



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2012 Patentblatt 2012/16

(51) Int Cl.:
F21S 8/10 (2006.01) **F21S 8/12** (2006.01)
F21V 5/00 (2006.01) **F21V 7/00** (2006.01)
F21V 13/04 (2006.01) **F21V 13/12** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11184485.8**

(22) Anmeldetag: **10.10.2011**

(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

(72) Erfinder:
• **Zwick, Hubert**
70173 Stuttgart (DE)
• **Kellermann, Hermann**
72762 Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **15.10.2010 DE 102010048660**

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

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

(54) **Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einer Halbleiterlichtquelle und einem Reflektor**

(57) Vorgestellt wird eine Beleuchtungseinrichtung (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Halbleiterlichtquelle (12) und einem Reflektor (14). Die Beleuchtungseinrichtung (10) zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen Licht (16) der Halbleiterlichtquelle (12) aufnehmenden und auf einen Reflektor (14) richtenden Lichtleiter (18) aufweist, der eine ebene, Licht (16) der Halbleiterlichtquelle (12) aufnehmende Lichteintrittsfläche (20) und eine gekrümmte Lichtaustrittsfläche (22) aufweist, und dass der

Reflektor (14) eine durch Schwenken eines Parabelabschnitts (24) um eine gedachte Achse (26) entstandene Grundform aufweist, wobei der Lichtleiter (18) und der Reflektor (14) relativ zueinander so angeordnet sind und die Lichtaustrittsfläche (22) des Lichtleiters (18) so gekrümmt ist, dass eine Brennpunktlinie (28) des Reflektors (14), die sich beim Schwenken durch die Bewegung des Brennpunkts (30) des Parabelabschnitts (24) entsteht, in der Lichtaustrittsfläche (22) liegt.

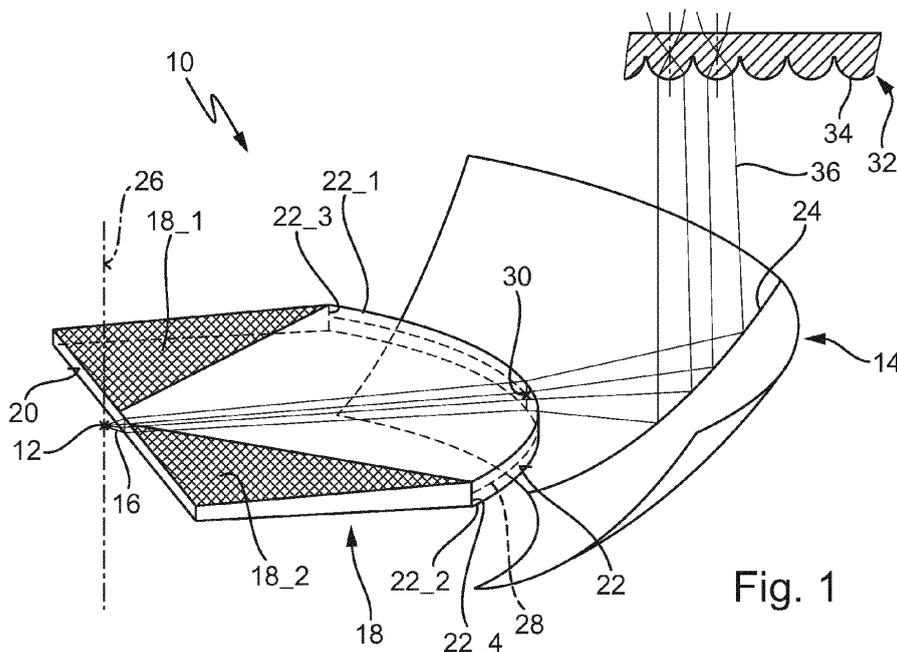


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine solche Beleuchtungseinrichtung weist eine Halbleiterlichtquelle und einen Reflektor auf.

[0002] Der Aufbau der bekannten Beleuchtungseinrichtung folgt dem Prinzip der Erzeugung einer Lichtverteilung durch einen parabolischen Reflektor. Ein solcher Reflektor umgibt die Halbleiterlichtquelle, die möglichst genau in seinem Brennpunkt angeordnet ist. Das von der Halbleiterlichtquelle abgestrahlte Licht wird dann durch den Reflektor parallelisiert und auf eine transparente Scheibe gerichtet, die eine Lichtaustrittsöffnung der Beleuchtungseinrichtung abdeckt. Durch eine Variation der parabolischen Grundform des Reflektors, zum Beispiel durch eine Unterteilung der im Ganzen parabolischen Grundform der Reflexionsfläche des Reflektor in einzelne Facetten und/oder durch Streuelemente in der transparenten Scheibe, die eine Änderung der Richtung des durch die Scheibe hindurchtretenden Lichtes bewirken, wird eine vorbestimmte Lichtverteilung im Vorfeld der Beleuchtungseinrichtung erzeugt.

[0003] Bei der Realisierung dieses Prinzips treten in der Praxis die folgenden Probleme auf: Ein beträchtlicher Teil des von der Halbleiterlichtquelle ausgehenden Lichtes trifft gar nicht erst auf die Parabel. Es wird daher zum Beispiel nicht parallel ausgerichtet, und es erhält daher beim Durchgang durch die zum Beispiel für das Streuen von parallelem Licht eingerichtete Abdeckscheibe nicht die Richtung, die der gewünschten Lichtverteilung entspricht

[0004] Dies führt letztlich dazu, dass der Anteil des korrekt verteilten Lichtes der Halbleiterlichtquelle an dem insgesamt von der Halbleiterlichtquelle abgestrahlten Licht vergleichsweise klein ist, was durch eine Erhöhung der abgestrahlten Lichtleistung und damit in der Regel durch eine Erhöhung der Zahl der Halbleiterlichtquellen ausgeglichen werden muss.

[0005] Eine bekannte Gegenmaßnahme besteht in der Verwendung von Paraboloiden mit vergleichsweise kurzer Brennweite. Die Brennweite einer Parabel entspricht dem Abstand ihres Brennpunktes vom Scheitelpunkt. Für den erwünschten Nutzen müssen dabei jedoch andere Nachteile in Kauf genommen werden: Entweder wird die leuchtende Lichtaustrittsfläche vergleichsweise klein oder die benötigte Bautiefe wird vergleichsweise sehr groß.

[0006] Unerwünscht ist auch, dass der untere Rand des durch eine metallische Beschichtung verspiegelten Reflektors bei einer Verkürzung der Brennweite näher an die Halbleiterlichtquelle und deren elektrische Zuleitungen heranrückt, was wegen der Gefahr von Kurzschlüssen unerwünscht ist.

[0007] Weitere Nachteile ergeben sich daraus, dass die Position der Halbleiterlichtquelle relativ zum Reflektor sehr genau eingehalten werden muss, um die erwünsch-

te Parallelisierung zu erzielen. Da sich ein großes Spritzgussteil, in das mehrere Paraboloiden eingeformt sind, beim Erkalten in schwer vorhersehbarer Weise verzieht, müssen in der Regel an Stelle von einem großen Reflektor viele kleine Reflektoren verwendet werden, was die Fertigung erschwert und verteuert.

[0008] Die Kosten werden ferner dadurch erhöht, dass mehrere Halbleiterlichtquellen mit zugehörigem Reflektor und elektrischer Energieversorgung dreidimensional angeordnet werden müssen, um eine vergleichsweise große Lichtaustrittsfläche zu gestalten. Betrachtet man eine solche Beleuchtungseinrichtung aus einiger Entfernung, erscheint jede Halbleiterlichtquelle als ein heller Punkt. Angestrebt wird im Gegensatz dazu jedoch eine homogen leuchtende Fläche.

[0009] Wenn an Stelle von üblichen Reflektoren brechende und total reflektierende Vorsatzoptiken für Halbleiterlichtquellen verwendet werden, treten dieselben Nachteile auf. Verwendet man für die Erzeugung einer homogen leuchtenden Lichtaustrittsfläche Lichtleiter an Stelle von Reflektoren, müssen große Wirkungsgradverluste (Verluste von 85% bis 90%) in Kauf genommen werden.

[0010] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe einer Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art, die diese Nachteile nicht oder nur in einem geringeren Umfang aufweist.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] Eine solche Beleuchtungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen Licht der Halbleiterlichtquelle aufnehmenden und auf einen Reflektor richtenden Lichtleiter aufweist, der eine ebene, Licht der Halbleiterlichtquelle aufnehmende Lichteintrittsfläche und eine gekrümmte Lichtaustrittsfläche aufweist, und dass der Reflektor eine durch Schwenken eines Parabelabschnitts um eine gedachte Achse entstandene Grundform aufweist, wobei der Lichtleiter und der Reflektor relativ zueinander so angeordnet sind und die Lichtaustrittsfläche des Lichtleiters so gekrümmt ist, dass eine Brennnlinie des Reflektors, die beim Schwenken durch die Bewegung des Brennpunktes des Parabelabschnitts entsteht, in der Lichtaustrittsfläche liegt.

[0013] Durch diese Merkmale wird eine Beleuchtungseinrichtung mit einer virtuellen Lichtquelle bereitgestellt, die folgende Vorteile aufweist:

[0014] Durch den im Lichtweg zwischen der Halbleiterlichtquelle und der als virtuelle Lichtquelle dienenden Lichtaustrittsfläche ist der Abstand zwischen dem metallisch verspiegelten Reflektor und den elektrischen Anschlüssen der Halbleiterlichtquelle vergleichsweise groß, was die Gefahr von Kurzschlüssen beseitigt.

[0015] Darüber hinaus verringert der vergleichsweise große Abstand auch die bei einem kleineren Abstand größere Wärmebelastung, die sich aus der elektrischen Verlustwärme ergibt, die im Chip der Halbleiterlichtquelle frei wird und diesen erwärmt.

[0016] Die Beleuchtungseinrichtung verhält sich ge-

genüber

[0017] Positionierungsungenauigkeiten der realen Halbleiterlichtquelle sehr tolerant, da die Lichteintrittsfläche des Lichtleiters eben ist. Ein weiterer Vorteil der ebenen Lichteintrittsfläche besteht darin, dass eine ebene Platine als Träger des Chips der Halbleiterlichtquelle verwendet werden kann. Ebene Platinen sind preiswerter und robuster als flexibel krümmbare Platinen, so dass sie bei der Fertigung mit weniger Aufwand handhabbar sind. Zusammen mit der verringerten Anforderung an die Positionierungsgenauigkeit vereinfacht dies die Fertigung, was sich kostensenkend auswirkt.

[0018] Durch das Zusammenwirken der Merkmale, insbesondere durch die relativ zueinander sehr genau positionierbare Lichtaustrittsfläche der virtuellen Lichtquelle und der in der Lichtaustrittsfläche liegenden Brennpunkte des Reflektors ergibt sich eine sehr homogene Ausleuchtung der Lichtaustrittsfläche der Beleuchtungseinrichtung. Die Brennpunkte, seien es einzelne Punkte, eine zusammenhängende Linie oder eine zusammenhängende Fläche, liegen im Idealfall in der Lichtaustrittsfläche. Die Vorteile der Erfindung bleiben aber auch in einem wesentlichen Umfang erhalten, wenn die Brennpunkte etwas vor oder etwas hinter der Lichtaustrittsfläche liegen.

[0019] Unabhängig von der Größe der möglichst homogen auszuleuchtenden Lichtaustrittsfläche benötigt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung nur eine kleine, ebene Platine mit einer oder mehreren Halbleiterlichtquellen, den Lichtleiter und einen einzigen Reflektor und eine Abdeckscheibe. Insgesamt lassen sich vergleichsweise große homogen ausgeleuchtete Lichtaustrittsflächen damit mit einem vergleichsweise geringen Aufwand erzielen.

[0020] Die für Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtungen verwendeten Halbleiterlichtquellen sind häufig Leuchtdioden (LED) mit einer vergleichsweise ebenen Lichtaustrittsfläche, die sich sehr nahe an der ebenen Lichteinkopplungsfläche des Lichtleiters anordnen lassen. Dies erlaubt eine berührende oder zumindest nahezu berührende Anordnung der Halbleiterlichtquellen an der Einkopplungsfläche. Dies erlaubt eine nahezu vollständige, nur unvermeidliche Fresnelverluste in Kauf nehmende Einkopplung des Lichtes in den Lichtleiter, was den Wirkungsgrad positiv beeinflusst.

[0021] Weitere Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Figuren.

[0022] 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.

Zeichnungen

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den

Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen, jeweils in schematischer Form:

- 5 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung mit Streuelemente aufweisenden Abdeckscheibe;
- Fig. 2 eine alternative Ausgestaltung mit einer glatten Abdeckscheibe;
- 10 Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Lichtleiter mit planparallelen Lichteintritts- und Lichtaustrittsflächen;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf einen Lichtleiter mit einer gekrümmten Lichtaustrittsfläche;
- 15 Fig. 5 eine bevorzugte Ausgestaltung eines Lichtleiters einer Ausgestaltung der Beleuchtungsvorrichtung in einem Querschnitt;
- Fig. 6 den technischen Effekt dieser Ausgestaltung in Form eines Lichtfächers;
- 20 Fig. 7 eine Ausgestaltung mit einem ringförmigen Parabolreflektor;
- Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung mit einer S-förmigen Zusammenstellung von drei Modulen der in der Figur 1 dargestellten Art;
- 25 Fig. 9 eine Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, ein Rechteck homogen zu beleuchten;
- Fig. 10 eine perspektivische Darstellung eines entsprechend einer Rechteckprojektion beschnittenen Reflektors;
- 30 Fig. 11 eine Ausgestaltung, bei der die Lichtaustrittsfläche des Lichtleiters Streuelemente verschiedener Art aufweist; und
- 35 Fig. 12 einen Querschnitt durch einen Lichtleiter einer weiteren Ausgestaltung
- Fig. 13 eine Möglichkeit der Anpassung des Platzbedarfs einer Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtungen an Bauraumerfordernisse; und
- 40 Fig. 14 eine weitere Möglichkeit einer solchen Anpassung.

[0024] Gleiche Bezugszeichen verweisen dabei in den verschiedenen Figuren jeweils auf gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach gleiche Elemente.

[0025] Im Einzelnen zeigt die Fig. 1 eine Beleuchtungseinrichtung 10 für ein Kraftfahrzeug mit einer Halbleiterlichtquelle 12 und einem Reflektor 14. Die Beleuchtungseinrichtung 10 weist einen Licht 16 der Halbleiterlichtquelle aufnehmenden und auf den Reflektor 14 richtenden Lichtleiter 18 auf. Der Lichtleiter 18 weist eine ebene, Licht 16 der Halbleiterlichtquelle 12 aufnehmende Lichteintrittsfläche 20 und eine gekrümmte Lichtaustrittsfläche 22 auf. Der Reflektor 14 weist eine Grundform auf, die durch Schwenken eines Parabelabschnitts 24 um eine gedachte Achse 26 entsteht. Dabei sind der Lichtleiter 18 und der Reflektor 14 relativ zueinander so

angeordnet, und die Lichtaustrittsfläche 22 des Lichtleiters 14 ist so gekrümmt, dass eine Brennlinie 28 des Reflektors 14, die sich beim Schwenken durch die Bewegung des Brennpunkts 30 des Parabelabschnitts 24 ergibt, in der Lichtaustrittsfläche 22 liegt.

[0026] Die Lichtaustrittsfläche 22 hat bevorzugt die Gestalt eines Teils eines Zylindermantels, der durch zwei parallel verlaufende Kreisbögen 22_1, 22_2 und durch zwei Geradenabschnitte 22_2, 22_4 begrenzt wird.

[0027] Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind von dem Licht 16 der Halbleiterlichtquelle 12 nur Strahlen dargestellt, die in der Ebene liegen, die in der Fig. 1 dadurch definiert ist, dass der Parabelabschnitt 24 ebenfalls in dieser Ebene liegt. Man erkennt, dass das gesamte, in dieser Ebene in den Lichtleiter 18 eintretende Licht auf den Reflektor 14 gerichtet und von diesem in Richtung der gedachten Achse 26 umgelenkt wird. Dabei wird nicht das gesamte Volumen des Lichtleiters 18 für die Leitung des Lichts 16 der Lichtquelle 12 von seiner Lichteintrittsfläche 20 zu seiner Lichtaustrittsfläche 22 genutzt. Die nicht genutzten Teilbereiche 18_1 und 18_2 werden durch den Öffnungswinkel des im Lichtleiter 18 propagierenden Lichtes bestimmt, der beim Gegenstand der Fig. 1 durch das Bogenmaß der Kreisbögen 22_1, 22_2 begrenzt wird. Die nicht zur Lichtleitung genutzten Teilbereiche 18_1, 18_2 des Lichtleiters 18 werden in einer Ausgestaltung für Befestigungszwecke genutzt und können alternativ dazu auch entfallen.

[0028] Durch eine Abdeckscheibe 32, die in Lichtausbreitungsrichtung über dem Reflektor 14 liegt und die zum Beispiel auf ihrer dem Reflektor 14 zugewandten Fläche Streuelemente 34 aufweist, die sich konvex aus der Abdeckscheibe herauswölben, wird in einer Ausgestaltung eine vorgeschriebene Lichtverteilung aus dem weitgehend parallelen Lichtbündel, das vom Reflektor 14 ausgeht, erzeugt. Die Streuelemente 34 sind in einer bevorzugten Ausgestaltung kugelförmig.

[0029] Fig. 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung mit einer ebenen, keine Streuelemente aufweisenden Abdeckscheibe 38, bei der die gesetzlich vorgeschriebene Lichtverteilung durch eine Facettierung des Reflektors 14 erzielt wird. Bei dieser Ausgestaltung ist dem Parabelabschnitt 24, der die Grundform des Reflektors 14 bestimmt, eine Modulation in Form von Facetten 40, 42, 44 überlagert, die lokal eine zum Beispiel alternierend um den jeweiligen Wert der Steigung des Parabelabschnitts 24 oszillierende Steigung aufweist.

[0030] Der jeweilige Wert der Steigung ergibt sich dabei letztlich aus der geforderte Lichtverteilung. Ist zum Beispiel eine Lichtverteilung mit einem hellen Fleck in der Verlängerung der zentralen optischen Achse 26 aus der Fig. 1 gefordert, muss entsprechend viel Reflektorfläche und eine damit einhergehend große Zahl von Facetten 40, 44 mit vergleichsweise steilerem Verlauf als es dem Parabelabschnitt 24 entspricht, vorhanden sein.

[0031] Eine dritte Ausgestaltung sieht eine Kombination einer Streuelemente 34 aufweisenden Abdeckscheibe 32 mit einem Facetten 40, 42, 44 aufweisenden Re-

flektor 14 vor. Durch eine solche Kombination addieren sich die Ablenkung von Facetten und Streuscheiben, so dass sich insgesamt eine stärkere Ablenkung und allgemein eine größere Freiheit bei der Gestaltung ergibt.

[0032] Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Lichtleiter, der eine gerade und parallel zu einer geraden Lichteintrittsfläche 48 verlaufende Lichtaustrittsfläche 50 besitzt, zusammen mit einem Lichtbündel 52. Das Lichtbündel 52 geht von einer dicht vor der Lichteintrittsfläche 48 angeordneten Halbleiterlichtquelle 12 aus, wird über die Lichteintrittsfläche 48 in den Lichtleiter 46 eingekoppelt und über dessen Lichtaustrittsfläche 50 wieder ausgekoppelt.

[0033] Da die Lichteintrittsfläche 48 parallel zur Lichtaustrittsfläche 50 angeordnet ist, entspricht diese Konstellation dem Durchgang von Licht durch eine planparallele Platte. Das bedeutet, dass der Öffnungswinkel des Lichtbündels 52 im Lichtleiter 46 kleiner ist als außerhalb des Lichtleiters 46 und dass der Öffnungswinkel des Lichtbündels 52 nach dem Austritt aus dem Lichtleiter 46 gleich groß ist wie vor dem Eintritt in den Lichtleiter 46. In der Zeichenebene findet damit keine Lichtbündelung durch den Lichtleiter 46 statt.

[0034] Figur 4 zeigt dagegen einen Lichtleiter 54 einer bevorzugten Ausgestaltung. Der Lichtleiter 54 zeichnet sich dadurch aus, dass seine Lichtaustrittsfläche 58 durch einen Kreisbogen begrenzt wird, wobei der Mittelpunkt des zugehörigen Kreises durch die dicht vor der Lichteintrittsfläche 56 angeordnete Halbleiterlichtquelle 12 definiert wird, die man sich zu diesem Zweck als punktförmige Lichtquelle vorstellen darf. Bei dieser Geometrie treffen die einzelnen Strahlen des Lichtbündels 52 jeweils annähernd senkrecht auf die kreisbogenförmig gekrümmte Lichtaustrittsfläche 58 und erfahren daher beim Durchgang durch diese Fläche praktisch keine Winkelveränderung. Insgesamt ergibt sich jedoch eine Bündelverengung durch die beim Einkoppeln über die Lichteintrittsfläche 56 auftretende Lichtbrechung beim Übergang von Luft zum optisch dichteren Lichtleitermaterial.

[0035] Die Figuren 3 und 4 zeigen damit den Strahlverlauf in einen flächigen Lichtleiter und nach dem Austritt des Lichts aus dem Lichtleiter, wobei die Austrittsfläche im Fall der Figur 3 parallel zur Eintrittsfläche und im Fall der Fig. 4 an jedem Punkt senkrecht zur Lichttrichtung orientiert ist. Bei der in der Figur 3 dargestellten Ausgestaltung weist die über die Lichtaustrittsfläche 50 am Ende des Lichtleiters 46 ausgestrahlte Lichtverteilung also dieselbe Winkelverteilung auf, die das von der Halbleiterlichtquelle 12 abgestrahlte Licht aufweist. Dagegen bleibt die Bündelverengung, die beim Eintritt in den Lichtleiter 54 auftritt, in der Ausgestaltung, die in der Figur 4 dargestellt ist, beim Austritt erhalten.

[0036] Die Figur 5 zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung eines Lichtleiters 18 einer Ausgestaltung der Beleuchtungsvorrichtung 10 in einem Querschnitt. Die Querschnittsfläche liegt dabei zum Beispiel in der Ebene, die in der Figur 1 durch die Halbleiterlichtquelle 12 und

dem Parabelabschnitt 24 definiert wird. Die dargestellte Ausgestaltung des Lichtleiters 18 zeichnet sich dadurch aus, dass der Abstand von seiner Oberseite 60 zu seiner Unterseite 62 von seiner Lichteintrittsfläche 20 ausgehend und auf die Lichtaustrittsfläche 22 zulaufend, zunimmt. In einer Ausgestaltung besitzt der Querschnitt die dargestellte Trapezform, bei der die kürzere der parallelen Seiten des Trapezes in der Lichteintrittsfläche 20 und die längere der parallelen Seiten des Trapezes in der Lichtaustrittsfläche 22 des Lichtleiters 18 liegt.

[0037] Insgesamt ist der Abstand zwischen der Oberseite 60 und der Unterseite 62 so gewählt, dass das von der Halbleiterlichtquelle 12 ausgehende und in den Lichtleiter 18 eingekoppelte Licht beim Auftreffen auf die Unterseite 62 und/oder die Oberseite 60 total reflektiert und damit letztlich zur Lichtaustrittsfläche 22 geleitet wird, die der Lichteintrittsfläche 20 gegenüberliegt. Durch die divergente Anordnung der Oberseite 60 und der Unterseite 62 des Lichtleiters 18 verringert sich der Winkel zwischen einem Lichtstrahl 64 und einer mittleren Propagationsrichtung 66 oder Mittellinie des Lichtleiters 18 mit jeder Totalreflexion. Das im Lichtleiter 18 propagierende Licht wird also mit zunehmender Annäherung an die Lichtaustrittsfläche im Sinne einer Annäherung an ein Bündel paralleler Strahlen gebündelt. Mit anderen Worten: Das dargestellte Verkippen der beiden Deckflächen relativ zueinander bewirkt, dass sich der Lichtstrahl 64 in Richtung eines sich aufweitenden Querschnitts bewegt. Bei jeder Totalreflexion an einer der beiden Deckflächen wird der Strahl um den doppelten Winkel, unter dem die beiden Flächen gegeneinander geneigt sind, parallelisiert.

[0038] Die Figur 5 zeigt damit insbesondere den Strahlverlauf in einer Ebene, die senkrecht auf den beiden Deckflächen des flächigen Lichtleiters steht. Das eingekoppelte Licht 64 wird mittels Totalreflexion an den beiden Deckflächen, also an der Oberseite 60 und an der Unterseite 62, zur Lichtaustrittsfläche 22 transportiert. Beim Austritt erfolgt wieder eine Bündelaufweitung aufgrund der Brechzahländerung.

[0039] Fig. 6 zeigt, wie auf diese Weise eine Fläche erzeugt wird, bei der aus jedem Punkt ein Lichtfächer 65 austritt. Licht dieses Lichtfächers wird dann durch Reflexion an dem Reflektor 14, der einen parabolischen Querschnitt aufweist und dessen Brennpunkt bevorzugt ungefähr in der Mitte der Lichtaustrittsfläche 22 des Lichtleiters 18 und damit etwa auf halber Höhe zwischen seiner Oberseite 60 und seiner Unterseite 62 liegt, in die gewünschte Richtung fokussiert.

[0040] Figur 7 zeigt eine Ausgestaltung mit einem Reflektor 67, dessen Reflexionsfläche im Raum durch eine um 360° um eine Achse 69 herum erfolgendes Verschwenken eines Parabelabschnitts 24 erzeugt wird, wie er in der Figur 1 dargestellt und in der zugehörigen Beschreibung erläutert worden ist. In der Ausgestaltung, die in der Figur 1 dargestellt ist, besitzt das im Lichtleiter 18 propagierende Licht einen Öffnungswinkel von etwa 90° . Beim Gegenstand der Figur 7 sind vier Halbleiterlichtquellen 71, 73, 75, 77 so angeordnet, dass sich die

Öffnungswinkel ihrer jeweils im kreisrunden Lichtleiter 79 liegenden Lichtbündel 81 etwa zu einem Vollkreis ergänzen.

[0041] Der kreisrunde Lichtleiter 79, dessen Geometrie und Anordnung relativ zum Reflektor 67 im Übrigen bevorzugt der Geometrie des Lichtleiters 18 aus der Figur 1 und dessen Anordnung relativ zum Reflektor 14 entspricht, weist in der Mitte eine quadratische Ausnehmung auf. Diese Ausnehmung wird von 4 Flächen begrenzt, an denen die vier Halbleiterlichtquellen 71, 73, 75, 77 fixiert sind, wobei je eine der Halbleiterlichtquellen 71, 73, 75, 77 an jeder Fläche angeordnet ist.

[0042] Der kreisrunde Lichtleiter 79 mit den vier in einer zentralen Ausnehmung angeordneten Halbleiterlichtquellen 71, 73, 75, 77 wird beim Gegenstand der Figur 7 durch einen Abstandshalter 83 und eine dem Reflektor 67 tragende Trägerstruktur in einer definierten Position relativ zu dem Reflektor 67 gehalten. Die Halteposition erfüllt die entsprechenden Merkmale des Anspruchs 1.

[0043] Die in der Figur 7 dargestellte kreisförmige Geometrie dient zur Erzeugung einer homogen beleuchteten Ring- und/oder Kreisfläche, wobei die gewünschte Lichtverteilung auch hier durch eine nicht dargestellte Streuscheibe der in der Figur 1 dargestellten und in der zugehörigen Beschreibung erläuterten Art und/oder durch einen Reflektor mit Facetten erzeugt werden kann.

[0044] An Stelle einer viereckigen Ausnehmung, wie sie in der Figur 7 dargestellt ist, kann auch eine dreieckige, eine fünfeckige oder eine sechseckige Ausnehmung im Lichtleiter 79 mit entsprechend vielen Halbleiterlichtquellen verwendet werden, um ein Erscheinungsbild der Leuchte mit einer gewünschten Homogenität zu erzielen. Je mehr Ecken die Ausnehmung aufweist, desto mehr Einkoppelflächen weist sie auf und desto mehr Halbleiterlichtquellen können verwendet werden. Die Homogenität steigt im Prinzip mit der Anzahl der in verschiedene Richtungen einkoppelnden Halbleiterlichtquellen.

[0045] Figur 8 zeigt eine Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung mit drei Modulen 90, 92, 94 der in der Figur 1 dargestellten und in der zugehörigen Beschreibung erläuterten Art, die hier nicht, wie beim Gegenstand der Figur 7, mit gleichmäßiger Krümmung ihrer Kanten zu einem Kreis, sondern mit einem alternierenden Wechsels der Krümmung des Vorzeichens ihrer Kanten, also mit einem Wechsel zwischen Rechtskrümmung und Linkskrümmung, zu einer S-förmigen Leuchtenanordnung zusammengesetzt worden sind.

[0046] Die Ausgestaltung, die in der Figur 8 dargestellt ist, weist drei Halbleiterlichtquellen 96, 98, 100, drei flächige Lichtleiter 102, 104, 106 und drei Reflektorabschnitte 108, 110, 112 auf. Jeweils eine Halbleiterlichtquelle 96, 98, 112 ist funktional einem Lichtleiter 102, 104, 106 und einem Reflektorabschnitt 108, 110, 112 zugeordnet, wobei die Geometrien und relative Anordnung einer Halbleiterlichtquelle 96, 98, 100 zu ihrem Lichtleiter 102, 104, 106 und die Geometrie des Lichtlei-

ters 102, 104, 106 und seine Anordnung relativ zum zugehörigen Reflektorabschnitt 108, 110, 112 den in Verbindung mit der Figur 1 beschriebenen Zusammenhängen entspricht.

[0047] An Stelle von drei S-förmig aneinandergereihten Modulen können auch zwei, vier, fünf oder beliebig viele Module mit alternierender Krümmung aneinandergesetzt werden. Die Krümmung muss auch nicht von Modul zu Modul 90, 92, 94 ihr Vorzeichen wechseln, sondern es können auch ein oder mehrere Module mit einem ersten Krümmungsverhalten an ein oder mehrere Module mit einem zweiten Krümmungsverhalten anschließen.

[0048] Durch geeignetes Anordnen, Skalieren und Beschneiden von Reflektorabschnitten kann auch eine rechteckige Abschlusscheibe homogen durch eine Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ausgeleuchtet werden.

[0049] Fig. 9 zeigt eine Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung 114, die dazu eingerichtet ist, ein Rechteck 116 homogen zu beleuchten. Dazu wird ein Reflektor 117, wie er in der Figur 1 dargestellt ist, in mehrere Segmente 118, 120, 122, 124, 126 aufgeteilt. Im Übrigen basiert der Gegenstand der Figur 9 auf dem Gegenstand der Figur 1. Dies gilt insbesondere für die Zusammenhänge von Geometrie und Anordnung von Halbleiterlichtquelle, Lichtleiter und Reflektor, wie sie in der Figur 1 dargestellt sind und in der zugehörigen Beschreibung näher erläutert werden. Insofern konzentriert sich die folgende Darstellung auf Abweichungen der Gegenstände der Figuren 9 und 10 vom Gegenstand der Figur 1.

[0050] Die Aufteilung des Reflektors 117 erfolgt beim Gegenstand der Figur 9 bevorzugt so, wie es in der Figur 9 am Beispiel von fünf Segmenten 118, 120, 122, 124, 126 dargestellt ist. Die Zahl der Segmente weicht jedoch je nach Ausgestaltung von der Zahl fünf ab und kann auch kleiner oder größer als fünf sein. In einer Ausgestaltung sind die Winkel, unter denen die Reflektorsegmente 118, 120, 122, 124, 126 jeweils von der Halbleiterlichtquelle 12 aus erscheinen, gleichgroß. Bei einer bezüglich des Winkels isotropen Helligkeitsverteilung der von der Halbleiterlichtquelle 12 ausgehenden Strahlung empfangen die Segmente 118, 120, 122, 124, 126 daher in etwa jeweils gleich viel Licht von der Halbleiterlichtquelle 12.

[0051] Die Winkelgrenzen zwischen den einzelnen Segmenten 118, 120, 122, 124, 126 werden durch Radialstrahlen markiert, die von der Lichtquelle 12 ausgehen, die in diesem Zusammenhang wieder als Punktlichtquelle betrachtet werden kann. Für jedes Segment 118, 120, 122, 124, 126 wird in der Draufsicht der Figur 9 ein oberer Kreisring und ein unterer Kreisring so bestimmt, dass diese Kreisbögen das jeweilige Segment jeweils in einem Punkt berühren. Jedes Reflektorsegment 118, 120, 122, 124, 126 wird damit durch einen oberen und einen unteren Kreisbogenabschnitt und durch zwei Radialstrahlen begrenzt. In der Summe lässt sich mit diesen Segmenten 118, 120, 122, 124, 126 das

Rechteck 116 vollständig überdecken, wobei die Reflektorsegmente 118, 120, 122, 124, 126 jedoch teilweise über das Rechteck 116 hinausstehen. Die über das Rechteck 116 hinausstehenden Teile der Segmente 118, 120, 122, 124, 126 dienen unter der Voraussetzung, dass die Reflektorsegmente 118, 120, 122, 124, 126 parallel gerichtetes Licht senkrecht zur Zeichenebene abstrahlen, nicht zur Beleuchtung des Rechtecks 116. Sie können daher abgeschnitten werden.

[0052] Die Figur 10 zeigt eine perspektivische Darstellung eines derart beschnittenen Reflektors 117 unterhalb einer rechteckigen Abdeckscheibe 128.

[0053] Die Figur 11 zeigt eine Ausgestaltung, bei der die Lichtaustrittsfläche 22 des Lichtleiters 18 bereichsweise konvexe Streuelemente 130, bereichsweise keine Streuelemente und bereichsweise konkave Streuelemente 132 aufweist. Durch eine Variation der Anordnung und Geometrie der Streuelemente 130, 132 wird im Rahmen dieser Ausgestaltung die vorgeschriebene Lichtverteilung erzeugt, oder es wird die Erzeugung der vorgeschriebenen Lichtverteilung zumindest unterstützt.

[0054] Figur 12 zeigt einen Querschnitt durch einen Lichtleiter 18.1 einer weiteren Ausgestaltung, wobei der Querschnitt hier so orientiert ist, dass er zum Beispiel in der Ebene liegt, in der der Parabelabschnitt 24 der Figur 1 liegt. Figur 12 zeigt insbesondere die Möglichkeit, eine weitere Lichtaustrittsfläche 22.1 eines Lichtleiters zu erzeugen, um die homogen erleuchtete Fläche weiter zu vergrößern. Die weitere Lichtaustrittsfläche 22.1 liegt in der dargestellten Ausgestaltung in Bezug auf die Lichtabstrahlrichtung 134 der Beleuchtungseinrichtung unterhalb der ersten Lichtaustrittsfläche 22 und besitzt einen eigenen, ihr zugeordneten Reflektor 14.1, der nur von dem über die zweite Lichtaustrittsfläche 22.1 austretenden Licht beleuchtet wird.

[0055] Alternativ dazu kann die zur Erzeugung der zweiten Lichtaustrittsfläche 22.1 dienende Geometrie, die in der Ausgestaltung der Figur 10 als Stufe 136 dargestellt ist, auch oberhalb von der ersten Lichtaustrittsfläche 22 angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass das an einem zugeordneten, dann ebenfalls oberhalb der ersten Lichtaustrittsfläche 22 angeordneten Reflektor 22.1 reflektierte Licht nicht mehr die Lichtleiterfläche quer zur Hauptausbreitungsrichtung zwischen der Halbleiterlichtquelle 12 und der ersten Lichtaustrittsfläche 22 durchqueren muss. Eine mit diesem Durchqueren verbundene Abschwächung durch Absorption innerhalb des Lichtleiters 18.1 und durch Fresnelverluste beim Eintritt von unten in den Lichtleiter 18.1 und beim Austritt nach oben aus dem Lichtleiter 18.1 kann dann vermieden werden.

[0056] Die Figuren 13 und 14 veranschaulichen verschiedene Möglichkeiten der Anpassung des Platzbedarfs von Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Beleuchtungseinrichtungen an den zur Verfügung stehenden Bauraum, der zum Beispiel durch Designvorgaben eingeschränkt sein kann. Beim Gegenstand der Figur 13 erfolgt die Anpassung durch eine schräg und im wesentlichen parallel zu einer schräg im Raum angeordneten

Abdeckscheibe 140 einer Leuchte oder eines Scheinwerfers erfolgende Anordnung des flächigen Lichtleiters 18. Beim Gegenstand der Figur 12 erfolgt die Anpassung durch eine entsprechende Krümmung des Lichtleiters 18.

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung (10) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Halbleiterlichtquelle (12) und einem Reflektor (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (10) einen Licht (16) der Halbleiterlichtquelle (12) aufnehmenden und auf einen Reflektor (14) richtenden Lichtleiter (18) aufweist, der eine ebene, Licht (16) der Halbleiterlichtquelle (12) aufnehmende Lichteintrittsfläche (20) und eine gekrümmte Lichtaustrittsfläche (22) aufweist, und dass der Reflektor (14) eine durch Schwenken eines Parabelabschnitts (24) um eine gedachte Achse (26) entstandene Grundform aufweist, wobei der Lichtleiter (18) und der Reflektor (14) relativ zueinander so angeordnet sind und die Lichtaustrittsfläche (22) des Lichtleiters (18) so gekrümmt ist, dass eine Brennpunktlinie (28) des Reflektors (14), die sich beim Schwenken durch die Bewegung des Brennpunkts (30) des Parabelabschnitts (24) entsteht, in der Lichtaustrittsfläche (22) liegt. 5
2. Beleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtaustrittsfläche (22) die Gestalt eines Teils eines Zylindermantels aufweist, der durch zwei parallel verlaufende Kreisbögen (22_1, 22_2) und durch zwei Geradenabschnitte (22_3, 22_4) begrenzt wird. 10
3. Beleuchtungseinrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teilbereiche (18_1, 18_2) des Lichtleiters (18), die nicht für die Leitung des Lichts (16) der Lichtquelle (12) von seiner Lichteintrittsfläche (20) zu seiner Lichtaustrittsfläche (22) genutzt werden, für Befestigungszwecke genutzt werden, wobei die nicht genutzten Bereiche durch den Öffnungswinkel des im Lichtleiter (18) propagierenden Lichtes bestimmt werden. 15
4. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abdeckscheibe (32), die in Lichtausbreitungsrichtung über dem Reflektor (14) liegt auf ihrer dem Reflektor (14) zugewandten Fläche Streuelemente (34) aufweist, die sich konvex aus der Abdeckscheibe (32) heraus wölben. 20
5. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einem Parabelabschnitt (24), der die Grundform des Reflektors (14) bestimmt, eine Modulation in Form von Facetten (40, 42, 44) überlagert ist, die lokal eine alternierend um den jeweiligen Wert der Steigung des Parabelabschnitts (24) oszillierende Steigung aufweist. 25
6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Streuelemente (34) aufweisende Abdeckscheibe (32) und einen Facetten (40, 42, 44) aufweisenden Reflektor 14 (14) aufweist. 30
7. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (54) einen Lichtleiter (54) aufweist, dessen Lichtaustrittsfläche (58) durch einen Kreisbogen begrenzt wird, wobei der Mittelpunkt des zugehörigen Kreises durch die dicht vor der Lichteintrittsfläche (56) des Lichtleiters (54) angeordnete Halbleiterlichtquelle (12) definiert wird. 35
8. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtleiter (18) einen Abstand zwischen seiner Oberseite (60) und seiner Unterseite (62) aufweist, der von seiner Lichteintrittsfläche (20) ausgehend und auf die Lichtaustrittsfläche (22) zulaufend, zunimmt. 40
9. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (67) eine Reflexionsfläche aufweist, die durch eine um 360° um eine Achse (69) herum erfolgendes Verschwenken eines Parabelabschnitts (24) im Raum erzeugt wird. 45
10. Beleuchtungseinrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Beleuchtungseinrichtung (10) einen kreisrunden Lichtleiter (79) aufweist, der in der Mitte eine Ausnehmung aufweist, die von Flächen begrenzt wird, an denen Halbleiterlichtquellen (71, 73, 75, 77) fixiert sind, wobei je eine der Halbleiterlichtquellen (71, 73, 75, 77) an jeder Fläche angeordnet ist. 50

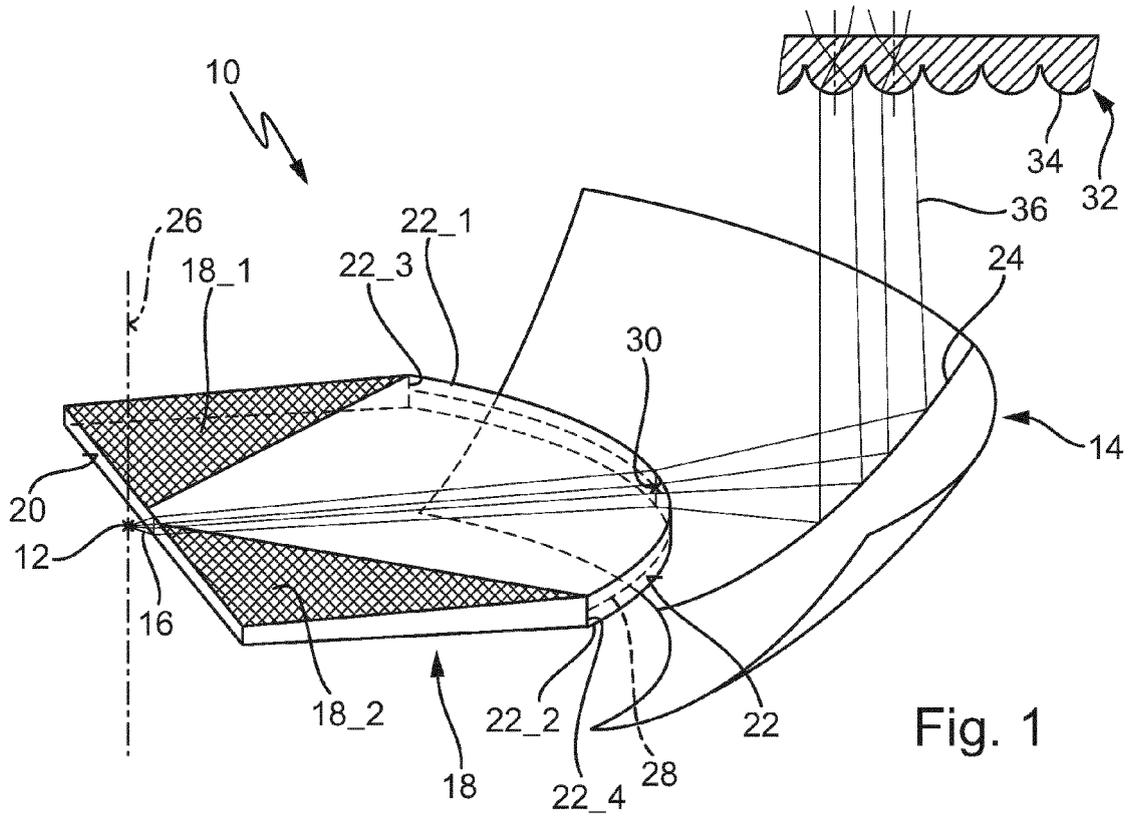
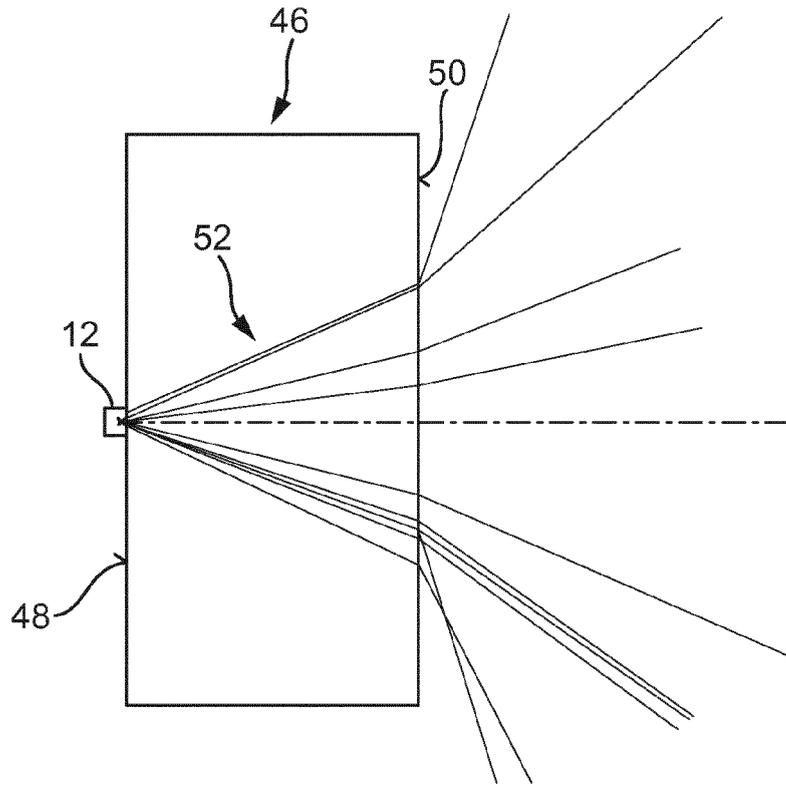
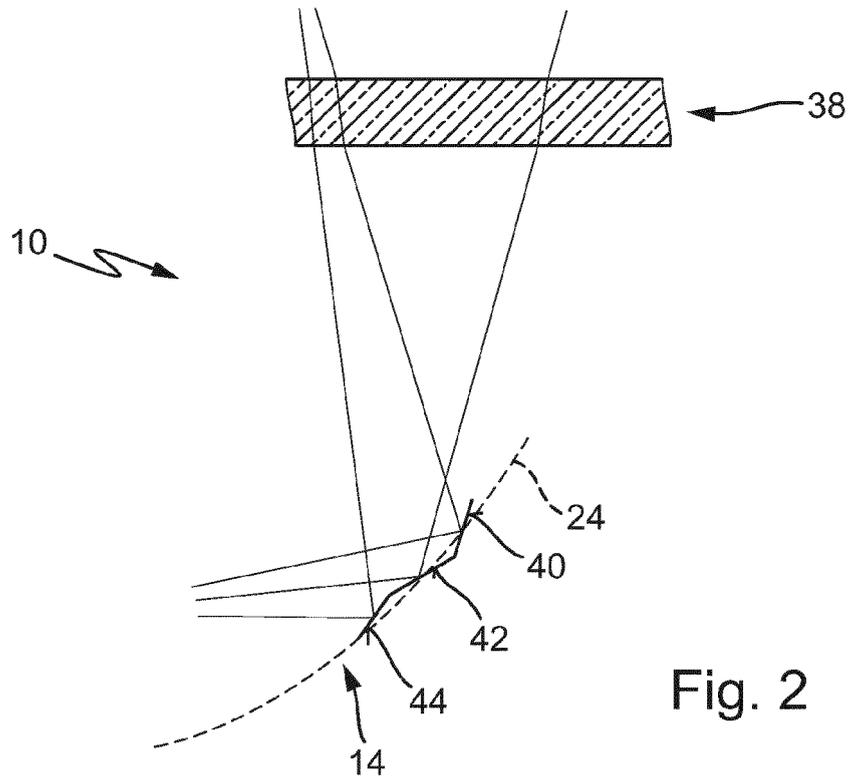


Fig. 1



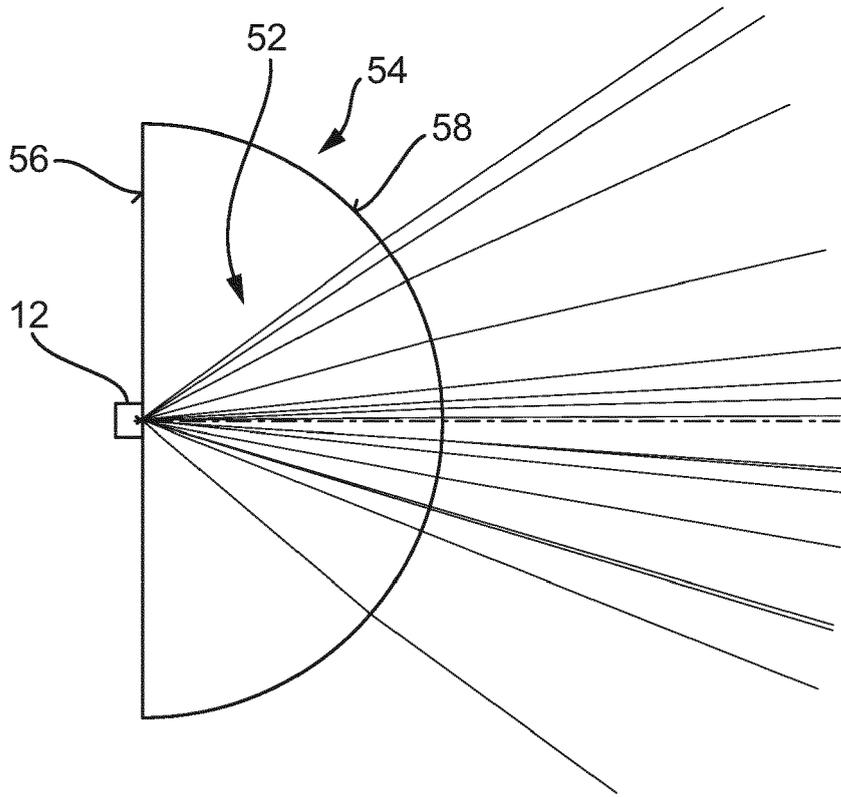


Fig. 4

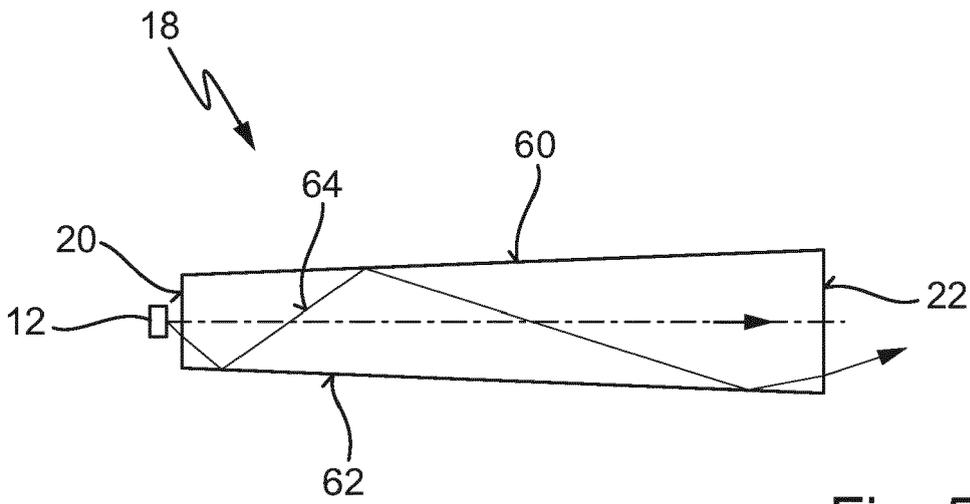
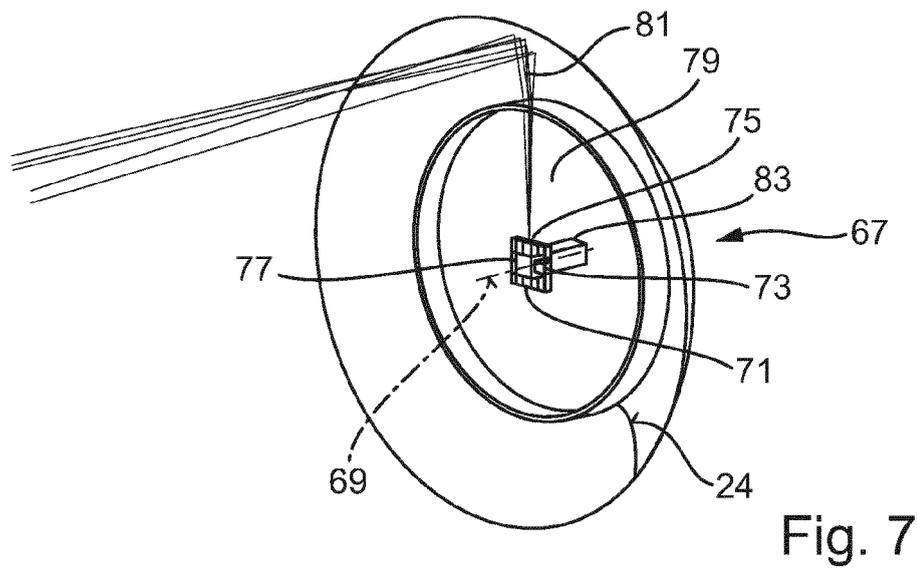
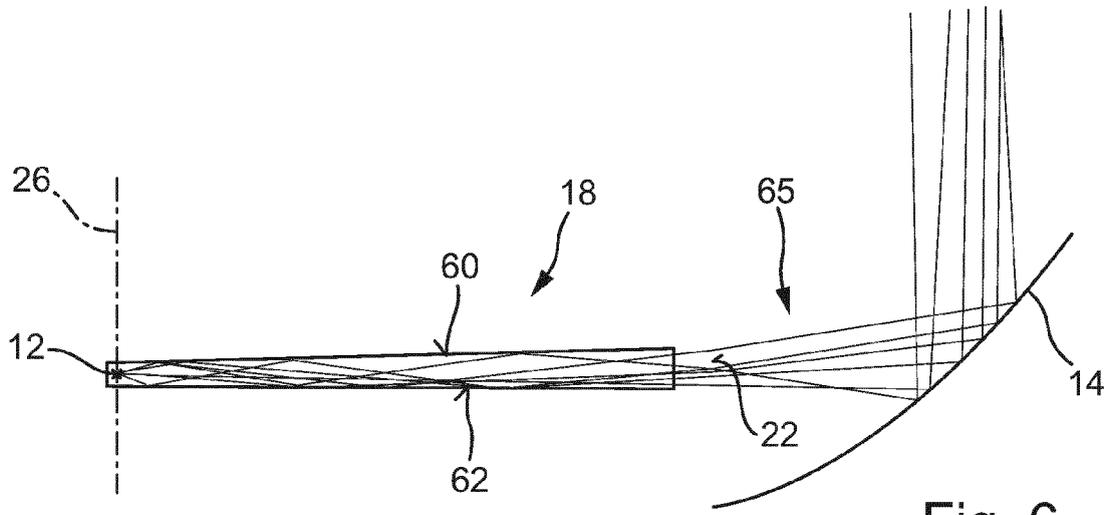
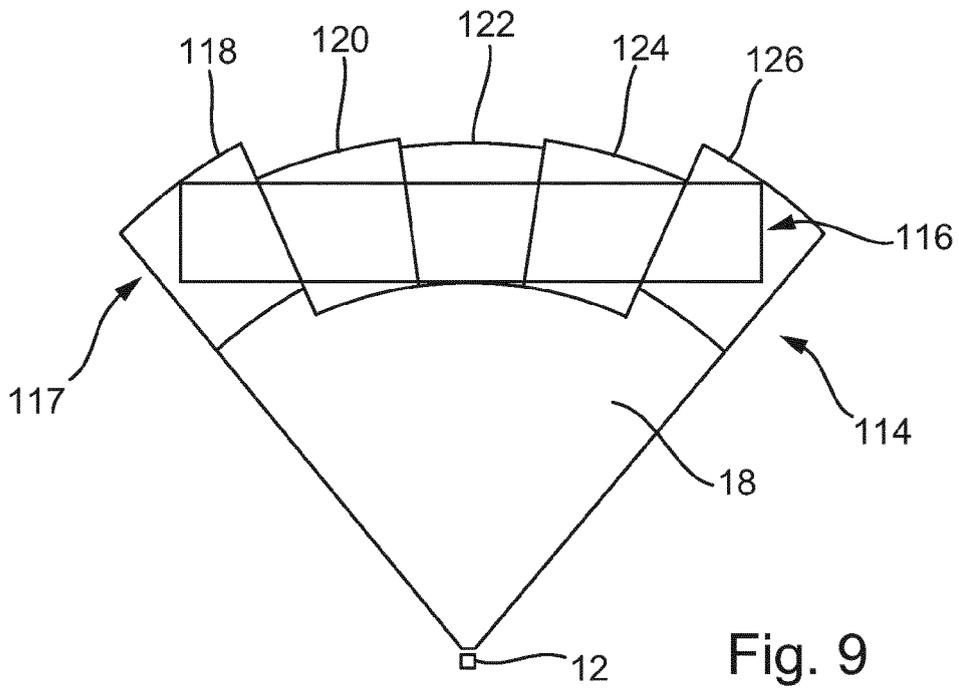
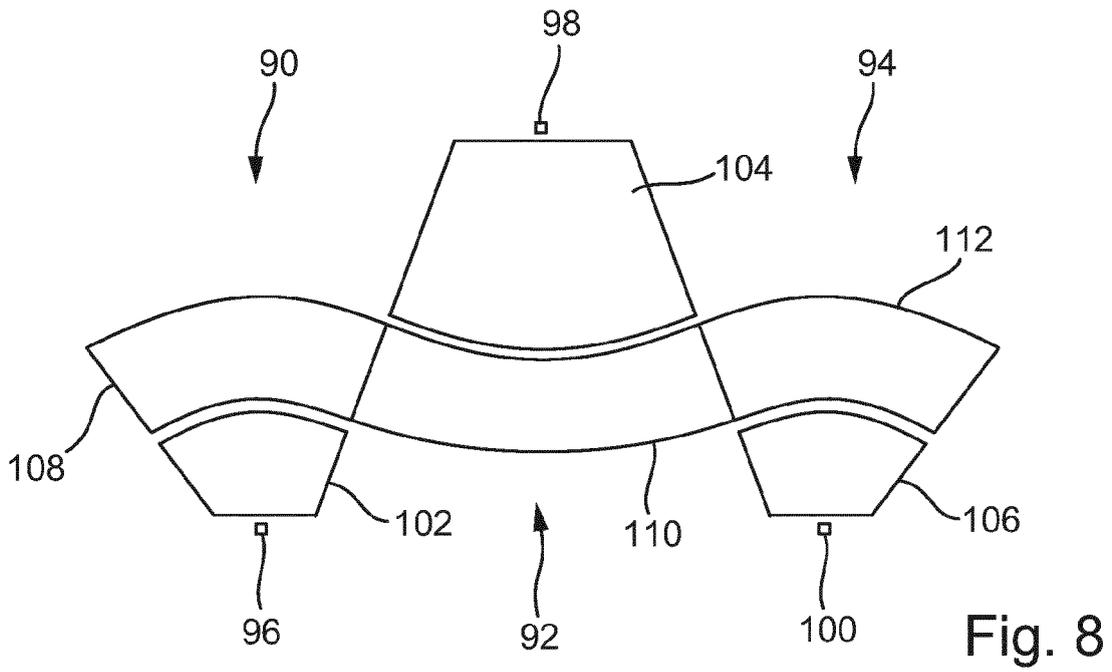


Fig. 5





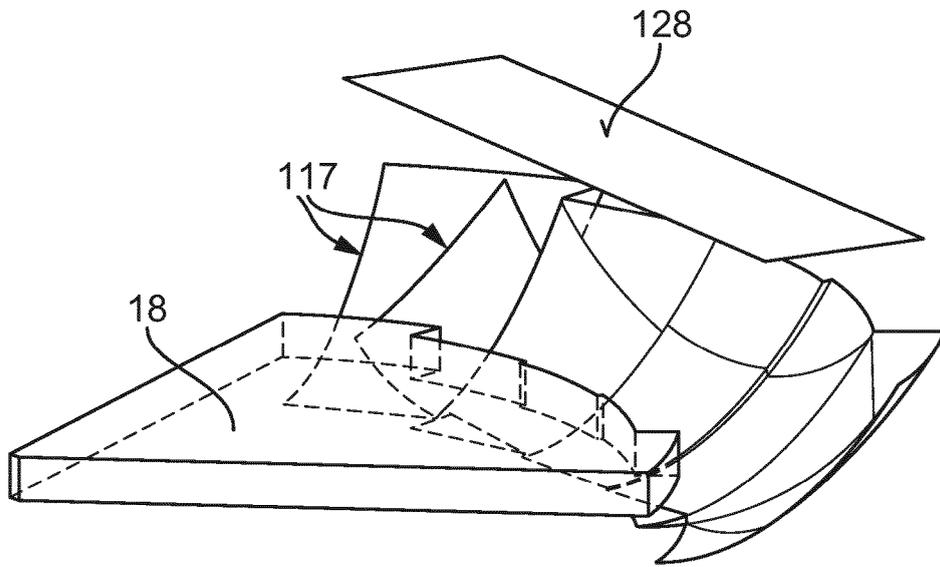


Fig. 10

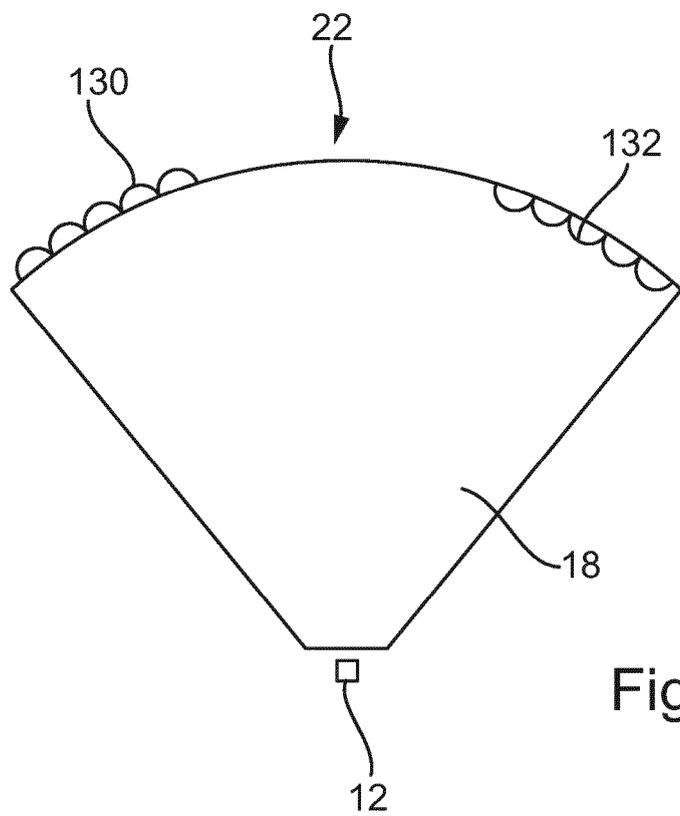


Fig. 11

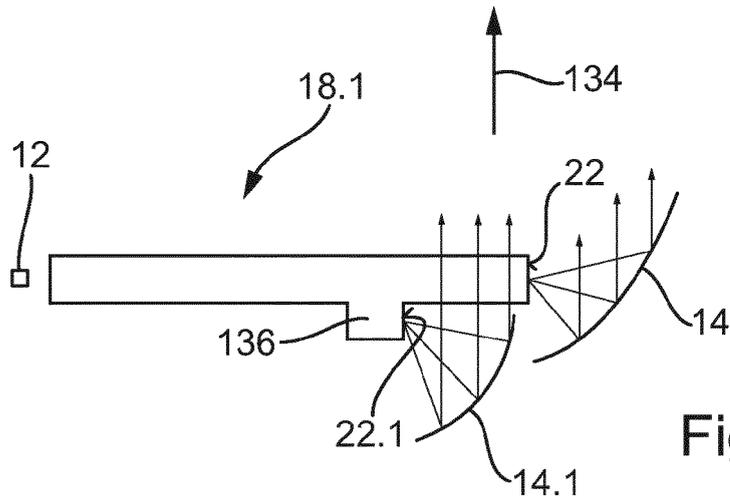


Fig. 12

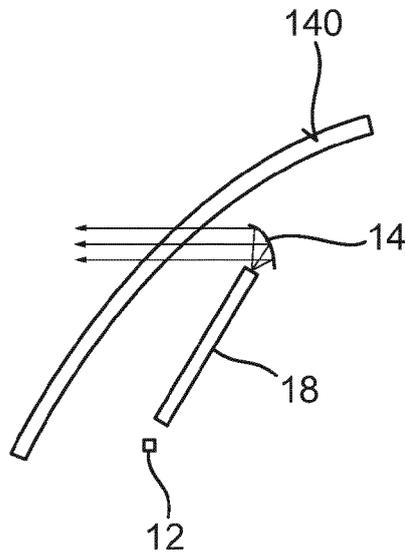


Fig. 13

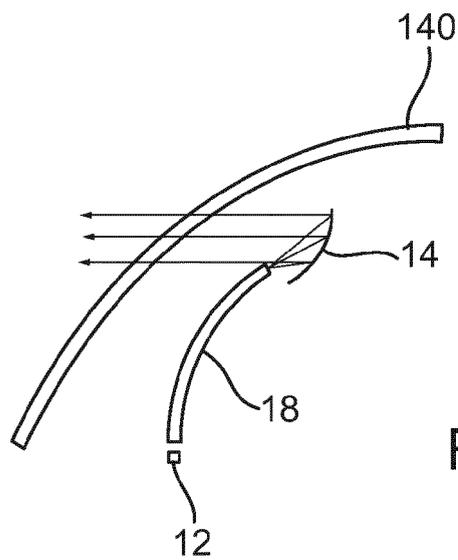


Fig. 14