

(19)



(11)

EP 3 351 849 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

27.12.2023 Patentblatt 2023/52

(21) Anmeldenummer: **17204713.6**

(22) Anmeldetag: **30.11.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F21S 41/147 ^(2018.01) **F21S 41/148** ^(2018.01)
F21S 41/26 ^(2018.01) **F21S 41/32** ^(2018.01)
F21S 41/365 ^(2018.01) **F21S 41/663** ^(2018.01)
F21S 41/683 ^(2018.01) **F21S 41/40** ^(2018.01)
F21S 41/47 ^(2018.01) **F21S 41/43** ^(2018.01)
F21S 41/20 ^(2018.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F21S 41/365; F21S 41/147; F21S 41/148;
F21S 41/321; F21S 41/323; F21S 41/40;
F21S 41/663; F21S 41/26; F21S 41/47;
F21S 41/683

(54) **LED-MODUL UND BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG MIT MEHREREN SOLCHER LED-MODULE**

LED MODULE AND LIGHTING DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE WITH A PLURALITY OF SUCH LED MODULES

MODULE À LED ET DISPOSITIF D'ÉCLAIRAGE POUR UN VÉHICULE AUTOMOBILE POURVU D'UNE PLURALITÉ DE TELS MODULES À LED

(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**

(30) Priorität: **23.12.2016 DE 102016125676**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

25.07.2018 Patentblatt 2018/30

(73) Patentinhaber: **Marelli Automotive Lighting
Reutlingen (Germany)**

**GmbH
72762 Reutlingen (DE)**

(72) Erfinder:

• **Huber, Ben
72072 Tübingen (DE)**

• **Hossfeld, Wolfgang
72810 Gomaringen (DE)**
• **Rosenhahn, Ernst-Olaf
72147 Nehren (DE)**
• **Ziegler, Patrick
71101 Schönaich (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**

**Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 126 281 EP-A1- 1 193 440
EP-A1- 1 935 715 EP-A2- 2 436 969
EP-A2- 2 789 901 DE-A1-102005 058 936
US-A1- 2007 285 939

EP 3 351 849 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul einer Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs nach Anspruch 1.

[0002] Aus EP 2 436 969 A2 ist bereits ein Lichtmodul gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bekannt.

[0003] Ferner betrifft die Erfindung eine Beleuchtungseinrichtung mit mindestens einem derartigen Lichtmodul. Die Beleuchtungseinrichtung umfasst ein Gehäuse, das vorzugsweise aus einem Kunststoff gefertigt ist und in Lichtaustrittsrichtung eine Lichtdurchtrittsöffnung aufweist, die durch eine transparente Abdeckscheibe verschlossen ist. Das mindestens eine Lichtmodul ist im Inneren des Gehäuses angeordnet, entweder starr an dem Gehäuse befestigt oder um eine horizontale und/oder vertikale Achse beweglich angeordnet, so dass durch Bewegungen des mindestens einen Lichtmoduls relativ zu dem Gehäuse eine variable Leuchtweite bzw. eine Kurvenlichtfunktionalität realisiert werden kann.

[0004] Die Beleuchtungseinrichtung ist vorzugsweise als ein Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug ausgebildet. Das Lichtmodul dient somit zur Erzeugung einer Scheinwerferfunktion (z.B. Abblendlicht, Fernlicht, Nebellicht, dynamisches Kurvenlicht, adaptive Lichtverteilung wie Stadtlicht, Landstraßenlicht oder Autobahnlicht) oder eines Teils davon.

[0005] EP 1 935 715 A1 offenbart ein Lichtmodul. Das Lichtmodul umfasst einen elliptischen Reflektor, eine Halbleiterlichtquelle, eine Projektionslinse und eine ebene Reflexionsfläche, die zwischen der Projektionslinse und dem Linsenbrennpunkt angeordnet ist.

[0006] Eine weitere Beleuchtungseinrichtung ist aus der DE 10 2005 058 936 A1 bekannt. Aus der EP 0 126 281 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung bekannt, bei der ein erstes und ein zweites optisches Element des Lichtmoduls beide als Reflektorelemente ausgebildet sind. Im Strahlengang zwischen dem ersten und dem zweiten Reflektorelement weist das Lichtmodul eine Blendenanordnung auf, welche einen Teil des von dem ersten Reflektorelement reflektierten Lichts abschattet und daran hindert, auf das zweite Reflektorelement zu treffen, so dass das Lichtmodul eine abgeblendete Lichtverteilung mit einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze erzeugt. Die Lichtverteilung ist bspw. ein Nebellicht oder ein Abblendlicht mit einer geraden oder asymmetrischen Helldunkelgrenze. Eine Lichtquelle des Lichtmoduls ist dabei in einem ersten Brennpunkt des ersten Reflektorelements angeordnet. Ein erster Brennpunkt des zweiten Reflektorelements ist deckungsgleich mit einem zweiten Brennpunkt des ersten Reflektorelements. Eine Kante der Blendenanordnung ist in dem ersten Brennpunkt des zweiten Reflektorelements angeordnet. Die Kante der Blendenanordnung wird zur Bildung der Helldunkelgrenze der abgeblendeten Lichtverteilung genutzt. Das erste Reflektorelement weist in einem vertikalen Schnitt und/oder in einem horizontalen Schnitt eine elliptische Form auf. Das zweite Reflektorelement ist durch koni-

sche Segmente geformt, oder Punkte oder Abschnitte des zweiten Reflektorelements können als Freiformreflektor ausgebildet sein, dessen reflektierende Fläche mathematisch beschrieben werden kann. Das bekannte Lichtmodul weist kein Linsenelement auf, so dass die Variabilität des Lichtmoduls bezüglich der erzielbaren Vergrößerungsfaktoren, um welche ein Abbild der Lichtquelle zur Realisierung der Lichtverteilung vergrößert werden kann, auf die durch die Verwendung der beiden Reflektorelemente erzielbaren Vergrößerungsfaktoren beschränkt ist.

[0007] Aus der EP 1 193 440 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung mit einem einzigen Lichtmodul bekannt, das in einem ersten Ausführungsbeispiel ein Reflektorelement als erstes optisches Element und ein Linsenelement als zweites optisches Element aufweist. Das Linsenelement dient zur 'Korrektur' der Lichtverteilung bspw. in horizontaler Richtung. Das Linsenelement manipuliert die Lichtstrahlen, ohne den Versuch, die Abbildungsfunktionalität beizubehalten. Ein zweites Ausführungsbeispiel ist ähnlich dem aus der EP 0 126 281 A1 bekannten Lichtmodul. Insbesondere umfasst das bekannte Lichtmodul ein elliptisches erstes Reflektorelement, eine Blendenanordnung und ein parabolisches zweites Reflektorelement. Im Gegensatz zu der EP 0 126 281 A1 ist eine Flächenerstreckung der Blendenanordnung entlang (und nicht senkrecht zu) einer optischen Achse des ersten Reflektorelements ausgerichtet und bildet eine reflektierende Oberfläche, so dass eine abgeblendete Lichtverteilung mit einer Helldunkelgrenze gebildet wird, indem die entsprechenden Lichtstrahlen in Richtung des zweiten Reflektorelements reflektiert werden, statt sie einfach nur abzuschatten.

[0008] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Lichtmodul der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass es ein abbildendes System mit einer großen Zahl an Freiheitsgraden bildet, durch die eine breite homogene Lichtverteilung auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug erzeugt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Zur Lösung dieser Aufgabe wird unter anderem vorgeschlagen, dass das Lichtmodul ein drittes im Strahlengang angeordnetes optisches Element aufweist, wobei das erste optische Element ein erstes Reflektorelement umfasst, welches zumindest einen Teil der von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen reflektiert, das zweite optische Element, das dem ersten Reflektorelement im Strahlengang nachgeordnet ist, ein zweites Reflektorelement umfasst und das dritte optische Element, das dem zweiten Reflektorelement im Strahlengang nachgeordnet ist, eine Projektionslinse umfasst, welche im Zusammenwirken mit dem zweiten Reflektorelement die zuvor an den beiden Reflektorelementen umgelenkten Lichtstrahlen zur Realisierung der vorgegebenen Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert. Die beiden Reflektorelemente

haben sammelnde bzw. Licht bündelnde Eigenschaften. Jedes der Reflektorelemente weist somit mindestens einen Brennpunkt bzw. mindestens eine Brennpunktwolke mit einer Vielzahl dicht beieinander liegender Brennpunkte auf. Der Abstand zwischen einem Brennpunkt eines Reflektorelements und einer Reflexionsfläche des Reflektorelements ist die Brennweite. Diese kann für jedes der Reflektorelemente in einem Vertikalschnitt und in einem Horizontalschnitt unterschiedlich oder gleich sein. Jedes der optischen Elemente des Lichtmoduls ist somit derart an der Bildung der Lichtverteilung beteiligt als dass es reflektierte (bei den Reflektorelementen) bzw. hindurchtretende (bei dem Linsenelement) Lichtstrahlen bündelt.

[0010] Das erfindungsgemäße Lichtmodul umfasst somit zwei Reflektorelemente und ein als Projektionslinse verwirklichtes Linsenelement, um eine gesetzlich vorgegebene Scheinwerferfunktion realisieren zu können. Das System weist annähernd abbildende Eigenschaften bezüglich einer Position auf der Halbleiterlichtquelle mit einer großen Leuchtdichte auf. Dies stellt eine ausreichend große maximale Beleuchtungsstärke sicher, um eine hohe Reichweite entlang der Fahrbahn zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig wird durch die Vielzahl an optischen Elementen in dem Lichtmodul eine große Zahl an Freiheitsgraden ermöglicht, welche die Bildung eines breiten homogenen Lichtverteilungsmusters auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug erlauben. Das Lichtmodul kann relativ kleinbauend ausgebildet werden. Insbesondere kann die Lichtaustrittsfläche aus dem Lichtmodul, die in der Regel der Fläche des Linsenelements entspricht, zumindest in einer Ebene klein ausgebildet werden. Bei einer kleinbauenden Ausgestaltung der Lichtaustrittsfläche in einer vertikalen Ebene kann das Lichtmodul schmal und effizient ausgebildet werden mit vertikalen Abmessungen des Linsenelements von kleiner 30 mm.

[0011] Erfindungsgemäß weist das Lichtmodul ein Blendenelement auf, welches in dem Strahlengang zwischen dem ersten Reflektorelement und dem zweiten Reflektorelement angeordnet ist. Das Blendenelement kann eine Flächenerstreckung aufweisen, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptreflexionsrichtung des ersten Reflektorelements verläuft. Alternativ kann das Blendenelement auch eine Flächenerstreckung aufweisen, die im Wesentlichen parallel zu einer Hauptreflexionsrichtung des ersten Reflektorelements verläuft, wobei zumindest diejenigen Oberflächen des Blendenelements, die von Lichtstrahlen beaufschlagt werden, die von dem Blendenelement abgeschattet werden, spiegelnd ausgebildet sind.

[0012] Im Vergleich zu bekannten Lichtmodulen sind bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul zusätzliche Freiheitsgrade in Form von zusätzlichen Brennweiten und zusätzlicher optischer Vergrößerungsfaktoren eingeführt worden, indem die Reflektoren und eine Blendenanordnung mit einem zusätzlichen Linsenelement in Form einer Projektionslinse, kombiniert wurden. Jedes der Reflektorelemente und auch die Projektionslinse

stellen dann zwei optische Vergrößerungsfaktoren zur Verfügung: einen in horizontaler Richtung und einen in vertikaler Richtung. Dadurch wird die Aufgabe, ein möglichst homogenes Lichtverteilungsmuster mit einer vorgegebenen horizontalen und vertikalen Ausdehnung (Streuung) auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zu erzeugen, auf die verschiedenen optischen Elemente aufgeteilt. Gleichzeitig bleiben die abbildenden Eigenschaften des Lichtmoduls bezüglich einer Position auf der Halbleiterlichtquelle, die eine hohe Leuchtdichte aufweist, und - sofern vorhanden - bezüglich einer Kante des Blendenelements. Dies führt zu einer besonders effizienten Erzeugung der maximalen Beleuchtungsstärke nahe einer horizontalen Helldunkelgrenze, wobei gleichzeitig die Reichweite entlang der Fahrbahn erhöht wird. Das Zusammenwirken der verschiedenen Brennweiten, die in dem Lichtmodul verwendet werden, erlaubt eine Anpassung und Optimierung der Streuung des Lichts an den verschiedenen optischen Elementen, so dass ein effizienter Lichtdurchtritt mit einer relativ kleinen Lichtaustrittsfläche kombiniert werden kann.

[0013] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das erste Reflektorelement in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt eine elliptische Form aufweist. Selbstverständlich kann die Form des ersten Reflektorelements auch von einer rein elliptischen Form abweichen und bspw. ausgehend von der elliptischen Form über die gesamte Reflexionsfläche verteilt (z.B. nach Art eines Rasters) punktwise variiert werden, so dass sich insgesamt ein Freiformreflektor ergibt. Ferner wird vorgeschlagen, dass das erste Reflektorelement in dem vertikalen Schnitt und in dem horizontalen Schnitt jeweils zwei Brennpunkte oder Brennpunktwolken umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte aufweist. Besonders bevorzugt ist es, wenn sich für das erste Reflektorelement die Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte überlagern. In diesem Fall wären also die optischen Vergrößerungsfaktoren des ersten Reflektorelements im vertikalen und im horizontalen Schnitt gleich groß. Selbstverständlich wäre es aber auch denkbar, dass die optischen Vergrößerungsfaktoren des ersten Reflektorelements im vertikalen und im horizontalen Schnitt unterschiedlich sind, wenn sich die Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte nicht überlagern.

[0014] Vorteilhafterweise ist die Lichtquelle in einem ersten Brennpunkt oder in der Nähe einer ersten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements angeordnet. Bei einem elliptischen oder annähernd elliptischen Reflektorelement werden die von der nahezu punktförmigen Halbleiterlichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen dann in dem zweiten Brennpunkt oder in der Nähe der zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements gebündelt.

[0015] Vorzugsweise weist das zweite Reflektorelement in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt jeweils einen Brennpunkt oder eine Brenn-

punktwolke auf. Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte können sich überlagern oder aber auch unterschiedlich im Raum angeordnet sein. Das zweite Reflektorelement kann zumindest in einem Schnitt, vorzugsweise in einem Vertikalschnitt, eine parabolische Form aufweisen. Das zweite Reflektorelement kann, vorzugsweise in horizontaler Richtung, eine Längserstreckung im Wesentlichen quer zu einer optischen Achse des ersten Reflektorelements aufweisen. Die Längserstreckung kann dabei gerade oder aber um den zweiten Brennpunkt bzw. die zweite Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements gebogen oder gewölbt sein. Denkbar wäre aber auch, dass das zweite Reflektorelement eine Freiform aufweist. Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein Brennpunkt oder eine Brennpunktwolke umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte des zweiten Reflektorelements in einem zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements angeordnet ist oder dass eine Brennpunktlinie umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Brennpunkte des zweiten Reflektorelements durch einen zweiten Brennpunkt oder eine zweite Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements verläuft.

[0016] Erfindungsgemäß bilden das zweite Reflektorelement und das Linsenelement gemeinsam eine Projektionseinheit und sind derart abhängig voneinander geformt und relativ zueinander angeordnet, dass sie im Zusammenwirken eine Kante des Blendenelements als eine Helldunkelgrenze der abgeblendeten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projizieren. Die Kante des Blendenelements, die von der Projektionseinheit des Lichtmoduls als Helldunkelgrenze der Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert wird, verläuft vorteilhaftweise durch einen zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements. Die Ausgestaltung des zweiten Reflektorelements und des Linsenelements sind derart aufeinander abgestimmt, dass bspw. das Linsenelement abhängig davon, ob das zweite Reflektorelement einen zweiten Brennpunkt, eine zweite Brennpunktwolke oder eine zweite Brennpunktlinie aufweist, dementsprechend einen ersten Brennpunkt, eine erste Brennpunktwolke oder eine erste Brennpunktlinie aufweist. Ein bspw. in horizontaler Richtung langgestrecktes zweites Reflektorelement weist eine Brennpunktlinie mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten zweiten Brennpunkten der verschiedenen Vertikalschnitte des Reflektorelements auf. In einem Vertikalschnitt kann das zweite Reflektorelement eine parabolische Form oder eine davon abweichende Freiform aufweisen. Dementsprechend wäre auch das Linsenelement in horizontaler Richtung langgestreckt und wiese eine Brennpunktlinie mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten ersten Brennpunkten der verschiedenen Vertikalschnitte des Linsenelements auf. Ein zweiter Brennpunkt des Linsenelements wäre vorzugsweise in einer großen Entfer-

nung zu dem Linsenelement, vorzugsweise im 'Unendlichen' angeordnet, um das Licht möglichst weit vor das Kraftfahrzeug zu projizieren und eine große Reichweite der Lichtverteilung zu erzielen.

[0017] Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Beleuchtungseinrichtung, die mehrere in einem in das Kraftfahrzeug eingebauten Zustand nebeneinander angeordnete erfindungsgemäße Lichtmodule aufweist, wobei sich die Lichtverteilungen der einzelnen Lichtmodule zu der vorgegebenen Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung überlagern. Dabei ist es denkbar, dass alle Lichtmodule identische Lichtverteilungen erzeugen, die sich dann zu der resultierenden Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung überlagern. Alternativ wäre es aber auch denkbar, dass zumindest zwei der Lichtmodule der Beleuchtungseinrichtung unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugen, so dass sich die verschiedenen Lichtverteilungen der Lichtmodule zu der resultierenden Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung überlagern bzw. ergänzen.

[0018] Um eine besonders einfache Fertigung und Montage der Beleuchtungseinrichtung bzw. der darin angeordneten Lichtmodule zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass die ersten Reflektorelemente, die zweiten Reflektorelemente und/oder die Linsenelemente der Lichtmodule der Beleuchtungseinrichtung jeweils als eine gemeinsame integrale erste Reflektorelementeinheit, zweite Reflektorelementeinheit und/oder Linsenelementeinheit ausgebildet sind.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- 35 Fig. 1 eine erste bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls in einer perspektivischen Ansicht;
- Fig. 2 das Lichtmodul aus Figur 1 in einem Längsschnitt;
- 40 Fig. 3 verschiedene Vergrößerungsfaktoren der verschiedenen optischen Elemente eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;
- 45 Fig. 4 eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls in einer perspektivischen Ansicht;
- 50 Fig. 5 das Lichtmodul aus Figur 4 in einem Längsschnitt;
- Fig. 6 mehrere nebeneinander angeordnete Lichtmodule aus Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht;
- 55 Fig. 7 mehrere nebeneinander angeordnete Lichtmodule aus Figur 4 in einer perspektivischen An-

sicht;

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform mit mehreren nebeneinander angeordneten Lichtmodulen in einer perspektivischen Ansicht; und

Fig. 9 eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

[0020] Die Figuren zeigen verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Die Erfindung ist aber nicht auf die hier gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können einzelne Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen auch anderweitig miteinander kombiniert werden als in den Figuren gezeigt und hier beschrieben, um zu einer anderen Ausführungsform der Erfindung zu gelangen. Gleiche Bauteile sind in den verschiedenen Figuren mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0021] In Figur 9 ist eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Die Beleuchtungseinrichtung 1 ist als ein Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs ausgebildet. Sie umfasst ein Gehäuse 2, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist und eine Lichtdurchtrittsöffnung 3 aufweist, die durch eine transparente Abdeckscheibe 4, die vorzugsweise ebenfalls aus Kunststoff gefertigt ist, verschlossen ist. Die Beleuchtungseinrichtung 1 wird in einer dafür vorgesehenen Einbauposition in einer Karosserie eines Kraftfahrzeugs eingebaut und befestigt.

[0022] Im Inneren des Gehäuses 2 ist ein Lichtmodul 5 angeordnet. Das Lichtmodul 5 kann fest oder aber um eine horizontale Achse und/oder eine vertikale Achse verschwenkbar in dem Gehäuse 2 angeordnet sein. Das Lichtmodul 5 sendet Licht in einer Hauptaustrittsrichtung 6 aus, die vorzugsweise parallel zu einer Fahrtrichtung 7 des Kraftfahrzeugs verläuft. Selbstverständlich kann die Hauptaustrittsrichtung 6 des Lichtmoduls 5 zumindest zeitweise auch leicht geneigt bezüglich der Fahrtrichtung 7 verlaufen, bspw. bei einer Variation der Leuchtweite (nach oben oder unten) oder bei einer Realisierung einer Kurvenlichtfunktionalität (nach rechts oder links). Das Lichtmodul 5 dient zur Erzeugung einer Scheinwerferfunktion (z.B. Abblendlicht, Fernlicht, Nebellicht, dynamisches Kurvenlicht, adaptive Lichtverteilung wie Stadtlicht, Landstraßenlicht oder Autobahnlicht, etc.). In dem Gehäuse 2 können auch noch andere Lichtmodule oder Leuchtenmodule angeordnet sein (hier nicht gezeigt). Ein Leuchtenmodul dient zur Erzeugung einer Leuchtenfunktion (z.B. Tagfahrlicht, Positions- oder Standlicht, Blinklicht, Rückfahrlicht, Nebelschlusslicht, etc.). Bei dem Lichtmodul 5 handelt es sich um eines oder mehrere erfindungsgemäße Lichtmodule, die nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 8 ausführlich erläutert werden.

[0023] In den Figuren 1 und 2 ist ein Beispiel für ein erfindungsgemäßes Lichtmodul 5 gezeigt. Das Lichtmo-

dul 5 umfasst eine Halbleiterlichtquelle 10 zum Aussenden von Licht. Die Lichtquelle 10 umfasst bspw. eine oder mehrere Leuchtdioden (LED). Jede Leuchtdiode kann eines oder mehrere Halbleiterchips mit jeweils einer Licht emittierenden Fläche aufweisen. Ferner umfasst das Lichtmodul 5 mindestens zwei im Strahlengang des ausgesandten Lichts nacheinander angeordnete optische Elemente 11, 12 zum Umlenken der von der Lichtquelle 10 ausgesandten Lichtstrahlen mit dem Ziel, eine vorgegebene Lichtverteilung auf einer Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zu erzeugen. Des Weiteren umfasst das Lichtmodul 5 ein drittes im Strahlengang angeordnetes optisches Element 13. Das erste optische Element 11 umfasst ein erstes Reflektorelement, welches zumindest einen Teil der von der Lichtquelle 10 ausgesandten Lichtstrahlen 14 in Richtung des zweiten optischen Elements 12 durch Reflexion umlenkt (Lichtstrahlen 15). Das zweite optische Element 12, das dem ersten Reflektorelement 11 im Strahlengang nachgeordnet ist, umfasst ein zweites Reflektorelement, welches zumindest einen Teil der von dem ersten Reflektorelement 11 reflektierten Lichtstrahlen 15 in Richtung des dritten optischen Elements 13 durch Reflexion umlenkt (Lichtstrahlen 16). Das dritte optische Element 13, das dem zweiten Reflektorelement 12 im Strahlengang nachgeordnet ist, umfasst ein Linsenelement, welches die zuvor an den beiden Reflektorelementen 11, 12 umgelenkten Lichtstrahlen 16 zur Realisierung der vorgegebenen Lichtverteilung in der Hauptaustrittsrichtung 6 auf eine Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert. In einer bevorzugten Ausführungsform ist bei dem zweiten Reflektorelement 12 die vertikale Vergrößerung größer als die horizontale Vergrößerung, und bei dem Linsenelement 13 die horizontale Vergrößerung größer als die vertikale Vergrößerung.

[0024] Zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung (z.B. Abblendlicht oder Nebellicht) oder eines Teils davon umfasst das Lichtmodul 5 ein Blendenelement 17, welches in dem Strahlengang zwischen dem ersten Reflektorelement 11 und dem zweiten Reflektorelement 12 angeordnet ist. In dem Beispiel der Figuren 1 und 2 weist das Blendenelement 17 eine Flächenerstreckung auf, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptreflexionsrichtung bzw. zu einer optischen Achse des ersten Reflektorelements 11 verläuft. Eine Kante 18 des Blendenelements 17, in dem hier gezeigten Fall eine Oberkante 18 des Blendenelements 17, wird durch eine abbildende Einheit (sog. Projektionseinheit) des Lichtmoduls 5 als Helldunkelgrenze der abgeblendeten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert. Die Projektionseinheit wird in dem erfindungsgemäßen Lichtmodul 5 durch das zweite Reflektorelement 12 im Zusammenwirken mit dem Linsenelement 13 gebildet.

[0025] Das erste Reflektorelement 11 weist vorzugsweise in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt eine elliptische Form auf. Denkbar wäre jedoch auch, dass die Reflexionsfläche des ersten Reflek-

torelements 11 eine von der elliptischen Form abweichende Form aufweist, bspw. eine Freiform. Das erste Reflektorelement 11 weist in dem vertikalen Schnitt und in dem horizontalen Schnitt jeweils zwei Brennpunkte oder Brennpunktwolken umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte auf. Vorzugsweise überlagern sich die Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte. In diesem Fall ergibt sich im vertikalen Schnitt und im horizontalen Schnitt ein gleich großer Vergrößerungsfaktor. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, dass sich die beiden Brennpunkte im vertikalen Schnitt einerseits und im horizontalen Schnitt andererseits nicht überlagern, so dass sich in den beiden Schnitten unterschiedliche Vergrößerungsfaktoren ergeben. Die Lichtquelle 10 ist vorzugsweise in dem ersten Brennpunkt oder in der Nähe der ersten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements 11 angeordnet. Die Oberkante 18 des Blendenelements ist vorzugsweise in dem zweiten Brennpunkt oder in der Nähe der zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements 11 angeordnet.

[0026] Das in den Figuren 1 und 2 gezeigte Lichtmodul 5 bildet einen Punkt oder einen Bereich, der auf einer Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle 10 liegt, auf einen Punkte oder einen Bereich weit vor dem Kraftfahrzeug ab, so dass gleichzeitig das zweite Reflektorelement 12 und das Linsenelement 13 eine scharfe Abbildung eines Punkts auf der Kante 18 des Blendenelements 17 sicherstellen. Auf diese Weise kann ein ausreichend konzentriertes Maximum nahe der horizontalen Helldunkelgrenze der Lichtverteilung erzielt werden.

[0027] Mit Hilfe der optischen Brennweiten, die in dem ersten Reflektorelement 11, dem zweiten Reflektorelement 12 und dem Linsenelement 13 zur Verfügung stehen, kann der Strahlengang durch das Lichtmodul 5 sowie der ausgeleuchtete Bereich auf der Reflexionsfläche des zweiten Reflektorelements 12 durch die Lichtstrahlen 15 und der ausgeleuchtete Bereich auf der Lichteintrittsfläche des Linsenelements 13 durch die Lichtstrahlen 16 beeinflusst und angepasst werden. Dies erlaubt es beispielsweise, einen besonders effizienten Lichtdurchsatz durch das Lichtmodul 5 mit einer relativ schmalen oder schmalen Lichtaustrittsfläche des Linsenelements 13 bzw. des gesamten Lichtmoduls 5 zu kombinieren. Unterschiedliche Brennweiten in vertikalen und horizontalen Schnitten erlauben eine noch genauere Anpassung an die gewünschten Abmessungen der mit Licht beaufschlagten Oberflächen der optischen Elemente 11, 12, 13. Die ausgewählten Brennweiten der verschiedenen optischen Elemente 11, 12, 13 bestimmen ihrerseits die Vergrößerungsfaktoren $M11h$ (Vergrößerungsfaktor des ersten Reflektorelements 11 in horizontaler Richtung), $M11v$ (Vergrößerungsfaktor des ersten Reflektorelements 11 in vertikaler Richtung), $M12h$ (Vergrößerungsfaktor des zweiten Reflektorelements 12 in horizontaler Richtung), $M12v$ (Vergrößerungsfaktor des zweiten Reflektorelements 12 in vertikaler Richtung), $M13h$ (Vergrößerungsfaktor des Linsenelements 13 in horizontaler

Richtung), $M13v$ (Vergrößerungsfaktor des Linsenelements 13 in vertikaler Richtung), die genutzt werden können, um die resultierende Lichtverteilung des Lichtmoduls 5 hinsichtlich ihrer horizontalen und vertikalen Erstreckung zu formen. Dies ist bspw. in Figur 3 gezeigt, allerdings ohne die Wirkung des Blendenelements 17. Nach dem ersten Reflektorelement 11 wird ein vergrößertes Abbild 19 der Lichtquelle 10 erzeugt, hier beispielhaft durch $M11h=5$, $M11v=5$ vorgegeben. Das zweite Reflektorelement 12 führt zu einem weiter vergrößerten Abbild 20, hier beispielhaft durch $M12h=5$, $M12v=5$ vorgegeben. Die abschließende Abbildung 21 in einen Bereich weit vor dem Kraftfahrzeug wird mit dem Linsenelement 13 erreicht, hier beispielhaft durch $M13h=20$, $M13v=40$ vorgegeben. In der Figur 3 ist das Abbild 21 nach dem Linsenelement 13 zum Zwecke einer besseren Darstellung mit einem Faktor $1/10$ skaliert worden.

[0028] Das Licht der Lichtquelle 10 wird mithilfe des ersten Reflektorelements 11 gebündelt und in Richtung der Kante 18 des Blendenelements 17 reflektiert. Indem ein Teil der Lichtstrahlen 15 abgeschattet wird, hat das Blendenelement 17 einen entscheidenden Einfluss auf die Bildung der Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung. Die an dem Blendenelement 17 vorbei gelangten Lichtstrahlen 15 werden mittels des zweiten Reflektorelements 12 und des Linsenelements 13 nach vorne in Richtung 6 bzw. in Fahrtrichtung 7 des Kraftfahrzeugs projiziert. Das zweite Reflektorelement 12 und das Linsenelement 13 wirken zusammen, um einen Teil der abgeblendeten Lichtverteilung mit der Helldunkelgrenze zu erzeugen. Eine Helldunkelgrenze mit einer vorgegebenen Form, bspw. eine asymmetrische Helldunkelgrenze mit einem ersten horizontalen Abschnitt auf der eigenen Verkehrsseite, einem zweiten horizontalen Abschnitt auf der Gegenverkehrsseite, der oberhalb des ersten Abschnitts liegt, und einem schrägen Abschnitt in etwa zwischen den beiden Verkehrsseiten, der die beiden horizontalen Abschnitte miteinander verbindet, kann mit Hilfe einer entsprechend geformten Kante 18 der Blendenanordnung 17 erzeugt werden.

[0029] Die Form des ersten Reflektorelements 11 ist vorzugsweise vom elliptischen Typ mit zwei Brennpunkten. Der erste Brennpunkt ist auf die Position der Lichtquelle 10 bzw. deren Lichtaustrittsfläche(n) ausgerichtet. Der zweite Brennpunkt ist vorzugsweise auf die Kante 18 der Blendenanordnung 17 ausgerichtet. Anpassungen zur Optimierung der Lichtverteilung und zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben können zu Abweichungen von einer exakt elliptischen Form des ersten Reflektorelements 11 führen. Die Verhältnisse der Brennweiten bestimmen den Vergrößerungsfaktor $M11h$ bzw. $M11v$ des ersten Reflektorelements 11. In der Regel wird eine elliptische Form genutzt, bei der der horizontale und der vertikale Vergrößerungsfaktor gleich groß sind. In manchen Fällen kann es allerdings vorteilhaft sein, eine elliptische Form des ersten Reflektorelements 11 zu verwenden, bei der die Brennweiten in vertikaler und horizontaler Richtung unterschiedlich sind, so dass sich un-

terschiedliche Vergrößerungsfaktoren M11h, M11v ergeben. Die Wahl der Brennweiten wird des Weiteren genutzt, den Winkel einer Aufweitung (Streuung) der Lichtstrahlen 15 und dementsprechend den ausgeleuchteten Bereich des zweiten Reflektorelements 12 zu beeinflussen. Grundsätzlich kann unter Maßgabe der obigen Randbedingungen jegliche Art von Freiformfläche für das erste Reflektorelement 11 genutzt werden.

[0030] Das zweite Reflektorelement 12 wirkt mit dem Linsenelement 13 unmittelbar zusammen. Die Kombination der beiden optischen Elemente 12, 13 bildet vorzugsweise einen Punkt oder Bereich auf der Kante 18 des Blendenelements 17 in einem Punkt oder Bereich weit vor dem Kraftfahrzeug ab. Somit wird die optische Aufgabe auf die beiden separaten optischen Elemente 12, 13 verteilt, was zu weiteren Freiheitsgraden bezüglich der Brennpunkte und der optischen Vergrößerungsfaktoren führt. Der erste Brennpunkt des zweiten Reflektorelements 12 ist auf der Kante 18 des Blendenelements 17 angeordnet, wohingegen der zweite Brennpunkt des zweiten Reflektorelements 12 mehrere Möglichkeiten zur Realisierung bietet. Figur 2 zeigt eine Seitenansicht des Lichtmoduls 5, bei dem das zweite Reflektorelement 12 zu einem Strahlengang von Lichtstrahlen 16 führt, die in Richtung des Linsenelements 13 in vertikaler Richtung leicht divergieren. Die Einstellung der Brennweiten an dem zweiten Reflektorelement 12 können dazu genutzt werden, den Winkel einer Aufweitung (Streuung) der Lichtstrahlen 16 und dementsprechend den ausgeleuchteten Bereich auf der Lichteintrittsfläche des Linsenelements 13 zu beeinflussen. Selbst ein konvergierender Verlauf der Lichtstrahlen 16 zwischen dem zweiten Reflektorelement 12 und dem Linsenelement 13 wäre denkbar. Diese zusätzlichen Freiheitsgrade stehen für eine Formung des Strahlengangs der Lichtstrahlen 16 zur Verfügung, was vorteilhaft für den Entwurf und die Entwicklung von schmalen, schlanken und effizienten Lichtmodulen 5 und Beleuchtungseinrichtungen 1 mit geringen vertikalen Abmessungen der Lichtaustrittsfläche (des Linsenelements 13), vorzugsweise von weniger als 30 mm, ist. Das Verhältnis der gewählten Brennweiten des zweiten Reflektorelements 12 bestimmt die horizontalen und vertikalen Vergrößerungsfaktoren M12h, M12v des zweiten Reflektorelements 12. Diese Vergrößerungsfaktoren M12h, M12v können relativ zueinander variiert werden, bspw. indem der punktartige zweite Brennpunkt des zweiten Reflektorelements 12 durch eine Brennpunktlinie ersetzt wird, unter Umständen sogar mit einer Biegung in der horizontalen Ebene. In diesem Fall kann der Radius der Biegung, der auch nahe Unendlich gewählt werden kann, den Wert des horizontalen Vergrößerungsfaktors M12h bestimmen, und kann somit zu der Bildung der horizontalen Streuung der resultierenden Lichtverteilung beitragen.

[0031] Die abbildende Aufgabe wird von dem zweiten Reflektorelement 12 im Zusammenwirken mit dem Linsenelement 13 erfüllt, wobei die Kante 18 des Blendenelements 17 in eine Position weit vor dem Kraftfahrzeug

projiziert wird, die näherungsweise einer Punkt-zu-Punkt-Projektion entspricht. Deshalb steht die Form des Linsenelements mathematisch in einem direkten Bezug zu der Form des zweiten Reflektorelements 12 bzw. seiner Reflexionsfläche und variiert abhängig von dem Grad der Lichtdivergenz bzw. -konvergenz. Um näherungsweise abbildende Eigenschaften sicherstellen zu können, nutzt das Linsenelement 13 einen ersten Fokus (z.B. Brennpunkt, Brennpunkt wolke oder Brennpunktlinie, gerade oder gebogen) der genauso ausgebildet ist wie der zweite Fokus (z.B. Brennpunkt, Brennpunkt wolke oder Brennpunktlinie, gerade oder gebogen) des zweiten Reflektorelements 12. Der zweite Fokus des Linsenelements 13, der üblicherweise als ein Brennpunkt ausgebildet ist, ist weit vor dem Fahrzeug angeordnet. Das entsprechende Verhältnis der Brennweiten führt zu den horizontalen und vertikalen Vergrößerungsfaktoren M13h, M13v des Linsenelements 13.

[0032] Das Blendenelement 17 kann im Wesentlichen auf zwei Arten realisiert werden. Zum einen kann es als ein reines Blendenelement realisiert werden, welches auftreffende Lichtstrahlen, welche das Linsenelement 13 in Richtungen oberhalb der gewünschten horizontalen Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung verlassen würden, 'nur' abschattet, so dass diese Lichtstrahlen nicht zur Erzeugung der Lichtverteilung beitragen. Mithilfe eines geringfügigen Versatzes der Lichtquelle 10 aus dem ersten Brennpunkt des ersten Reflektorelements 11, wodurch sichergestellt wird, dass der Großteil der von dem ersten Reflektorelement 11 gebündelten Lichtstrahlen 15 durch das Lichtmodul 5 hindurchtreten und an der Erzeugung der Lichtverteilung mitwirken können (und nicht von dem Blendenelement 17 abgeschattet werden), kann die Effizienz des Lichtmoduls 5 deutlich verbessert werden. Dabei ist eine Komponente der Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle 10 entgegen der Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs gerichtet.

[0033] Zum anderen kann das Blendenelement 17 zumindest teilweise verspiegelte Oberflächen aufweisen. Die verspiegelte Oberfläche ist vorzugsweise auf die optische Achse des ersten Reflektorelements 11 ausgerichtet und an einer entsprechenden Stelle des Blendenelements 17 ausgebildet. Ein solches Lichtmodul 5 ist bspw. in den Figuren 4 und 5 gezeigt. Dabei weist das Blendenelement 17 eine Flächenerstreckung auf, die im Wesentlichen parallel zu einer Hauptreflexionsrichtung bzw. zu einer optischen Achse des ersten Reflektorelements 11 verläuft. Vorzugsweise sind zumindest diejenigen Oberflächen des Blendenelements 17, die von Lichtstrahlen 15 beaufschlagt werden, spiegelnd ausgebildet. Auf diese Weise gehen die von dem Blendenelement 17 abgeschatteten Lichtstrahlen 15 nicht verloren, sondern können in die resultierende abgeblendete Lichtverteilung, vorzugsweise dicht unterhalb der Helldunkelgrenze, reflektiert werden. Eine Kante 18 des Blendenelements 17, in dem hier gezeigten Fall eine Vorderkante 18 des Blendenelements 17, wird durch die abbildende Einheit 12, 13 (sog. Projektionseinheit) des Lichtmoduls

5 als Helldunkelgrenze der abgeblendeten Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert. Dabei ist eine Komponente der Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle 10 in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs gerichtet.

[0034] Die Form und Ausrichtung des Blendenelements 17 wird dann genutzt, die horizontale Helldunkelgrenze der Lichtverteilung zu bilden. Aufgrund der reflektierenden Eigenschaften des Blendenelements 17, muss das zweite Reflektorelement 12 eine Zwischen-Lichtverteilung handhaben können, die im Vergleich zu der Zwischen-Lichtverteilung in dem Lichtmodul 5 aus den Figuren 1 und 2 umgedreht orientiert ist. Das erklärt die entgegengesetzte Ausrichtung und Anordnung des ersten Reflektorelements 11 bei den beiden unterschiedlichen Lichtmodulen 5.

[0035] Obwohl das erfindungsgemäße Lichtmodul 5 (Doppelreflektor-Linsen-System) hier als ein abbildendes System beschrieben worden ist, wäre es möglich, dass geringfügige Abwandlungen von streng abbildenden Komponenten benutzt werden. Derartige Abwandlungen können bspw. notwendig sein, um die resultierende Lichtverteilung zu optimieren und/oder die Gesetzeskonformität der Beleuchtungseinrichtung sicherzustellen.

[0036] Das zweite Reflektorelement 12 bzw. seine Reflexionsfläche kann auch einen Bereich oder Abschnitt 22 aufweisen, der für eine sog. Overheadbeleuchtung, also eine geringfügige Ausleuchtung eines Bereichs der Lichtverteilung oberhalb der horizontalen Helldunkelgrenze, sorgt (vgl. Figur 5). Die eigentliche Reflexionsfläche des Reflektorelements 12 ist mit dem Bezugszeichen 23 bezeichnet, und der zusätzliche Abschnitt oder Bereich für die Overheadbeleuchtung mit dem Bezugszeichen 22. Die Form und Ausrichtung des Abschnitts 22 kann völlig unabhängig von der Form und Ausrichtung der Reflexionsfläche 23 sein. Hier besteht die Möglichkeit, dass der Abschnitt 22 Licht nutzt, das ansonsten nicht durch das Linsenelement 13 gelangen und nicht an der Erzeugung der Lichtverteilung teilnehmen würde.

[0037] Das Blendenelement 17 kann auch bewegbar ausgebildet werden, um eine mechanische Umschaltung der resultierenden Lichtverteilung zwischen der abgeblendeten Lichtverteilung und einer Fernlichtverteilung zu ermöglichen.

[0038] In dem Kraftfahrzeug ist im Frontbereich auf jeder Seite (der eigenen Verkehrsseite und der Gegenverkehrsseite) jeweils eine Beleuchtungseinrichtung 1 montiert. Für jede erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung 1 kann die resultierende Lichtverteilung entweder durch ein einzelnes erfindungsgemäßes Lichtmodul 5 oder durch eine Kombination mehrerer Lichtmodule 5 erzeugt werden. Es ist denkbar, je Beleuchtungseinrichtung 1 mehrere Lichtmodule 5 miteinander zu kombinieren, die jeweils ein erstes Reflektorelement 11, ein zweites Reflektorelement 12, ein separates Linsenelement 13 und - sofern vorhanden - ein Blendenelement 17 aufweisen (vgl. Figur 6). Die einzelnen Untermodule sind

mit 5.1, 5.2 und 5.3 bezeichnet. Selbstverständlich kann auch eine andere Anzahl an Untermodulen miteinander kombiniert werden, als in den Figuren gezeigt. Eine andere Möglichkeit wäre es, je Beleuchtungseinrichtung 1 mehrere Lichtmodule 5 miteinander zu kombinieren, die ein gemeinsames Linsenelement 13 aufweisen (vgl. Figur 7). In beiden Fällen würde die resultierende Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung 1 dann einer Überlagerung bzw. Ergänzung der Einzellichtverteilungen der einzelnen Lichtmodule 5.1, 5.2 und 5.3 entsprechen. Zwei mögliche Szenarien zur Überlagerung könnten sein:

- Jedes der Untermodule 5.1, 5.2 und 5.3 erzeugt in etwa die gleiche Art von Einzellichtverteilung mit ähnlicher horizontaler und vertikaler Streuung. In diesem Fall müssen die Winkel der Streuung sowie in etwa 1/3 der gewünschten Beleuchtungsstärkewerte durch jedes der Untermodule 5.1, 5.2 und 5.3 zur Verfügung gestellt werden.
- Jedes der Untermodule 5.1, 5.2 und 5.3 erzeugt eine Einzellichtverteilung, die unterschiedliche Bereiche der resultierenden Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung 1 ausleuchtet. Jedes der Untermodule 5.1, 5.2 und 5.3 erzeugt unterschiedliche Arten von Einzellichtverteilung mit unterschiedlicher horizontaler und vertikaler Streuung und/oder unterschiedlichen Beleuchtungsstärkewerten. In einem Beispiel könnte das Untermodul 5.1 für eine breite horizontale Ausleuchtung (sog. Grundlicht), das Untermodul 5.3 für eine konzentrierte Ausleuchtung eines Fernbereichs (sog. Spotlicht) und das Untermodul 5.2 für eine Ausleuchtung eines Zwischenbereichs zwischen der breiten horizontalen Ausleuchtung und der konzentrierten Ausleuchtung des Fernbereichs verantwortlich sein. Die Ausleuchtung durch das Untermodul 5.2 könnte die Übergänge zwischen der breiten horizontalen Ausleuchtung der der konzentrierten Ausleuchtung des Fernbereichs gleichmäßiger gestalten.
- Untermodul 5.1 erzeugt ein Grundlicht, die Untermodule 5.2 und 5.3 erzeugen gleiche bzw. ähnliche Spotlichtverteilungen, um die Reichweite der Lichtverteilung auf der Fahrbahn zu erhöhen bzw. zu betonen.

[0039] Die Einzellichtverteilungen der einzelnen Untermodule 5.1, 5.2 und/oder 5.3 können durch geringfügiges Verschieben der Module aufeinander abgestimmt und justiert werden, z.B. durch vertikale Abstimmung einer horizontalen Helldunkelgrenze der resultierenden Gesamtlichtverteilung oder durch horizontale Abstimmung von Lichtverteilungs-Schwerpunkten, um die gesetzlichen Anforderungen an die resultierenden Gesamtlichtverteilung zu erfüllen. Das Verschieben der Module erfolgt vorzugsweise durch Verschieben (senkrecht zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs) des zweiten Brennpunkts (im "Unendlichen") des Systems (zweites Reflek-

torelement 12 und Linsenelement 13) und kann für jedes der Untermodule 5.1, 5.2, 5.3 individuell angepasst werden.

[0040] Falls mehrere Untermodule 5.1, 5.2 und 5.3 miteinander kombiniert werden, könnte es vorteilhaft sein, die einzelnen Komponenten der Reflektorelemente 11 und 12 der einzelnen Lichtmodule 5 als gemeinsames integrales Bauteil auszugestalten, bspw. durch Spritzgießen oder fräsen. Dies ist beispielhaft für drei Lichtmodule 5 in Figur 8 gezeigt, in diesem Fall mit einem gemeinsamen Linsenelement 13.

[0041] Zur Erzeugung einer asymmetrischen Lichtverteilung kann ein Lichtmodul 5 um eine optische Achse (parallel zur Lichtaustrittsrichtung 6) gedreht oder geneigt werden, oder die Lichtquelle 10 wird außerhalb des Brennpunkts des ersten Reflektorelements 11 angeordnet. So kann bspw. bei dem Ausführungsbeispiel aus Figur 5 die Lichtquelle 10 senkrecht zur Zeichenebene seitlich verschoben werden. Auf diese Weise kann eine Lichtverteilung auch verschoben werden. Damit kann z.B. ein Grundlicht jeweils zur Fahrzeugaußenseite verschoben und so die Gesamtlichtverteilung verbreitert werden.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) einer Beleuchtungseinrichtung (1) eines Kraftfahrzeugs, das Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) umfassend eine Halbleiterlichtquelle (10) zum Aussenden von Licht und mindestens zwei im Strahlengang des ausgesandten Lichts nacheinander angeordnete optische Elemente zum Umlenken der von der Lichtquelle (10) ausgesandten Lichtstrahlen mit dem Ziel, eine vorgegebene Lichtverteilung auf einer Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zu erzeugen, wobei das Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) ein drittes im Strahlengang angeordnetes optisches Element aufweist, wobei das erste optische Element ein erstes Reflektorelement (11) umfasst, welches zumindest einen Teil der von der Lichtquelle (10) ausgesandten Lichtstrahlen (14) reflektiert, das zweite optische Element, das dem ersten Reflektorelement (11) im Strahlengang nachgeordnet ist, ein zweites Reflektorelement (12) umfasst und das dritte optische Element, das dem zweiten Reflektorelement (12) im Strahlengang nachgeordnet ist, eine Projektionslinse als ein Linsenelement (13) umfasst, welches im Zusammenwirken mit dem zweiten Reflektorelement (12) die zuvor an den beiden Reflektorelementen (11, 12) umgelenkten Lichtstrahlen (16) zur Realisierung der vorgegebenen Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projiziert, wobei das erste Reflektorelement (11) sammelnde Eigenschaften aufweist und wobei das Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) ein Blendenelement (17) umfasst, das in dem Strahlengang zwischen dem ersten Reflektorelement (11) und dem zweiten Reflektorele-

ment (12) angeordnet ist, wobei das zweite Reflektorelement (12) und die Projektionslinse als das Linsenelement (13) gemeinsam eine Projektionseinheit bilden und derart abhängig voneinander geformt und relativ zueinander angeordnet sind, dass sie im Zusammenwirken eine Kante (18) des Blendenelements (17) als eine Helldunkelgrenze der Lichtverteilung auf die Fahrbahn vor das Kraftfahrzeug projizieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Reflektorelement (12) sammelnde Eigenschaften aufweist und dass ein Brennpunkt oder eine Brennpunktwolke umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte des zweiten Reflektorelements (12) in einem zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements (11) angeordnet ist oder dass eine Brennpunktlinie umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Brennpunkte des zweiten Reflektorelements (12) durch einen zweiten Brennpunkt oder eine zweite Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements (11) verläuft.

2. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blendenelement (17) eine Flächenerstreckung aufweist, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptreflexionsrichtung des ersten Reflektorelements (11) verläuft.
3. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blendenelement (17) eine Flächenerstreckung aufweist, die im Wesentlichen parallel zu einer Hauptreflexionsrichtung des ersten Reflektorelements (11) verläuft, wobei zumindest diejenigen Oberflächen des Blendenelements (17), die von Lichtstrahlen (15) beaufschlagt werden, die von dem Blendenelement (17) abgeschattet werden, spiegelnd ausgebildet sind.
4. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Reflektorelement (11) in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt eine ellipthische Form aufweist.
5. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Reflektorelement (11) in dem vertikalen Schnitt und in dem horizontalen Schnitt jeweils zwei Brennpunkte oder Brennpunktwolken umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte aufweist.
6. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte überlagern.
7. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die

Lichtquelle (10) in einem ersten Brennpunkt oder in der Nähe einer ersten Brennpunktswolke des ersten Reflektorelements (11) angeordnet ist.

8. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Einbaulage in dem Kraftfahrzeug bei dem zweiten Reflektorelement (12) eine vertikale Vergrößerung größer ist als eine horizontale Vergrößerung und bei dem Linsenelement (13) eine horizontale Vergrößerung größer ist als eine vertikale Vergrößerung. 5
9. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kante (18) des Blendenelements (17) durch einen zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunktswolke des ersten Reflektorelements (11) verläuft. 10
10. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsenelement (13) abhängig davon, ob das zweite Reflektorelement (12) einen zweiten Brennpunkt, eine zweite Brennpunktswolke oder eine zweite Brennpunktlinie aufweist, dementsprechend einen ersten Brennpunkt, eine erste Brennpunktswolke oder eine erste Brennpunktlinie aufweist. 15
11. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsenelement (13) einen zweiten Brennpunkt oder eine zweite Brennpunktswolke aufweist, der bzw. die in großer Entfernung zu dem Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) vor dem Kraftfahrzeug angeordnet ist. 20
12. Beleuchtungseinrichtung (1) eines Kraftfahrzeugs zur Erzeugung einer vorgegebenen Lichtverteilung auf einer Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (1) mehrere in einem in das Kraftfahrzeug eingebauten Zustand nebeneinander angeordnete Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist, wobei sich die Lichtverteilungen der einzelnen Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) zu der vorgegebenen Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung (1) überlagern. 25
13. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei der Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) der Beleuchtungseinrichtung (1) unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugen. 30
14. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Reflektorelemente (11), die zweiten Reflektorelemente (12) und/oder die Linsenelemente (13) der Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) der Beleuchtungseinrichtung 35

(1) jeweils als eine gemeinsame integrale erste Reflektorelementeinheit, zweite Reflektorelementeinheit oder Linsenelementeinheit ausgebildet sind.

Claims

1. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) of a lighting device (1) of a motor vehicle, the light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) comprising a semiconductor light source (10) for emitting light and at least two optical elements arranged in succession in the beam path of the emitted light for deflecting the light beams emitted by the light source (10) with the aim of producing a predetermined light distribution on a roadway in front of the motor vehicle, the light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) has a third optical element arranged in the beam path, the first optical element comprising a first reflector element (11) which reflects at least part of the light beams (14) emitted by the light source (10), the second optical element, which is arranged downstream of the first reflector element (11) in the beam path, comprising a second reflector element (12), and the third optical element, which is arranged downstream of the second reflector element (12) in the beam path, comprises a projection lens as a lens element (13) which, in interaction with the second reflector element (12), projects the light beams (16) previously deflected at the two reflector elements (11, 12) onto the roadway in front of the motor vehicle in order to realize the predetermined light distribution, the first reflector element (11) having collecting properties, and the light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) comprises an aperture element (17) which is arranged in the beam path between the first reflector element (11) and the second reflector element (12), the second reflector element (12) and the projection lens as the lens element (13) together forming a projection unit and being shaped in dependence on one another and arranged relative to one another in such a way that, in cooperation, they project an edge (18) of the aperture element (17) as a light-dark boundary of the light distribution onto the roadway in front of the motor vehicle, **characterized in that** the second reflector element (12) has collecting properties, and **in that** a focal point or a focal point cloud comprising a plurality of focal points of the second reflector element (12) which are located close to one another is arranged in a second focal point or in the vicinity of a second focal point cloud of the first reflector element (11), or **in that** a focal point line comprising a plurality of focal points of the second reflector element (12) which are arranged next to one another runs through a second focal point or a second focal point cloud of the first reflector element (11). 40
2. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 1, **characterized in that** the aperture element (17) has 45

a surface extension which is substantially perpendicular to a main reflection direction of the first reflector element (11).

3. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 1, **characterized in that** the aperture element (17) has a surface extension which runs essentially parallel to a main reflection direction of the first reflector element (11), at least those surfaces of the aperture element (17) which are acted upon by light beams (15) which are shadowed by the aperture element (17) being of specular design. 5
4. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the first reflector element (11) has an elliptical shape in a vertical section and in a horizontal section. 10
5. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 4, **characterized in that** the first reflector element (11) has two focal points or focal point clouds comprising a plurality of focal points lying close to one another in the vertical section and in the horizontal section respectively. 15
6. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 5, **characterized in that** the focal points or focal point clouds of the two sections overlap. 20
7. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the light source (10) is arranged in a first focal point or in the vicinity of a first focal point cloud of the first reflector element (11). 25
8. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 1, **characterized in that**, in the installed position in the motor vehicle, a vertical magnification is greater than a horizontal magnification in the case of the second reflector element (12) and a horizontal magnification is greater than a vertical magnification in the case of the lens element (13). 30
9. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** an edge (18) of the aperture element (17) passes through a second focal point or in the vicinity of a second focal point cloud of the first reflector element (11). 35
10. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that** the lens element (13) has a first focal point, a first focal point cloud or a first focal point line depending on whether the second reflector element (12) has a second focal point, a second focal point cloud or a second focal point line. 40
11. Light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to claim 9, 45

characterized in that the lens element (13) has a second focal point or a second focal point cloud arranged at a large distance from the light module (5; 5.1, 5.2, 5.3) in front of the motor vehicle.

12. Lighting device (1) of a motor vehicle for generating a predetermined light distribution on a roadway in front of the motor vehicle, **characterized in that** the lighting device (1) has a plurality of light modules (5; 5.1, 5.2, 5.3) according to one of claims 1 to 10 which are arranged next to one another in a state installed in the motor vehicle, the light distributions of the individual light modules (5; 5.1, 5.2, 5.3) being superimposed to form the predetermined light distribution of the lighting device (1). 50
13. Lighting device (1) according to claim 12, **characterized in that** at least two of the light modules (5; 5.1, 5.2, 5.3) of the lighting device (1) generate different light distributions. 55
14. Lighting device (1) according to claim 12 or 13, **characterized in that** the first reflector elements (11), the second reflector elements (12) and/or the lens elements (13) of the light modules (5; 5.1, 5.2, 5.3) of the lighting device (1) are each formed as a common integral first reflector element unit, second reflector element unit or lens element unit.

Revendications

1. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) d'un dispositif d'éclairage (1) d'un véhicule automobile, le module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) comprenant une source de lumière à semi-conducteur (10) pour émettre de la lumière et au moins deux éléments optiques disposés l'un après l'autre dans le trajet du faisceau de la lumière émise et destinés à dévier les faisceaux lumineux émis par la source de lumière (10) dans le but de générer une répartition de lumière prédéterminée sur une chaussée devant le véhicule automobile, dans lequel le module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) comprend un troisième élément optique disposé dans le trajet du faisceau, dans lequel le premier élément optique comprend un premier élément réflecteur (11) qui réfléchit au moins une partie des rayons lumineux (14) émis par la source de lumière (10), le deuxième élément optique qui est disposé en aval du premier élément réflecteur (11) dans le trajet du faisceau, comprend un deuxième élément réflecteur (12) et le troisième élément optique qui est disposé en aval du deuxième élément réflecteur (12) dans le trajet du faisceau, comprend une lentille de projection comme un élément de lentille (13), qui, en coopération avec le deuxième élément réflecteur (12), projette les faisceaux lumineux préalablement déviés sur les deux éléments réflecteurs (11, 12), sur

- la chaussée devant le véhicule automobile pour réaliser la répartition de lumière prédéterminée, dans lequel le premier élément réflecteur (11) présente des propriétés collectrices et dans lequel le module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) comprend un élément de diaphragme (17) qui est disposé dans le trajet du faisceau entre le premier élément réflecteur (11) et le deuxième élément réflecteur (12), dans lequel le deuxième élément réflecteur (12) et la lentille de projection comme l'élément de lentille (13) forment ensemble une unité de projection et sont formés de manière indépendante l'un de l'autre et disposés l'un par rapport à l'autre de telle sorte qu'ils projettent en coopération un bord (18) de l'élément de diaphragme (17) en tant que limite claire-obscur de la répartition de lumière sur la chaussée devant le véhicule automobile, **caractérisé par le fait que** le deuxième élément réflecteur (12) présente des propriétés collectrices et qu'un foyer ou un nuage de foyers comprenant plusieurs foyers proches les uns des autres du deuxième élément réflecteur (12) est disposé dans un deuxième foyer ou à proximité d'un deuxième nuage de foyers du premier élément réflecteur (11) ou qu'une ligne de foyers comprenant plusieurs foyers disposés les uns à côté des autres du deuxième élément réflecteur (12) passe à travers un deuxième foyer ou un deuxième nuage de foyers du premier élément réflecteur (11).
2. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'élément de diaphragme (17) présente une extension de surface qui s'étend pour l'essentiel perpendiculairement à une direction de réflexion principale du premier élément réflecteur (11).
 3. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'élément de diaphragme (17) présente une extension de surface qui s'étend pour l'essentiel parallèlement à une direction de réflexion principale du premier élément réflecteur (11), dans lequel au moins les surfaces de l'élément de diaphragme (17) qui sont soumises à des rayons lumineux (15) lesquels sont ombragés par l'élément de diaphragme (17) sont conçues de manière être réfléchissantes.
 4. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** le premier élément réflecteur (11) présente une forme elliptique en une coupe verticale et en une coupe horizontale.
 5. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** le premier élément réflecteur (11) présente en coupe verticale et en coupe horizontale respectivement deux foyers ou nuages de foyers comprenant plusieurs foyers qui sont proches les uns des autres.
 6. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 5, **caractérisé par le fait que** les foyers ou bien nuages de foyers des deux coupes se chevauchent.
 7. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que** la source de lumière (10) est disposée dans un premier foyer ou au voisinage d'un premier nuage de foyers du premier élément réflecteur (11).
 8. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que**, en position installée dans le véhicule automobile, un grossissement vertical est supérieur à un grossissement horizontal dans le deuxième élément réflecteur (12) et un grossissement horizontal est supérieur à un grossissement vertical dans l'élément de lentille (13).
 9. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait qu'un** bord (18) de l'élément de diaphragme (17) s'étend à travers un deuxième foyer ou au voisinage d'un deuxième nuage de foyers du premier élément réflecteur (11).
 10. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que**, en fonction du fait si le deuxième élément réflecteur (12) présente un deuxième foyer, un deuxième nuage de foyers ou une deuxième ligne de foyers, l'élément de lentille (13) présente de manière correspondante un premier foyer, un premier nuage de foyers ou une première ligne de foyers.
 11. Module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon la revendication 9, **caractérisé par le fait que** l'élément de lentille (13) présente un deuxième foyer ou un deuxième nuage de foyers qui est disposé à grande distance du module de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) devant le véhicule automobile.
 12. Dispositif d'éclairage (1) d'un véhicule automobile pour générer une répartition de lumière prédéterminée sur une chaussée devant le véhicule automobile, **caractérisé par le fait que** le dispositif d'éclairage (1) comprend plusieurs modules de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, qui sont disposés les uns à côtés des autres en état installé dans le véhicule automobile, dans lequel les répartitions de lumière des modules de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) individuels se superposent à la répartition de lumière prédéterminée du dispositif d'éclairage (1).
 13. Dispositif d'éclairage (1) selon la revendication 12,

caractérisé par le fait qu'au moins deux des modules de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) du dispositif d'éclairage (1) génèrent des répartitions de lumière différentes.

5

- 14.** Dispositif d'éclairage (1) selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé par le fait que** les premiers éléments réflecteurs (11), les deuxièmes éléments réflecteurs (12) et/ou les éléments de lentille (13) des modules de lumière (5; 5.1, 5.2, 5.3) du dispositif d'éclairage (1) sont respectivement conçus comme une première unité d'élément réflecteur, une deuxième unité d'élément réflecteur ou une unité d'élément de lentille intégrales communes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

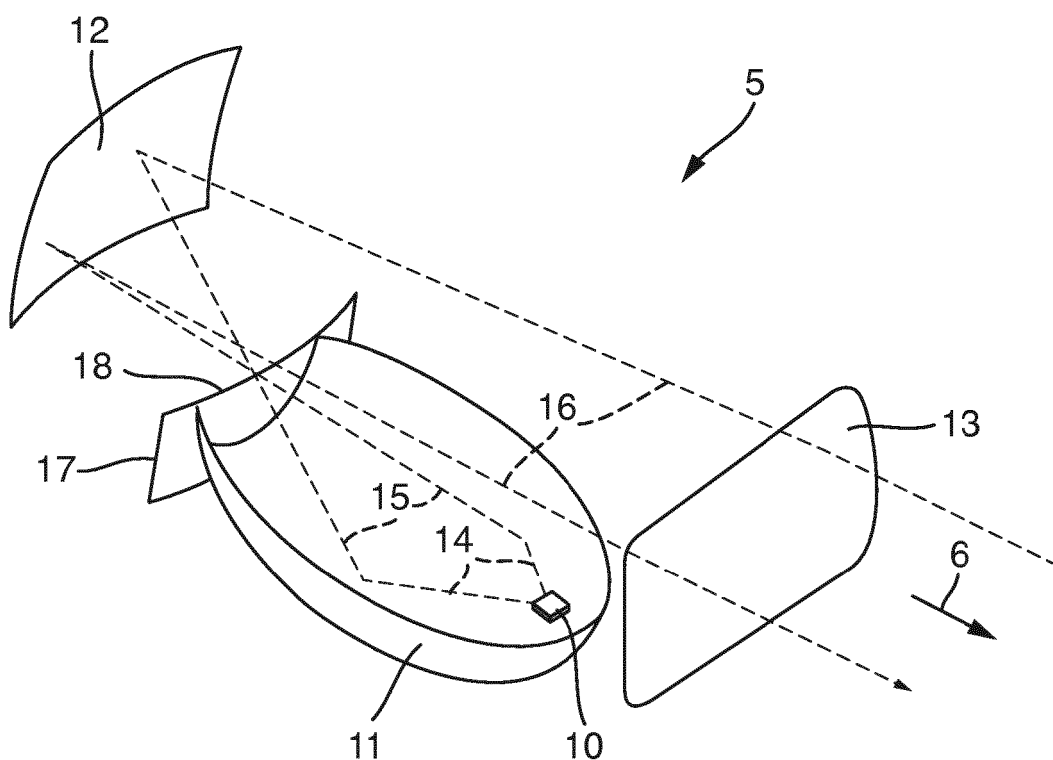


Fig. 1

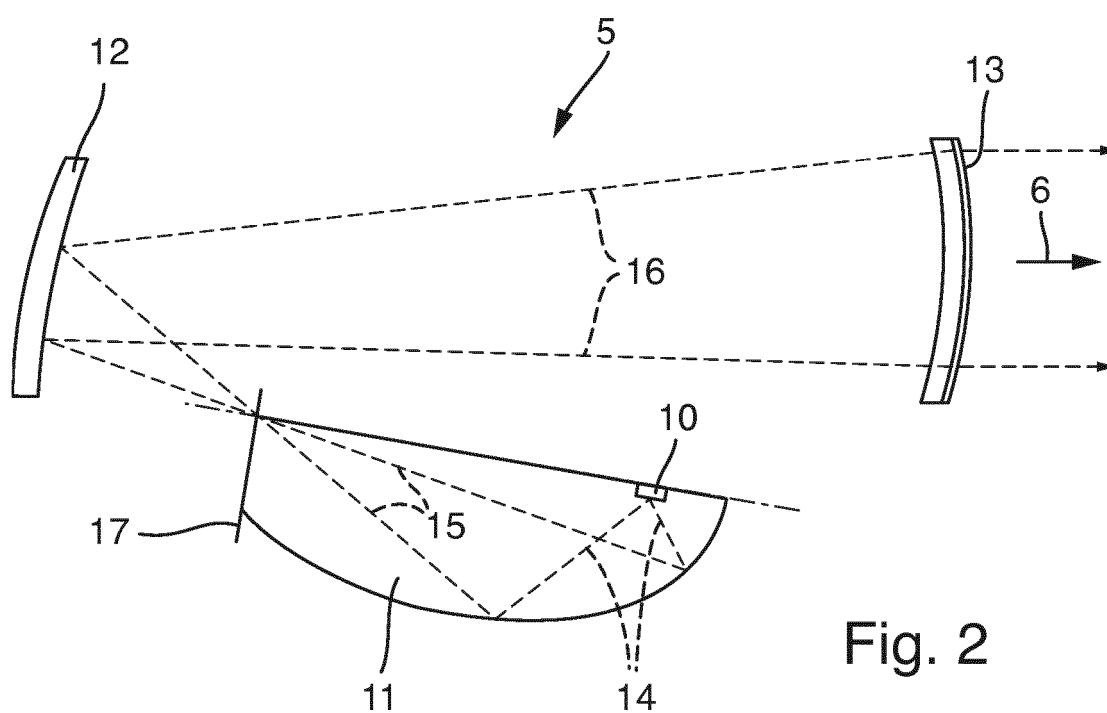
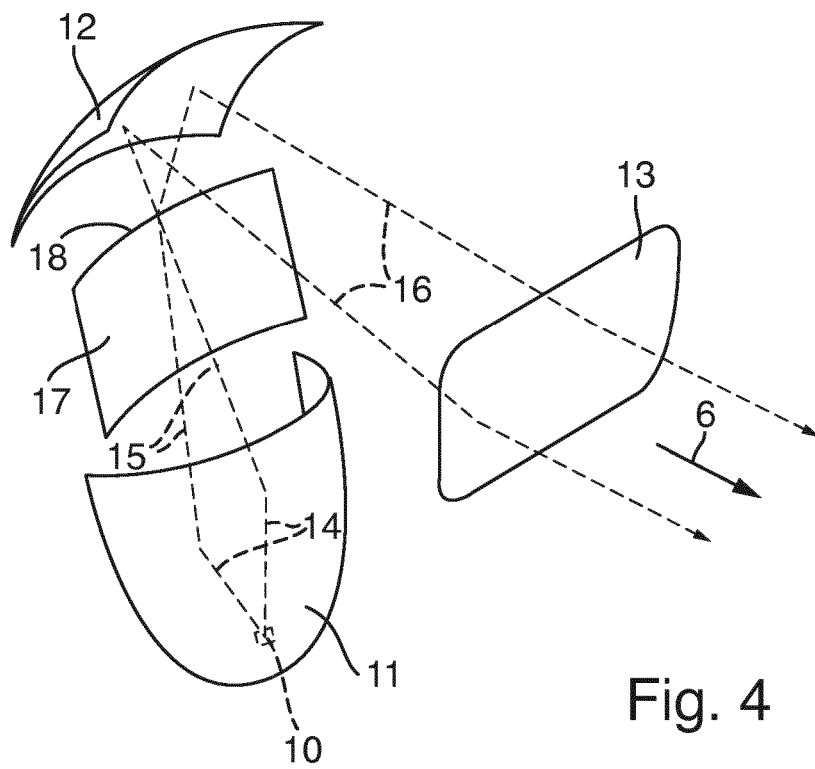
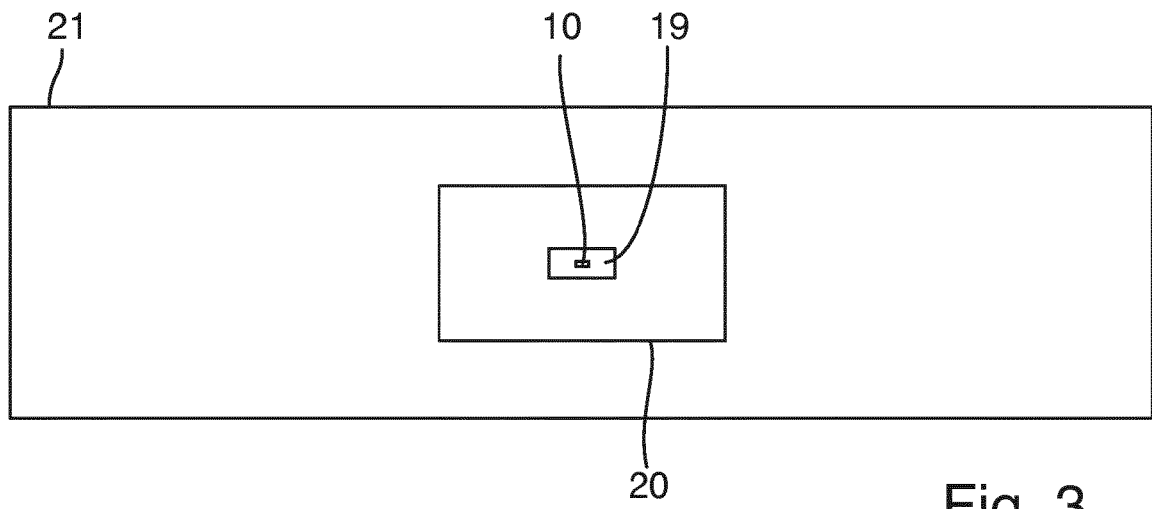


Fig. 2



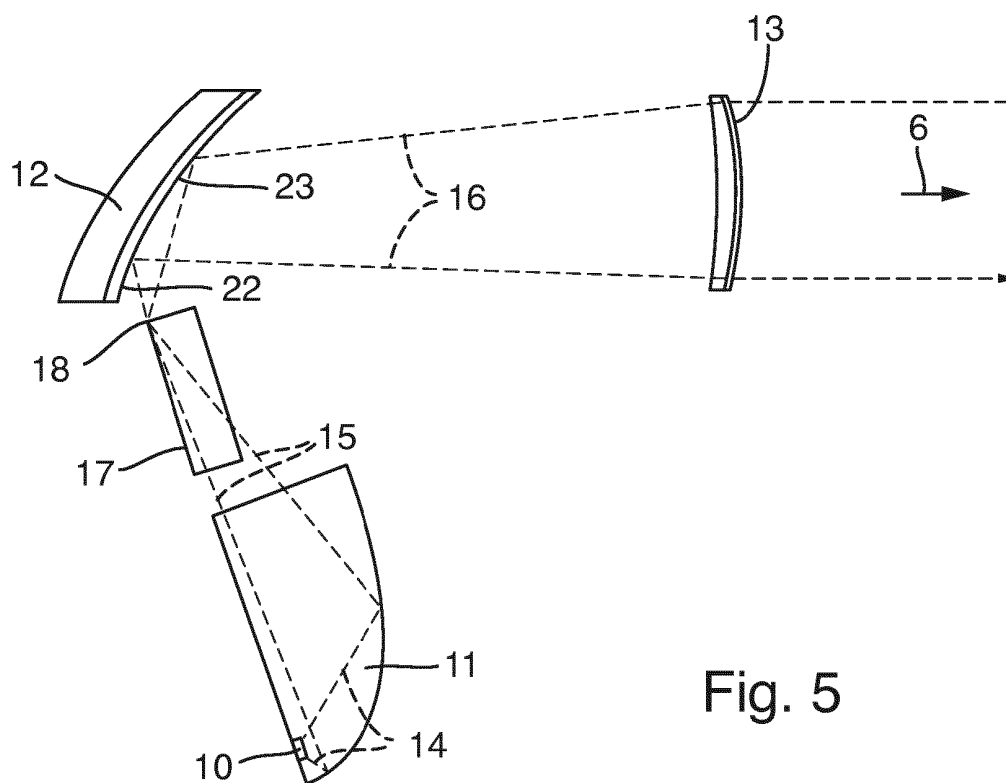


Fig. 5

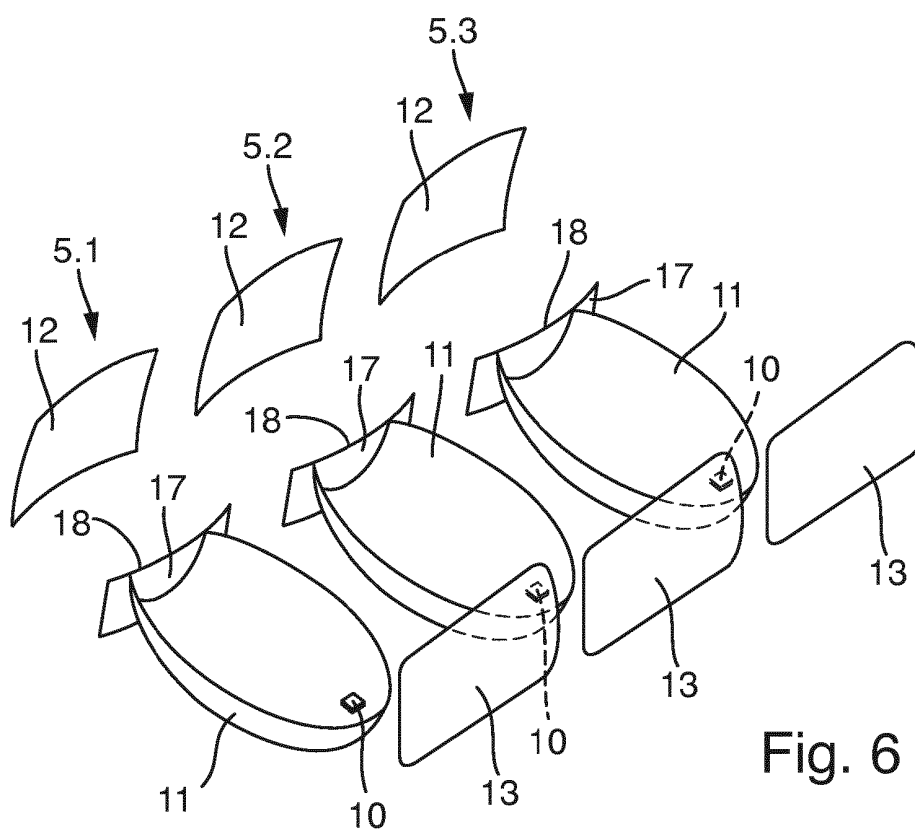


Fig. 6

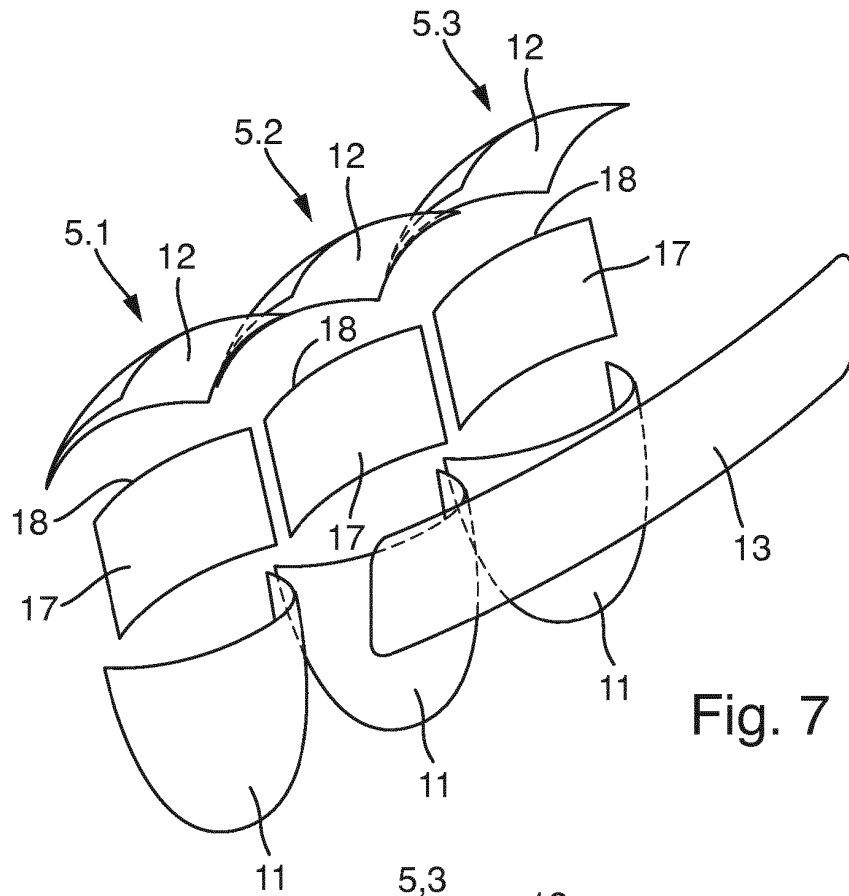


Fig. 7

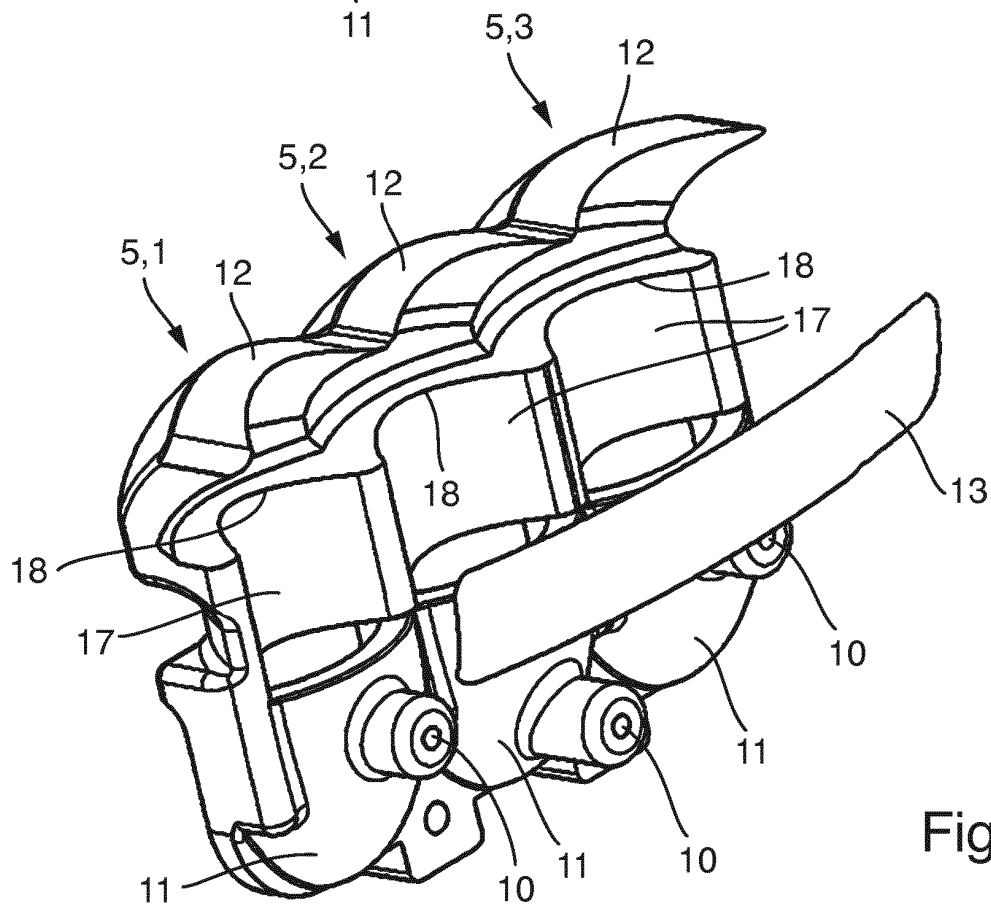


Fig. 8

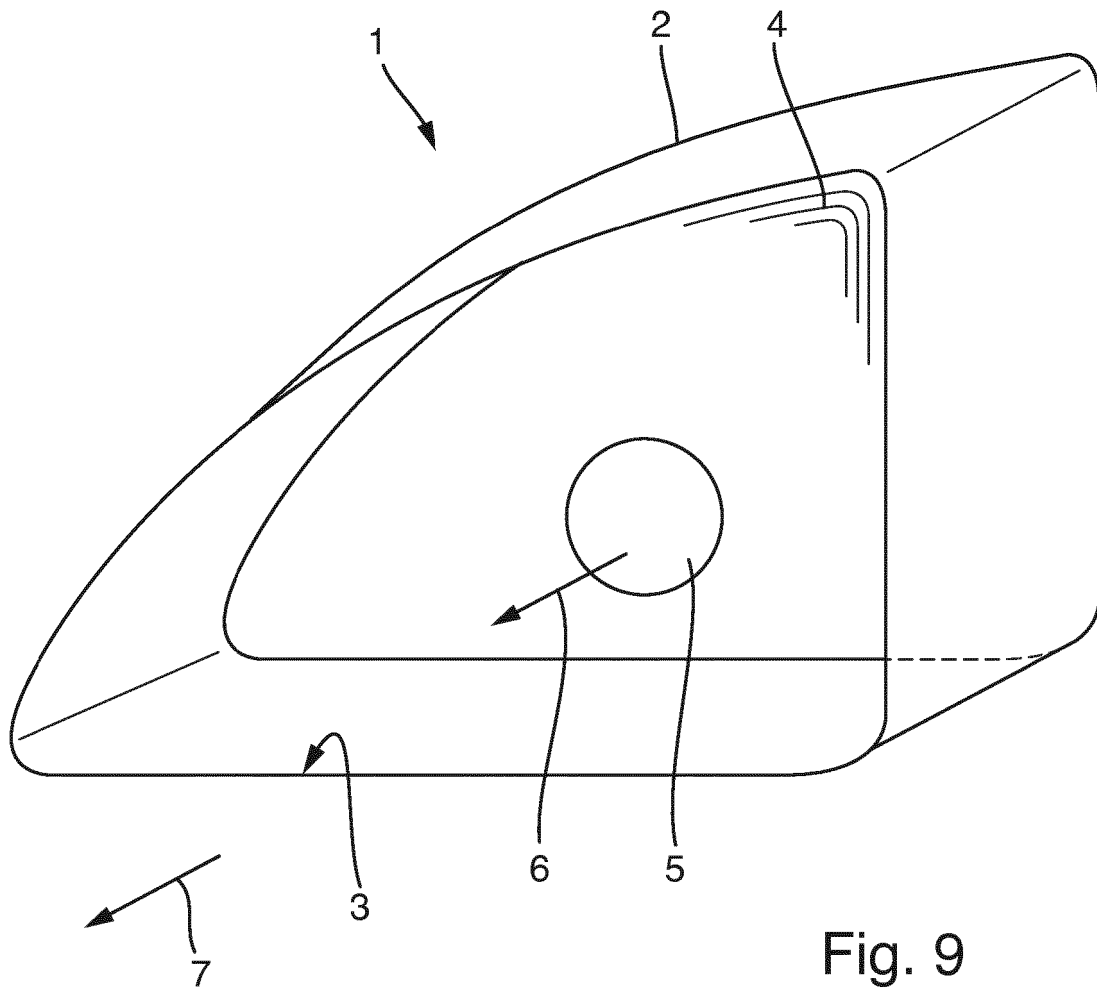


Fig. 9

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 2436969 A2 [0002]
- EP 1935715 A1 [0005]
- DE 102005058936 A1 [0006]
- EP 0126281 A1 [0006] [0007]
- EP 1193440 A1 [0007]