



(11)

EP 3 351 849 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.07.2018 Patentblatt 2018/30

(21) Anmeldenummer: **17204713.6**

(22) Anmeldetag: **30.11.2017**

(51) Int Cl.:
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)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

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

(72) Erfinder:
• **Huber, Ben**
72072 Tübingen (DE)
• **Hossfeld, Wolfgang**
72810 Gomaringen (DE)
• **Rosenhahn, Ernst-Olaf**
72411 Bodelshausen (DE)
• **Ziegler, Patrick**
71101 Schönaich (DE)

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

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul (5) einer Beleuchtungseinrichtung (1) eines Kraftfahrzeugs. Das Lichtmodul (5) umfasst mindestens drei 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. Das erste optische Element umfasst ein erstes Reflektorelement (11), welches die von der Lichtquelle (10) ausgesandten Lichtstrahlen (14)

reflektiert, das zweite optische Element, das dem ersten Reflektorelement (11) im Strahlengang nachgeordnet ist, umfasst ein zweites Reflektorelement (12) und das dritte optische Element, das dem zweiten Reflektorelement (12) im Strahlengang nachgeordnet ist, umfasst ein Linsenelement (13), 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.

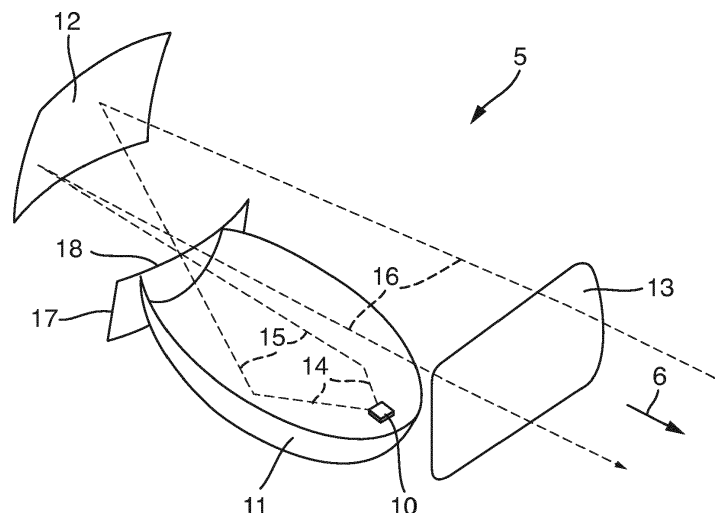


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul einer Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, das Lichtmodul umfassend eine Halbleiterlichtquelle zum Aussenden von Licht und mindestens zwei im Strahlengang des ausgesandten Lichts nacheinander angeordnete optische Elemente zum Umlenken der von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen mit dem Ziel, eine vorgegebene Lichtverteilung auf einer Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zu erzeugen.

[0002] 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 Bewegen des mindestens einen Lichtmoduls relativ zu dem Gehäuse eine variable Leuchtwerte bzw. eine Kurvenlichtfunktionalität realisiert werden kann.

[0003] 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.

[0004] Eine Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art mit einem einzigen Lichtmodul ist bspw. aus der EP 0 126 281 A1 bekannt, wobei 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 konische 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ausgehend von dem Lichtmodul der eingangs genannten Art 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, ein Linsenelement umfasst, welches 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 Reflektorele-

mente 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.

[0008] Das erfindungsgemäße Lichtmodul umfasst somit zwei Reflektorelemente und ein 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.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Lichtmodul ein Blendenelement umfasst, 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.

[0010] 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 - sofern vorhanden - eine Blendenanordnung mit einem zusätzlichen Linsenelement, bspw. einer Projektionslinse, kombiniert wurden. Jedes der Reflektorelemente und auch das Linsenelement stellen dann zwei optische Vergrößerungs-

faktoren 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.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] Vorzugsweise weist das zweite Reflektorelement in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt jeweils einen Brennpunkt oder eine Brennpunktwolke 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 Brennpunkt- wolke 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 Brennpunkt- wolke umfassend mehrere nahe beieinander liegende Brennpunkte des zweiten Reflektorelements in einem zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunkt- wolke des ersten Reflektorelements angeordnet ist oder dass eine Brennpunktlinie umfassend mehrere nebeneinander angeordnete Brennpunkte des zweiten Reflektorelements durch einen zweiten Brennpunkt oder eine zweite Brennpunkt- wolke des ersten Reflektorelements verläuft.

[0014] Vorzugsweise 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 Brennpunkt- wolke 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 Brennpunkt- wolke oder eine zweite Brennpunktlinie aufweist, dementsprechend einen ersten Brennpunkt, eine erste Brennpunkt- wolke 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 Entfernung zu dem Linsenelement, vorzugsweise im 'Unend-

lichen' angeordnet, um das Licht möglichst weit vor das Kraftfahrzeug zu projizieren und eine große Reichweite der Lichtverteilung zu erzielen.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Es zeigen:

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

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

Fig. 9 eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] In den Figuren 1 und 2 ist ein Beispiel für ein erfindungsgemäßes Lichtmodul 5 gezeigt. Das Lichtmodul 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.

[0022] 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.

[0023] 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 Reflektorelements 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.

[0024] 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.

[0025] 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 schlan- ken 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 kön-

nen, 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.

[0026] 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.

[0027] 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 unterschiedliche Vergrößerungsfaktoren $M11h$, $M11v$ ergeben. Die Wahl der Brennweiten wird des Weiteren ge-

nutzt, 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.

[0028] 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 punkartige 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.

[0029] 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, Brennpunktwolke oder Brennpunktlinie, gerade oder gebogen) der genauso ausgebildet ist wie der zweite Fokus (z.B. Brennpunkt, Brennpunktwolke 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] Das Blendenelement 17 kann auch bewegbar ausgebildet werden, um eine mechanische Umschaltung der resultierenden Lichtverteilung zwischen der abgeblendeten Lichtverteilung und einer Fernlichtverteilung zu ermöglichen.

[0036] 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 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.

[0037] 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 Reflektorelement 12 und Linsenelement 13) und kann für jedes der Untermodule 5.1, 5.2, 5.3 individuell angepasst wer-

den.

[0038] 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.

[0039] 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, 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Reflektorelement (11) und das zweite Reflektorelement (12) jeweils sammelnde Eigenschaften aufweisen.
2. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) ein Blendenelement (17) umfasst, wel-

ches in dem Strahlengang zwischen dem ersten Reflektorelement (11) und dem zweiten Reflektorelement (12) angeordnet ist.

3. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blendenelement (17) eine Flächenerstreckung aufweist, die im Wesentlichen senkrecht zu einer Hauptreflexionsrichtung des ersten Reflektorelements (11) verläuft.
4. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 2, **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.
5. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Reflektorelement (11) in einem vertikalen Schnitt und in einem horizontalen Schnitt eine ellipthische Form aufweist.
6. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 5, **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.
7. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Brennpunkte bzw. Brennpunktwolken der beiden Schnitte überlagern.
8. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle (10) in einem ersten Brennpunkt oder in der Nähe einer ersten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements (11) angeordnet ist.
9. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, 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.

10. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kante (18) des Blendenelements (17) durch einen zweiten Brennpunkt oder in der Nähe einer zweiten Brennpunktwolke des ersten Reflektorelements (11) verläuft. 5
11. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Reflektorelement (12) und 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. 10
15
12. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsenelement (13) abhängig davon, ob das zweite Reflektorelement (12) einen zweiten Brennpunkt, eine zweite Brennpunktwolke oder eine zweite Brennpunktlinie aufweist, dementsprechend einen ersten Brennpunkt, eine erste Brennpunktwolke oder eine erste Brennpunktlinie aufweist. 20
25
13. Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsenelement (13) einen zweiten Brennpunkt oder eine zweite Brennpunktwolke aufweist, der bzw. die in großer Entfernung zu dem Lichtmodul (5; 5.1, 5.2, 5.3) vor dem Kraftfahrzeug angeordnet ist. 30
14. 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 13 aufweist, wobei sich die Lichtverteilungen der einzelnen Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) zu der vorgegebenen Lichtverteilung der Beleuchtungseinrichtung (1) überlagern. 35
40
45
15. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei der Lichtmodule (5; 5.1, 5.2, 5.3) der Beleuchtungseinrichtung (1) unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugen. 50
16. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 14 oder 15, **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 (1) jeweils als eine gemeinsame integrale erste Reflektorelementeinheit, zweite Reflektorelementeinheit oder Linsenelementeinheit ausgebildet sind. 55

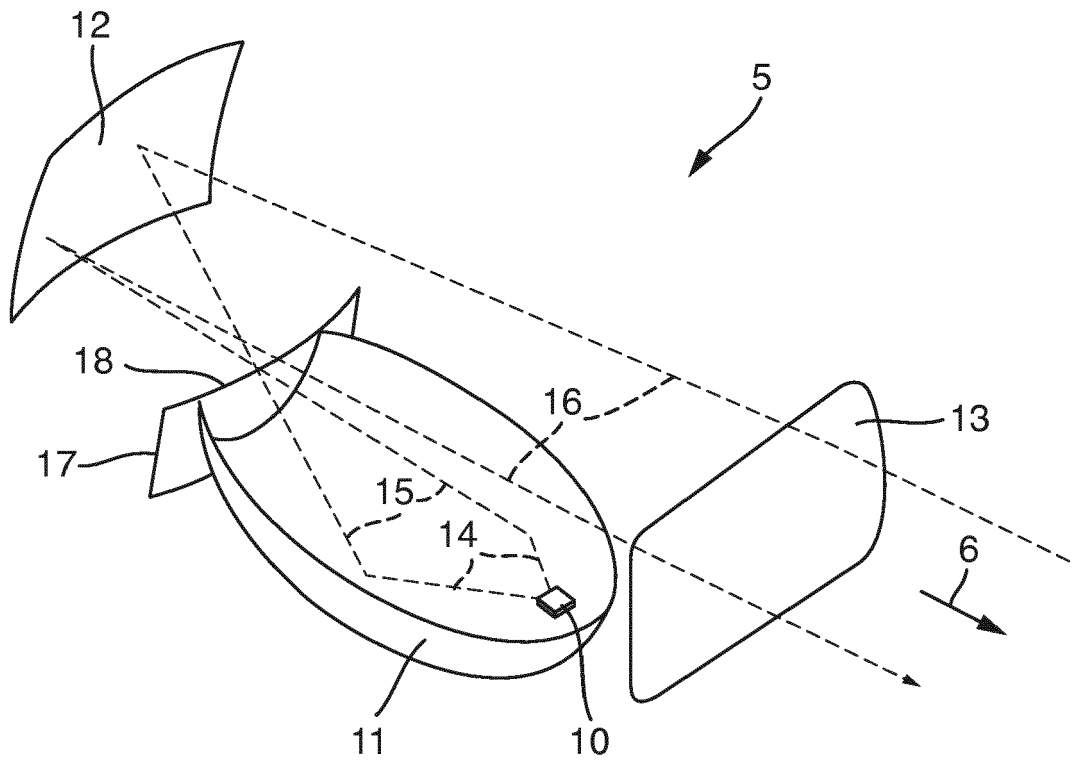


Fig. 1

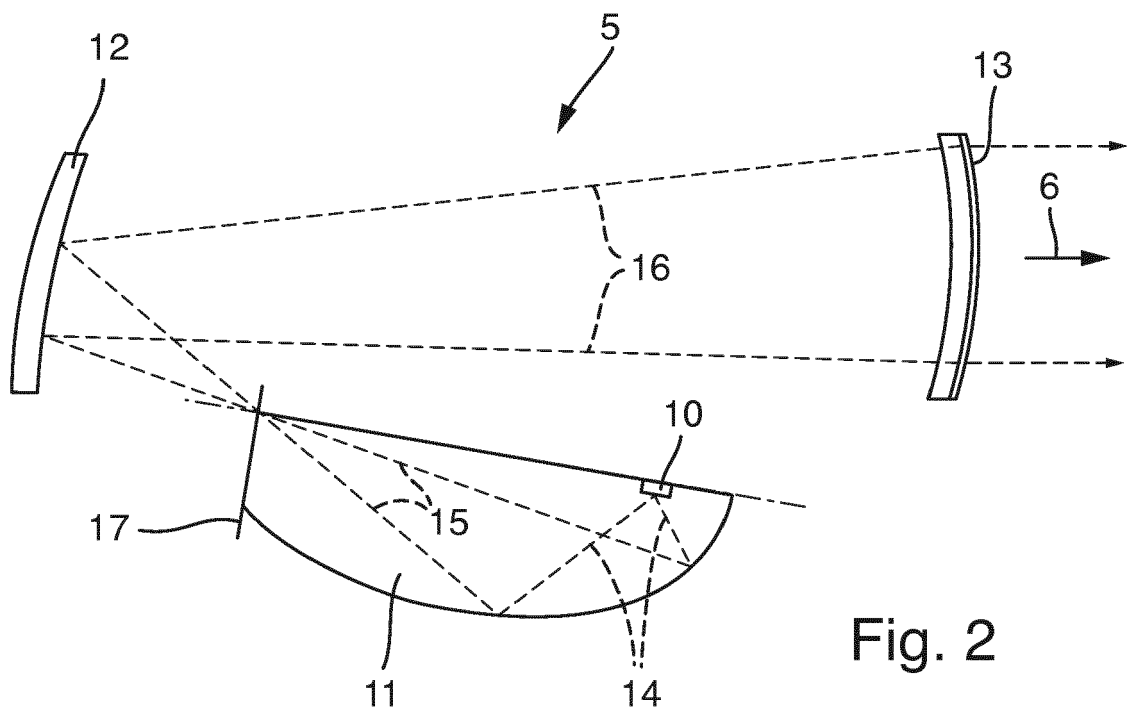


Fig. 2

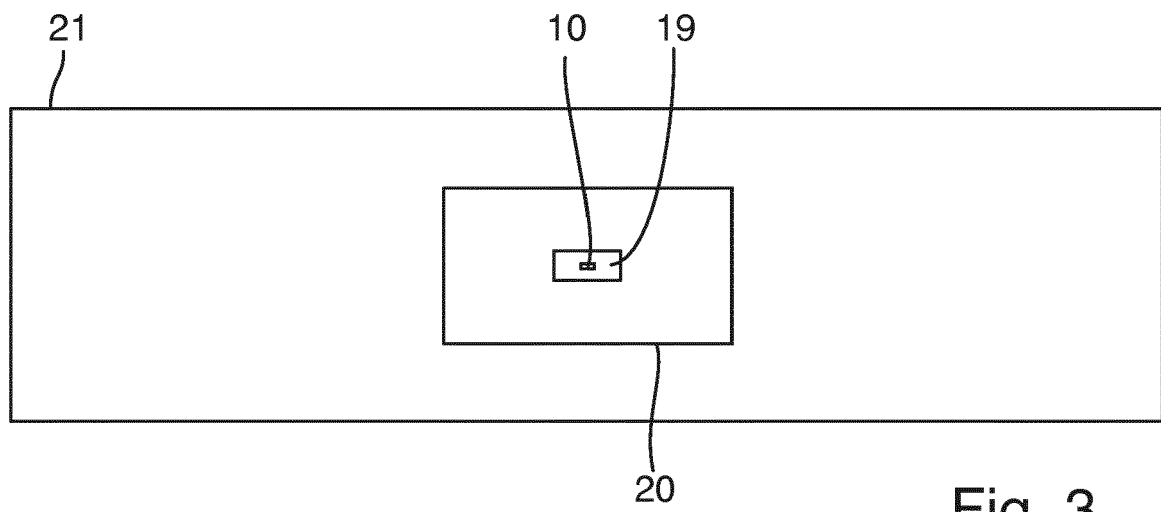


Fig. 3

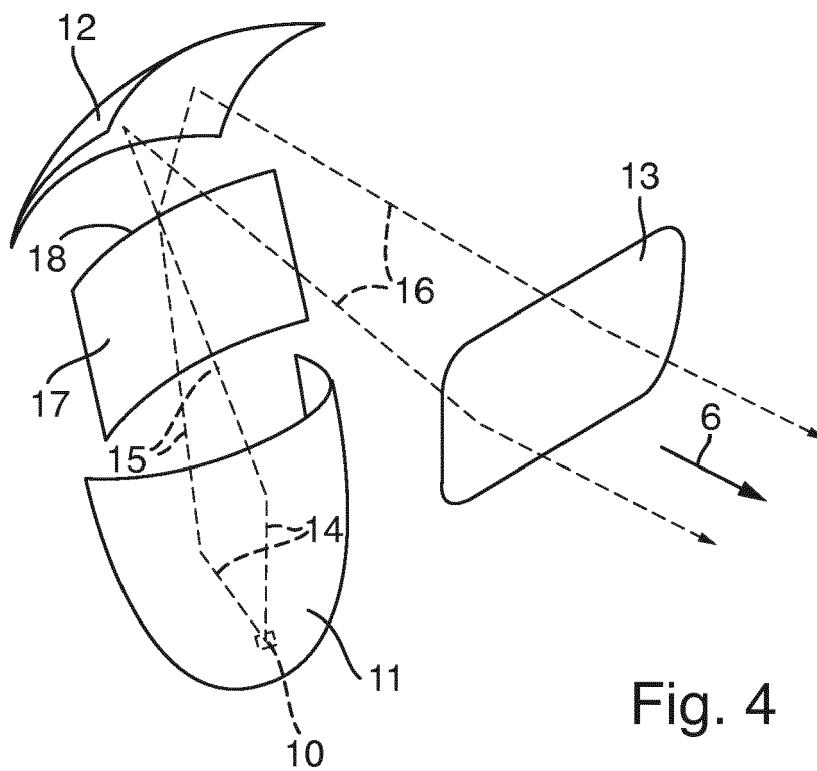


Fig. 4

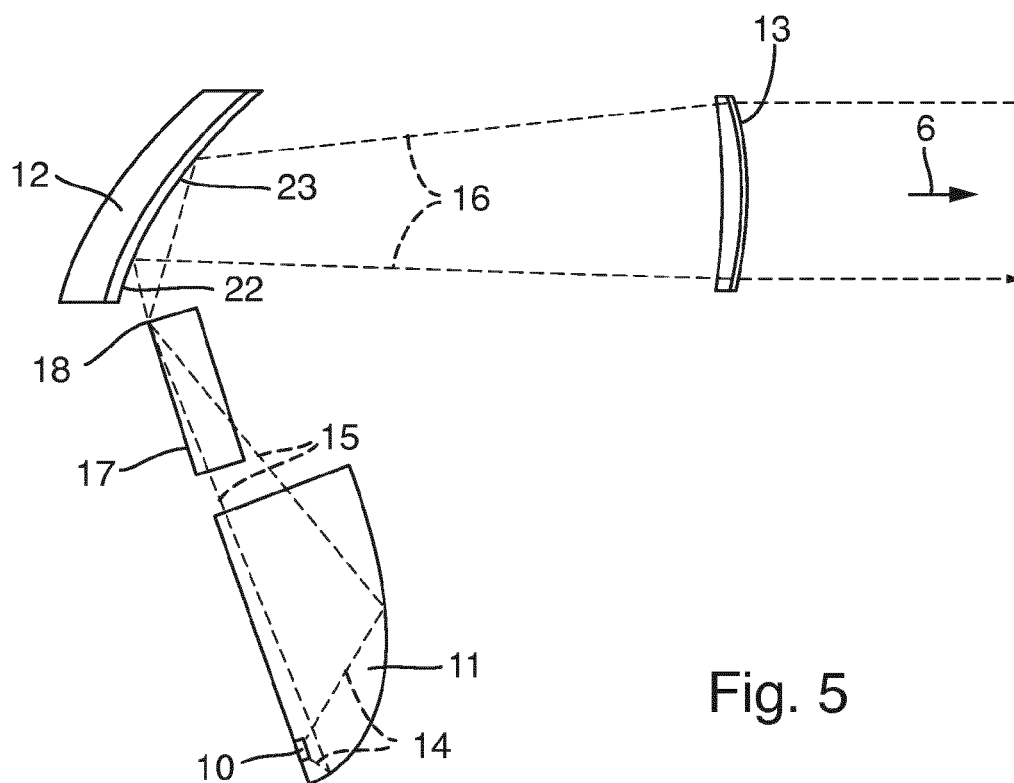


Fig. 5

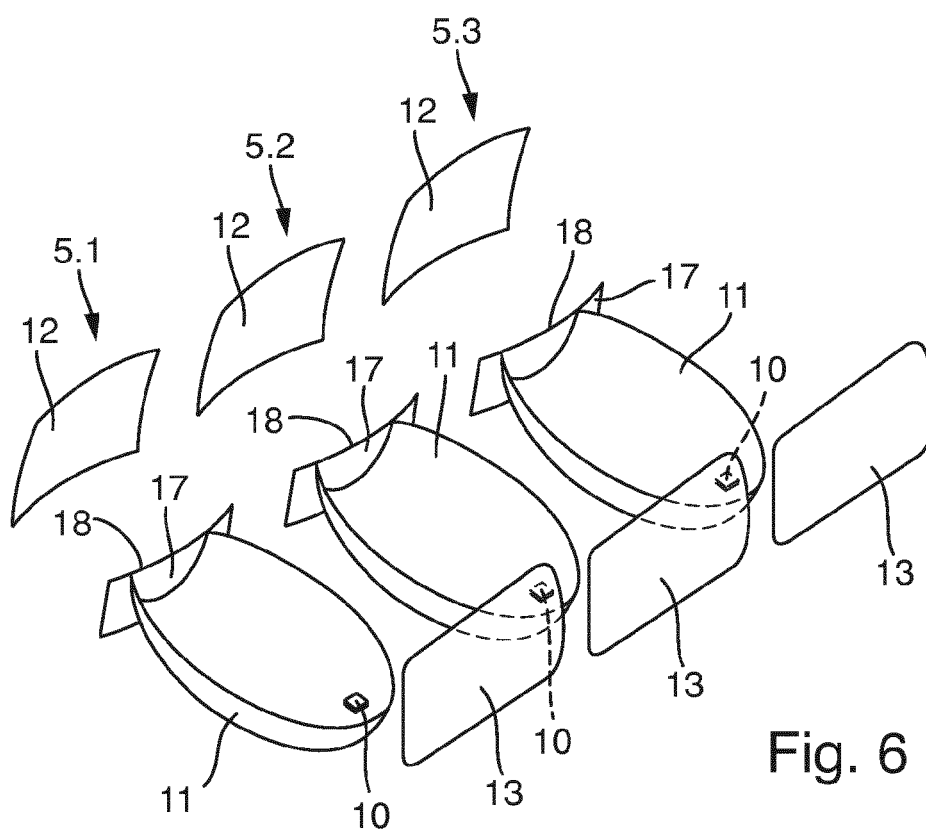


Fig. 6

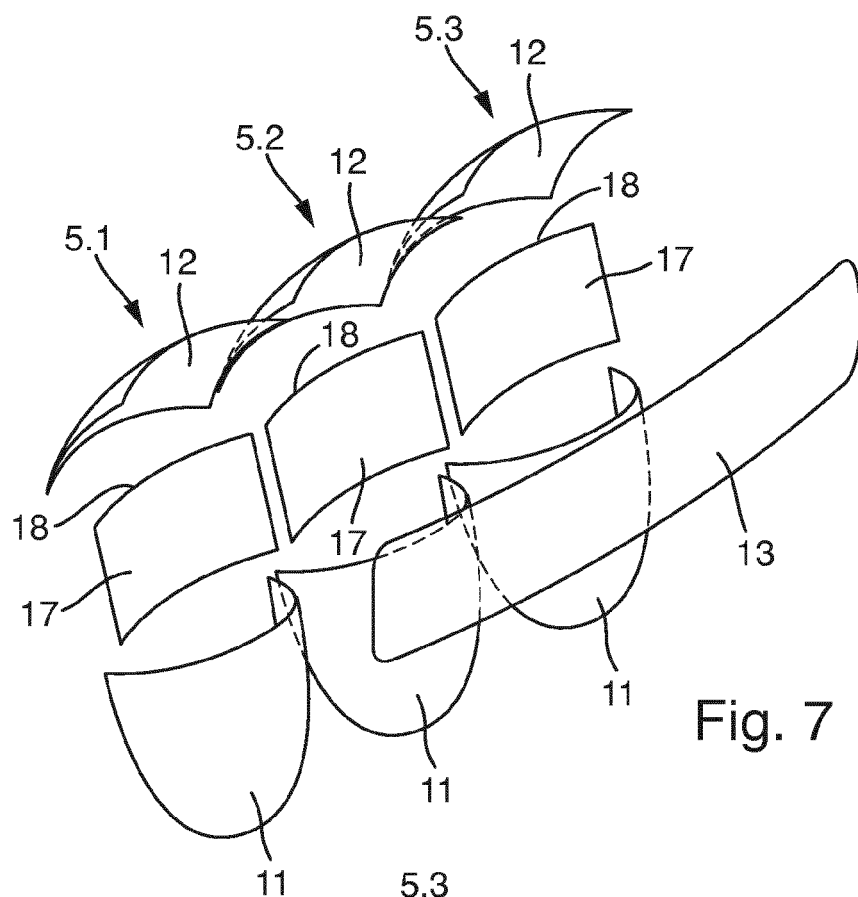


Fig. 7

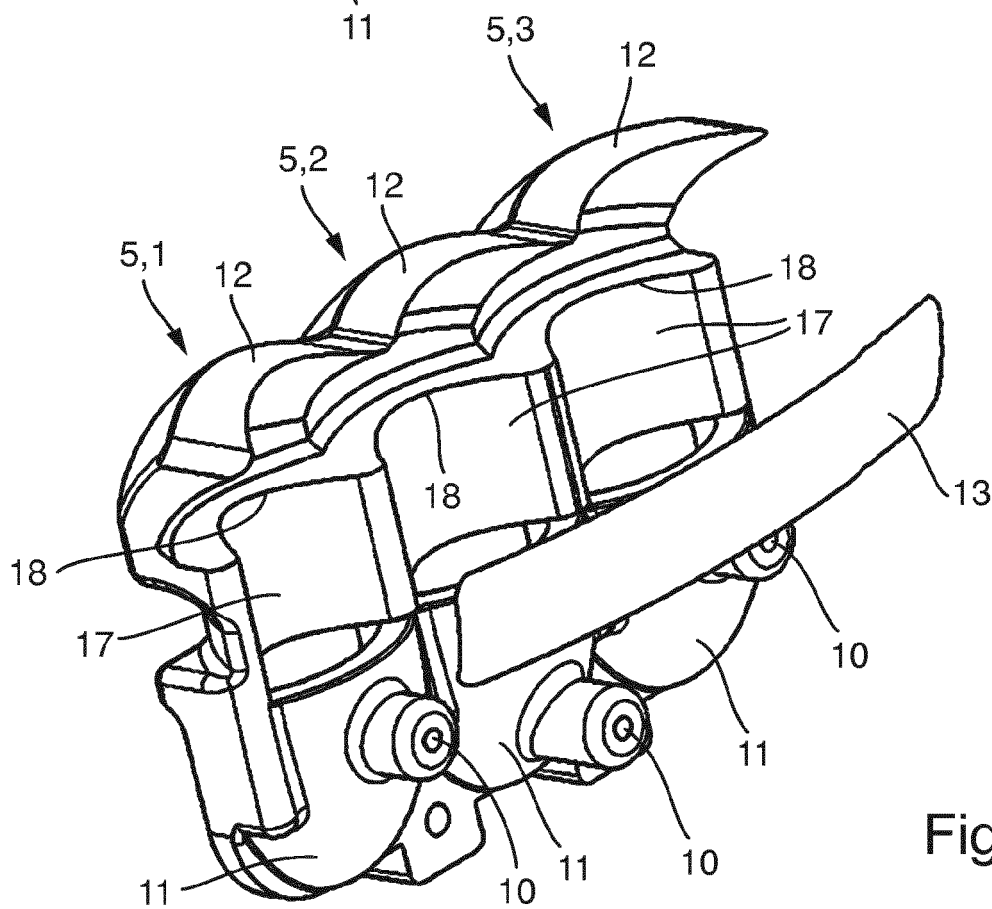


Fig. 8

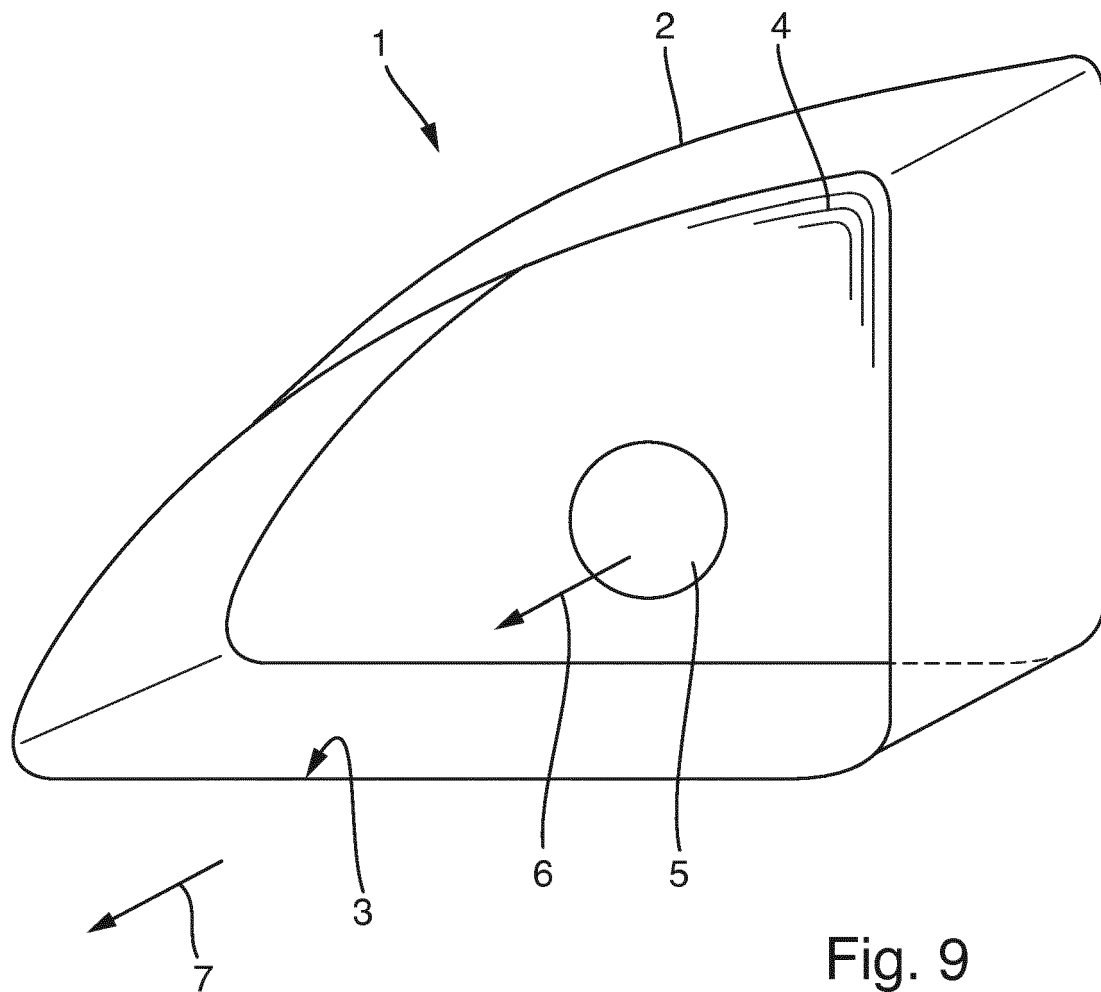


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 4713

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 935 715 A1 (ICHIKOH INDUSTRIES LTD [JP]) 25. Juni 2008 (2008-06-25) * Absätze [0017] - [0027]; Abbildungen * -----	1,2,4-8, 10-13,16	INV. F21S41/147 F21S41/148 F21S41/26 F21S41/32 F21S41/365 F21S41/663 F21S41/683 F21S41/40 F21S41/47 F21S41/43 F21S41/20
X	DE 10 2005 058936 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 20. Juli 2006 (2006-07-20) * Absätze [0028] - [0046]; Abbildungen 1-7,10 * -----	1-3, 5-10, 12-16	
X	EP 2 436 969 A2 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 4. April 2012 (2012-04-04) * Abbildungen 1,5,7,8,9,12 * -----	2,3,5-16	
X	US 2007/285939 A1 (TACHIBANA KAORI [JP]) 13. Dezember 2007 (2007-12-13) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1,8,9, 12,13,16	
X	EP 1 193 440 A1 (STANLEY ELECTRIC CO LTD [JP]) 3. April 2002 (2002-04-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 7,8 * -----	1	
A	EP 2 789 901 A2 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 15. Oktober 2014 (2014-10-15) * Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen * -----	1-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21S
A,D	EP 0 126 281 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. November 1984 (1984-11-28) * das ganze Dokument * -----	1-15	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2018	Prüfer Panatsas, Adam
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 20 4713

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

16-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1935715 A1	25-06-2008	EP 1935715 A1	25-06-2008
		JP 2008153108 A	03-07-2008
		US 2008144329 A1	19-06-2008
DE 102005058936 A1	20-07-2006	DE 102005058936 A1	20-07-2006
		JP 2006164858 A	22-06-2006
		US 2006126353 A1	15-06-2006
EP 2436969 A2	04-04-2012	CN 102434835 A	02-05-2012
		EP 2436969 A2	04-04-2012
US 2007285939 A1	13-12-2007	JP 4729441 B2	20-07-2011
		JP 2007329068 A	20-12-2007
		US 2007285939 A1	13-12-2007
EP 1193440 A1	03-04-2002	KEINE	
EP 2789901 A2	15-10-2014	CN 104100903 A	15-10-2014
		DE 102013206489 A1	30-10-2014
		EP 2789901 A2	15-10-2014
		US 2014307458 A1	16-10-2014
EP 0126281 A1	28-11-1984	DE 3317149 A1	15-11-1984
		EP 0126281 A1	28-11-1984

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0126281 A1 [0004] [0005]
- EP 1193440 A1 [0005]