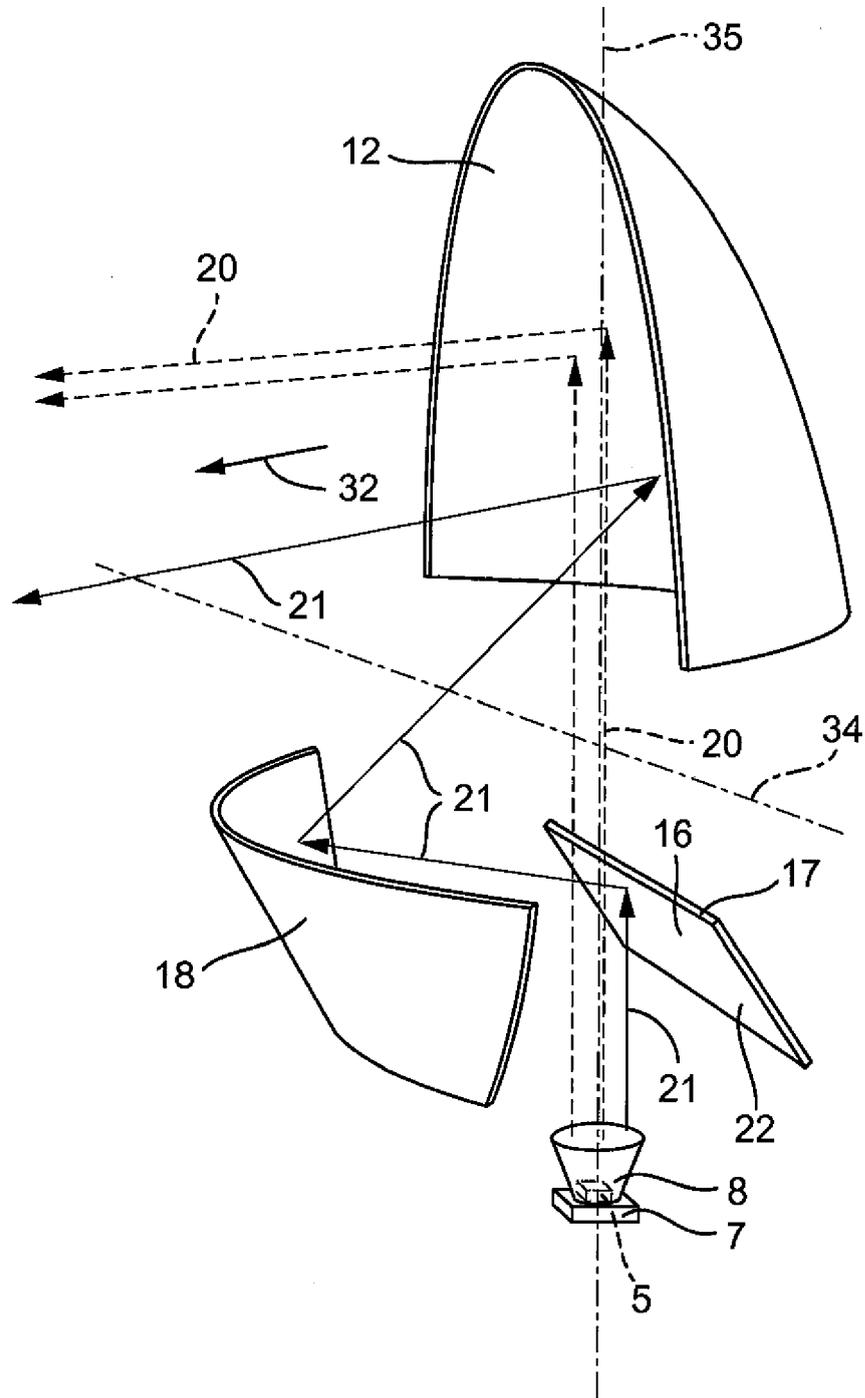


Fig. 2

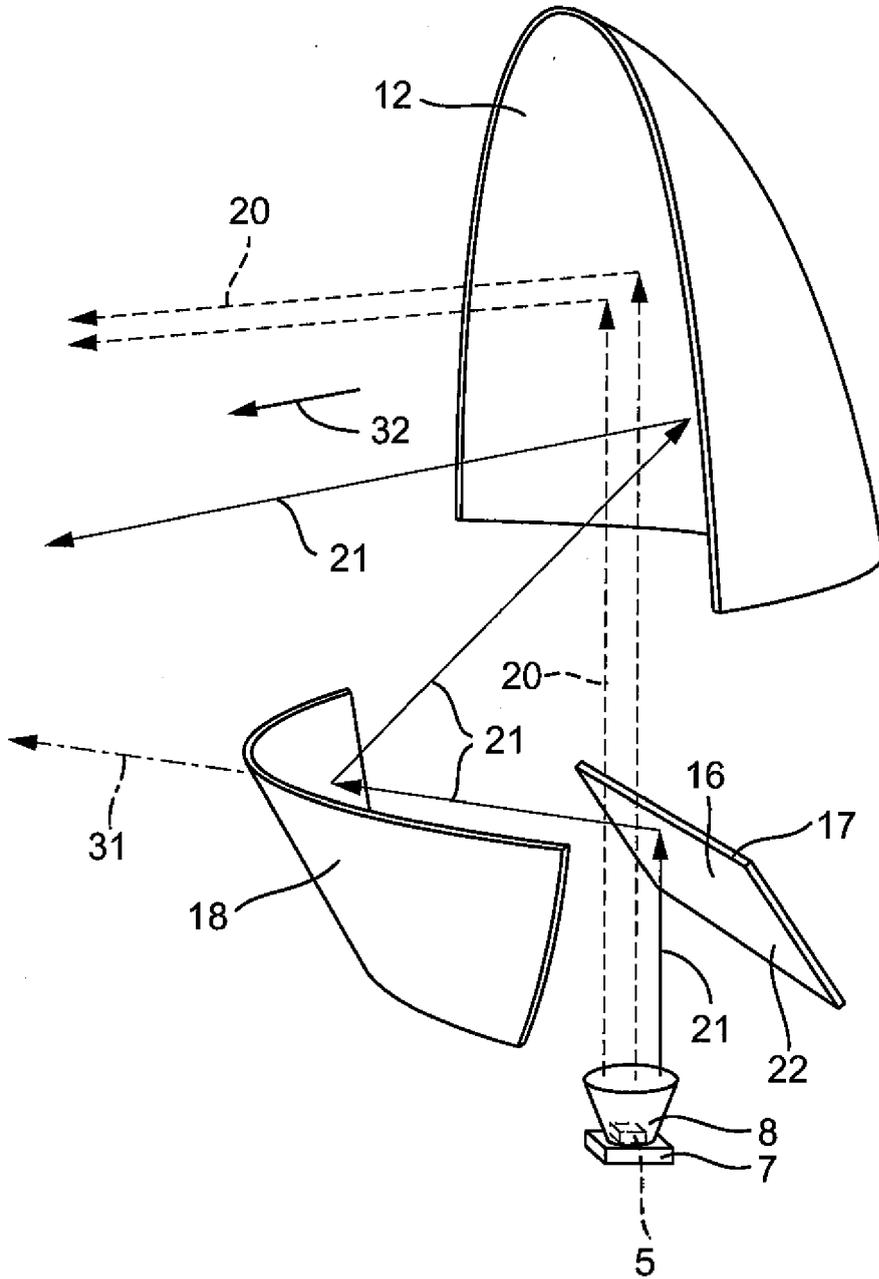


Fig. 4

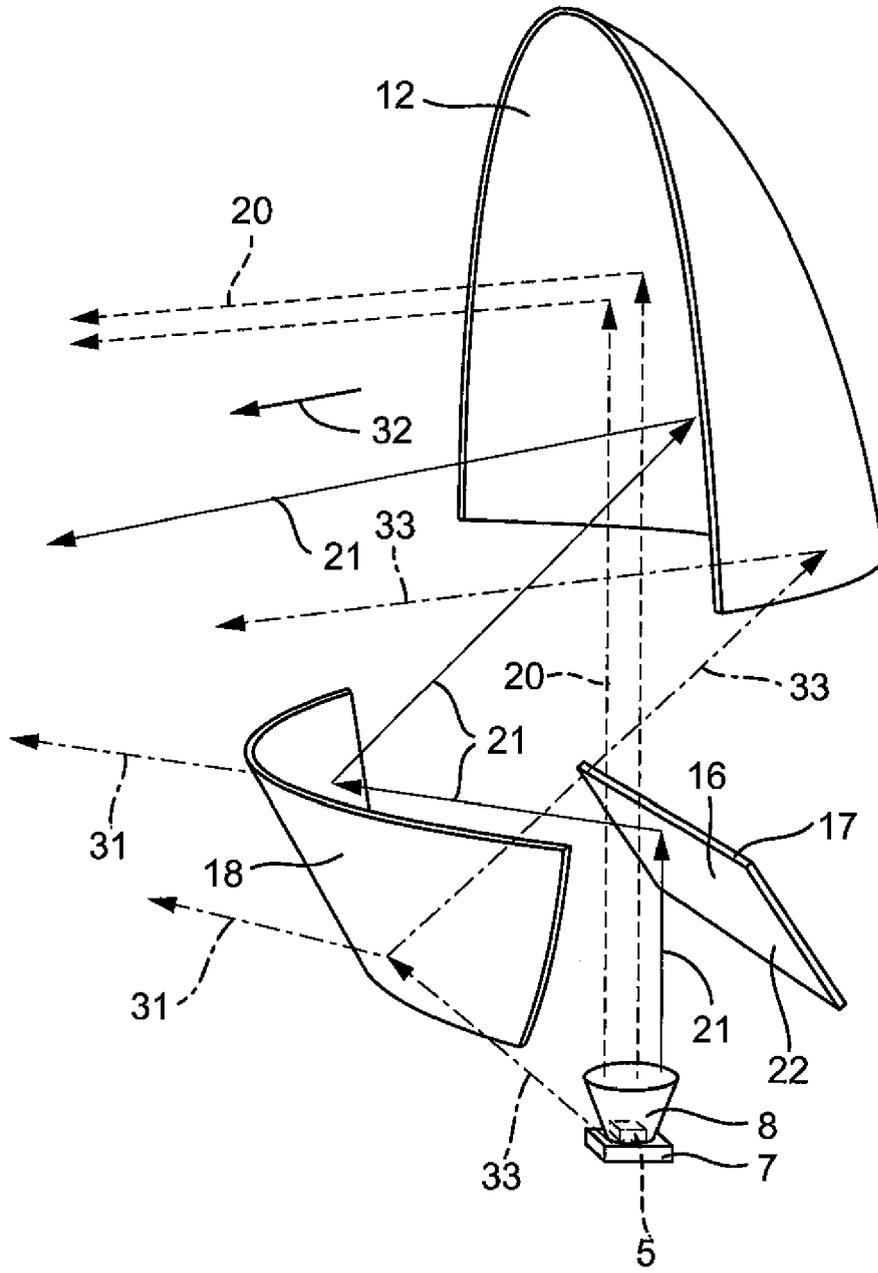


Fig. 5

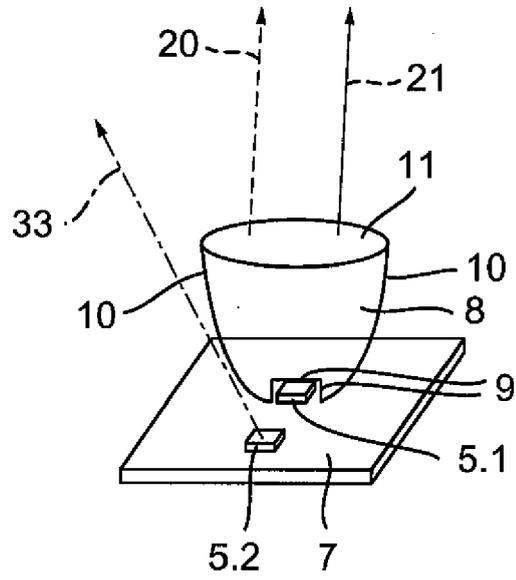


Fig. 6

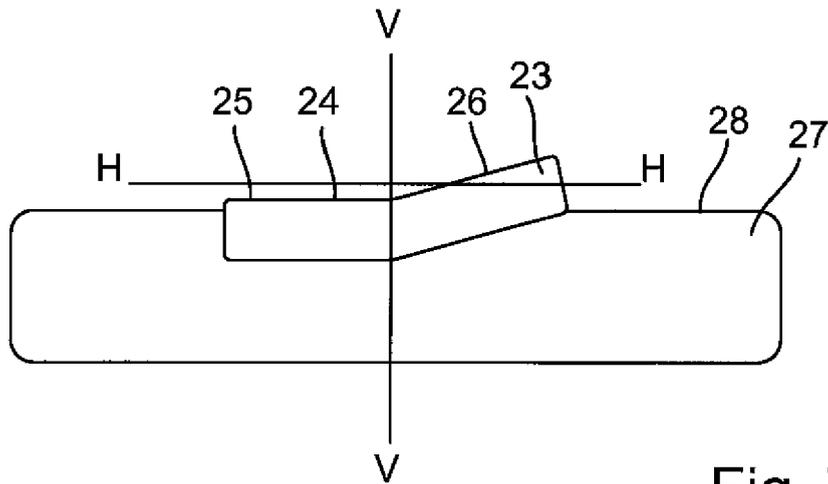


Fig. 7

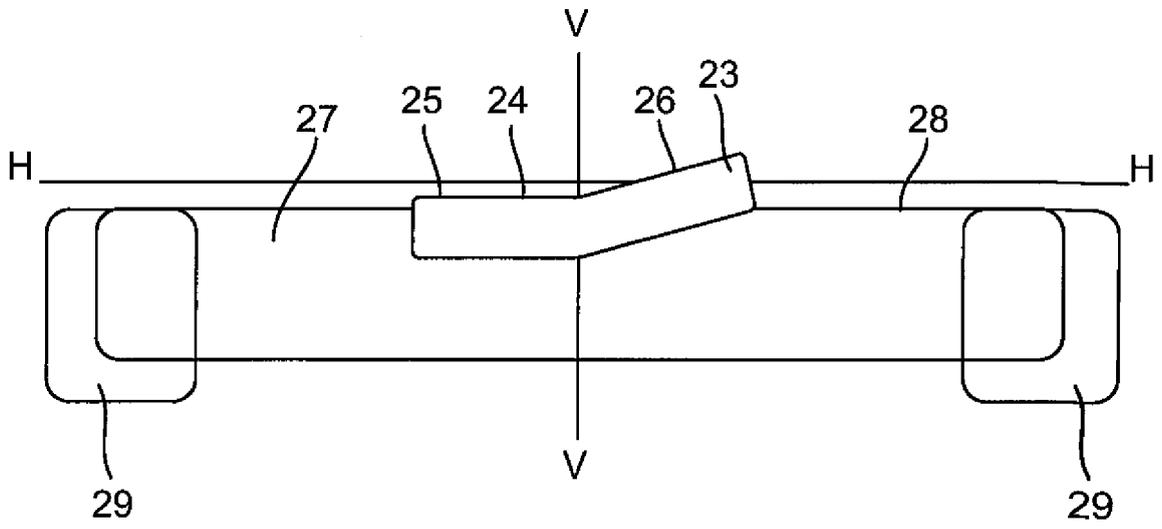


Fig. 8

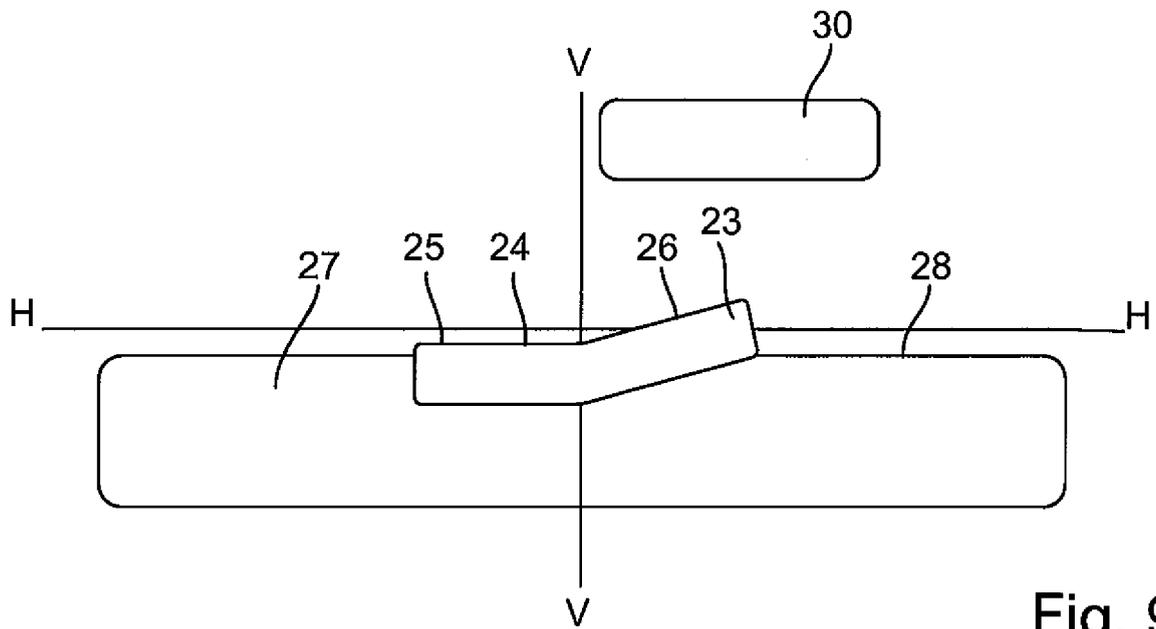


Fig. 9

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 2119959 A1 [0002]
- DE 102005012303 A1 [0012]
- DE 19739089 A1 [0012]