

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.02.2015 Patentblatt 2015/09

(51) Int Cl.: **F21S 8/10** (2006.01) **F21V 5/04** (2006.01)
F21Y 101/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14177201.2**

(22) Anmeldetag: **16.07.2014**

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

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

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

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

(30) Priorität: 05.08.2013 DE 102013215359

(54) **Mechanikfreies Kurvenlichtmodul**

(57) Vorgestellt wird ein Lichtmodul (10) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, mit einer Lichtquellenbaugruppe (12), einer Primäroptik (13) und einer Sekundäroptik (16). Die Lichtquellenbaugruppe (12) weist eine Zeile von nebeneinander angeordneten Halbleiterlichtquellen (14.i) auf, deren Lichtstrom einzeln oder gruppenweise steuerbar ist. Die Primäroptik erzeugt eine Zwischenlichtverteilung und beleuchtet eine Lichteintrittsfläche der

Sekundäroptik. Die Sekundäroptik weist wenigstens zwei Facetten (30, 32) auf. Jede Facette weist eine zur optischen Achse parallele Schnittebene mit maximaler Brechkraft und eine dazu senkrechte und zur optischen Achse parallele Schnittebene mit minimaler Brechkraft auf. Die Schnittebenen maximaler (minimaler) Brechkraft der verschiedenen Facetten sind zueinander um die optische Achse herum um einen ersten Winkel verdreht.

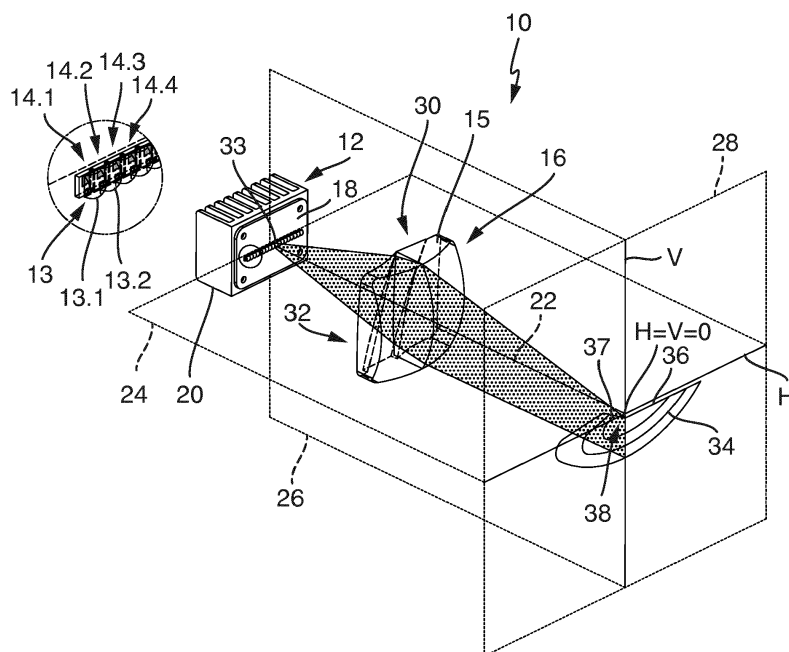


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein solches Lichtmodul weist ein optisches System auf, das eine Lichtquellenbaugruppe mit einer Primäroptik und eine optische Achse aufweisende Sekundäroptik besitzt, wobei die Lichtquellenbaugruppe wenigstens eine Zeile von n nebeneinander in einer geraden Linie auf einer Platine angeordneten Halbleiterlichtquellen aufweist, deren Lichtstrom einzeln oder gruppenweise aufsteuerbar und absteuerbar ist, und wobei die Primäroptik dazu eingerichtet ist, aus dem von den Lichtquellen ausgehenden Licht eine Zwischenlichtverteilung zu erzeugen, die einen geraden Rand aufweist, und wobei die Primäroptik dazu eingerichtet ist eine Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik zu beleuchten.

[0003] Ein solches Lichtmodul erzeugt ein schwenkbares Lichtbündel einer regelkonformen Scheinwerferlichtverteilung eines Straßenkraftfahrzeuges, wobei ein Schwenken des Lichtbündels durch Verändern einer Leistungszuweisung an einzelne Halbleiterlichtquellen erfolgt, die in einer Matrix nebeneinander angeordnet sind.

[0004] Eine solches Lichtmodul ist aus der DE 10 2011 077 636 A1 bekannt.

[0005] Auch die DE 10 2009 021 046 A1 zeigt weitgehend die Merkmale des Oberbegriffs bis auf die Anordnung der Halbleiterlichtquellen auf einer Platine. Die Facettenabschnitte der als Linse ausgestalteten Sekundäroptik sind mit dem Fokus auf die Zwischenlichtverteilung gerichtet. Die Facetten sind verschiedenen Primäroptiken zugeordnet.

[0006] Die DE 20 2010 003 058 U1 zeigt eine Ausgestaltung einer Sekundäroptik als Facetten-Reflektor. Die EP 2 237 080 A1 zeigt eine Ausgestaltung einer Sekundäroptik als Facetten-Linse.

[0007] Bei dem aus der DE 10 2011 077 636 A1 bekannten Lichtmodul ist jede der Halbleiterlichtquellen an einer Lichteintrittsseite eines Optikelementes angeordnet. Das Optikelement ist dazu eingerichtet, das von der Halbleiterlichtquelle ausgehende Lichtbündel durch Brechung und interne Totalreflexionen so umzuformen, dass aus der Lichtaustrittsfläche des Optikelements austretendes Licht einen kleineren Öffnungswinkel aufweist als das in das jeweilige Optikelement eintretende Licht. Die Lichtaustrittsflächen der Optikelemente sind matrixartig und aneinander angrenzend im Lichtmodul angeordnet, so dass sich eine zusammenhängende Lichtaustrittsfläche ergibt, die sich aus den Lichtaustrittsflächen der einzelnen Optikelemente zusammensetzt. Die Gesamtheit der einzelnen Optikelemente wird hier auch als Primäroptik bezeichnet.

[0008] Auf der zusammenhängenden Lichtaustrittsfläche dieser Primäroptik stellt sich bei eingeschalteten Halbleiterlichtquellen eine Zwischenlichtverteilung ein.

[0009] Das Lichtmodul weist eine Sekundäroptik auf,

die durch ihre Anordnung und ihre optischen Eigenschaften dazu eingerichtet ist, die Zwischenlichtverteilung in ein Vorfeld des Lichtmoduls abzubilden, wobei das Vorfeld bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls als Teil eines Kraftfahrzeugscheinwerfers vor dem Fahrzeug liegt. Auf diese Weise wird das Vorfeld mit einer Lichtverteilung beleuchtet, die sich aus einzelnen, aneinander angrenzenden Pixeln zusammensetzt. Jeder Pixel ist das Bild einer Lichtaustrittsfläche eines einzelnen Optikelements.

[0010] Durch Steuern der Leistung der individuell steuerbaren Halbleiterlichtquellen kann die räumliche Verteilung des Lichtes im Scheinwerfervorfeld an die jeweiligen Verkehrsverhältnisse adaptiert werden.

[0011] Das Beleuchten des Vorfelds mit einer solchen Lichtverteilung wird auch als Lichtfunktion bezeichnet. Beispiele solcher Lichtfunktionen sind Abblendlicht-Lichtfunktionen sowie Fernlicht- und Teilfernlicht-Lichtfunktionen, ohne dass diese Aufzählung als abschließende Aufzählung verstanden werden soll.

[0012] Bei der adaptiven Lichtfunktion des Teilfernlichts, die auch als blendungsfreies Fernlicht bezeichnet wird, hat sich mittlerweile die Aufteilung des Fernlichts in mehrere Lichtstreifen etabliert, die bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung vertikal ausgerichtet sind. Die Steuerung der Halbleiterlichtquellen, von denen jeweils eine einen Streifen beleuchtet, erfolgt zum Beispiel durch eine Steuereinrichtung, die Signale von das Vorfeld überwachenden Sensoren auswertet. Diese Auswertung erlaubt zum Beispiel eine Detektion und Lokalisierung von Gegenverkehr. Wenn Gegenverkehr detektiert wird, erfolgt eine Verringerung der Helligkeit des Lichtstreifens, in dem der Gegenverkehr lokalisiert wurde.

[0013] Weitaus schwieriger gestaltet sich die Aufgabe, eine dynamische Kurvenlicht-Lichtfunktion durch Überlagerung mehrerer selektiv erzeugbarer Lichtverteilungen zu verwirklichen. Unter einer dynamischen Kurvenlichtfunktion wird hier eine Lichtfunktion verstanden, bei der die Hauptabstrahlrichtung des Lichtmoduls dem Lenkwinkel folgt, so dass das Lichtbündel bei einer Rechtskurve nach rechts und bei einer Linkskurve nach links geschwenkt wird.

[0014] Alle bisher bekannten Vorschläge sehen Lichtverteilungen vor, die aus einer Vielzahl quadratischer, rautenförmiger oder dreiecksförmiger pixelartiger Einzellichtverteilungen bestehen. Die Einzellichtverteilungen werden in vorgegebenen Mustern erzeugt, um daraus eine sich aus den Einzellichtverteilungen pixelartig zusammensetzende Summenlichtverteilung zu ergeben.

[0015] Bei allen diesen Vorschlägen übersteigt die Zahl der Pixel die Anzahl real sinnvoll einstellbarer Summenlichtverteilungen bei weitem. Aus der Vielzahl theoretisch möglicher Einschaltmuster der beteiligten Lichtquellen eignen sich nur wenige Muster zur Erzeugung eines regelkonformen Abblendlichts. Damit werden unerwünscht viele Lichtquellen benötigt, um eine dynamische Kurvenlichtfunktion zu verwirklichen, so dass diese

Lösungsansätze mit entsprechenden wirtschaftlichen Nachteilen behaftet sind.

[0016] Nachteilig ist auch, dass es bei den bekannten Scheinwerfern, die mehrere Zeilen von in einer Matrix angeordneten Lichtquellen aufweisen, nicht ohne weiteres möglich ist, die üblichen 20° oder 30°-Anstiege der Hell-Dunkel-Grenze einer asymmetrischen Abblendlichtverteilung zu erzeugen. Erreichbare Anstiegswinkel sind bei den bekannten Scheinwerfern auf höhere Werte beschränkt, die zwischen 60° und 90° liegen. Derart steile Verläufe der Hell-Dunkel-Grenze sind für normale Fahrsituationen unkomfortabel. Die Schwenkbewegung der Hell-Dunkel-Grenze ist besonders beim Durchfahren von Kurven sehr auffallend, was vom Fahrer als störend empfunden wird. Außerdem muss der asymmetrisch oberhalb des Horizonts liegende Bereich der Lichtverteilung sehr weit auf die eigene Fahrbahnseite versetzt werden, um eine Blendung des Gegenverkehrs zu vermeiden, was die Reichweite des Abblendlichts in der Mitte der Fahrbahn unerwünscht verringert. Aus diesen Gründen ist eine ohne mechanisch arbeitende Schwenkeinrichtungen arbeitende Kurvenlicht-Lichtfunktion mit den bekannten Matrix-Scheinwerfern nur mit unverhältnismäßig hohem technischen Aufwand und funktionalen Einschränkungen zu verwirklichen.

[0017] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines Lichtmoduls, das eine ohne mechanischen Verstellantrieb funktionierende dynamische Kurvenlichtfunktion mit einem deutlich reduzierten Aufwand für Lichtquellen und Optik verwirklicht und das eine Abblendlicht-Kurvenlicht-Lichtverteilung mit einem zwischen 20° und 30° liegenden Anstiegswinkel der Hell-Dunkel-Grenze im asymmetrischen Teil der Abblendlichtverteilung erlaubt.

[0018] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich von dem bekannten Lichtmodul dadurch, dass die Sekundäroptik wenigstens zwei Facetten aufweist, die beide auf die Zwischenlichtverteilung fokussiert sind, wobei jede der beiden Facetten eine zur optischen Achse parallele Schnittebene mit für die jeweilige Facette maximaler Brechkraft und eine dazu senkrechte und zur optischen Achse parallele Schnittebene mit für die jeweilige Facette minimaler Brechkraft besitzt, und wobei die Schnittebenen maximaler Brechkraft der verschiedenen Facetten zueinander um die optische Achse herum um einen ersten Winkel verdreht sind und wobei die Schnittebenen minimaler Brechkraft der verschiedenen Facetten zueinander um die optische Achse herum um den ersten Winkel verdreht sind.

[0019] Jede Facette erzeugt einen eigenen Lichtspot, der durch eine Hell-Dunkel-Grenze begrenzt ist. Dabei sind die Hell-Dunkel-Grenzen der Spots gegeneinander ebenfalls um den ersten Winkel verdreht. Bei der Überlagerung der Spots der Facetten bildet sich daher eine Abknickpunkt aufweisende Summenlichtverteilung. Der Anstiegswinkel ist beim Entwurf der Sekundäroptik auf beliebige Werte festlegbar. Mit anderen Worten:

Das optische System des Lichtmoduls ist durch die Facetten aufweisende Realisierung der Sekundäroptik dazu eingerichtet, einen Abblendlichtspot mit einer teilweise horizontal verlaufenden Hell-Dunkel-Grenze und einer teilweise schräg zum Horizont über den Horizont ansteigenden Hell-Dunkel-Grenze und einem sich als Schnittpunkt dieser beiden Hell-Dunkel-Grenzen ergebenden Abknickpunkt zu erzeugen.

[0020] Das erfindungsgemäße Lichtmodul erzeugt viele gleichartige, einander stark überlappende Abblendlicht-Spotlicht-Lichtverteilungen, die in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls jeweils um kleine Winkel gegeneinander verschoben sind, wobei die kleinen Winkel in einer horizontalen Ebene liegen. Der Abblendlichtspot wird durch Einschalten und Ausschalten oder Aufsteuern und Absteuern (Dimmen) der Helligkeit von einzelnen Abblendlicht-Spotlicht-Lichtverteilungen bewegt.

[0021] Es ist bevorzugt, dass die Sekundäroptik eine Linse oder ein Hohlspiegelreflektor ist.

[0022] Bevorzugt ist auch, dass die Facetten der Sekundäroptik dazu eingerichtet sind, einen Punkt der Zwischenlichtverteilung auf einem vor dem Lichtmodul stehenden Schirm, dessen Fläche senkrecht zur optischen Achse der Sekundäroptik ist, als Linie abzubilden, wobei die von der einen Facette erzeugte Linie mit der von der anderen Facette erzeugten Linie den ersten Winkel einschließt und dass eine zentrale Halbleiterlichtquelle aus der Reihe der Halbleiterlichtquellen auf dem Schirm einen Spot mit einem Abknickpunkt im $H = V = 0$ - Punkt oder knapp darunter erzeugt, wobei der $H = V = 0$ - Punkt als Durchstoßpunkt der optischen Achse durch den Schirm festgelegt ist.

[0023] Bevorzugt ist auch, dass die zentrale Halbleiterlichtquelle die Halbleiterlichtquelle ist, durch welche die optische Achse 22 der Sekundäroptik 16 hindurch läuft.

[0024] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens eine der Facetten dazu eingerichtet ist, eine gerade Kante der Zwischenlichtverteilung als eine erste Hell-Dunkel-Grenze abzubilden und wenigstens eine andere der Facetten dazu eingerichtet ist, die gerade Kante als eine zweite Hell-Dunkel-Grenze abzubilden, wobei die beiden Hell-Dunkel-Grenzen einander schneiden und dabei den ersten Winkel einschließen.

[0025] Bevorzugt ist auch, dass die optische Achse die Zeile der Halbleiterlichtquellen kreuzt.

[0026] Bevorzugt ist auch, dass die wenigstens zwei Facetten beide dazu eingerichtet sind, auf den Flächenschwerpunkt der von der Primäroptik erzeugten Zwischenlichtverteilung zu fokussieren.

[0027] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zahl n der nebeneinander in einer Reihe liegenden Halbleiterlichtquellen größer oder gleich 10, insbesondere größer oder gleich 15, und kleiner oder gleich 40, insbesondere kleiner oder gleich 30 ist.

[0028] Bevorzugt ist auch, dass die aus der Primäroptik und der Sekundäroptik gebildete Optik dazu eingerichtet ist, das Licht einer Halbleiterlichtquelle auf einen Bereich zu verteilen, der sich vom Abknickpunkt aus in horizontaler Richtung um 6° bis 10° zur Gegenverkehrsseite erstreckt und der sich in ebenfalls horizontaler Richtung um 2° bis 4° zur eigenen Fahrbahnseite erstreckt.

[0029] Bevorzugt ist auch, dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, dass eine links von einer ersten Halbleiterlichtquelle liegende und der ersten Halbleiterlichtquelle benachbarte Halbleiterlichtquelle einen Spot mit einem Abknickpunkt erzeugt, der etwa 1° bis 3° , bevorzugt 1° bis $1,5^\circ$ horizontal nach rechts versetzt zum Abknickpunkt des Spots der ersten Halbleiterlichtquelle liegt, und dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, dass eine rechts von der ersten Halbleiterlichtquelle liegende und der ersten Halbleiterlichtquelle benachbarte Halbleiterlichtquelle einen Spot mit einem Abknickpunkt erzeugt, der etwa 1° bis 3° , bevorzugt 1° bis $1,5^\circ$ horizontal nach links versetzt zum Abknickpunkt des Spots der ersten Halbleiterlichtquelle liegt.

[0030] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sekundäroptik drei Facetten aufweist.

[0031] Eine alternativ bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sekundäroptik fünf Facetten aufweist.

[0032] Bevorzugt ist auch, dass jede Facette eine torische Fläche aufweist, wobei eine torische Fläche eine gekrümmte, nicht rotationssymmetrische Fläche ist, die in unterschiedlich orientierten Schnittebenen verschiedene Krümmungen aufweist, wobei man in zwei senkrecht aufeinander stehenden Schnitten eine Profilebene mit einem Krümmungsmaximum und eine Profilebene mit einem Krümmungsminimum findet.

[0033] Bevorzugt ist auch, dass die Sekundäroptik eine Linse ist und die torischen Flächen auf der der Primäroptik zugewandten Lichteintrittsseite der Linse liegen.

[0034] Ferner ist bevorzugt, dass eine erste torische Fläche auf der linken Seite der Lichteintrittsfläche liegt, eine zweite torische Fläche auf der rechten Seite der Lichteintrittsfläche liegt, eine dritte torische Fläche zwischen der ersten torischen Fläche und der zweiten torischen Fläche liegt, wobei die erste torische Fläche ein erstes, vertikal verlaufendes Profil mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist, und die erste torische Fläche ein zweites, horizontal verlaufendes Profil mit betragsmäßig maximaler konvexer Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten Profil steht, und wobei die zweite torische Fläche ein erstes, vertikal verlaufendes Profil mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist und ein zweites, horizontal verlaufendes Profil mit betragsmäßig maximaler konkaver Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten steht, und wobei die dritte torische Fläche ein erstes Profil mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist, und ein zweites Profil mit betragsmäßig maximaler konkaver Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten

Profil steht. Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0035] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

- Figur 1 ein optisches System eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;
- Figur 2 eine typische Abblendlichtverteilung für Rechtsverkehr;
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer drei Facetten aufweisenden Sammellinse;
- Figur 4 verschiedene Ansichten der Linse aus der Figur 3;
- Figur 5 eine Linse eines weiteren Ausführungsbeispiels;
- Figur 6 eine Ausgestaltung einer Lichtquellenbaugruppe;
- Figur 7 verschiedene Ansichten von Elementen der Lichtquellenbaugruppe aus der Fig. 6; und
- Figur 8 eine Anordnung eines Paares aus einer LED und eines Licht dieser LED sammelnden Sammellinsenteilbereichs einer Primäroptik des Lichtmoduls.

[0037] Gleiche Bezugszeichen verweisen in den Figuren auf gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente.

[0038] Figur 1 zeigt ein optisches System eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 10. Das optische System besteht aus einer Lichtquellenbaugruppe 12 mit einer Primäroptik 13 und einer hier als Linse 15 verwirklichten Sekundäroptik 16. Die Lichtquellenbaugruppe 12 weist hier eine einzelne Zeile von nebeneinander in einer Reihe längs einer geraden Linie auf einer Platine 18 angeordneten Halbleiterlichtquellen 14.i mit $i = 1, 2, \dots, n$ auf, wobei n bevorzugt eine Zahl zwischen 10 und 40 ist.

[0039] Die Halbleiterlichtquellen sind bevorzugt Leuchtdioden (LEDs), insbesondere SMD-LEDs, wobei die Abkürzung SMD für Surface Mounted Device steht. Die Platine 18 ist mit ihrer der Lichtquellenzeile abgewandt gegenüberliegenden Seite auf einem Kühlkörper 20 befestigt, der die beim Betrieb der Halbleiterlichtquellen 14.i in den Chips der LEDs entstehende Wärme über einen thermischen Kontakt der Halbleiterlichtquellen mit der Platine und einen thermischen Kontakt der Platine zum Kühlkörper aufnimmt und in die Umgebung abgibt.

[0040] Die Zeile von Halbleiterlichtquellen 14.i liegt bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmo-

duls in einem Fahrzeug, das auf einem ebenen Untergrund steht oder fährt, bevorzugt parallel zum Horizont. Wenn in dieser Anmeldung von einer horizontalen Ausrichtung, Orientierung oder Lage die Rede ist, soll sich dies immer auf die so definierte bestimmungsgemäße Verwendung beziehen. Dies gilt analog für Ortsangaben wie oben oder unten.

[0041] Die Primäroptik 13 besteht in dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Reihe von Sammellinsen 13.j mit $j = 1, 2, \dots, m$. Die Zahl m der Sammellinsen ist mindestens so groß wie die Zahl n der Halbleiterlichtquellen.

[0042] Je eine Sammellinse ist in Hauptabstrahlrichtung je einer Halbleiterlichtquelle dicht vor der Halbleiterlichtquelle angeordnet. Unter einer dichten Anordnung wird hier eine Anordnung in einem Abstand verstanden, der maximal 1 bis 2 und typischerweise knapp einen Millimeter beträgt, wobei die Lichtaustrittsflächen der Halbleiterlichtquellen die Lichteintrittsflächen der Sammellinsen aber nicht berühren sollen.

[0043] Die Sammellinsen sind bevorzugt als Teilbereiche eines einstückig-stoffschlüssig zusammenhängenden transparenten Grundkörpers verwirklicht, was die Ausrichtung der Sammellinsenteilbereiche relativ zu den Halbleiterlichtquellen und untereinander vereinfacht und eine schnelle, genaue und zuverlässige Montage erlaubt.

[0044] Jeder einzelne Sammellinsenteilbereich hat bevorzugt eine ebene, seiner Halbleiterlichtquelle zugewandte Lichteintrittsfläche und eine konvexe Lichtaustrittsfläche, die der im Strahlengang nachfolgenden Sekundäroptik 16 zugewandt ist.

[0045] Die Sekundäroptik 16 weist eine optische Achse 22 auf und ist so angeordnet, dass die optische Achse 22 die Zeile der Halbleiterlichtquellen 14.i kreuzt. Die Zeilenrichtung der horizontal angeordneten Halbleiterlichtquellen 14.i und die optische Achse 22 spannen eine gedachte horizontale Mittelebene 24 auf.

[0046] Eine gedachte vertikale Mittelebene 26 steht senkrecht so auf der horizontalen Mittelebene 26, dass sie die horizontale Mittelebene längs der optischen Achse 24 schneidet. Bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls durchstößt die optische Achse 22 den sogenannten $H=V=0$ Grad-Punkt auf einem ebenen Schirm 28, der sich in großer Entfernung vom Lichtmodul im Lichtweg des von dem Lichtmodul ausgehende Lichtes befindet und dessen Flächennormale parallel zur optischen Achse 22 ist. Auf der horizontal liegenden H-Achse dieses Schirms 28 werden Winkelabweichungen von der optischen Achse 22 in horizontaler Richtung aufgetragen. Auf der vertikal ausgerichteten V-Achse des Schirms werden Winkelabweichungen von der optischen Achse 22 in vertikaler Richtung aufgetragen. Der Scheitel des Winkels liegt dabei jeweils im Scheinwerfer, beziehungsweise im Lichtmodul 10.

[0047] In dem Ausführungsbeispiel, das in der Figur 1 dargestellt ist, ist die Sekundäroptik 16 als Sammellinse 15 verwirklicht. In einer alternativen Ausgestaltung ist die

Sekundäroptik als facettierter Hohlspiegel verwirklicht.

[0048] Für alle beim Anmeldungsgegenstand als Sekundäroptik dienenden Sammellinsen gilt das Folgende: Die Linse 15 besitzt einen Mittelpunkt, der als Mittelpunkt der größten Kugel definiert ist, die sich gedanklich in der Linse unterbringen lässt. Die optische Achse 22 verläuft so, dass sie mit der Geraden übereinstimmt, die durch den Mittelpunkt der Linse und den bei bestimmungsgemäßer Verwendung und Geradeausfahrt in Fahrtrichtung vor Fahrzeug liegenden Punkt $H = V = 0$ geht.

[0049] Die als Linse 16 verwirklichte Sekundäroptik 18 ist eine wenigstens zwei Facetten 30, 32 aufweisende Sammellinse. Jede Facette weist eine der Primäroptik 13 zugewandte Lichteintrittsfläche und eine Lichtaustrittsfläche auf. Die Facetten 30, 32 unterscheiden sich im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 durch unterschiedlich geformte Lichteintrittsflächen.

[0050] Der lichtquellenseitige Brennpunkt von jeder der Facetten 30, 32 liegt bevorzugt auf der optischen Achse 22. Jede Facette fokussiert dabei bevorzugt auf die Lichtaustrittsfläche der Primäroptik 13 oder eine in dem transparenten Grundkörper der Primäroptik 13 liegende Ebene und nicht etwa auf die Lichtaustrittsfläche der im Lichtweg vor der Primäroptik 13 liegenden Halbleiterlichtquellen 14.i. In dieser Ebene bildet sich eine Zwischenlichtverteilung des von den Lichtquellen ausgehenden Lichtes aus. Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Sammellinse, die keine Facetten aufweist, ist die Linse 15 des erfindungsgemäßen Lichtmoduls dazu eingerichtet, aus dem von der Primäroptik her einfallenden Licht eine Lichtverteilung zu erzeugen, die wenigstens zwei sich kreuzende Hell-Dunkel-Grenzen aufweist. Dabei bildet der Kreuzungspunkt der Hell-Dunkel-Grenzen den Abknickpunkt einer asymmetrischen Abblendlichtverteilung.

[0051] Die Facetten 30, 32 zeichnen sich dadurch aus, dass jede der Facetten eine in großer Entfernung von der Linse 15 im Lichtweg hinter der Linse 15 (also im Vorfeld des Lichtmoduls) liegende Brennnlinie besitzt. Unter einer Brennnlinie wird hier eine Linie verstanden, die sich als Bild eines Punktes ergibt, der auf der Lichtaustrittsfläche der Primäroptik 13 liegt.

[0052] Die wenigstens zwei Facetten 30,32 sind bevorzugt beide dazu eingerichtet, auf den Flächenschwerpunkt der Lichtaustrittsfläche der Primäroptik 13 zu fokussieren und diesen Brennpunkt 33 jeweils in eine Facetten-Individuelle Brennnlinie abzubilden. Die wenigstens zwei Facetten 30, 32 sind ferner dazu eingerichtet, dass sich ihre als Bild eines Punktes ergebenden Brennnlinien in großer Entfernung kreuzen.

[0053] Ein Punkt wird durch eine Optik als Linie abgebildet, wenn alle optischen Wege zwischen dem objektseitigen Punkt und der bildseitigen Brennnlinie gleichlang sind. Die optischen Wege sind dann gleich lang, wenn für jeden Strahl zwischen Objektpunkt und Bildlinie im Strahlengang gilt, dass die Produkte der geometrischen Weglängen, die in den verschiedenen Medien vom Licht durchlaufen werden, und der Brechzahlen dieser Medien

in ihrer Summe für alle Strahlen konstant sind. Hier sind die Medien das Material der Linse sowie die umgebende Luft.

$$\sum_{k=1}^l s_k \times l_k = \text{const.}$$

[0054] Dabei sind die s_k die jeweiligen Weglängen in den verschiedenen Medien und die l_k sind die Brechzahlen der Medien. Das Optische System des Lichtmoduls ist insbesondere durch die Facetten aufweisende Realisierung der Sekundäroptik dazu eingerichtet, einen Abblendlichtspot 34 mit einer teilweise horizontal verlaufenden Hell-Dunkel-Grenze und einer teilweise schräg zum Horizont über den Horizont ansteigenden Hell-Dunkel-Grenze 37 und einem sich als Schnittpunkt dieser beiden Hell-Dunkel-Grenzen ergebenden Abknickpunkt 38 zu erzeugen.

[0055] Figur 2 zeigt eine typische Abblendlichtverteilung eines Abblendlichtspots 34 für Rechtsverkehr. Diese Abblendlichtverteilung zeichnet sich durch einen hellen Bereich aus, der links von der Vertikalen V eine horizontal verlaufende Hell-Dunkel-Grenze und rechts von der Vertikalen V eine mit einem positiven Anstiegswinkel von beispielsweise 30° zur Horizontalen nach rechts ansteigende Hell-Dunkel-Grenze 37 besitzt. Die unterhalb der Hell-Dunkel-Grenzen verlaufenden gekrümmten Linien sind Linien, längs derer die Helligkeit jeweils konstant ist. Von Linie zu Linie nimmt die Helligkeit vom H-V-Kreuzungspunkt aus nach außen ab.

[0056] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Zahl n der nebeneinander in einer Reihe liegenden LEDs größer oder gleich 10 und kleiner oder gleich 40. Besonders bevorzugt ist n eine Zahl, die größer oder gleich 15 und kleiner oder gleich 30 ist. Diese Werte sind aber nicht als scharfe Grenzwerte zu sehen. Prinzipiell ist die Erfindung auch mit weniger als 10 Lichtquellen zu verwirklichen. Allerdings macht sich dann ein zum Schwenken des Lichtbündels erfolgreiches Aufsteuern und Absteuern des Lichtstroms einzelner LEDs deutlicher bemerkbar, was vom Fahrer als störend empfunden werden könnte. Prinzipiell ist die Erfindung auch mit mehr als 40 LEDs realisierbar. Allerdings werden dann die weiter oben erwähnten Kostenvorteile, welche die Erfindung im Vergleich zu Matrix-LED-Scheinwerfern besitzt, entsprechend geringer.

[0057] Das Lichtmodul 10 ist bevorzugt zur Erzeugung eines Abblendlichtspots eingerichtet. Für die Erfüllung einer kompletten Abblendlichtfunktion ist bevorzugt ein ergänzendes Lichtmodul vorhanden, das eine breite Grundlichtverteilung erzeugt, deren heller Bereich jedenfalls nicht oberhalb des Horizonts liegt. Diese beiden Lichtmodule sind bei einem Kraftfahrzeug paarweise bevorzugt sowohl rechts als auch links vorhanden. Beim Einschalten des Abblendlichtes werden dann beide

Lichtmodule einer Seite gemeinsam betrieben. Die komplette Abblendlichtverteilung ergibt sich als Überlagerung der breiten Grundlichtverteilung mit dem Abblendlichtspot.

[0058] Jede LED des Abblendlichtspotmoduls 10 aus Fig. 1 erzeugt für sich einen Abblendlichtspot mit einer Hell-Dunkel-Grenze, welche wenigstens einen Abknickpunkt 38 aufweist, so dass die eigene Fahrbahnseite weiter ausgeleuchtet wird als die Fahrbahnseite des Gegenverkehrs.

[0059] Eine zentrale LED aus der Reihe der LEDs erzeugt einen Spot mit einem Abknickpunkt im $H = V = 0$ - Punkt oder knapp darunter. Die zentrale LED ist zum Beispiel die LED, durch welche die optische Achse 22 der Sekundäroptik 16 der Figur 1 hindurch läuft.

[0060] Die aus der Primäroptik 13 und der Sekundäroptik 16 gebildete Optik ist bevorzugt dazu eingerichtet, das Licht der LED auf einen Bereich zu verteilen, der sich vom Abknickpunkt aus in horizontaler Richtung um 6° bis 10° zur Gegenverkehrsseite erstreckt und der sich in ebenfalls horizontaler Richtung um 2° bis 4° zur eigenen Fahrbahnseite erstreckt. Dies gilt zumindest näherungsweise für jeden Spot einer einzelnen LED 14.i aus der Reihe. Kleinere Abweichungen der horizontalen Winkelbreite der einzelnen Spots können sich durch die unterschiedlichen Abstände ihrer Hauptabstrahlrichtungen zur optischen Achse der Sekundäroptik ergeben und können in Kauf genommen werden.

[0061] Eine links von der zentralen LED liegende und der zentralen LED benachbarte LED erzeugt einen Spot mit einem Abknickpunkt, der etwa 1° bis 3°, bevorzugt 1° bis 1,5 horizontal nach rechts versetzt liegt. Der Anstieg der Hell-Dunkel-Grenze dieses Spots liegt dann im hellen Bereich des Spots der zentralen LED und ist daher allenfalls als vergleichsweise kleiner Helligkeitsunterschied, nicht aber als ausgeprägte Hell.-Dunkel-Grenze wahrnehmbar.

[0062] Aus diesen Angaben einer horizontalen Winkelbreite der Spots von z.B. jeweils ca. 12° bei einem Abstand der Abknickpunkte ihrer Hell-Dunkel-Grenzen von 1° bis 3° ergibt sich, dass sich die Spots benachbarter LEDs entsprechend breit überlappen; Dadurch addieren sich die von den einzelnen LEDs erzeugten Helligkeiten im Überlappungsbereich. Um einen erwünscht hellen Abblendlichtspot zu erzeugen, werden mindestens zwei, bevorzugt aber zwei bis sechs jeweils paarweise benachbart in der Reihe liegende LEDs gemeinsam betrieben.

[0063] Beim Durchfahren einer Rechtskurve wird der Spot nach rechts geschwenkt und beim Durchfahren einer Linkskurve wird der Spot nach links geschwenkt. Die dafür erforderliche Sensorik und Erzeugung von Steuerungssignalen ist zum Beispiel von der Steuerung mechanisch schwenkbarer Lichtmodule vom Serieneinsatz her bekannt und bedarf daher hier keiner weiteren Erläuterung.

[0064] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung erfolgt das Schwenken des Spots auf der Basis solcher Signale durch Einschalten und Ausschalten von LEDs, oder allgemeiner, durch Aufsteuern (Vergrößern) und Absteuern

(Verringern) des Lichtstroms von LEDs. Der Spot wird zum Beispiel durch eine Zahl von r gleichzeitig aufgesteuerten LEDs erzeugt, die alle in einer Reihe liegen. Beim Durchfahren einer Rechtskurve wird eine dieser Gruppe links unmittelbar benachbarte weitere LED eingeschaltet oder aufgesteuert. Diese LED erzeugt einen Spot mit einem um die genannten 1° bis 3° weiter rechts liegenden Abknickpunkt der Hell-Dunkel-Grenze. Dadurch wird der Spot sozusagen elektronisch und ohne jede mechanische Schwenkbewegung insgesamt nach rechts geschwenkt und dem Kurvenverlauf folgend mitgeführt. Bei engeren Kurvenradien werden schrittweise entsprechend mehr links benachbarte LEDs eingeschaltet oder aufgesteuert. Um die Gesamthelligkeit des Spots nicht zu erhöhen und um eine mögliche Gegenverkehrsblendung in der Kurve zu verhindern, kann für jede links von den ursprünglich r eingeschalteten LEDs zusätzlich aufgesteuerte LED eine am rechten Rand dieser Gruppe eingeschalteter LEDs liegende LED ausgeschaltet oder gedimmt werden, wobei unter einem Dimmen ein Absteuern und damit ein Verringern ihres Lichtstroms zu verstehen ist.

[0065] Die abknickenden Hell-Dunkel-Grenzen werden bei der Erfindung durch die Sekundäroptik erzeugt. Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht einer solchen hier als Sammellinse verwirklichten Sekundäroptik, die hier drei Facetten aufweist. Diese als Sekundäroptik dienende Sammellinse 15 ist dazu eingerichtet und innerhalb des optischen Systems des Lichtmoduls 10 so angeordnet, dass sie auf die Lichtaustrittsflächen der Primäroptiken fokussiert ist. Im Gegensatz zu einer einfachen, nicht facettierten Projektionslinse entwirft die erfindungsgemäß verwendete facettierte Linse eine Lichtverteilung mit mindestens zwei sich kreuzenden Hell-Dunkel-Grenzen 36, 37, wobei der Kreuzungspunkt der Hell-Dunkel-Grenzen den Knickpunkt 38 der in der Figur 2 dargestellten Abblendlichtverteilung 34 darstellt.

[0066] Figur 3 zeigt insbesondere eine drei Facetten aufweisende Linse 15. Jede Linsenfacette weist torische Flächen auf. Dabei wird unter einer torischen Fläche hier allgemein eine gekrümmte, nicht rotationssymmetrische Fläche verstanden, die in unterschiedlich orientierten Schnittebenen verschiedene Krümmungen aufweist, wobei man in zwei senkrecht aufeinander stehenden Schnitten eine Profilebene mit einem Krümmungsmaximum und eine Profilebene mit einem Krümmungsminimum findet. Diese Definition soll ausdrücklich auch nicht kreisbogenförmige Profile beinhalten, deren Krümmung demzufolge über die Bogenlänge nicht konstant ist.

[0067] Die torischen Flächen liegen bevorzugt auf der Lichteintrittsseite der Linse. Eine erste torische Fläche 40 liegt auf der linken Seite der Lichteintrittsfläche. Eine zweite torische Fläche 42 liegt auf der rechten Seite der Lichteintrittsfläche. Eine dritte torische Fläche 44 liegt zwischen der ersten torischen Fläche 40 und der zweiten torischen Fläche 42.

[0068] In dieser Anmeldung wird unter einem Profil eine in einer Fläche verlaufende Raumkurve verstanden.

Für parallel zur optischen Achse liegende Schnittebenen definiert jedes Profil eine solche Schnittebene. Die erste torische Fläche 40 weist ein erstes, vertikal verlaufendes Profil 40.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses erste Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die erste torische Fläche ein zweites, horizontal verlaufendes Profil 40.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist ebenfalls konvex gekrümmt. Das erste Profil 40.1 und das zweite Profil 40.2 stehen senkrecht aufeinander.

[0069] Die zweite torische Fläche 42 weist ein erstes, vertikal verlaufendes Profil 42.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die zweite torische Fläche 42 ein zweites, horizontal verlaufendes Profil 42.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist konkav gekrümmt. Das erste Profil 42.1 und das zweite Profil 42.2 stehen senkrecht aufeinander.

[0070] Die dritte torische Fläche 44 weist ein erstes Profil 44.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die dritte torische Fläche 44 ein zweites Profil 44.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist konkav gekrümmt. Das erste Profil 44.1 und das zweite Profil 44.2 stehen senkrecht aufeinander. Das erste Profil 44.1 der dritten torischen Fläche 44 schließt mit dem ersten Profil 40.1 der ersten torischen Fläche 40 und dem ersten Profil 42.1 der zweiten torischen Fläche 42 einen Winkel ein, der dem gewünschten Anstiegswinkel der Hell-Dunkel-Grenze im Knickpunkt 38 der asymmetrischen Abblendlichtverteilung 34 entspricht. Den gleichen Winkel schließt das zweite Profil 44.2 der dritten torischen Fläche 44 auch mit dem zweiten Profil 40.2 der ersten torischen Fläche 40 und dem zweiten Profil 42.2 der zweiten torischen Fläche 42 ein. Dies sind im Ausführungsbeispiel der Figur 2 jeweils 30° .

[0071] Die durch die torischen Flächen begrenzten Volumina der Linsenfacetten haben unterschiedliche Abbildungseigenschaften und erzeugen damit die verschiedenen geeigneten Bereiche und Hell-Dunkel-Grenzen 36, 37 der in Figur 2 dargestellten Lichtverteilung. Im vorliegenden Fall erzeugen die beiden äußeren Linsenfacetten, von denen die linke von der ersten torischen Fläche 40 begrenzt wird, und von denen die andere von der zweiten torischen Fläche 42 begrenzt wird, die horizontale Hell-Dunkel-Grenze 36. Die mittlere Linsenfacette, die von der dritten torischen Fläche 44 begrenzt wird, erzeugt die den 30° -Anstieg markierende Hell-Dunkel-Grenze 37.

Figur 4 zeigt in Figur 4a eine Draufsicht auf die Lichteintrittsfläche der facettierten Linse 15 aus der Figur 3. Figur 4b zeigt eine Seitenansicht der Linse 15, und Figur 4c zeigt einen Schnitt durch die Linse 15, der in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung horizontal liegenden Schnittebene längs der Linie A-A aus Figur 4a erfolgt. Alle Facetten weisen unter unterschiedlichen Schnittwinkeln andere Profilkümmungen auf.

[0072] Die Schnittebenen maximaler und minimaler

Krümmung stehen innerhalb einer Facette senkrecht aufeinander. Beim Gegenstand der Figur 4b ist die Krümmung der dort als rechte Kanten sichtbaren eher vertikal orientierten Profile vergleichsweise klein. Beim Gegenstand der Figur 4c sind die Krümmungen der dort als untere Kanten sichtbaren Profile der ersten torischen Fläche und der zweiten torischen Fläche vergleichsweise groß. Die Krümmungen der Figur 4c sind im Vergleich mit den Krümmungen in Figur 4b maximal. Das lässt sich so verallgemeinern, dass die Schnittebenen maximaler Krümmung und minimaler Krümmung einer Facette bei der Linse senkrecht aufeinander stehen.

[0073] Die Lage der Profilebenen der Krümmungsexrema richtet sich nach der Lage der damit erzeugten Hell-Dunkel-Grenzen. Facetten, die unterschiedlich geneigte Hell-Dunkel-Grenzen erzeugen, haben in gleichem Winkel um die optische Achse herum gegeneinander verdrehte Profilebenen maximaler beziehungsweise minimaler Krümmung. Im dargestellten Beispiel sind dies 30 Grad. Der eingezeichnete 30 Grad-Winkel liegt in Figur 4a zwischen der Ebene 44.2 maximaler Profilkrümmung der mittleren, dritten Facette 44 und der Ebene 42.2 maximaler Profilkrümmung der rechten, zweiten Facette 42.

[0074] Figur 5 zeigt eine Linse 15 eines weiteren Ausführungsbeispiels. Dabei entsprechen die in der Figur 5 gezeigten Ansichten von der jeweiligen Blickrichtung her den in der Figur 4 dargestellten Ansichten.

[0075] Figur 5a zeigt eine Draufsicht auf die Lichteintrittsfläche der facettierten Linse. Figur 5b zeigt eine Seitenansicht und Figur 5c zeigt einen Schnitt, der in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung horizontal liegenden Schnittebene längs der Linie B-B aus Figur 5a erfolgt. Alle Facetten weisen unter unterschiedlichen Schnittwinkeln andere Profilkrümmungen auf.

[0076] Die Linse 15 des Ausführungsbeispiels nach der Figur 5 unterscheidet sich von den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Linsen 15 dadurch, dass sie fünf anstelle von drei verschiedenen Facetten aufweist. Jede Facette wird auf ihrer der Primäroptik zugewandten Lichteintrittsseite von einer torischen Fläche begrenzt.

[0077] Eine erste torische Fläche 46 liegt auf der linken Seite der Lichteintrittsfläche. Eine zweite torische Fläche 48 liegt auf der rechten Seite der Lichteintrittsfläche. Ein gedachter Horizontalschnitt, der längs der Linie B-B in der Figur 5a liegt, teilt die Linse in einen oberen Teil und einen unteren Teil.

[0078] In dem oberen Teil liegt eine dritte torische Fläche zwischen der ersten torischen Fläche 46 und einer vierten torischen 52 Fläche. Die vierte torische Fläche 52 liegt dort zwischen der dritten torischen Fläche 50 und der zweiten torischen Fläche 48.

[0079] In dem unteren Teil liegt eine fünfte torische Fläche 54 zwischen der ersten torischen Fläche 46 und der dritten torischen Fläche 50. Die dritte torische Fläche 50 liegt dort zwischen der fünften torischen Fläche 54 und der zweiten torischen Fläche 48.

[0080] Die erste torische Fläche 46 weist ein erstes,

vertikal verlaufendes Profil 46.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses erste Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die erste torische Fläche ein zweites, horizontal verlaufendes Profil 46.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist ebenfalls konvex gekrümmt. Das erste Profil und das zweite Profil stehen senkrecht aufeinander.

[0081] Die zweite torische Fläche 48 weist ein erstes, vertikal verlaufendes Profil 48.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die zweite torische Fläche 48 ein zweites, horizontal verlaufendes Profil 48.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist konkav gekrümmt. Das erste Profil und das zweite Profil stehen senkrecht aufeinander.

[0082] Die dritte torische Fläche 50 weist ein erstes Profil 50.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die dritte torische Fläche 50 ein zweites Profil 50.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist konkav gekrümmt. Das erste Profil und das zweite Profil stehen senkrecht aufeinander. Das erste Profil 50.1 der dritten torischen Fläche 50 schließt mit dem ersten Profil 46.1 der ersten torischen Fläche 46 und dem ersten Profil 48.1 der zweiten torischen Fläche 48 einen Winkel ein, der dem gewünschten Anstiegswinkel in einem Knickpunkt 38 der asymmetrischen Abblendlichtverteilung 34 entspricht. Den gleichen Winkel schließt das zweite Profil 50.2 der dritten torischen Fläche 50 auch mit dem zweiten Profil 46.2 der ersten torischen Fläche 46 und dem zweiten Profil 48.2 der zweiten torischen Fläche 48 ein. Dies sind im Ausführungsbeispiel der Figur 5 jeweils 30°. Der 30°-Winkel ist ein erster Winkel im Sinne der Ansprüche.

[0083] Die vierte torische Fläche 52 und die fünfte torische Fläche 54 weist jeweils ein erstes Profil 52.1, bzw. 54.1 mit betragsmäßig minimaler Krümmung auf. Dieses Profil ist konvex gekrümmt. Darüber hinaus weist die vierte torische Fläche 52 und die fünfte torische Fläche 54 jeweils ein zweites Profil 52.2, bzw. 54.2 mit betragsmäßig maximaler Krümmung auf. Dieses zweite Profil ist konkav gekrümmt. Das erste Profil 52.1, bzw. 54.1 und das zweite Profil 52.2, bzw. 54.2 einer torischen Fläche 52, bzw. 54 stehen senkrecht aufeinander.

[0084] Das erste Profil 52.1 der vierten torischen Fläche 52 und das erste Profil 54.1 der fünften torischen Fläche 54 schließt jeweils mit dem ersten Profil 46.1 der ersten torischen Fläche 46 und dem ersten Profil 48.1 der zweiten torischen Fläche 48 einen Winkel ein, der dem gewünschten Anstiegswinkel in einem Knickpunkt 38 der asymmetrischen Abblendlichtverteilung 34 entspricht. Den gleichen Winkel schließt das jeweils zweite Profil 52.2, 54.2 der vierten torischen Fläche 54 und der fünften torischen Fläche 54 auch mit dem zweiten Profil 46.2 der ersten torischen Fläche 46 und dem zweiten Profil 48.2 der zweiten torischen Fläche 48 ein. Dies sind im Ausführungsbeispiel der Figur 5 jeweils - 8°.

[0085] Die vierte Facette, die primäroptikseitig von der

vierten torischen Fläche 52 begrenzt wird, und die fünfte Facette, die primäroptikseitig von der fünften torischen Fläche 54 begrenzt wird, erzeugen zusammen eine Hell-Dunkel-Grenze, welche die horizontal verlaufende Hell-Dunkel-Grenze und die rechts vom Abknickpunkt mit einem Winkel von 30° ansteigende Hell-Dunkel-Grenze im Abknickpunkt schneidet und nach links mit einer Steigung von 8° ansteigt. Die Facetten die jeweils eine Hell-Dunkel-Grenze erzeugen, sind in Bezug auf die Flächeninhalte ihrer torischen Lichteintrittsflächen und in Bezug auf ihre Lage bevorzugt symmetrisch zur vertikalen Mittelebene 26 angeordnet. Als Folge liegt der Abknickpunkt 34 der sich im Vorfeld einstellenden Lichtverteilung 38 im $H = V = 0$ Punkt.

[0086] Die durch die torischen Flächen 46, 48, 50, 52, 54 begrenzten Linsenfacetten haben unterschiedliche Abbildungseigenschaften und erzeugen damit verschiedenen geneigte Bereiche und Hell-Dunkel-Grenzen der Lichtverteilung. Im vorliegenden Fall erzeugen die beiden äußeren Linsenfacetten, von denen die linke von der ersten torischen Fläche 46 begrenzt wird und von denen die andere von der zweiten torischen Fläche 48 begrenzt wird, die horizontale Hell-Dunkel-Grenze. Die mittlere Linsenfacette, die von der dritten torischen Fläche 50 begrenzt wird, erzeugt die den 30° -Anstieg markierende Hell-Dunkel-Grenze.

[0087] Die Schnittebenen maximaler und minimaler Krümmung stehen innerhalb einer Facette, beziehungsweise innerhalb einer torischen Fläche senkrecht aufeinander.

[0088] Die Lage der Profilebenen der Krümmungsextrema richtet sich nach der Lage der damit erzeugten Hell-Dunkel-Grenzen. Facetten, die unterschiedlich geneigte Hell-Dunkel-Grenzen erzeugen, haben in gleichem Winkel gegeneinander verdrehte Profilebenen maximaler beziehungsweise minimaler Krümmung.

[0089] Der eingezeichnete 30° -Winkel liegt in Figur 5a zwischen der Ebene 50.1 minimaler Profilkrümmung der mittleren, dritten Facette 50 und der Ebene 46.1 minimaler Profilkrümmung der linken, ersten Facette 46 und auch der rechten, zweiten Facette 48.

[0090] Ein eingezeichneter 8° -Winkel liegt in Figur 5a zwischen der Ebene 52.1 minimaler Profilkrümmung der vierten Facette 52 und der Ebene 46.1 minimaler Profilkrümmung der linken, ersten Facette 46 und auch der rechten, zweiten Facette 48. Analog liegt ein eingezeichneter 8° -Winkel in Figur 5a zwischen der Ebene 54.1 minimaler Profilkrümmung der fünften Facette 54 und der Ebene 46.1 minimaler Profilkrümmung der linken, ersten Facette 46 und auch der rechten, zweiten Facette 48.

[0091] Mit den fünf Facetten werden drei unterschiedliche Hell-Dunkel-Grenzen in der Lichtverteilung erzeugt. Den eingezeichneten Winkeln entsprechend sind dies eine horizontal verlaufende Hell-Dunkel-Grenze für den 0° -Grad-Winkel, eine um -8° Grad gegenüber der horizontalen Hell-Dunkel-Grenze verkippte Hell-Dunkel-Grenze und eine um $+30^\circ$ Grad gegenüber der horizontalen ver-

kippte Hell-Dunkel-Grenze. Die resultierende Abblendlichtverteilung weist damit zusätzlich eine um mit einer 8° Grad-Neigung nach links vom $H=V=0$ Grad-Punkt aus ansteigende Hell-Dunkel-Grenze auf, so dass der links zwischen der $H=0^\circ$ Grad und $H=-8^\circ$ Grad verlaufende Anstiegsbereich von der -8° Grad-Facette beleuchtet wird. Die Beleuchtung dieses Bereiches ist aber vergleichsweise schwach, weil die Fläche dieser Facette im Vergleich zu den Flächen der übrigen Facetten kleiner ist.

[0092] Eine Gemeinsamkeit zwischen den Gegenständen der Figuren 2 und 3 auf der einen Seite und dem Gegenstand der Figur 4 auf der anderen Seite besteht darin, dass die Facetten einer Winkelrichtung in Bezug auf ihren Flächeninhalt und ihre Lage weitgehend symmetrisch zur vertikalen Mittelebene 26 angeordnet sind.

[0093] Figur 6 zeigt eine Ausgestaltung einer Lichtquellenbaugruppe 12, welche die bereits erwähnte Platine 18 mit darauf montierten Halbleiterlichtquellen in Form von SMD-LEDs 14.i, eine einstückig verwirklichte, Sammellinsenteilbereiche 13.j aufweisende Primäroptik 13 und den Kühlkörper 20 aufweist. Ein mit der Platine 18 verbundenes Steckerelement 56 dient zur elektrischen Kontaktierung der Platine und zum elektrischen Anschluss an eine Energieversorgung und Steuerung. Die Halbleiterlichtquellen besitzen bevorzugt eine rechteckige oder quadratische und ebene Lichtaustrittsfläche mit einer Kantenlänge von 0,3 mm bis zu etwa 2 mm. Sie sind bevorzugt unmittelbar aneinander angrenzend in einer geraden Linie aufgereiht angeordnet. Jede Halbleiterlichtquelle besitzt eine Lichtaustrittsfläche. Vor jeder Lichtaustrittsfläche ist jeweils eine Sammellinse der Primäroptik angeordnet.

[0094] Figur 7 zeigt verschiedene Ansichten der Platine 18 mit den Lichtquellen und der Primäroptik 13. Figur 7b zeigt eine perspektivische Ansicht der Baugruppe aus der Platine 18 mit dem Steckerelement 56 und der Primäroptik 13, welche die zugeordneten LEDs verdecken. Figur 7a zeigt einen ersten Schnitt durch diese Baugruppe, der in Richtung der Reihenanordnung verläuft. Figur 7d zeigt einen zweiten Schnitt durch diese Baugruppe, der quer zu der Reihenanordnung verläuft und Figur 7c zeigt eine Draufsicht und eine Lage des genannten ersten Schnittes und zweiten Schnittes.

[0095] Jeder SMD-LED ist je ein Sammellinsenteilbereich als LED-individuelle Primäroptik zugeordnet, der das Licht 60 dieser LED sammelt und auf die im Strahlengang nachfolgende Sekundäroptik richtet.

[0096] Die Sammellinsenteilbereiche sind hier als abstandslos aneinander angrenzende Teilbereiche eines einstückigen transparenten Grundkörpers als Primäroptik 13 verwirklicht.

[0097] Der einstückige Grundkörper besteht bevorzugt aus einem organischen oder anorganischem Glas.

[0098] Die Sekundäroptik und die einzelnen Sammellinsenteilbereiche sind so dimensioniert und angeordnet, dass die Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik möglichst weitgehend ausgeleuchtet wird und dass gleichzeitig aber möglichst wenig Licht an der Lichteintrittsfläche der

Sekundäroptik vorbei gelangt. Jeder Sammellinsenteilbereich weist bevorzugt eine plane Lichteintrittsfläche und eine konvexe Lichtaustrittsfläche auf. Der als LED-individuelle Primäroptik dienende Sammellinsenteilbereich 13.j ist in Bezug auf die ihm zugeordnete LED 14.i so angeordnet, dass die optische Achse 58 des Sammellinsenteilbereichs durch den Mittelpunkt der LED 14.i verläuft und dass die Hauptabstrahlrichtung jeder einzelnen LED auf der optischen Achse 58 des ihr zugeordneten Sammellinsenteilbereichs 13.j liegt. Die Mittelpunkte der Lichtaustrittsflächen der als LED-individuelle Primäroptiken dienenden Sammellinsenteilbereiche und die Mittelpunkte der Lichtaustrittsflächen der LEDs haben gleiche Abstände T. Die Reihenanordnung dieser Sammellinsenteilbereiche 13.j besitzt daher die gleiche Teilung wie die Reihenanordnung der LEDs 14.i. Der als Primäroptik 13 dienende transparente Grundkörper besitzt eine Brückenform, welche die auf der Platine 18 befestigten und über die Platine elektrisch kontaktierten LEDs überspannt. Die Brücke weist seitliche Stützen 62 auf, mit denen sie auf der Platine 18 befestigt ist. Wie in den Figuren dargestellt ist, sind die LED-individuellen Sammellinsenteilbereiche und die ihnen jeweils eindeutig zugeordneten Lichtquellen in einer Reihe angeordnet. Dies ist das bevorzugte Ausführungsbeispiel.

[0099] In anderen Ausführungsbeispielen sind die LED-individuellen Sammellinsenteilbereiche und die ihnen jeweils eindeutig zugeordneten Lichtquellen in mehreren Reihen angeordnet. Dann liegen die einzelnen Reihen von Lichtquellen parallel zueinander. Die LED-individuellen Sammellinsenteilbereiche sind untereinander gleich und ihre Lichtaustrittsflächen grenzen abstandslos aneinander an. Eine Längsseite der Reihenanordnung wird von der nachfolgenden Sekundäroptik als Hell-Dunkel-Grenze abgebildet. An dieser Längsseite weisen die Sammellinsenteilbereiche bevorzugt eine gerade verlaufende Begrenzungsfläche auf. Diese bildet bevorzugt eine intern total reflektierende Spiegelfläche und erzeugt dadurch eine scharf begrenzte Zwischenlichtverteilung, was das Erzeugen scharfer Hell-Dunkel-Grenzen im Vorfeld des Lichtmoduls erleichtert. Alternativ oder ergänzend sieht eine weitere Ausgestaltung vor, dass der Lichtaustritt an dieser Längsseite durch separate Blendenkante begrenzt wird.

[0100] Fig. 7a zeigt insbesondere die Fokusebene 64 der Sekundäroptik, die in einer Ebene mit der Zwischenlichtverteilung liegt, die sich bei eingeschalteten LEDs in der Primäroptik einstellt. Die Zwischenlichtverteilung liegt bei der durch Sammellinsen oder Sammellinsenteilbereiche verwirklichten Primäroptik bevorzugt im Bereich der Linsenkörper und damit im Inneren der transparenten Primäroptik.

[0101] Figur 7b zeigt eine perspektivische Ansicht der Baugruppe aus der Platine 18 mit dem zur elektrischen Kontaktierung dienenden Steckerelement 56 und der Primäroptik 13, welche die darunter und auf der Platine 18 angeordneten LEDs verdeckt. Figur 7a zeigt den ersten Schnitt durch diese Baugruppe, der in Richtung der Rei-

henanordnung verläuft. Figur 7d zeigt den zweiten Schnitt durch diese Baugruppe, der quer zu der Reihenanordnung verläuft, und Figur 7c zeigt eine Draufsicht auf diese Baugruppe und eine Lage der genannten Schnitte. Der erste Schnitt ist der Schnitt A-A und der zweite Schnitt ist der Schnitt B-B.

[0102] Jeder LED-Lichtquelle 14.i ist ein-eindeutig ein Sammellinsenteilbereich 13.j zugeordnet. Der Brennpunkt 33 der Sekundäroptik liegt bevorzugt im Flächenschwerpunkt der Lichtaustrittsfläche der Primäroptik 27. Vergleiche Fig. 7c. Außerdem sind die Sammellinsenteilbereiche 13.j untereinander gleich und ihre Lichtaustrittsflächen grenzen abstandslos aneinander an.

[0103] Figur 8 zeigt eine Anordnung eines Paares aus einer von mehreren Halbleiterlichtquellen in Form eines LED-Chips 14 und eines Licht 60 dieses Chips sammelnden Sammellinsenteilbereichs 13.j der Primäroptik 13. Eine Teilung der Primäroptik 13 ist mit T bezeichnet. Die Teilung T entspricht der Breite der einzelnen Sammellinsenteilbereiche 13.j sowie dem Abstand der Mittelpunkte benachbarter LED-Chips 14.i. Mit B_{LED} ist eine Kantenlänge des LED-Chips 14.j bezeichnet. Ein virtueller LED-Chip ist mit 14.i' bezeichnet. Die Kantenlänge des virtuellen LED-Chips 14.i' ist mit B'_{LED} bezeichnet. Ein objektseitiger Brennpunkt des Sammellinsenteilbereichs 13.j ist mit F und ein Hauptpunkt des Sammellinsenteilbereichs 13.j ist mit H bezeichnet. Der Hauptpunkt H einer Linse ist als Schnittpunkt einer Hauptebene der Linse mit der optischen Achse 58 definiert. Die Sekundäroptik 16 des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 10 ist vorzugsweise auf einen Hauptpunkt H eines der Sammellinsenteilbereiche 13.j, vorzugsweise auf den Hauptpunkt H des in der Nähe einer optischen Achse 22 des Lichtmoduls 10 liegenden Sammellinsenteilbereichs 13.j fokussiert. Das Bezugszeichen f bezeichnet die Brennweite des Sammellinsenteilbereichs 13.j, und S_F bezeichnet eine Schnittweite des Sammellinsenteilbereichs 13.j. Ein Abstand zwischen dem LED-Chip 14.i und der Lichteintrittsfläche des Sammellinsenteilbereichs 13.j ist mit S_1 , und ein Abstand zwischen dem virtuellen Chip-Bild 14.i' und der Lichteintrittsfläche des Sammellinsenteilbereichs 13.j ist mit S_2 bezeichnet.

[0104] Der LED-Chip 14.i liegt zwischen dem Sammellinsenteilbereich 13.j und dessen objektseitigem Brennpunkt F. Der LED-Chip 14.i wird durch den Sammellinsenteilbereich 13.j so vergrößert, dass das (aufrechte) virtuelle Bild 14.i' des Chips (in Lichtaustrittsrichtung vor dem objektseitigen Linsenbrennpunkt F) etwa gleich groß ist wie der Sammellinsenteilbereich 13.j, d.h. $B'_{LED} \approx T$. Für die angegebenen Größen gelten näherungsweise folgende Zusammenhänge:

$$\frac{S_F - S_1}{S_F} \approx \frac{B_{LED}}{T} \approx \frac{B_{LED}}{B'_{LED}}$$

$$0,1 \text{ mm} \leq S_1 \leq 2 \text{ mm}$$

$$1 \times B_{\text{LED}} \leq T \leq 4 \times B_{\text{LED}}$$

[0105] Die Sammellinsenteilbereiche 13.j der Primäroptik 13 dienen nicht zur Erzeugung reeller Zwischenbilder der Lichtquellen 14.i, sondern bilden lediglich eine ausgeleuchtete Fläche auf der Lichtaustrittsseite der Sammellinsenteilbereiche 13.j. Die Lichtquellen 14.i sind derart zwischen den Lichteintrittsflächen der Sammellinsenteilbereiche 13.j und den objektseitigen Brennpunkten F der Sammellinsenteilbereiche 13.j angeordnet, dass die Ränder der Lichtquellen 14.i auf geometrischen Verbindungen von den Brennpunkten F zu den Linsenrändern liegen. Die Abstrahlflächen der Lichtquellen 14.i sind senkrecht zu den optischen Achsen der Sammellinsenteilbereiche 13.j angeordnet. Dadurch ergibt sich eine sehr gleichmäßige Ausleuchtung der Sammellinsenteilbereiche 13.j, und auf den Lichtaustrittsflächen der Sammellinsenteilbereiche 13.j oder knapp unterhalb der Lichtaustrittsflächen ergibt sich eine besonders homogene Lichtverteilung, die sog. Zwischenlichtverteilung.

[0106] Aus diesen Zwischenlichtverteilungen erzeugt die Sekundäroptik die Lichtverteilung, die sich im Vorfeld des Lichtmoduls auf der Straße einstellt. Diese Lichtverteilung ist hier aber kein winkeltreues Bild der Zwischenlichtverteilung. Die sich auf der Straße oder einem Schirm vor dem Fahrzeug einstellende Lichtverteilung weist insbesondere als Folge der facettierten Sekundäroptik mit unterschiedlichen Winkeln zur Horizontalen verlaufende Hell-Dunkel-Grenzen auf, was bei der Zwischenlichtverteilung nicht der Fall ist.

[0107] Die optischen Achsen der einzelnen Sammellinsenteilbereiche 13j der Primäroptik 13 verlaufen alle in einer Ebene, bevorzugt sind sie parallel zueinander. Die optische Achse 22 der Sekundäroptik ist auf der Seite, die der Primäroptik 13 zugewandt ist, parallel zu der Achse mindestens einer der Sammellinsenteilbereiche 13.j. Die LEDs sind insbesondere zwischen ihrem jeweiligen Sammellinsenteilbereich und dessen Brennpunkt so angeordnet, dass eine lückenlose Zwischenlichtverteilung entsteht, die sich aus den virtuellen Bildern der Lichtaustrittsflächen der einzelnen Chips zusammensetzt. Es wird darauf hingewiesen, dass das Licht hier aus der LED zunächst in Luft austritt und erst dann auf den zugehörigen Sammellinsenteilbereich einfällt. Dies ist ein Unterschied zu Stand der Technik, bei dem LEDs mit transparenten Vergussmassen verwendet werden, wobei der Verguß möglicherweise eine Linsenwirkung entfaltet.

[0108] Bis hier wurden Ausführungsbeispiele erläutert, welche Sammellinsen als Primäroptik und eine facettierte Linse als Sekundäroptik aufweisen. Andere Ausgestaltungen zeichnen sich dadurch aus, dass als Primäroptik ein Array aus Lichtleitern verwendet wird, die sich zum Lichtaustritt hin konisch erweiternde Querschnitte aufweisen, die senkrecht zur Hauptausbreitungsrichtung des Lichtes in den Lichtleitern und damit senkrecht zur

jeweiligen optischen Achse orientiert sind und die rechteckig, insbesondere quadratisch sind. Die Lichtaustrittsflächen der einzelnen Lichtleiter reihen sich lückenlos aneinander und begrenzen die leuchtende Fläche mit scharfen, geraden Kanten. Jeder LED ist je ein Lichtleiter ein-eindeutig zugeordnet.

[0109] Die Lichteintrittsfläche jedes Lichtleiters ist vorzugsweise eben und steht parallel vor dem LED-Chip. Die Lichtleiter werden wie die zugeordneten Lichtquellen in einer Reihe angeordnet, so dass die Lichtaustrittsflächen wiederum durch mindestens eine Gerade begrenzt werden. Die Lichtaustrittsfläche ist vorzugsweise konvex gewölbt. Das Lichtleiterarray wird bevorzugt aus einem der oben genannten transparenten Materialien, also insbesondere aus einem organischen oder einem anorganischen Glas hergestellt. Das Lichtleiterarray wird bevorzugt als einstückiger Grundkörper gefertigt, der die Lichtleiter als Licht leitende Teilbereiche aufweist.

[0110] Eine weitere Ausgestaltung sieht als Primäroptik eine Anordnung von Hohlspiegelreflektoren vor. Die Hohlspiegelreflektoren besitzen zum Beispiel die Form eines Pyramidenstumpfs, der sich zum Lichtaustritt hin erweitert. Auch hier gilt, dass jeder LED genau ein solcher Reflektorein-eindeutig zugeordnet ist.

[0111] Für alle drei Ausgestaltungen des Primäroptikarray als Array von Reflektor-Teilbereichen, Sammellinsen-Teilbereichen und Lichtleiter-Teilbereichen gilt, dass die Summe der Lichtaustrittsflächen der jeweiligen Teilbereiche die geschlossen zusammenhängende Zwischenlichtverteilung bildet.

[0112] Als Sekundäroptik kommt als Alternative zu der facettierten Linse ein facettierter Hohlspiegelreflektor in Frage.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (10) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, mit einem optischen System, das eine Lichtquellenbaugruppe (12) mit einer Primäroptik (13) und eine optische Achse (22) aufweisende Sekundäroptik (16) aufweist, wobei die Lichtquellenbaugruppe (12) wenigstens eine Zeile von n nebeneinander in einer geraden Linie auf einer Platine (18) angeordneten Halbleiterlichtquellen (14.i mit $i = 1, 2, \dots, n$) aufweist, deren Lichtstrom einzeln oder gruppenweise aufsteuerbar und absteuerbar ist, wobei die Primäroptik dazu eingerichtet ist, aus dem von den Lichtquellen ausgehenden Licht eine Zwischenlichtverteilung zu erzeugen, die einen geraden Rand aufweist, und eine Lichteintrittsfläche der Sekundäroptik zu beleuchten, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik wenigstens zwei Facetten (30, 32) aufweist, die beide auf die Zwischenlichtverteilung fokussiert sind, wobei jede der beiden Facetten eine zur optischen Achse parallele Schnittebene mit für die jeweilige Facette maximaler Brechkraft und eine dazu senkrechte und zur optischen Achse pa-

- parallele Schnittebene mit für die jeweilige Facette minimaler Brechkraft besitzt, und wobei die Schnittebenen maximaler Brechkraft der verschiedenen Facetten zueinander um die optische Achse herum um einen ersten Winkel verdreht sind und wobei die Schnittebenen minimaler Brechkraft der verschiedenen Facetten zueinander um die optische Achse herum um den ersten Winkel verdreht sind.
2. Lichtmodul (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik eine Linse (15) oder ein Hohlspiegelreflektor ist.
 3. Lichtmodul (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Facetten der Sekundäroptik dazu eingerichtet sind, einen Punkt der Zwischenlichtverteilung auf einem vor dem Lichtmodul stehenden Schirm, dessen Fläche senkrecht zur optischen Achse der Sekundäroptik ist, als Linie abzubilden, wobei die von der einen Facette erzeugte Linie mit der von der anderen Facette erzeugten Linie den ersten Winkel einschließt und dass eine zentrale Halbleiterlichtquelle aus der Reihe der Halbleiterlichtquellen auf dem Schirm einen Spot mit einem Abknickpunkt im $H = V = 0$ - Punkt oder knapp darunter erzeugt, wobei der $H = V = 0$ - Punkt als Durchstoßpunkt der optischen Achse durch den Schirm festgelegt ist.
 4. Lichtmodul (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Halbleiterlichtquelle die Halbleiterlichtquelle ist, durch welche die optische Achse (22) der Sekundäroptik (16) hindurch läuft.
 5. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Facetten dazu eingerichtet ist, eine gerade Kante der Zwischenlichtverteilung als eine erste Hell-Dunkel-Grenze abzubilden und wenigstens eine andere der Facetten dazu eingerichtet ist, die gerade Kante als eine zweite Hell-Dunkel-Grenze abzubilden, wobei die beiden Hell-Dunkel-Grenzen einander schneiden und dabei den ersten Winkel einschließen.
 6. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Achse (22) die Zeile der Halbleiterlichtquellen (14.i) kreuzt.
 7. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Facetten beide dazu eingerichtet sind, auf den Flächenschwerpunkt der von der Primäroptik (13) erzeugten Zwischenlichtverteilung zu fokussieren.
 8. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahl n der nebeneinander in einer Reihe liegenden Halbleiterlichtquellen größer oder gleich 10, insbesondere größer oder gleich 15, und kleiner oder gleich 40, insbesondere kleiner oder gleich 30 ist.
 9. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus der Primäroptik (13) und der Sekundäroptik (16) gebildete Optik dazu eingerichtet ist, das Licht einer Halbleiterlichtquelle auf einen Bereich zu verteilen, der sich vom Abknickpunkt aus in horizontaler Richtung um 6° bis 10° zur Gegenverkehrsseite erstreckt und der sich in ebenfalls horizontaler Richtung um 2° bis 4° zur eigenen Fahrbahnseite erstreckt.
 10. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, dass eine links von einer ersten Halbleiterlichtquelle liegende und der ersten Halbleiterlichtquelle benachbarte Halbleiterlichtquelle einen Spot mit einem Abknickpunkt erzeugt, der etwa 1° bis 3° , bevorzugt 1° bis $1,5^\circ$ horizontal nach rechts versetzt zum Abknickpunkt des Spots der ersten Halbleiterlichtquelle liegt, und dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, dass eine rechts von der ersten Halbleiterlichtquelle liegende und der ersten Halbleiterlichtquelle benachbarte Halbleiterlichtquelle einen Spot mit einem Abknickpunkt erzeugt, der etwa 1° bis 3° , bevorzugt 1° bis $1,5^\circ$ horizontal nach links versetzt zum Abknickpunkt des Spots der ersten Halbleiterlichtquelle liegt.
 11. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik drei Facetten aufweist.
 12. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik fünf Facetten aufweist.
 13. Lichtmodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Facette eine torische Fläche aufweist, wobei eine torische Fläche eine gekrümmte, nicht rotationssymmetrische Fläche ist, die in unterschiedlich orientierten Schnittebenen verschiedene Krümmungen aufweist, wobei man in zwei senkrecht aufeinander stehenden Schnitten eine Profilebene mit einem Krümmungsmaximum und eine Profilebene mit einem Krümmungsminimum findet.
 14. Lichtmodul (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik eine Linse ist und die torischen Flächen auf der der Primäroptik zugewandten Lichteintrittsseite der Linse liegen.
 15. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 13 oder

14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste torische Fläche (40) auf der linken Seite der Lichteintrittsfläche liegt, eine zweite torische Fläche (42) auf der rechten Seite der Lichteintrittsfläche liegt, eine dritte torische Fläche (44) zwischen der ersten torischen Fläche (40) und der zweiten torischen Fläche (42) liegt, wobei die erste torische Fläche (40) ein erstes, vertikal verlaufendes Profil (40.1) mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist, und die erste torische Fläche ein zweites, horizontal verlaufendes Profil (40.2) mit betragsmäßig maximaler konvexer Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten Profil (40.1) steht, und wobei die zweite torische Fläche (42) ein erstes, vertikal verlaufendes Profil (42.1) mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist und ein zweites, horizontal verlaufendes Profil (42.2) mit betragsmäßig maximaler konkaver Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten (42.1) steht, und wobei die dritte torische Fläche (44) ein erstes Profil (44.1) mit betragsmäßig minimaler konvexer Krümmung aufweist, und ein zweites Profil (44.2) mit betragsmäßig maximaler konkaver Krümmung aufweist, das senkrecht auf dem ersten Profil (44.1) steht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

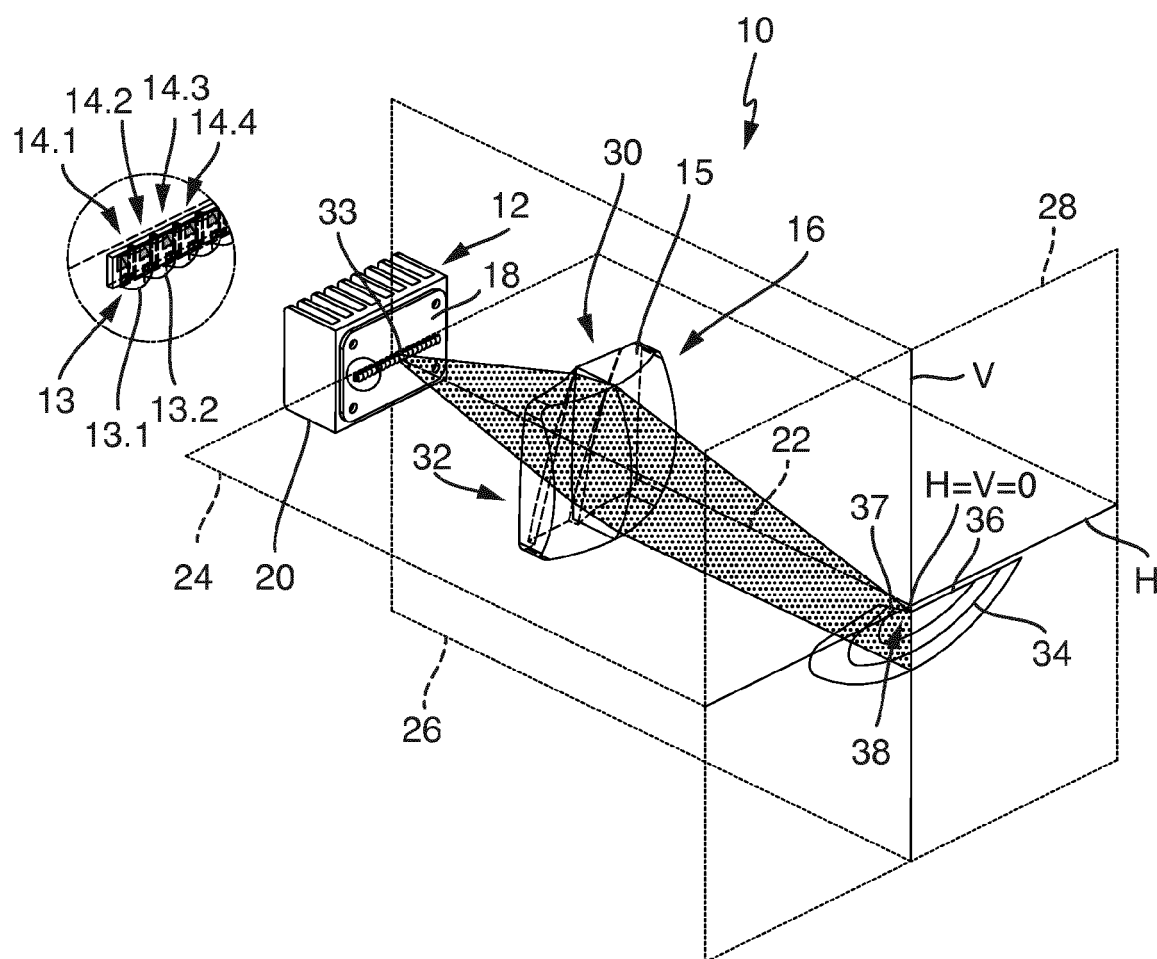


Fig. 1

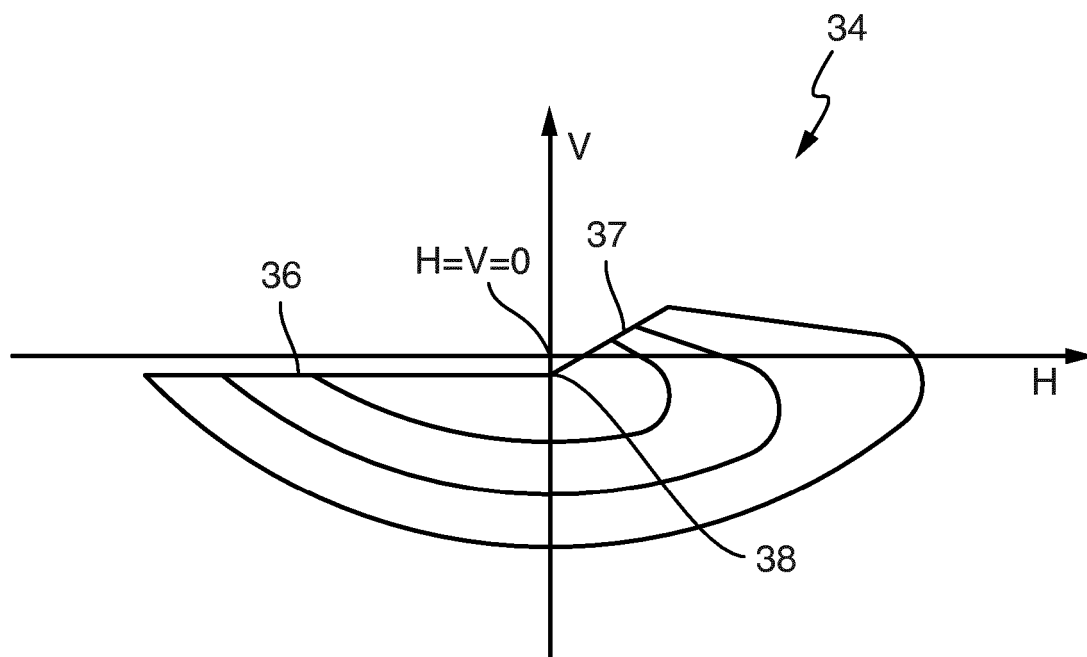


Fig. 2

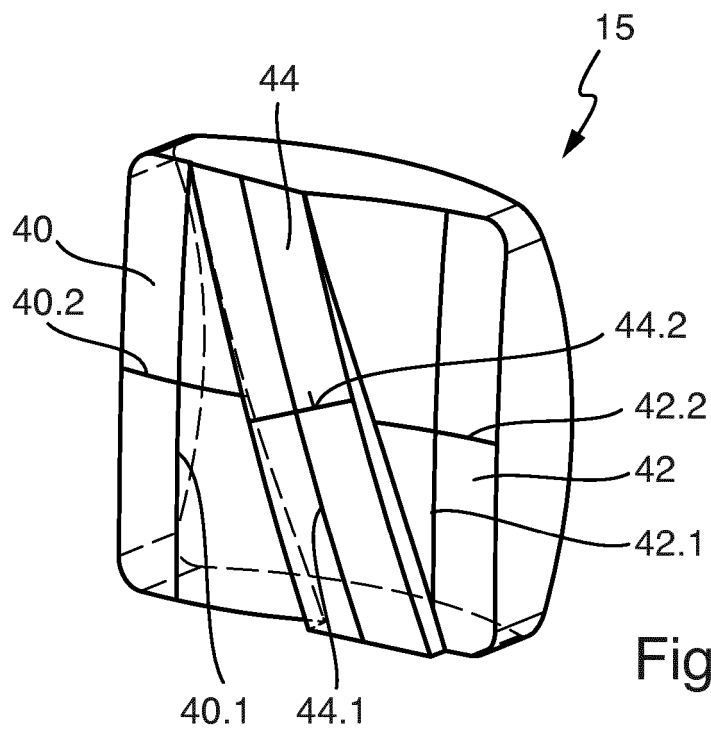
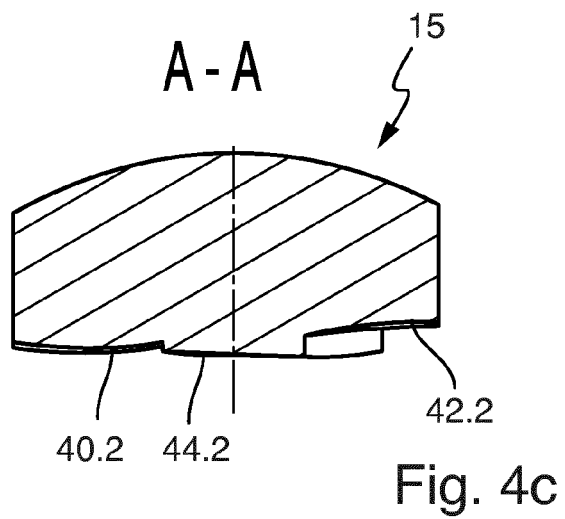
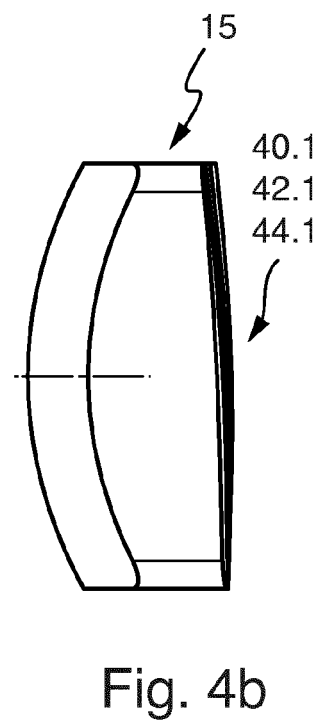
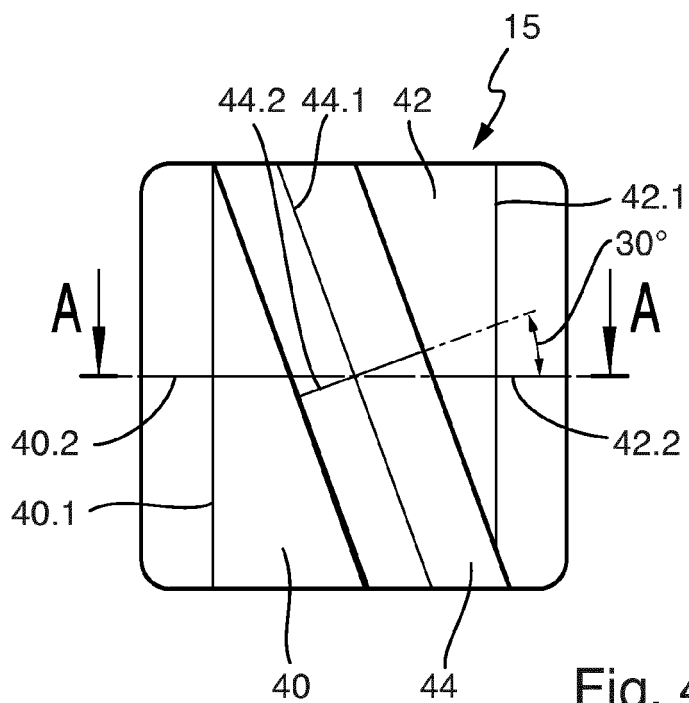
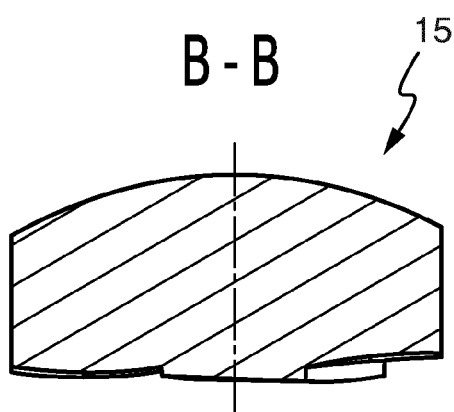
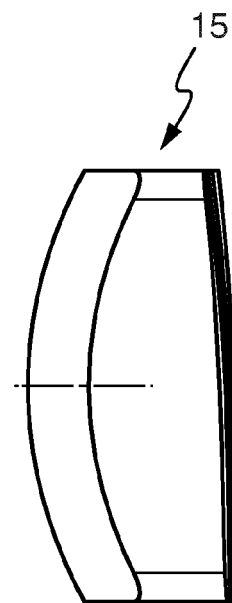
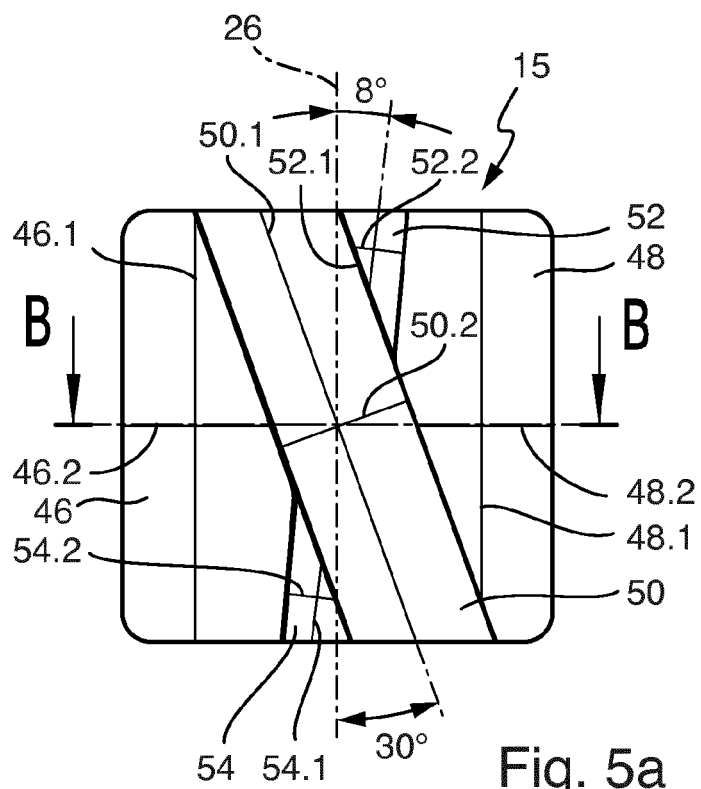


Fig. 3





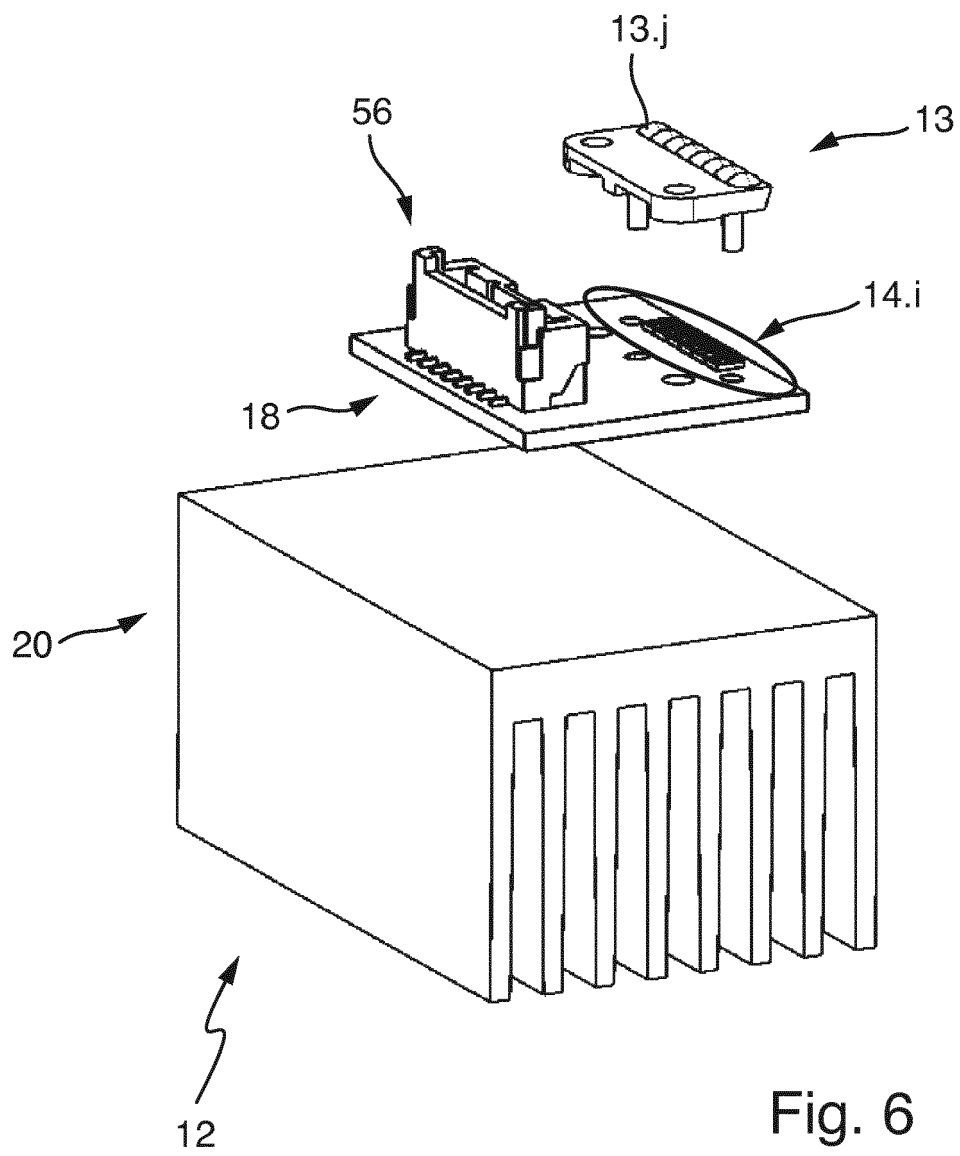


Fig. 6

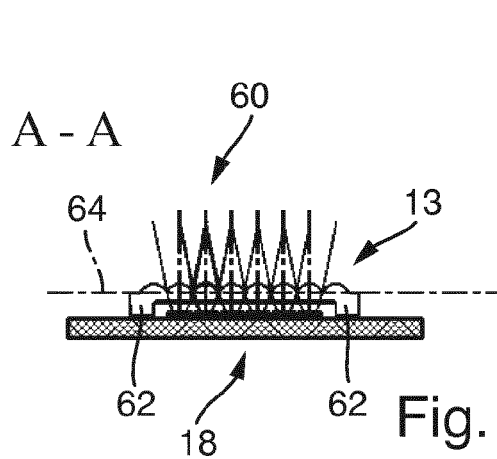


Fig. 7a

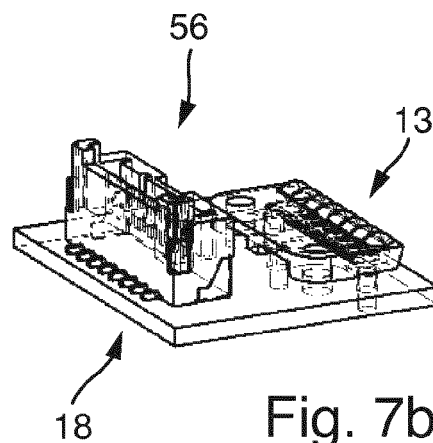


Fig. 7b

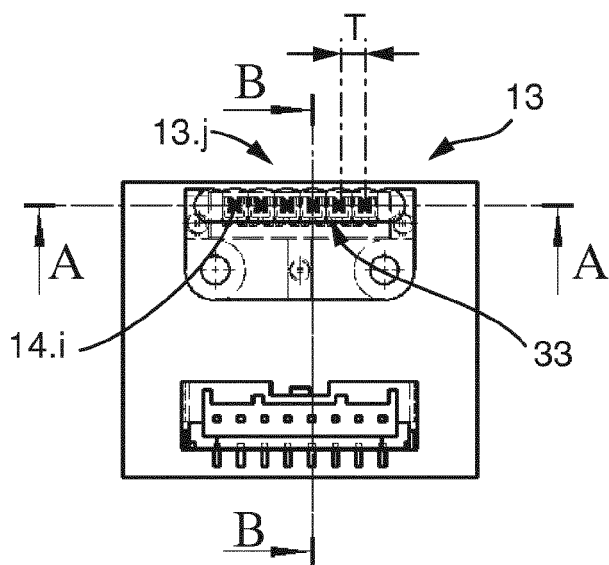


Fig. 7c

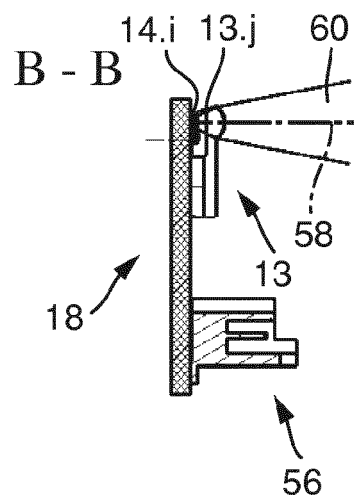


Fig. 7d

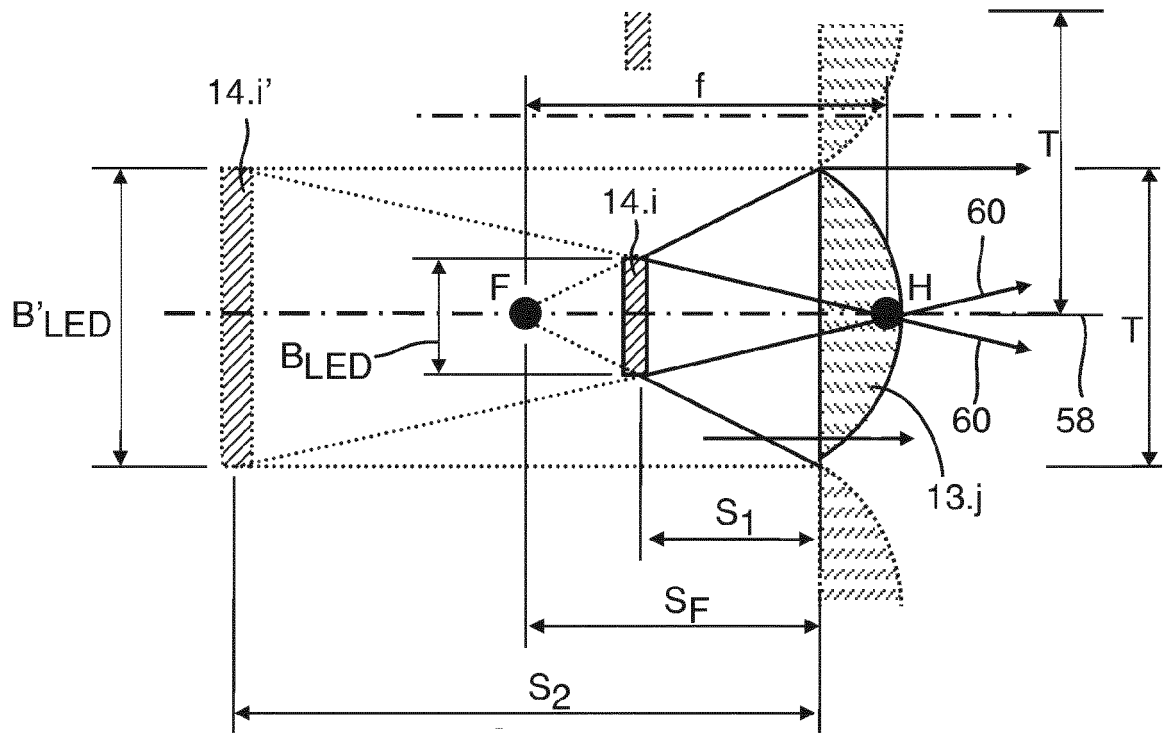


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 7201

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)
A,D	DE 10 2011 077636 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 3. November 2011 (2011-11-03) * Absätze [0095] - [0108]; Abbildungen 13-19 *	1-15	INV. F21S8/10 F21V5/04 F21Y101/02
A	EP 2 587 125 A2 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN [DE]) 1. Mai 2013 (2013-05-01) * Absätze [0041] - [0053]; Abbildungen 8-11 *	1-15	
A	DE 10 2005 030932 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 2 532 950 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 12. Dezember 2012 (2012-12-12) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 1 818 599 A2 (SCHEFENACKER VISION SYSTEMS [DE] ODELO GMBH [DE]) 15. August 2007 (2007-08-15) * das ganze Dokument *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21S
A,D	EP 2 237 080 A1 (VALEO VISION [FR]) 6. Oktober 2010 (2010-10-06) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Januar 2015	Prüfer von der Hardt, M
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 17 7201

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.

16-01-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011077636 A1	03-11-2011	DE 102011077636 A1	03-11-2011
		DE 202011103703 U1	05-12-2011
		EP 2518397 A2	31-10-2012
		US 2012275173 A1	01-11-2012
EP 2587125 A2	01-05-2013	CN 103090286 A	08-05-2013
		DE 102011085315 A1	02-05-2013
		EP 2587125 A2	01-05-2013
DE 102005030932 A1	04-01-2007	KEINE	
EP 2532950 A1	12-12-2012	CN 102815256 A	12-12-2012
		EP 2532950 A1	12-12-2012
		JP 2012256551 A	27-12-2012
EP 1818599 A2	15-08-2007	CN 101025259 A	29-08-2007
		DE 102006006635 A1	16-08-2007
		EP 1818599 A2	15-08-2007
		US 2007236950 A1	11-10-2007
EP 2237080 A1	06-10-2010	EP 2237080 A1	06-10-2010
		FR 2943799 A1	01-10-2010

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011077636 A1 [0004] [0007]
- DE 102009021046 A1 [0005]
- DE 202010003058 U1 [0006]
- EP 2237080 A1 [0006]