



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.01.2016 Patentblatt 2016/01

(51) Int Cl.:
F21S 8/10 (2006.01) **F21V 8/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15166953.8**

(22) Anmeldetag: **08.05.2015**

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

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

(72) Erfinder: **Gebauer, Matthias**
72770 Reutlingen (DE)

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

(30) Priorität: **26.06.2014 DE 102014212299**

(54) **LICHTLEITER-ANORDNUNG ZUM EINSATZ IN EINER BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGS UND KRAFTFAHRZEUGBELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT EINER SOLCHEN LICHTLEITER-ANORDNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Lichtleiter-Anordnung (10) zum Einsatz in einer Beleuchtungseinrichtung (1) eines Kraftfahrzeugs, die mindestens eine Halbleiter-Lichtquelle (14) aufweist. Die Lichtleiter-Anordnung (10) umfasst:

- einen Lichteinkoppelabschnitt (15) mit einer Lichteintrittsfläche (16) zum Einkoppeln des von der Lichtquelle (14) ausgesandten Lichts,
- einen Lichtauskoppelabschnitt (17) mit einer Vielzahl von Lichtauskoppel-elementen (18) zum Umlenken des eingekoppelten Lichts in Richtung eines Linsenabschnitts (13), und
- den Linsenabschnitt (13), der eine Längserstreckung (11) quer zu einer Lichtaustrittsrichtung (3) und eine in

einem Querschnitt quer zur Längserstreckung (11) konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche (19) aufweist, über die das von dem Auskoppelabschnitt (17) umgelenkte Licht aus der Lichtleiter-Anordnung (10) austritt. Es wird vorgeschlagen, dass im Querschnitt betrachtet ein erster Brennpunkt (20) des Linsenabschnitts (13) auf Höhe einer Unterkante eines Auskoppel-elementes (18) und ein zweiter Brennpunkt (21) in einem großen Abstand zu der Lichtaustrittsfläche (19), vorzugsweise im Unendlichen, liegt, so dass der Linsenabschnitt (13) die Unterkanten der Auskoppel-elemente (18) als horizontale Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung (32; 33) scharf abbildet.

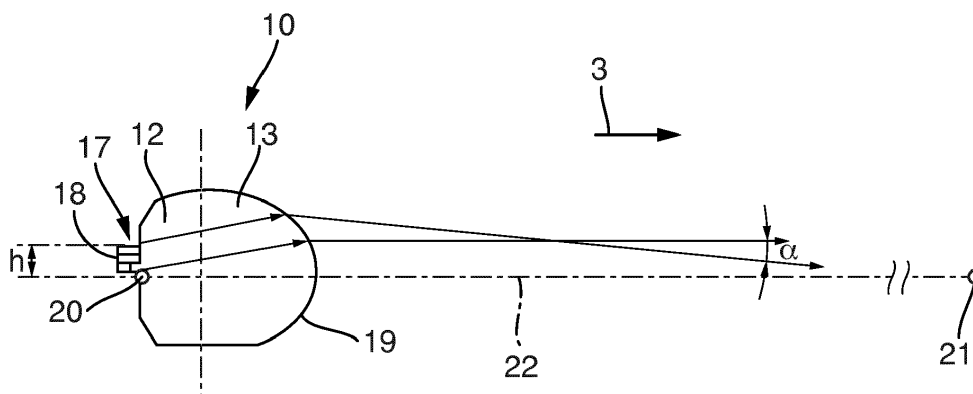


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtleiter-Anordnung zum Einsatz in einer Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs, die mindestens eine Halbleiter-Lichtquelle aufweist. Die Lichtleiter-Anordnung umfasst:

- mindestens einen Lichteinkoppelabschnitt mit mindestens einer Lichteintrittsfläche zum Einkoppeln zumindest eines Teils des von der mindestens einen Lichtquelle ausgesandten Lichts,
- einen Lichtauskoppelabschnitt mit einer Vielzahl von entlang einer Rückseite der Lichtleiter-Anordnung angeordneten Lichtauskoppellementen zum Umlenken zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts in Richtung eines Linsenabschnitts der Lichtleiter-Anordnung, und
- den Linsenabschnitt, der eine Längserstreckung quer zu einer Lichtaustrittsrichtung der Lichtleiter-Anordnung und eine in einem Querschnitt quer zur Längserstreckung konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche aufweist, über die zumindest ein Teil des von dem Auskoppelabschnitt umgelenkten Lichts aus der Lichtleiter-Anordnung austritt.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung eine Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einer Halbleiter-Lichtquelle zum Aussenden von Licht und mindestens einer Lichtleiter-Anordnung zur Erzeugung zumindest eines Teils einer abgeblendeten Lichtverteilung.

[0003] Eine solche Lichtleiter-Anordnung ist bspw. aus der EP 0 766 037 A1 oder aus der EP 2 045 515 A1 bekannt. Die aus der EP 0 766 037 A1 bekannte Lichtleiter-Anordnung umfasst einen flachen, plattenförmigen Lichtleiter, der zur Erzeugung eines Abblendlicht-Grundlichts mit einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze dient. Die bekannte Lichtleiter-Anordnung kann das Abblendlicht-Grundlicht aber nur dann erzeugen, wenn der plattenförmige Lichtleiter vertikal angeordnet ist, das äußere Erscheinungsbild der eingeschalteten Lichtleiter-Anordnung (sog. Nachtdesign) also einen vertikal leuchtenden Strich ergibt. Wenn das Erscheinungsbild der Lichtleiter-Anordnung ein horizontal oder schräg angeordneter leuchtender Strich sein soll, kann die bekannte Lichtleiter-Anordnung keine abgeblendete Lichtverteilung mit horizontaler Helldunkelgrenze erzeugen. Vielmehr würde die Helldunkelgrenze immer senkrecht zur Längserstreckung der Austrittsfläche des Lichtleiters verlaufen, bei einem horizontalen oder schräg ausgerichteten Lichtleiter also vertikal oder schräg.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Lichtleiter-Anordnung der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass sie eine abgeblendete Lichtverteilung erzeugen kann, bei der die Helldunkelgrenze im Wesentlichen parallel zu einer Längserstreckung der Lichtleiter-Anordnung bzw. einer die Lichtaustrittsfläche bil-

denden Linsenanordnung verläuft, so dass mit einer horizontal ausgerichteten Lichtleiter-Anordnung eine im Wesentlichen horizontale Helldunkelgrenze erzeugt werden kann.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Lichtleiter-Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Insbesondere liegt im Querschnitt betrachtet ein erster Brennpunkt des Linsenabschnitts auf Höhe einer Unterkante eines Auskoppellements und ein zweiter Brennpunkt in einem großen Abstand zu der Lichtaustrittsfläche, vorzugsweise im Unendlichen, so dass der Linsenabschnitt die Unterkante des Auskoppellements als Teil einer horizontalen Helldunkelgrenze einer resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung der Lichtleiter-Anordnung scharf abbildet.

[0006] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine abgeblendete Lichtverteilung mit einer Helldunkelgrenze durch eine Lichtleiter-Anordnung zu erzeugen, deren Längserstreckung im Wesentlichen parallel zum Verlauf der Helldunkelgrenze verläuft. Insbesondere kann durch eine horizontal ausgerichtete Lichtleiter-Anordnung eine abgeblendete Lichtverteilung mit einer horizontalen Helldunkelgrenze erzeugt werden.

[0007] An mindestens einer Seite des Lichtleiters, beispielsweise an einer Stirnfläche des Lichtleiters, weist die Lichtleiter-Anordnung einen Lichteinkoppelabschnitt mit mindestens einer Lichteintrittsfläche auf. Vor der mindestens einen Lichteintrittsfläche ist mindestens eine Lichtquelle der Beleuchtungseinrichtung positioniert. Eine Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle ist vorzugsweise senkrecht zu der mindestens einen Lichteintrittsfläche angeordnet. Der Lichtleiter weist auf seiner Rückseite Auskoppellemente auf, die beispielsweise als Auskoppelprismen ausgebildet sind. Die Rückseite des Lichtleiters ist die entgegen der Austrittsrichtung von Licht aus der Lichtleiter-Anordnung gerichtete Seite des Lichtleiters. Eine Lichtaustrittsfläche der Lichtleiter-Anordnung ist den Auskoppellementen gegenüberliegend an der Vorderseite des Lichtleiters angeordnet und weist einen linsenförmigen Querschnitt auf.

[0008] Ein erster Brennpunkt des Linsenabschnitts bzw. der Lichtaustrittsfläche liegt auf einer Unterkante eines Auskoppellements, und ein zweiter Brennpunkt des Linsenabschnitts bzw. der Lichtaustrittsfläche liegt in Lichtaustrittsrichtung im Unendlichen bzw. in einer sehr großen Entfernung vor der Lichtaustrittsfläche. Die Auskoppellemente des Auskoppelabschnitts sind vorzugsweise alle mit ihren Unterkanten auf der gleichen Höhe, also auf einer gemeinsamen Horizontalebene, angeordnet. Der erste Brennpunkt liegt an einer beliebigen Stelle auf dieser Horizontalebene, in jedem Fall aber auf der Unterkante der Auskoppellemente.

[0009] Die Brennpunkte von mehreren Querschnitten durch den Linsenabschnitt liegen vorzugsweise auf einer Brennnlinie. Die Erstreckung der Brennnlinie verläuft parallel zu der Längserstreckung des Linsenabschnitts. Die Unterkanten der Auskoppellemente liegen vorzugsweise nahe der Brennnlinie der langgezogenen linsenförmigen

gen Lichtaustrittsfläche, so dass die Unterkanten scharf im Unendlichen (oder in großer Entfernung zu der Lichtleiter-Anordnung) als im Wesentlichen horizontale Helldunkelgrenze der resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung scharf abgebildet werden.

[0010] Die Lichtquellen der Beleuchtungseinrichtung sind vorzugsweise als Halbleiterlichtquellen, insbesondere als Leuchtdioden (LEDs) ausgebildet. Der Lichteinkoppelabschnitt zwischen der mindestens einen Lichtquelle und dem Lichtauskoppelabschnitt kann in besonderer Weise ausgestaltet sein, um die Lichtverteilung in der Lichtleiter-Anordnung zu beeinflussen. Insbesondere kann der Lichteinkoppelabschnitt ausgehend von der Lichteinkopplfläche konisch auseinanderlaufende Reflexionsflächen aufweisen, um ein Kollimieren des eingekoppelten Lichts zu erzielen. Die kollimierten, im Wesentlichen parallelen Lichtstrahlen treffen dann vorzugsweise ohne weitere Reflexion an äußeren Grenzflächen des Lichtleiters auf die Auskoppellemente des Auskoppelabschnitts. Ebenso ist es denkbar, dass der Einkoppelabschnitt gekrümmt ausgebildet ist, also gekrümmte Reflexionsflächen aufweist.

[0011] Die Auskoppellemente des Lichtauskoppelabschnitts sind vorzugsweise als Auskoppelprismen ausgebildet, die eine Längserstreckung und in einem Schnitt quer zu der Längserstreckung eine dreieckige Form aufweisen. Die Längserstreckung der Auskoppelprismen verläuft senkrecht zur Haupt-Austrittsrichtung des Lichts aus der Lichtleiter-Anordnung und senkrecht zur Längserstreckung des Linsenabschnitts.

[0012] In ihrer Längserstreckung haben die Auskoppelprismen eine bestimmte Höhe h . Die Höhe h der Prismen bestimmt die vertikale Breite der resultierenden Lichtverteilung, insbesondere nach unten in das Vorfeld unmittelbar vor einem mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ausgestatteten Kraftfahrzeug. Nach oben hin ist die Lichtverteilung durch die im Wesentlichen horizontale Helldunkelgrenze begrenzt. Je größer die Prismenhöhe h gewählt ist, desto größer ist die vertikale Breite der Lichtverteilung, das heißt umso stärker wird das Vorfeld ausgeleuchtet. Durch unterschiedlich hohe Auskoppelprismen lässt sich die Lichtverteilung hinsichtlich Intensität und vertikaler Breite beeinflussen. Zum Beispiel ist es denkbar, in dem Auskoppelabschnitt der Lichtleiter-Anordnung abwechselnd verschieden hohe Auskoppelprismen vorzusehen, wobei die Unterkanten der Auskoppelprismen vorzugsweise auf der gleichen Höhe (in der gleichen Horizontalebene) liegen, vorzugsweise auf der Brennpunktlinie der ersten Brennpunkte der langgezogenen, konvex gewölbten linsenförmigen Lichtaustrittsfläche. Prismenflächen können gewölbt sein, um hindurchtretendes Licht zu streuen bzw. über einen größeren Flächenbereich zu verteilen.

[0013] Der Linsenabschnitt bzw. die konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche kann einstückig mit der Lichtleiter-Anordnung ausgestaltet sein. Es ist aber auch denkbar, dass die linsenförmige Lichtaustrittsfläche bzw. der Linsenabschnitt und die restliche Lichtleiter-Anord-

nung umfassend den mindestens einen Lichteinkoppelabschnitt und den Lichtauskoppelabschnitt als separate Bauteile ausgebildet sind. Die konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche ist dann Bestandteil eines separaten, getrennt von der restlichen Lichtleiter-Anordnung ausgestalteten Linsenabschnitts. Insbesondere ist es denkbar, dass die Lichtleiter-Anordnung und der Linsenabschnitt in einer im Wesentlichen vertikalen Schnittebene separiert sind, die senkrecht zu einer Haupt-Lichtaustrittsrichtung des aus der Lichtleiter-Anordnung ausgekoppelten Lichts und senkrecht zu einem horizontalen Querschnitt durch den Linsenabschnitt verläuft. Die mehrteilige Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung hat den Vorteil, dass sich das in den Lichtleiter eingekoppelte Licht nur in dem Lichtleiter ausbreiten kann, so dass das Volumen, in dem sich das Licht ausbreiten kann, bzw. die Abmessung im Querschnitt des Lichtleiters in Lichtaustrittsrichtung verringert wird. Dies führt dazu, dass das eingekoppelte Licht mit höherer Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit auf ein Auskoppellement des Lichtauskoppelabschnitts fällt und aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird. Generell gilt: Je kleiner das Volumen bzw. die Abmessung des Lichtleiters in Lichtaustrittsrichtung, insbesondere die Tiefe des Lichtleiters in einer Hauptauskoppelrichtung des aus der Lichtleiter-Anordnung ausgekoppelten Lichts, ist, desto mehr Licht wird auf gleicher Länge der Lichtleiter-Anordnung ausgekoppelt. Durch die Tiefe des Lichtleiters beziehungsweise den Lichtleiterquerschnitt in der Hauptaustrittsrichtung der Lichtleiter-Anordnung kann also die aus der Lichtleiter-Anordnung auszukoppelnde Lichtmenge zur Erzielung einer gewünschten Lichtverteilung mit einem gewünschten Intensitätsverlauf eingestellt werden.

[0014] Die Lichtleiter-Anordnung kann bewegbar in einem Scheinwerfer- oder Leuchtengehäuse angeordnet sein, so dass die Helldunkelgrenze zur Grundeinstellung, Justierung und/oder Leuchtweitenregelung verstellt werden kann. Eine Lichtverteilung mit horizontaler Helldunkelgrenze kann bspw. vor dem eigentlichen Betrieb der Lichtleiter-Anordnung, bspw. am Ende eines Montage- oder Fertigungsbands eines Scheinwerfers oder einer Leuchte, der bzw. die mit einer erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung ausgestattet ist, in eine gewünschte oder gesetzlich vorgegebene Grundeinstellung gebracht werden. Ebenso kann während des Betriebs der Lichtleiter-Anordnung eine Lichtverteilung mit horizontaler Helldunkelgrenze zur Realisierung einer Leuchtweitenregelung in vertikaler Richtung verstellt werden. Dementsprechend kann während des Betriebs der Lichtleiter-Anordnung die Lichtverteilung mit horizontaler Helldunkelgrenze zur Realisierung einer Kurvenlichtfunktion in horizontaler Richtung verstellt werden.

[0015] Es ist denkbar, dass die Auskoppellemente des Lichtauskoppelabschnitts der Lichtleiter-Anordnung unterschiedlich breit ausgebildet sind, das heißt eine unterschiedlich große Erstreckung in der Längserstreckung des Linsenabschnitts gesehen aufweisen. Die Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit, dass in die Lichtleiter-An-

ordnung eingekoppeltes Licht auf ein breiteres Auskoppellement trifft ist größer als die Wahrscheinlichkeit, dass das eingekoppelte Licht auf ein schmaleres Auskoppellement trifft. Falls also die Auskopplung einer größeren Lichtmenge an einer bestimmten Stelle der Lichtleiter-Anordnung gewünscht ist, kann an dieser Stelle die Breite der Auskoppellemente vergrößert werden. Dementsprechend ist es auch denkbar, bei gleichbleibender Breite der Lichtauskoppellemente den Abstand zwischen benachbarten Lichtauskoppellementen zu variieren, um die ausgekoppelte Lichtmenge einzustellen. Bei besonders dicht aneinander angrenzenden Auskoppellementen wird eine größere Menge an Licht ausgekoppelt, als wenn die Lichtauskoppellemente mit einem größeren Abstand zueinander angeordnet sind.

[0016] Bei einer getrennten Ausgestaltung des Lichtleiters einerseits und des Linsenabschnitts andererseits ist zwischen dem Lichtleiter und dem Linsenabschnitt vorzugsweise ein Luftspalt ausgebildet. Auf der Lichtdurchtrittsfläche des Auskoppelabschnitts, über die das von den Auskoppellementen umgelenkte Licht aus dem Lichtleiter austritt, und/oder der Lichtdurchtrittsfläche des Linsenabschnitts, über die das aus dem Lichtleiter ausgetretene Licht in den Linsenabschnitt eintritt, können zumindest bereichsweise beliebige optisch wirksame Elemente (sog. Streugeometrien) angeordnet sein, welche das hindurchtretende Licht, insbesondere in horizontaler Richtung, streuen.

[0017] Ferner ist es denkbar, dass sich die Tiefe (Erstreckung in Lichtaustrittsrichtung) des Lichtleiters ausgehend von der mindestens einen Lichteintrittsfläche des Lichteinkoppelabschnitts entlang der Längserstreckung des Lichtleiters verjüngt, das heißt in Lichtaustrittsrichtung betrachtet nimmt der Lichtleiterquerschnitt ausgehend von der Lichteintrittsfläche zu einem gegenüberliegenden Ende des Lichtleiters hin ab.

[0018] Es ist denkbar, dass bei einer mehrteiligen Ausgestaltung der Lichtleiter-Anordnung mit einem Lichtleiter und einem davon separaten Linsenabschnitt der Lichtleiter quer zu seiner Längserstreckung eine rechteckige Querschnittsfläche aufweist. Die Querschnittsfläche des rechteckigen Lichtleiters ist vorzugsweise genauso hoch wie die Auskoppellemente ausgestaltet. Mit anderen Worten erstrecken sich die Auskoppellemente über die gesamte Höhe der der Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters gegenüberliegenden Rückseite des Lichtleiters. Der zu der Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters beabstandet angeordnete Linsenabschnitt weist vorzugsweise eine größere Höhe auf als der Lichtleiter mit der im Wesentlichen rechteckigen Querschnittsfläche. Durch die geringeren Abmessungen des Lichtleiters, insbesondere durch seine geringere Höhe, gegenüber dem Linsenabschnitt ergibt sich eine geringere Querschnittsfläche und damit ein geringeres Volumen des Lichtleiters, so dass in dem Lichtleiter transportiertes Licht über eine gegebene Länge häufiger auf ein Lichtauskoppellement trifft und somit mehr Licht pro Länge aus dem Lichtleiter austritt und durch den Linsenabschnitt als abge-

blendete Lichtverteilung mit einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug abgebildet wird.

[0019] Die in Lichtaustrittsrichtung vordere Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters befindet sich vorzugsweise mit ihrer Unterkante auf der Höhe der Unterkanten der Auskoppellemente. Die Brennnlinie des Linsenabschnitts mit den ersten Brennpunkten liegt vorzugsweise auf oder in der Nähe der Unterkante der Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters. Durch die separate Ausgestaltung des Lichtleiters und des Linsenabschnitts kann der Linsenabschnitt beliebig ausgestaltet sein, ohne das Licht im Lichtleiter, insbesondere dessen Transport im Lichtleiter und dessen Auskopplung aus dem Lichtleiter, zu beeinflussen. Die Querschnittsfläche des Lichtleiters kann zur Verbesserung der Auskoppel-effizienz kleiner ausgebildet werden als die des Linsenabschnitts.

[0020] Der separat von dem Linsenabschnitt ausgestaltete Lichtleiter kann als ein stabförmiger Lichtleiter mit entlang seiner Längserstreckung konstanter Querschnittsfläche oder mit ausgehend von der Lichteintrittsfläche über die Längserstreckung hinweg abnehmender Querschnittsfläche ausgestaltet sein. Ebenso ist es denkbar, dass anstelle eines stabförmigen Lichtleiters ein sichelförmiger Lichtleiter verwendet wird, wie er beispielsweise aus der DE 10 2011 018 508 bekannt ist. Bei einem solchen sichelförmigen Lichtleiter wird Licht mindestens einer Lichtquelle nach dem Eintritt in den sichelförmigen, plattenförmigen Lichtleiter durch ein Kollimatelement kollimiert beziehungsweise parallelisiert. Das gesamte kollimierte Licht trifft auf eine Lichtauskoppelfläche des sichelförmigen Lichtleiters, durch die das gesamte Licht in Richtung einer Lichtaustrittsfläche des Lichtleiters umgelenkt wird. Das umgelenkte Licht trifft so steil auf die Lichtdurchtrittsfläche des sichelförmigen Lichtleiters, dass es aus dem Lichtleiter ausgekoppelt wird und durch den vor der Lichtaustrittsfläche angeordneten Linsenabschnitt zur Erzeugung der gewünschten abgeblendeten Lichtverteilung mit horizontaler Helldunkelgrenze auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug abgebildet wird. Auch in diesem Fall verläuft eine Brennnlinie des vor dem sichelförmigen Lichtleiter angeordneten Linsenabschnitts entlang der Unterkante der in Lichtaustrittsrichtung vorderen Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters und eine andere Brennnlinie des Linsenabschnitts im Unendlichen beziehungsweise in einem sehr großen Abstand zu der Lichtaustrittsfläche des Linsenabschnitts. Durch das Kollimieren der eingekoppelten Lichtstrahlen in dem sichelförmigen Lichtleiter können die Lichtstrahlen gezielter in eine gewünschte Richtung gelenkt werden, so dass weniger Verlustlicht im Vergleich zu einem herkömmlichen Stablichtleiter entsteht. Das gesamte eingekoppelte Licht trifft zunächst auf ein Auskoppellement, bevor es durch die vordere Lichtdurchtrittsfläche aus diesem austritt und durch den davor angeordneten Linsenabschnitt auf die Fahrbahn projiziert wird.

[0021] Bei einer getrennten Ausgestaltung des Lichtleiters und des Linsenabschnitts der erfindungsgemäßen

Lichtleiter-Anordnung kann der Lichtleiter gerade, aber auch gekrümmt ausgebildet sein. Insbesondere ist es denkbar, dass der Lichtleiter in einer Horizontalebene, welche die Brennnlinie des Linsenabschnitts mit den ersten Brennpunkten umfasst, derart gekrümmt ist, dass die in Lichtaustrittsrichtung rückwärtige Lichtauskoppelfläche des Lichtleiters eine geringere Längserstreckung aufweist als die vordere Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters. Auch der Linsenabschnitt kann dementsprechend gekrümmt ausgestaltet sein. Dabei ist es denkbar, dass die Krümmung des Linsenabschnitts so gewählt wird, dass sich über die gesamte Längserstreckung der Lichtleiter-Anordnung ein im Wesentlichen konstanter Abstand zwischen dem Lichtleiter beziehungsweise dessen Lichtaustrittsfläche und dem Linsenabschnitt ergibt. Es wäre aber auch denkbar, dass der Abstand zwischen dem gekrümmten Lichtleiter und dem gekrümmten Linsenabschnitt über die Längserstreckung hinweg variiert, vorzugsweise ausgehend von der Lichteintrittsfläche des Lichtleiters entweder kontinuierlich zunimmt oder kontinuierlich abnimmt. Bei einem variierenden Abstand zwischen dem Lichtleiter und dem Linsenabschnitt über die Längserstreckung der Lichtleiter-Anordnung hinweg könnte dann auch die Brennweite mit den ersten Brennpunkten der Lichtaustrittsfläche beziehungsweise des Linsenabschnitts über die verschiedenen Linsenquerschnitte betrachtet variieren, damit trotz des variierenden Abstands die Brennnlinie stets auf der Vorderseite der Auskoppелеlemente beziehungsweise auf der vorderen Lichtdurchtrittsfläche des Lichtleiters liegt. Die Variation der ersten Brennweite ist sowohl bei gekrümmten Lichtleiter-Anordnungen als auch bei geraden Lichtleiter-Anordnungen denkbar, so lange die erste Brennnlinie auf Höhe der Unterkante der Auskoppелеlemente verläuft. Selbst bei Verwendung eines sichelförmigen Lichtleiters, wie oben beschrieben, ist es denkbar, dass der Abstand zwischen der Lichtaustrittsfläche des sichelförmigen Lichtleiters und dem Linsenabschnitt variiert.

[0022] Schließlich ist es auch denkbar, in einer Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung nicht nur eine der beschriebenen Lichtleiter-Anordnungen, sondern mehrere vorzusehen. Jede der betriebenen Lichtleiter-Anordnungen kann dabei einen Teil einer abgeblendeten Lichtverteilung erzeugen. So ist es denkbar, dass eine erste, beispielsweise horizontal ausgerichtete Lichtleiter-Anordnung ein Abblendlicht-Grundlicht mit einer horizontalen Helldunkelgrenze erzeugt, die auf einem in einem Abstand zu dem Kraftfahrzeug angeordneten Messschirm im Wesentlichen parallel zu und knapp unterhalb einer Horizontalen verläuft. Eine weitere Lichtleiter-Anordnung, die schräg zu der ersten Lichtleiter-Anordnung, vorzugsweise in einem 15°-Winkel zu dieser, angeordnet ist, könnte neben der ersten Lichtleiter-Anordnung angeordnet sein. Die weitere Lichtleiter-Anordnung könnte eine abgeblendete Lichtverteilung mit einer ausgehend von der horizontalen Helldunkelgrenze schräg ansteigenden Helldunkelgrenze erzeugen, die vorzugsweise in einem 15°-Winkel ansteigt. Die weitere Lichtleiter-An-

ordnung könnte zur Erzeugung eines Abblendlichtspots ausgebildet sein. Der Abblendlichtspot könnte den ansteigenden Teil einer der ECE-Regelung entsprechenden Abblendlichtverteilung auf der eigenen Fahrbahnseite erzeugen. Die beiden Lichtverteilungen zusammen erzeugen somit ein herkömmliches, den ECE-Regelungen entsprechendes asymmetrisches Abblendlicht mit einem ersten horizontalen Abschnitt auf der Gegenverkehrsseite (von der ersten Lichtleiter-Anordnung) und einem zweiten, ansteigenden Abschnitt auf der eigenen Verkehrsseite (von der weiteren Lichtleiter-Anordnung). **[0023]** Weitere Merkmale, Ausführungsformen und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;
- Figur 2 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung als Teil einer Kraftfahrzeugbeleuchtungseinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 3 die Lichtleiter-Anordnung aus Figur 2 in einer Ansicht von vorne entgegen einer Lichtaustrittsrichtung;
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 5 Vergleich von Lichtleitern als Teil der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung mit unterschiedlich großen Querschnittsflächen beziehungsweise Tiefen;
- Figur 6 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit Lichtauskoppелеlementen variabler Breite in einer Ansicht von vorne entgegen einer Lichtaustrittsrichtung;
- Figur 7 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einem Lichtleiter mit einer entlang einer Längserstreckung konstanten Querschnittsfläche in einer Draufsicht;
- Figur 8 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einer sich entlang der Längserstreckung verjüngenden Querschnittsfläche des Lichtleiters in einer Draufsicht;
- Figur 9 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anord-

- nung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 10 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 11 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einem sichelförmigen Lichtleiter in einer Draufsicht;
- Figur 12 die Lichtleiter-Anordnung aus Figur 11 im Querschnitt;
- Figur 13 die Lichtleiter-Anordnung aus Figur 11 mit Streuelementen auf eine Lichtdurchtrittsfläche des sichelförmigen Lichtleiters gegenüber einem Linsenabschnitt in einer Draufsicht;
- Figur 14 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform im Querschnitt;
- Figur 15 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einem gekrümmten Lichtleiter und gekrümmtem Linsenabschnitt in einer Draufsicht;
- Figur 16 zwei nebeneinander angeordnete erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnungen, die zueinander verkippt sind, und resultierende Lichtverteilungen auf einem Messschirm;
- Figur 17 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung mit zwei Abschnitten und einem Knick zwischen den Abschnitten sowie von den Abschnitten erzeugte Lichtverteilungen auf einem Messschirm;
- Figur 18 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 19 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 20 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 21 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt;
- Figur 22 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt; und
- Figur 23 eine erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einem Zusatzprisma im unteren Bereich einer Lichtaustrittsfläche des Linsenabschnitts.
- [0024]** In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Die Beleuchtungseinrichtung 1 ist als ein Kraftfahrzeugscheinwerfer ausgebildet. Alternativ könnte die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung auch als eine Kraftfahrzeugleuchte, beispielsweise als eine Heck-, Front- oder Seitenleuchte, ausgebildet sein. Die Beleuchtungseinrichtung 1 umfasst ein Gehäuse 2, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. Eine in Lichtaustrittsrichtung 3 der Beleuchtungseinrichtung 1 vorne im Gehäuse 2 ausgebildete Lichtaustrittsöffnung 4 ist mittels einer transparenten Abdeckscheibe 5 verschlossen. Die Abdeckscheibe 5 kann ohne optisch wirksame Elemente als klare Scheibe oder zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Elementen (z.B. Zylinderlinsen oder Prismen) als Streuscheibe ausgebildet sein.
- [0025]** Im Inneren des Gehäuses 2 kann mindestens ein Lichtmodul angeordnet sein. In Figur 1 sind beispielhaft zwei Lichtmodule 6, 7 gezeigt. Die Lichtmodule 6, 7 können fest oder verschwenkbar in dem Gehäuse 2 angeordnet sein. Insbesondere können die Lichtmodule 6, 7 zur Realisierung einer Leuchtweitenregelung um eine horizontale Achse und/oder zur Realisierung einer Kurvenlichtfunktion um eine vertikale Achse verschwenkbar in dem Gehäuse 2 gelagert sein. Die Lichtmodule 6, 7 können zur Erzeugung einer Scheinwerfer-Lichtverteilung oder eines Teils davon ausgebildet sein. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Lichtmodule 6, 7 entweder einzeln oder im Zusammenwirken miteinander eine oder mehrere der folgenden Lichtverteilungen erzeugen: Abblendlicht, Fernlicht, Nebellicht, oder eine beliebige adaptive Lichtverteilung, die in Abhängigkeit von Parametern des Kraftfahrzeugs und/oder von Witterungsverhältnissen in der Umgebung des Kraftfahrzeugs variiert wird. Beispiele für eine adaptive Lichtverteilung sind Stadtlucht, Landstraßenlicht, Autobahnlicht, Schlechtwetterlicht, Teilfernlicht, das einem Fernlicht entspricht, in dem Bereiche, wo andere Verkehrsteilnehmer vor dem Kraftfahrzeug detektiert wurden, abgeschattet sind, oder ein Markierungslicht, bei dem vor dem Kraftfahrzeug detektierte Objekte gezielt mit einem räumlich begrenzten Lichtstrahl, der vorzugsweise oberhalb einer horizontalen Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung angeordnet ist, angestrahlt werden. Die Lichtmodule 6, 7 können als Reflexionsmodule oder als Projektionsmodule ausgebildet sein.
- [0026]** Ebenfalls im Inneren des Gehäuses 2 der Be-

leuchtungseinrichtung 1 ist eine lediglich beispielhaft und nur schematisch gezeigte erfindungsgemäße Lichtleiter-Anordnung angeordnet, die in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Die Lichtleiter-Anordnung 10 kann in dem Gehäuse 2 fest oder in horizontaler und/oder vertikaler Richtung verschwenkbar angeordnet sein. Auf diese Weise kann auch mit der Lichtleiter-Anordnung 10 eine Kurvenlichtfunktion und/oder eine Leuchtweiteregelung realisiert werden. Die Lichtleiter-Anordnung 10 weist eine Längserstreckung 11 auf, die im Wesentlichen horizontal ausgerichtet ist und bei in ein Kraftfahrzeug eingebautem Scheinwerfer 1 im Wesentlichen quer zu einer Fahrzeuglängsachse verläuft. Die Lichtleiter-Anordnung 10 dient zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung mit einer im Wesentlichen horizontalen Helldunkelgrenze. Im Wesentlichen horizontal bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Helldunkelgrenze zumindest abschnittsweise horizontal verläuft. Mit umfasst ist dabei auch eine sogenannte asymmetrische Helldunkelgrenze, wie sie beispielsweise gemäß den einschlägigen ECE-Regelungen innerhalb der Europäischen Union vorgeschrieben ist. Eine asymmetrische Helldunkelgrenze umfasst einen horizontalen Abschnitt, der eine Gegenverkehrsfahrbahn umfasst. Durch den horizontalen Abschnitt der Helldunkelgrenze wird eine Blendung entgegenkommender Verkehrsteilnehmer vermieden. Auf der eigenen Verkehrsseite weist die asymmetrische Helldunkelgrenze einen höheren Abschnitt auf, um die Sicht für den Fahrer des Kraftfahrzeugs zu verbessern. Der höhere Abschnitt der Helldunkelgrenze hat vorzugsweise ebenfalls einen horizontalen Verlauf. Es ist aber auch denkbar, dass der höhere Abschnitt der asymmetrischen Helldunkelgrenze einen schräg ansteigenden Verlauf aufweist und ausgehend von dem horizontalen Abschnitt beispielsweise in einem 15°-Winkel ansteigt. Zwischen dem horizontalen Abschnitt auf der Gegenverkehrsseite und dem erhöhten Abschnitt auf der eigenen Verkehrsseite kann ein Zwischenabschnitt der asymmetrischen Helldunkelgrenze vorgesehen sein, der beispielsweise senkrecht oder schräg, insbesondere in einem 15°-Winkel, verläuft.

[0027] Besonders bevorzugt ist die Lichtleiter-Anordnung 10 zur Erzeugung eines Abblendlicht-Grundlichts ausgebildet, das über seine gesamte Breite eine horizontale Helldunkelgrenze aufweist, die auf einem in einem Abstand zu dem Scheinwerfer 1 angeordneten Messschirm knapp unterhalb und parallel zu einer Horizontalen verläuft. Ferner hat das Abblendlicht-Grundlicht eine relativ große horizontale Erstreckung und keine ausgeprägten, räumlich begrenzten Intensitätsmaxima. Das Abblendlicht-Grundlicht kann Teil einer herkömmlichen Abblendlichtverteilung gemäß ECE-Regelung mit asymmetrischer Helldunkelgrenze sein. Das Abblendlicht-Grundlicht kann zur Realisierung des ECE-Abblendlichts durch einen sogenannten Abblendlicht-Spot überlagert werden, der eine geringere Breite als das Abblendlicht-Grundlicht, ausgeprägte Intensitätsmaxima im Zentrum des Abblendlicht-Spots und eine schräg ansteigende

Helldunkelgrenze aufweist. Durch den Abblendlicht-Spot werden die Intensitätsmaxima im Zentrum der resultierenden Abblendlichtverteilung gemäß ECE-Regelung sowie der höhere Abschnitt der Helldunkelgrenze auf der eigenen Verkehrsseite erzeugt. Das Abblendlicht-Grundlicht sorgt dagegen für eine ausreichende Seitenausleuchtung der resultierenden Abblendlicht-Verteilung gemäß ECE-Regelung.

[0028] Anhand der Figuren 2 und 3 wird ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 näher erläutert. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Lichtleiter-Anordnung 10 einteilig ausgebildet, das heißt ein Lichtleiterabschnitt 12 zum Transport von eingekoppeltem Licht entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 und zum Auskoppeln des Lichts aus dem Lichtleiterabschnitt 12 sowie ein Linsenabschnitt 13 zum Abbilden des Lichts aus dem Lichtleiterabschnitt 12 auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug zur Erzeugung der gewünschten resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung sind als ein gemeinsames, integrales Bauteil ausgebildet.

[0029] Die Lichtleiter-Anordnung 10 umfasst mindestens eine Lichtquelle 14, die eine oder mehrere Halbleiterlichtquellen, insbesondere in Form von Leuchtdioden (LEDs) umfasst. Die Lichtleiter-Anordnung 10 weist einen Lichteinkoppelabschnitt 15 mit mindestens einer Lichteintrittsfläche 16 zum Einkoppeln zumindest eines Teils des von der mindestens einen Lichtquelle 14 ausgesandten Lichts auf. Ferner umfasst die Lichtleiter-Anordnung 10 einen Lichtauskoppelabschnitt 17 mit einer Vielzahl von entlang einer Rückseite der Lichtleiter-Anordnung 10 angeordneten Lichtauskoppellementen 18 zum Umlenken zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts in Richtung des Linsenabschnitts 13 der Lichtleiter-Anordnung 10. Der Linsenabschnitt 13 hat eine im Querschnitt quer zur Längserstreckung 11 (vgl. Fig. 2) konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche 19, über die von dem Auskoppelabschnitt 17 umgelenktes Licht aus der Lichtleiter-Anordnung 10 austritt. In dem dargestellten Beispiel umfasst der Linsenabschnitt 13 beispielsweise eine Zylinderlinse. Die Zylinderlinse kann über ihre Längserstreckung 11 identische, aber auch unterschiedliche Brennweiten aufweisen. Der Linsenabschnitt 13 hat in einem Querschnitt betrachtet einen ersten objektseitigen Brennpunkt 20 sowie einen zweiten bildseitigen Brennpunkt 21. Alle ersten Brennpunkte 20 des Linsenabschnitts 13 der verschiedenen Querschnitte entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 liegen auf einer Brennnlinie. Falls der Linsenabschnitt 13 über seine Längserstreckung 11 hinweg gleiche Brennweiten aufweist, ist die Brennnlinie eine Gerade. Falls die Brennweiten über die Längserstreckung 11 des Linsenabschnitts 13 variieren, bildet die Brennnlinie eine beliebig andere gebogene Linie. Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass in einem Querschnitt der Lichtleiter-Anordnung 10 betrachtet, der erste Brennpunkt 20 des Linsenabschnitts 13 bzw. der Lichtaustrittsfläche 19 auf Höhe einer Unterkante eines

Auskoppelemente 18 des Auskoppelabschnitts 17 liegt. Der Brennpunkt 20 liegt also auf gleicher Höhe wie die Unterkante des Auskoppelements 18. Dadurch bildet der Linsenabschnitt 13 beziehungsweise die Lichtaustrittsfläche 19 die Unterkante des Auskoppelements 18 als Teil einer horizontalen Helldunkelgrenze der resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug scharf ab. Auf diese Weise kann mit der Lichtleiter-Anordnung 10 eine Helldunkelgrenze erzeugt werden, deren Verlauf im Wesentlichen parallel zu der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 ist. Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn die ersten Brennpunkte 20 verschiedener Querschnitte der Lichtaustrittsfläche 19 beziehungsweise des Linsenabschnitts 13 auf einer Brennnlinie liegen, die entlang der Unterkante der Auskoppelemente 18 verläuft, so dass die Lichtaustrittsfläche 19 beziehungsweise der Linsenabschnitt 13 die Unterkante der Auskoppelemente 18 als horizontale Helldunkelgrenze der resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung abbildet. Somit ist die Relation von objektseitigem Brennpunkt 20 und bildseitigem Brennpunkt 21 beschrieben. Die beiden Brennpunkte 20, 21 repräsentieren die Abbildung auf der optischen Achse 22 des Linsenabschnitts 13. Der objektseitige Brennpunkt 20 kann auf der Unterkante eines Auskoppelements 18 liegen.

[0030] Insbesondere wird vorgeschlagen, dass der erste Brennpunkt 20 auf einer in Lichtaustrittsrichtung 3 gerichteten Vorderseite des Auskoppelements 18 liegt. Ferner liegt im Querschnitt betrachtet ein zweiter Brennpunkt 21 in einem großen Abstand zu der Lichtaustrittsfläche 19 des Linsenabschnitts 13 beziehungsweise sogar im Unendlichen.

[0031] Während die Unterkanten der einzelnen Auskoppelemente 18 vorzugsweise in einer gemeinsamen, vorzugsweise horizontal ausgerichteten Ebene liegen, kann eine Höhe h der einzelnen Auskoppelemente 18 beliebig variiert werden. Durch Variation der Höhe h der Auskoppelemente 18 kann eingestellt werden, wie weit die resultierende abgeblendete Lichtverteilung nach unten strahlt, das heißt wie nah an das Kraftfahrzeug heran das Vorfeld des Fahrzeugs ausgeleuchtet wird. Größere Höhen h der Auskoppelemente 18 führen zu einer stärkeren Ausleuchtung des Vorfelds bis dichter an die Fahrzeugfront heran.

[0032] Der Lichteinkoppelabschnitt 15 kann besonders geformt sein, um die Lichtverteilung in dem Lichtleiterabschnitt 12 zu beeinflussen. Zum Beispiel wäre es denkbar, dass der Einkoppelabschnitt 15 ausgehend von der Eintrittsfläche 16 konisch auseinanderlaufende Reflexionsflächen aufweist (vgl. Figur 3), um das Licht zu kollimieren. Ebenso wäre es denkbar, dass der Einkoppelabschnitt 15 gekrümmt ausgebildet ist.

[0033] Durch unterschiedlich hohe Auskoppelemente 18 lässt sich die resultierende abgeblendete Lichtverteilung hinsichtlich Intensitätsmaxima, vertikaler Breite und vertikalem Verlauf der Intensitätsverteilung beeinflussen. In Figur 3 sind beispielsweise Auskoppele-

mente 18 mit unterschiedlichen Höhen h gezeigt, wobei Auskoppelemente 18' die größte Höhe h_1 , Auskoppelemente 18" mittlere Höhen h_2 und Auskoppelemente 18''' kleinere Höhen h_3 aufweisen ($h_1 > h_2 > h_3$). Es ist deutlich zu erkennen, dass die Unterkanten der Auskoppelemente 18', 18", 18''' auf einer gemeinsamen Ebene liegen.

[0034] Die Auskoppelemente 18 sind beispielsweise als Auskoppelprismen ausgebildet, die eine Längserstreckung aufweisen, die vorzugsweise senkrecht zu einer optischen Achse 22 der Lichtleiter-Anordnung 10 umfassenden Horizontalebene verläuft. Eine Längserstreckung der Auskoppelprismen 18 ist in Figur 3 beispielhaft mit dem Bezugszeichen 23 bezeichnet. Die Längserstreckung 23 der Auskoppelprismen 18 verläuft senkrecht zu der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10.

[0035] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 gezeigt. Dabei sind der Lichtleiterabschnitt 12 und der Linsenabschnitt 13 als separate Bauteile ausgebildet. Die beiden Abschnitte 12, 13 sind vorzugsweise entlang einer vertikalen Schnittebene voneinander separiert. Die Schnittebene verläuft senkrecht zur Lichtaustrittsrichtung 3 der Anordnung 10 und senkrecht zu der optischen Achse 22 umfassenden Horizontalebene. Zwischen den beiden Abschnitten 12, 13 ist vorzugsweise ein Luftspalt 24 ausgebildet. Das heißt, das entlang des Lichtleiterabschnitts 12 transportierte und mittel der Auskoppelemente 18 umgelenkte Licht tritt über eine dem Auskoppelabschnitt 17 gegenüberliegende Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiter-Abschnitts 12 aus diesem aus. Das ausgetretene Licht tritt nach dem Durchqueren des Luftspalts 24 dann über eine Lichtdurchtrittsfläche 24" des Linsenabschnitts 13 in diesen ein. Die körperliche Unterteilung der Lichtleiter-Anordnung 10 in die Abschnitte 12, 13 kann die Effizienz der Lichtleiter-Anordnung 10 deutlich verbessert werden. Der Lichtleiterabschnitt 12 dient dabei ausschließlich zum Transportieren des eingekoppelten Lichts entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 sowie zum Auskoppeln des eingekoppelten Lichts. Das in dem Lichtleiterabschnitt 12 entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 transportierte eingekoppelte Licht wird vorzugsweise mittels Totalreflexion an den äußeren Grenzflächen des Lichtleiterabschnitts 12 reflektiert. Wenn die Lichtstrahlen auf ein Auskoppelement 18 des Auskoppelabschnitts 17 treffen, werden sie so umgelenkt, dass sie steiler auf die äußeren Grenzflächen treffen und durch diese hindurch aus dem Lichtleiterabschnitt 12 austreten. Selbstverständlich ist es auch denkbar, die äußeren Grenzflächen des Lichtleiterabschnitts 12 zumindest bereichsweise verspiegelt auszugestalten.

[0036] Demgegenüber dient der Linsenabschnitt 13 lediglich zum Abbilden des aus dem Lichtleiterabschnitt 12 ausgetretenen Lichts auf der Fahrbahn vor dem Kraftfahrzeug und zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung. Auch bei dieser Ausführungsform hat der Linsen-

abschnitt 13 im Querschnitt betrachtet (vgl. Figur 4) einen ersten Brennpunkt 20, der auf Höhe der Unterkante der Auskoppellemente 18 des Auskoppelabschnitts 17 und vorzugsweise auf der Vorderseite der Auskoppellemente 18 angeordnet ist. Ein zweiter Brennpunkt 21 des Linsenabschnitts 13 liegt im Unendlichen beziehungsweise in einer großen Entfernung zu der Lichtaustrittsfläche 19. Auf diese Weise kann der Linsenabschnitt 13 die Unterkanten der Lichtauskoppellemente 18 als Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung scharf im Unendlichen abbilden.

[0037] Durch die Zweiteilung der Lichtleiter-Anordnung 10 in die Abschnitt 12, 13 wird der Bereich (der Lichtleiterabschnitt 12), in dem sich das eingekoppelte Licht entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 ausbreiten kann, reduziert und das Licht trifft mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und damit auch mit einer größeren Häufigkeit auf eines der Auskoppellemente 18 und wird aus dem Lichtleiterabschnitt 12 ausgekoppelt. Generell gilt, je geringer eine Tiefe t des Lichtleiterquerschnitts in Lichtaustrittsrichtung 3 ist, desto mehr Licht wird auf gleicher Länge l in der Längserstreckung 11 gesehen ausgekoppelt. Dieses Prinzip wird anhand der Figur 5 veranschaulicht. Figur 5 zeigt zwei Lichtleiter 12' und 12", die unterschiedliche Tiefen t_1 und t_2 aufweisen. Die Längen l_1 und l_2 der beiden Lichtleiter 12', 12" sind identisch ($l_1 = l_2$ und $t_1 < t_2$). Es ist deutlich zu erkennen, dass ein entlang der Längserstreckung 11 der Lichtleiter 12', 12" transportierter Lichtstrahl häufiger auf den Auskoppelabschnitt 17 trifft, wenn die Tiefe t des Lichtleiters 12 klein ist. In dem dargestellten Beispiel trifft der beispielhaft eingezeichnete Lichtstrahl 11' bei dem schmalen Lichtleiter mit der Tiefe t_1 zweimal auf den Auskoppelabschnitt 17, wohingegen der Lichtstrahl 11" bei dem tieferen Lichtleiter 12" mit der Tiefe t_2 lediglich einmal auf den Auskoppelabschnitt 17 trifft. Durch den schmalen Lichtleiter 12' mit der geringeren Tiefe t_1 kann also auf gleicher Länge $l_1 = l_2$ mehr Licht ausgekoppelt werden.

[0038] Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Lichtleiter-Anordnung 10, die Auskoppellemente 18 mit variabler Breite aufweist. Die Lichtleiter-Anordnung 10 ist in Figur 6 von vorne, das heißt entgegen einer Lichtaustrittsrichtung 3, gezeigt.

[0039] In den Figuren 7 und 8 sind andere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 in einer Draufsicht gezeigt. Dabei ist die Lichtleiter-Anordnung 10 zweiteilig ausgebildet und weist einen Lichtleiterabschnitt 12 und einen separaten Linsenabschnitt 13 auf, zwischen denen ein Luftspalt 24 ausgebildet ist. Der Lichtleiterabschnitt 12 aus Figur 7 weist eine über die Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 gesehen konstante Tiefe t auf. Im Gegensatz dazu weist bei der Lichtleiter-Anordnung 10 aus Figur 8 der Lichtleiterabschnitt 12 eine sich ausgehend von der Lichteintrittsfläche 16 beziehungsweise dem Lichteinkoppelabschnitt 15 über die Längserstreckung 11 sich verjüngende Tiefe t auf. Auf diese Weise kann sicherge-

stellt werden, dass bis zum Ende des Lichtleiterabschnitts 12, das der Lichteintrittsfläche 16 gegenüberliegt, das gesamte in den Lichtleiterabschnitt 12 eingekoppelte Licht aus diesem ausgekoppelt worden ist. Dadurch kann die Effizienz der Anordnung 10 verbessert werden.

[0040] In Figur 9 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 dargestellt. Zur weiteren Verbesserung der Effizienz der Lichtleiter-Anordnung 10 weist der Lichtleiterabschnitt 12 eine verringerte Höhe auf, die der Höhe h der Auskoppellemente 18 des Auskoppelabschnitts 17 entspricht. Dabei ist also an der Rückseite des Lichtleiterabschnitts 12 der Lichtauskoppelabschnitt 17 mit den Lichtauskoppellementen 18 über die gesamte Höhe der Rückseite ausgebildet. Eine Besonderheit dieser Ausführungsform sieht vor, dass in einem Querschnitt des Linsenabschnitts 13 der erste Brennpunkt 20 zwar immer noch auf der Unterkante der Auskoppellemente 18, sondern auf einer vorderen Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiterabschnitts 12 angeordnet ist. Die Unterkante der Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiterabschnitts 12 wird durch den Linsenabschnitt 13 also zur Erzeugung der Helldunkelgrenze der resultierenden Lichtverteilung scharf im Unendlichen abgebildet.

[0041] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 11 bis 13 näher erläutert. Dabei ist die Anordnung 10 ebenfalls zweiteilig ausgebildet und weist einen Lichtleiterabschnitt 12 und einen davon separaten Linsenabschnitt 13 auf. Der Lichtleiterabschnitt 12 ist statt stabförmig (vgl. Figuren 2 bis 10) sichelförmig ausgebildet. Eine solche Lichtleiter-Anordnung 10 ist bspw. aus der DE 10 2011 018 508 bekannt, auf die hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise des sichelförmigen Lichtleiters 12 bzw. der gesamten Lichtleiter-Anordnung 10 Bezug genommen wird. Der Inhalt der DE 10 2011 018 508 wird durch Bezugnahme in die vorliegenden Anmeldung aufgenommen. Der sichelförmige Lichtleiter 12 weist mindestens eine, der Halbleiterlichtquelle 14 zugewandte Lichteintrittsfläche 16 auf, über die zumindest ein Teil des von der Halbleiterlichtquelle 14 ausgesandten Lichts in den Lichtleiter 12 eingekoppelt wird. Die Lichteintrittsfläche 16 verläuft vorzugsweise senkrecht zu einer Hauptabstrahlrichtung der Halbleiterlichtquelle 14, sie kann aber auch zu der Hauptabstrahlrichtung geneigt sein.

[0042] Ferner umfasst der sichelförmige Lichtleiterabschnitt 12 zwei jeweils eine Grundfläche bildende, einander gegenüberliegende Grenzflächen 25 mit totalreflektierenden Eigenschaften zur Reflexion zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts. In der Draufsicht (Figuren 11 und 13) ist lediglich die obere der beiden Grenzflächen 25 sichtbar. An den Grenzflächen 25 werden vor allem flach auftreffende Lichtstrahlen durch Totalreflexion reflektiert. Des Weiteren umfasst der Lichtleiter 12 im Bereich des Lichteinkoppelabschnitts 15 min-

destens ein Kollimatorelement 26 zum Bündeln zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts. Das Kollimatorelement 26 weist eine in der Draufsicht betrachtet (vgl. Figuren 11 und 13) parabelförmige Reflexionsfläche auf. In einem Querschnitt senkrecht zu der Zeichenebene der Figuren 11 und 13 hat das Kollimatorelement 26 entweder eine ebene oder eine gewölbte Form. An dem Kollimatorelement 26 können auftreffende Lichtstrahlen mittels Totalreflexion oder konventioneller Spiegelreflexion reflektiert werden. Außerdem weist der Lichtleiter 12 eine Lichtdurchtrittsfläche 24' auf (vgl. Figur 13, Ausschnitt A), durch die steil auftreffende Lichtstrahlen ausgekoppelt werden. Schließlich umfasst der Lichtleiter 12 einen Auskoppelabschnitt 17 zum Umlenken zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts in Richtung der Lichtdurchtrittsfläche 24'. Der Lichtauskoppelabschnitt 17 umfasst eine Vielzahl von Auskoppel-elementen 18, die bspw. als Prismen, Reflektorflächen oder Umlenkspiegel ausgebildet sind, die das Licht in Richtung der Lichtdurchtrittsfläche 24' umlenken.

[0043] Das Umlenken des Lichts an dem Lichtauskoppel-element 17 kann entweder durch normale Spiegelung oder aber auch durch Totalreflexion erfolgen. Bei einer Reflexion durch Spiegelung ist die Außenseite des Lichtleiters 12 im Bereich der Lichtauskoppel-elemente 18 vorzugsweise mit einer spiegelnden Beschichtung versehen. Im Strahlengang des ausgekoppelten Lichts ist der Linsenabschnitt 13 zur Strahlformung angeordnet. Der Linsenabschnitt 13 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als eine Zylinderlinse mit einer Längserstreckung 11 ausgebildet.

[0044] Ein Schnitt durch den sichelförmigen Lichtleiterabschnitt 12 in der Zeichenebene der Figuren 11 und 13 wird auch als Meridionalschnitt bezeichnet. Ein Schnitt durch den sichelförmigen Lichtleiter 12 in der Zeichenebene der Figur 12, also senkrecht zur Zeichenebene der Figuren 11 und 13, wird auch als Sagittalschnitt bezeichnet. Der Meridionalschnitt verläuft somit entlang einer Längs- oder Flächenerstreckung des Lichtleiters 12. Der Sagittalschnitt verläuft entlang einer Quererstreckung des Lichtleiters 12. Der Meridionalschnitt und der Sagittalschnitt verlaufen senkrecht zueinander. Sowohl der Meridionalschnitt als auch der Sagittalschnitt enthalten die optischen Achsen des Lichtleiters 12. Der sichelförmige Lichtleiter 12 umfasst verschiedene optische Achsen, beispielsweise eine Hauptabstrahlrichtung 27 der Halbleiterlichtquelle 14, die einer Lichteinkoppelrichtung des Lichts in den Lichtleiter 12 entspricht, eine optische Achse 22 des Lichtleiters 12, sowie die Lichtaustrittsrichtung 3.

[0045] Nachfolgend wird die Funktionsweise des sichelförmigen Lichtleiterabschnitts 12 bzw. der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 näher beschrieben. Die mindestens eine Halbleiterlichtquelle 14 sendet ein Lichtbündel in der Hauptabstrahlrichtung 27 in einen 180°-Halbraum oberhalb der Lichtquelle 14 aus. Zumindest ein Teil der ausgesandten Lichtstrahlen tritt als divergentes Strahlbündel 28' durch die Lichteintritts-

fläche 16 in den Lichtleiter 12 ein und trifft dann auf das Kollimatorelement 26. Beim Eintritt der Lichtstrahlen in den Lichtleiter 12 wird das Licht an der Eintrittsfläche 16 gebrochen. Der entsprechende Strahlengang im Meridionalschnitt ist in Figur 11 beispielhaft eingezeichnet. Durch das Kollimatorelement 26 wird das zunächst divergente Strahlbündel 28' im Meridionalschnitt bestmöglich kollimiert (parallelisiert), d.h. die Diagonale des Strahlbündels wird reduziert. In Figur 11 sind die parallelisierten Lichtstrahlen 28" gut zu erkennen.

[0046] Die auf diese Weise gerichteten Lichtstrahlen 28" breiten sich im Meridionalschnitt des Lichtleiters 12 weitgehend geradlinig aus. Im Sagittalschnitt sind die Lichtstrahlen 28" jedoch vorzugsweise noch nicht gebündelt oder parallelisiert, insbesondere wenn das Kollimatorelement 26 eine im Querschnitt ebene Fläche ist, so dass die Lichtstrahlen 28" auf ihrem Weg von dem Kollimatorelement 26 zu dem Auskoppelabschnitt 17 einmal oder mehrfach zwischen den gegenüberliegenden Grenzflächen 25 des Lichtleiters 12 reflektiert werden können. Die Lichtstrahlen 28" treffen auf den Lichtauskoppelabschnitt 17 bzw. die dort ausgebildeten Auskoppel-elemente 18. In dem dargestellten Beispiel sind die Auskoppel-elemente 18 als treppenstufenartig angeordnete Umlenkspiegel ausgebildet, die um etwa 45° zur Haupt-Lichtaustrittsrichtung 3 geneigt sind. Der Lichtauskoppelabschnitt 17 lenkt den Strahlengang 28" um, so dass die umgelenkten Lichtstrahlen 28"" in etwa senkrecht auf die Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiterabschnitts 12 treffen und aus dem Lichtleiter 12 austreten. Die ausgestretenen Lichtstrahlen treten über die Lichtdurchtrittsfläche 24" des Linsenabschnitts 13 in diesen ein. Da die Lichtstrahlen 28"" im Meridionalschnitt weitgehend parallel verlaufen, erfolgt durch den Linsenabschnitt 13 im Meridionalschnitt praktisch keine Bündelung des hindurchtretenden Lichts. Der Linsenabschnitt 13 bildet die Unterkanten der Auskoppel-elemente 17 als Helldunkelgrenze der abgeblendeten Lichtverteilung scharf im Unendlichen oder in großer Entfernung zu der Lichtleiter-Anordnung 10 ab.

[0047] Im Sagittalschnitt betrachtet werden die von der mindestens einen Halbleiterlichtquelle 14 ausgesandten Lichtstrahlen beim Eintritt in den Lichtleiter 12 an der Eintrittsfläche 16 gebrochen und das divergente Strahlbündel im Lichtleiter 12 durch eine Vielzahl von Totalreflexionen zwischen den beiden näherungsweise parallelen Grenzflächen 25 des Lichtleiters 12 weitergeleitet. Im Sagittalschnitt wird das eingekoppelte Licht also zwischen zwei weitgehend parallelen Flächen 25 in der für Lichtleiter typischen Weise mittels vielfacher Totalreflexionen geführt. Die Lichtstrahlen treffen schließlich auf den Lichtauskoppelabschnitt 17 bzw. die Reflektoren/Umlenkspiegel 18, werden in Richtung der Lichtdurchtrittsfläche 24' umgelenkt und treten durch diese aus dem Lichtleiter 12 aus.

[0048] Der Durchtritt der Lichtstrahlen 28"" durch die Durchtrittsfläche 24' erfolgt dabei im Sagittalschnitt betrachtet schräg oder geneigt zu der Fläche 24', so dass

das ausgekoppelte Licht im Sagittalschnitt ein divergentes Lichtbündel bildet. Der in Lichtaustrittsrichtung 3 dem Lichtleiterabschnitt 12 nachgeordnete Linsenabschnitt 13 bündelt die ausgekoppelten Lichtstrahlen 28''' im Sagittalschnitt. Beim Durchtritt des Lichts durch den Linsenabschnitt 13 verkleinert sich also der Öffnungswinkel der Lichtbündel durch die Zylinderlinse 13. Mit der erfindungsgemäßen Lichtleiter-Anordnung 10 ist es also möglich, das Bündel des eingekoppelten Lichts 28' im Meridionalschnitt mit Hilfe des Kollimatorelements 26 am Lichteinkoppelabschnitt 15 gut zu bündeln, während im Sagittalschnitt weitgehend keine Fokussierung innerhalb des Lichtleiterabschnitts 12 stattfindet.

[0049] Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass das Kollimatorelement 26 nicht nur im Meridionalschnitt, sondern auch im Sagittalschnitt auftreffende Lichtstrahlen bündelt. Dazu kann das Kollimatorelement 26 auch im Querschnitt bspw. die Form einer Parabel oder eines Kreisabschnitts aufweisen. Vorzugsweise ist das Kollimatorelement 26 im Querschnitt konvex gewölbt. In der Folge würden die reflektierten Lichtstrahlen 28'' auch im Sagittalschnitt gebündelt werden und bspw. sogar im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen und auf ihrem Weg zu dem Auskoppellement 17 - wenn überhaupt - nur selten auf eine der Grenzflächen 25 treffen und von diesen reflektiert werden.

[0050] Die Lichtleiter-Anordnung 10 gemäß diesem Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, dass es aufgrund des sehr gerichteten Strahlengangs im Meridionalschnitt (vgl. Figur 11) durch gezielte Abstimmung des Kollimatorelements 26 und des Auskoppelabschnitts 17 möglich ist, eine sehr gute Homogenität im Erscheinungsbild des Lichtleiterabschnitts 12 zu erreichen. Die Bündelung der Lichtstrahlen durch den Linsenabschnitt 13 im Sagittalschnitt bewirkt eine Fokussierung und damit eine Verbesserung des optischen Wirkungsgrads der Lichtleiter-Anordnung 10. Besonders vorteilhaft ist zudem, dass der Lichtleiterabschnitt 12 mit besonders kleinen Wandstärken (Abstand zwischen den Seitenflächen 25) realisiert werden kann.

[0051] Auf zumindest einem Teil zumindest einer der Lichtdurchtrittsflächen 24'; 24'' (vgl. Figur 13) des Auskoppelabschnitts 17 bzw. des Lichtleiterabschnitts 12 und/oder des Linsenabschnitts 13 können optisch wirksame Elemente 24''' angeordnet sein, die das hindurchtretende Licht insbesondere in horizontaler Richtung streuen. In Figur 13 sind auf der Lichtdurchtrittsfläche 24' beispielhaft Streuoptiken 24''' in der Form von Kissenoptiken oder Zylinderlinsen ausgebildet.

[0052] Figur 14 zeigt eine weitere Variante einer Lichtleiter-Anordnung 10 zur Erzeugung einer abgeblendeten Lichtverteilung, bspw. eines Abblendlicht-Grundlichts, wobei auch hier der Lichtleiterabschnitt 12 separiert von dem Linsenabschnitt 13 ausgebildet ist. Der Linsenabschnitt 13 hat nicht die Form einer Zylinderlinse, sondern ist anders ausgestaltet. Ferner ist der Linsenabschnitt 13 in einem größeren Abstand zu der Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiterabschnitts 12 angeordnet. Zudem hat

die Lichtleiter-Anordnung 10 einen Lichtleiterabschnitt 12 mit zwei übereinander angeordneten Kollimatorelementen 26, die mit 26' und 26'' bezeichnet sind. Die Kollimatorelemente 26' und 26'' lenken das kollimierte Licht auf einen gemeinsamen Auskoppelabschnitt 17 eines gemeinsamen Teils des Lichtleiterabschnitts 12. Auch hier ist der erste Brennpunkt 20 bzw. die entsprechende Brennnlinie des Linsenabschnitts 13 auf Höhe der Unterkante der Auskoppellemente 18 des Auskoppelabschnitts 17 angeordnet. In dem dargestellten Beispiel ist der erste Brennpunkt 20 bzw. die entsprechende Brennnlinie auf der vorderen Lichtdurchtrittsfläche 24' des Lichtleiterabschnitts 12 positioniert.

[0053] Figur 15 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit in der die optische Achse 22 umfassenden Horizontalebene gekrümmtem stabförmigem Lichtleiterabschnitt 12. Der Linsenabschnitt 13 ist in entsprechender Weise gekrümmt, so dass ein Luftspalt 24 zwischen den beiden Abschnitten 12, 13 vorzugsweise über die gesamte Längserstreckung 11 der Lichtleiter-Anordnung 10 eine konstante Breite aufweist. Bei variierender Brennweite der verschiedenen Querschnitte des Linsenabschnitts 13 kann der Linsenabschnitt 13 auch eine andere Krümmung aufweisen als der Lichtleiterabschnitt 12, so dass der Abstand zwischen den beiden Abschnitten 12, 13 im Bereich des Luftspalts 24 entlang der Längserstreckung 11 ebenfalls variiert.

[0054] Es ist auch denkbar, in einer Beleuchtungseinrichtung 1 mehrere der einzeln beschriebenen Lichtleiter-Anordnungen 10 nebeneinander oder übereinander anzuordnen. Ein solches Ausführungsbeispiel mit zwei nebeneinander angeordneten Lichtleiter-Anordnungen 10 ist in Figur 16 gezeigt. Dabei ist eine der Lichtleiter-Anordnungen, nämlich die Lichtleiter-Anordnung 10', mit im Wesentlichen horizontaler Längserstreckung 11a in der Beleuchtungseinrichtung 1 angeordnet. Die andere Lichtleiter-Anordnung 10'' ist mit in einem Winkel α verkippter Längserstreckung 11b bezüglich der Längserstreckung 11a der ersten Lichtleiter-Anordnung 10' angeordnet. Der Winkel α beträgt vorzugsweise 15°. In einem Abstand zu der Beleuchtungseinrichtung 1 bzw. den Lichtleiter-Anordnungen 10', 10'' ist ein Messschirm 29 angeordnet. Auf dem Messschirm 29 ist eine Horizontale 30 und eine Vertikale 31 eingezeichnet. Obwohl die Figuren 16 und 17 jeweils zwei Messschirme zeigen, handelt es sich immer um den gleichen Messschirm 29, auf dem zum einen die durch die erste Lichtleiter-Anordnung 10' erzeugte Lichtverteilung 32 und zum anderen die von der zweiten Lichtleiter-Anordnung 10'' erzeugte Lichtverteilung 33 dargestellt ist.

[0055] Die erste resultierende Lichtverteilung 32 ist ein Abblendlicht-Grundlicht, das eine relativ große horizontale Streuung aufweist und so für eine gute Ausleuchtung der Seitenbereiche sorgt. Das Abblendlicht-Grundlicht 32 hat eine horizontale Helldunkelgrenze, die vollständig unterhalb der Horizontalen 30 verläuft. Bereiche gleicher Beleuchtungsstärke sind durch sog. Isoluxlinien 34 bezeichnet. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich ein Be-

reich 35 mit besonders großen Beleuchtungsstärkewerten dicht unterhalb der Helldunkelgrenze und über einen Großteil der horizontalen Erstreckung der Lichtverteilung 32 erstreckt. Das Abblendlicht-Grundlicht 32 weist also keine ausgeprägten Intensitätsmaxima auf. Die zweite resultierende Lichtverteilung 33 ist ein Abblendlichtspot, der eine geringere horizontale Erstreckung aufweist als das Abblendlicht-Grundlicht 32 und ausgeprägte Intensitätsmaxima in einem zentralen Bereich 36 der Lichtverteilung 33. Außerdem hat die Lichtverteilung 33 eine Helldunkelgrenze, die in einem 15°-Winkel zur Horizontalen 30 ansteigt und in etwa durch einen Schnittpunkt zwischen der Horizontalen 30 und der Vertikalen 31 verläuft. Durch den Abblendlichtspot können besonders hohe Beleuchtungsstärkewerte im Zentrum einer resultierenden Gesamt-Lichtverteilung erzielt werden.

[0056] Die beiden Lichtverteilungen 32, 33 überlagern sich zur Erzeugung der resultierenden Gesamt-Lichtverteilung, bspw. einer asymmetrischen Abblendlichtverteilung nach der ECE-Regelung. Selbstverständlich ist es denkbar, durch geeignete Ausgestaltung der Lichtleiter-Anordnungen 10', 10'' auch andere Lichtverteilungen 32, 33 zu erzeugen, die sich dann zu anderen Gesamt-Lichtverteilungen überlagern, bspw. einer Abblendlichtverteilung nach der SAE-Regelung (für USA), der TRIAS-Regelung (für Japan) oder der CCC-Regelung (für China).

[0057] Die beiden separaten Lichtleiter-Anordnungen 10' und 10'' aus Figur 16 können auch zu einer gemeinsamen, abgeknickten Lichtleiter-Anordnung 10 mit Abschnitten 10''' und 10'''' zusammengefasst sein. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in Figur 17 gezeigt. Dabei erzeugen die Abschnitte 10''', 10'''' die Lichtverteilungen 32, 33 entsprechend den Lichtleiter-Anordnungen 10', 10'' in der oben beschriebenen Weise.

[0058] In Figur 18 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, wobei die Lichtleiter-Anordnung 10 einen dünnen rechteckigen Lichtleiterabschnitt 12 mit einer walzenartigen Lichtscheibe als Linsenabschnitt 13 zur Fokussierung hat.

[0059] In Figur 19 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, wobei die Lichtleiter-Anordnung 10 einen dünnen rechteckigen Lichtleiterabschnitt 12 mit einem fokussierenden Reflektor 13a zur Fokussierung hat.

[0060] In Figur 20 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, wobei die Lichtleiter-Anordnung 10 einen dünnen rechteckigen Lichtleiterabschnitt 12 mit einer walzenartigen Lichtscheibe als Linsenabschnitt 13 zur Fokussierung hat, wobei eine Lichtaustrittsfläche der Lichtscheibe 13 bezüglich der optischen Achse 22 der Anordnung 10 verkippt ist.

[0061] In Figur 21 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, wobei die Lichtleiter-Anordnung 10 zwei nebeneinander oder übereinander angeordnete dünne rechteckige Lichtleiterabschnitte 12', 12'' mit walzenartigen Lichtscheiben als Linsenabschnitte 13', 13'' zur Fokussierung hat. Die beiden walzenartigen Lichtscheiben 13', 13'' sind zu einem gemeinsamen Bauteil

zusammengefasst. Es wäre jedoch auch denkbar, dass sie separat voneinander ausgebildet sind.

[0062] Um die resultierende Lichtverteilung 32, 33 der Lichtleiter-Anordnung 10 zu beeinflussen, können verschiedenartige Strukturen, Ausnehmungen oder Ausbuchtungen an den Lichtleiterabschnitt 12 angebracht sein. Ein solches Beispiel ist in Figur 22 gezeigt. Die Lichtleiter-Anordnung 10 hat einen dünnen rechteckigen Lichtleiterabschnitt 12 mit einer walzenartigen Lichtscheibe als Linsenabschnitt 13 zur Fokussierung. An der Oberseite des Lichtleiterabschnitts 12 ist eine Abflachung 12a zur Lichtverteilungsgestaltung ausgebildet.

[0063] Die resultierende Lichtverteilung 32, 33 der Lichtleiter-Anordnung 10 kann auch dadurch beeinflusst werden, dass verschiedenartige Strukturen, Ausnehmungen oder Ausbuchtungen an dem Linsenabschnitt 13 ausgebildet werden. Ein solches Beispiel ist in Figur 23 gezeigt. Der Linsenabschnitt 13 weist im unteren Bereich ein Zusatzprisma 13b zum Formen der Lichtverteilung auf, durch das hindurchtretendes Licht nach unten, bspw. in das Vorfeld, abgelenkt wird.

[0064] Ferner können die Auskoppelprismen 18 an dem Lichtauskoppelabschnitt 17 um eine Winkel α bezüglich einer Vertikalen nach vorne (und unten) gekippt sein (vgl. Figuren 10 und 23). Dadurch kann Licht in der Lichtverteilung an eine gewünschte Position verlagert werden. Mit dem Bezugszeichen 37 ist ein Haltezapfen bezeichnet.

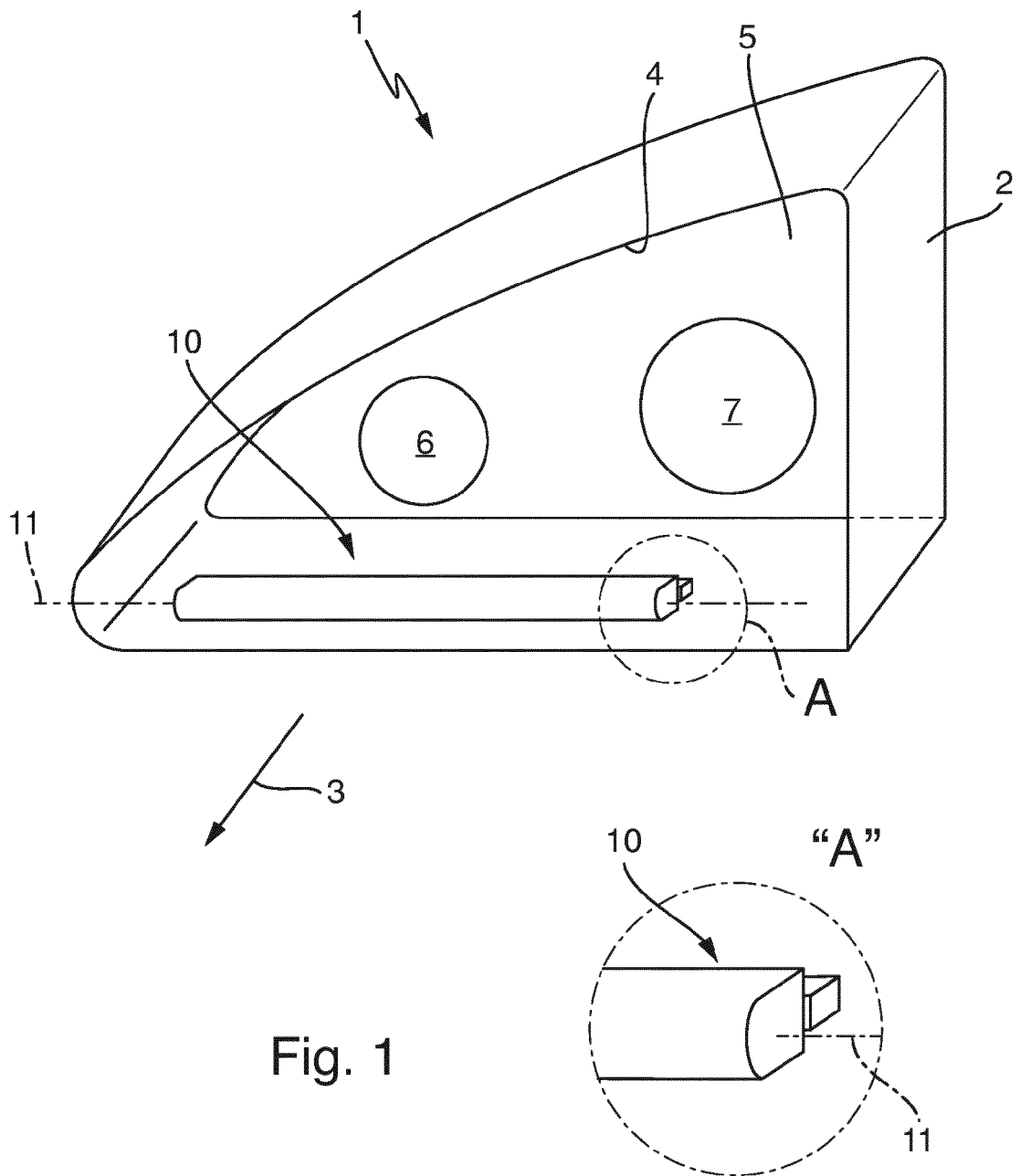
Patentansprüche

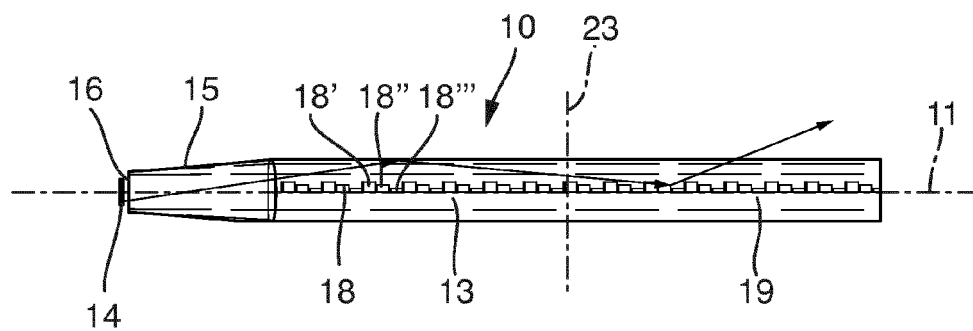
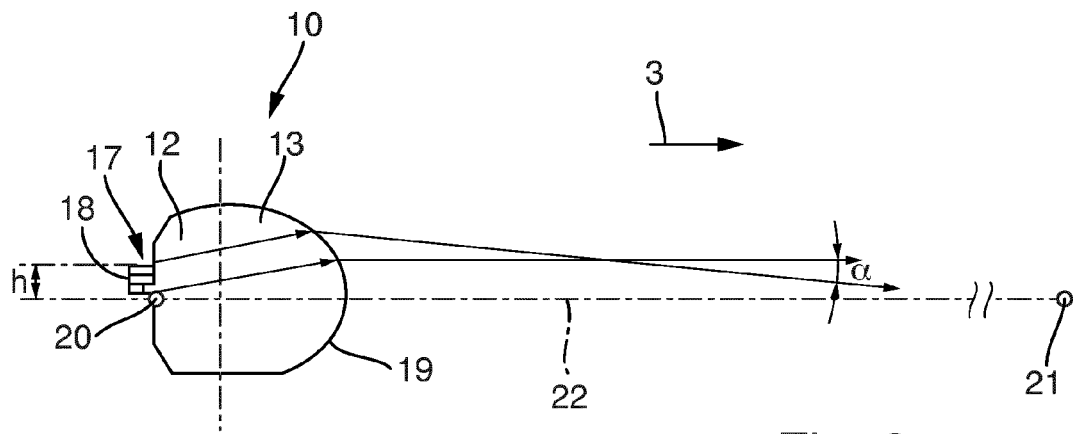
1. Lichtleiter-Anordnung (10) zum Einsatz in einer Beleuchtungseinrichtung (1) eines Kraftfahrzeugs, die mindestens eine Halbleiter-Lichtquelle (14) aufweist, die Lichtleiter-Anordnung (10) umfassend:

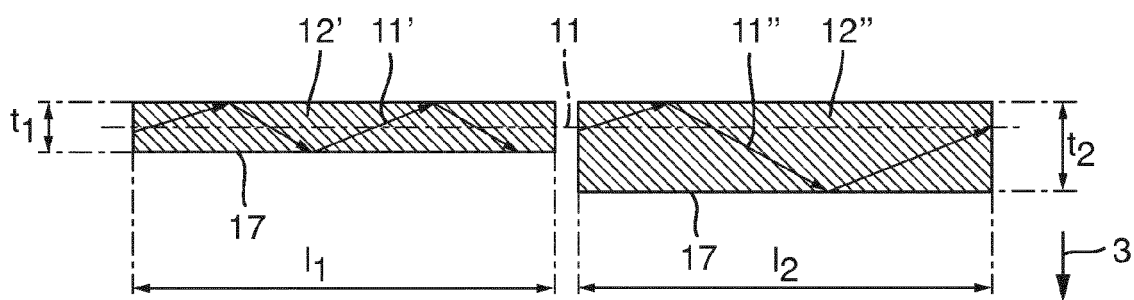
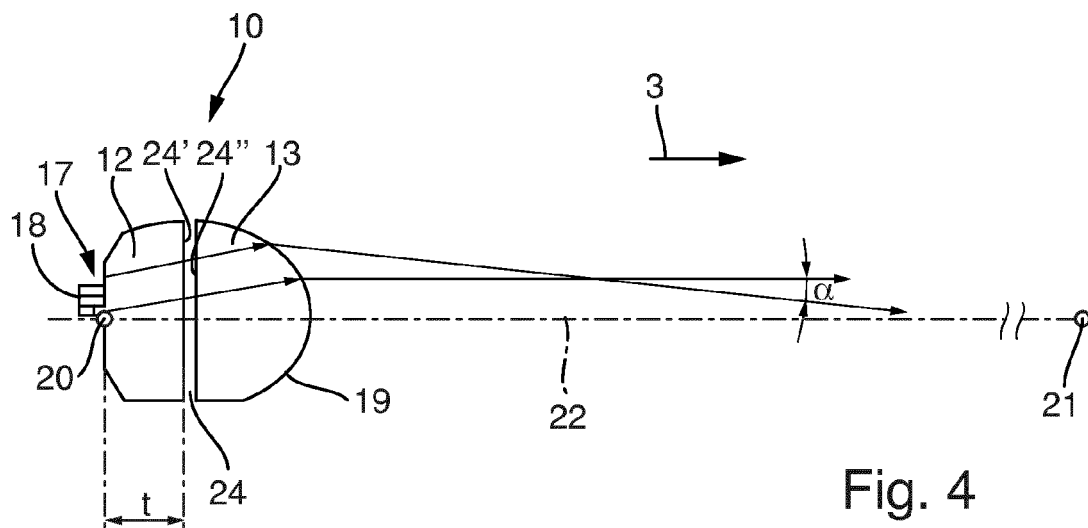
- mindestens einen Lichteinkoppelabschnitt (15) mit mindestens einer Lichteintrittsfläche (16) zum Einkoppeln zumindest eines Teils des von der mindestens einen Lichtquelle (14) ausgesandten Lichts,
- einen Lichtauskoppelabschnitt (17) mit einer Vielzahl von entlang einer Rückseite der Lichtleiter-Anordnung (10) angeordneten Lichtauskoppel-elementen (18) zum Umlenken zumindest eines Teils des eingekoppelten Lichts in Richtung eines Linsenabschnitts (13) der Lichtleiter-Anordnung (10), und
- den Linsenabschnitt (13), der eine Längserstreckung (11) quer zu einer Lichtaustrittsrichtung (3) der Lichtleiter-Anordnung (10) und eine in einem Querschnitt quer zur Längserstreckung (11) konvexe linsenförmige Lichtaustrittsfläche (19) aufweist, über die zumindest ein Teil des von dem Auskoppelabschnitt (17) umgelenkten Lichts aus der Lichtleiter-Anordnung (10) austritt,

- dadurch gekennzeichnet, dass** im Querschnitt betrachtet ein erster Brennpunkt (20) des Linsenabschnitts (13) auf Höhe einer Unterkante eines Auskoppellements (18) und ein zweiter Brennpunkt (21) in einem großen Abstand zu der Lichtaustrittsfläche (19), vorzugsweise im Unendlichen, liegt, so dass der Linsenabschnitt (13) die Unterkante des Auskoppellements (18) als Teil einer horizontalen Helldunkelgrenze einer resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung (32; 33) der Lichtleiter-Anordnung (10) scharf abbildet.
2. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Querschnitt betrachtet der erste Brennpunkt (20) des Linsenabschnitts (13) auf einer in Lichtaustrittsrichtung (3) gerichteten Vorderseite des Auskoppellements (18) liegt.
 3. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere erste Brennpunkte (20) verschiedener Querschnitte des Linsenabschnitts (13) auf einer Brennpunktlinie liegen, die entlang der Unterkanten der Auskoppellemente (18) verläuft, so dass der Linsenabschnitt (13) die Unterkanten der Auskoppellemente (18) als horizontale Helldunkelgrenze der resultierenden abgeblendeten Lichtverteilung scharf abbildet.
 4. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskoppellemente (18) als Prismen ausgebildet sind, deren Längserstreckung (23) quer zur Längserstreckung (11) des Linsenabschnitts (13) und zur Lichtaustrittsrichtung (3) der Lichtleiter-Anordnung (10) verläuft.
 5. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Höhe (h) der Auskoppellemente (18) derart gewählt ist, dass die resultierende abgeblendete Lichtverteilung (32; 33) nach dem Austritt aus der Lichtleiter-Anordnung (10) eine vorgegebene vertikale Erstreckung aufweist.
 6. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Höhe (h) der Auskoppellemente (18) unterschiedlich gewählt ist, wobei die Unterkanten der Auskoppellemente (18) alle auf der gleichen Höhe verlaufen.
 7. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Höhe (h) der Auskoppellemente (18) abwechselnd höher und niedriger gewählt ist.
 8. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Lichteinkoppelabschnitt (15) und der Lichtauskoppelabschnitt (17) als ein integrales Bauteil (12) einteilig ausgebildet sind.
 9. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auskoppelabschnitt (17) und der Linsenabschnitt (13) als separate Bauteile ausgebildet sind, wobei eine Unterteilung von Auskoppelabschnitt (17) und Linsenabschnitt (13) entlang der Längserstreckung (11) des Linsenabschnitts (13) und quer zur Lichtaustrittsrichtung (3) der Lichtleiter-Anordnung (10) verläuft.
 10. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterteilung von Auskoppelabschnitt (17) und Linsenabschnitt (13) in einer vertikalen Schnittebene parallel zur Längserstreckung (11) des Linsenabschnitts (13) verläuft.
 11. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer Lichtdurchtrittsfläche (24') des Auskoppelabschnitts (17), über die das von den Auskoppellementen (18) umgelenkte Licht aus dem Auskoppelabschnitt (17) austritt, und einer Lichtdurchtrittsfläche (24'') des Linsenabschnitts (13), über die das aus dem Auskoppelabschnitt (17) ausgetretene Licht in den Linsenabschnitt (13) eintritt, ein Luftspalt (24) ausgebildet ist.
 12. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf zumindest einem Teil zumindest einer der Lichtdurchtrittsflächen (24'; 24'') des Auskoppelabschnitts (17) und/oder des Linsenabschnitts (13) optisch wirksame Elemente (24''') angeordnet sind, die das hindurchtretende Licht insbesondere in horizontaler Richtung streuen.
 13. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtauskoppelabschnitt (17) eine Längserstreckung aufweist, die im Wesentlichen parallel zu der Längserstreckung (11) des Linsenabschnitts (13) verläuft, und dass eine Querschnittsfläche des Lichtauskoppelabschnitts (17), die quer zu dessen Längserstreckung verläuft, ausgehend von dem Lichteinkoppelabschnitt (15) über die Längserstreckung des Lichtauskoppelabschnitts abnimmt.
 14. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Lichteinkoppelabschnitt (15) Mittel (26) zum Bündeln des eingekoppelten Lichts aufweist.

15. Lichtleiter-Anordnung (10) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (26) zum Bündeln zu gegenüberliegenden Seiten einer Lichteintrittsfläche (16) des mindestens einen Lichteinkoppelabschnitts (15) angeordnete, konisch auseinander laufende reflektierende Flächen oder eine Vorsatzoptik aus einem transparenten Material umfassen, die eine zentrale Linse und diese umgebende totalreflektierende Grenzflächen aufweist, wobei eine Bündelung des eingekoppelten Lichts durch die Vorsatzoptik mittels Brechung an einer Lichteintrittsfläche und/oder Totalreflexion an den Grenzflächen erfolgt. 5 10
16. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtleiter-Anordnung (10) genau einen Lichteinkoppelabschnitt (15) aufweist und dass der Einkoppelabschnitt (15) und der Lichtauskoppelabschnitt (17) als ein flacher, sichelförmiger Lichtleiter (12) mit einer Flächenerstreckung ausgebildet sind, die in einer Ebene verläuft, die parallel zur Lichtaustrittsrichtung (3) der Lichtleiter-Anordnung (10) und senkrecht zum Querschnitt des Linsenabschnitts (13) verläuft. 15 20 25
17. Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtleiter-Anordnung (10) zur Erzeugung eines Teils (32; 33) einer abgeblendeten Lichtverteilung ausgebildet ist, insbesondere eines Abblendlicht-Grundlichts (32) mit einer relativ großen horizontalen Streuung und ohne ausgeprägte Intensitätsmaxima oder eines Abblendlichtspots (33) mit einer geringen horizontalen Streuung und ausgeprägten Intensitätsmaxima etwa im Zentrum (36) der Lichtverteilung (33). 30 35
18. Beleuchtungseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, mit mindestens einer Halbleiter-Lichtquelle (14) zum Aussenden von Licht und mindestens einer Lichtleiter-Anordnung (10) zur Erzeugung zumindest eines Teils einer abgeblendeten Lichtverteilung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtleiter-Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildet ist. 40 45
19. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (1) mehrere Lichtleiter-Anordnungen (10', 10'') gemäß Anspruch 17 aufweist, wobei die Längserstreckung (11a) einer Lichtleiter-Anordnung (10') im Wesentlichen horizontal und die Längserstreckung (11b) einer anderen Lichtleiter-Anordnung (10'') schräg dazu, vorzugsweise in einem 15°-Winkel, verläuft, wobei die horizontale Lichtleiter-Anordnung (10') zur Erzeugung eines Abblendlicht-Grundlichts (32) und die schräge Lichtleiter-Anordnung (10'') zur Erzeugung eines Abblendlichtspots (33) ausgebildet sind. 50 55







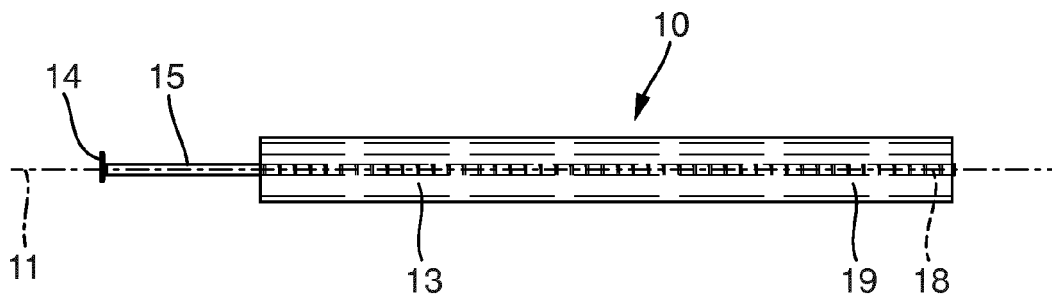


Fig. 6

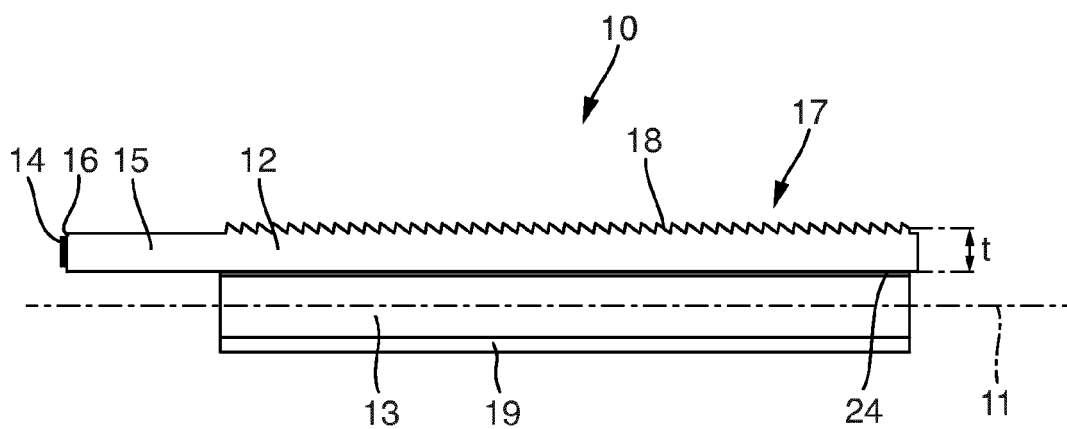


Fig. 7

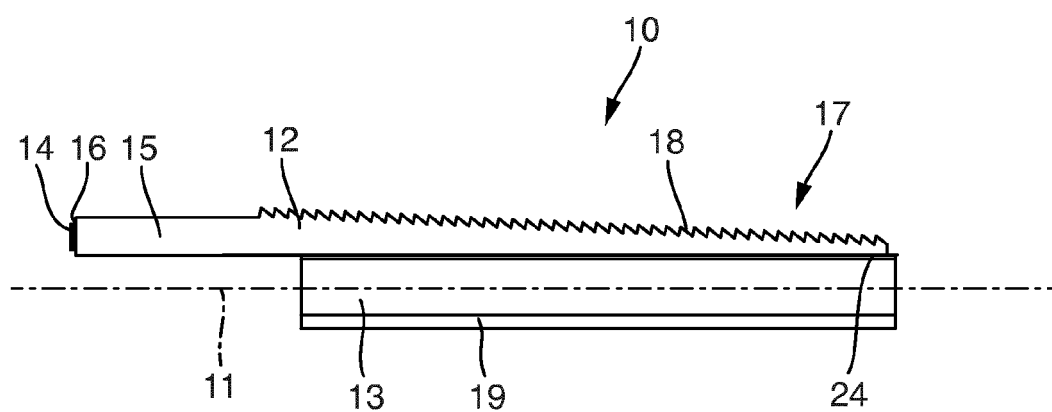


Fig. 8

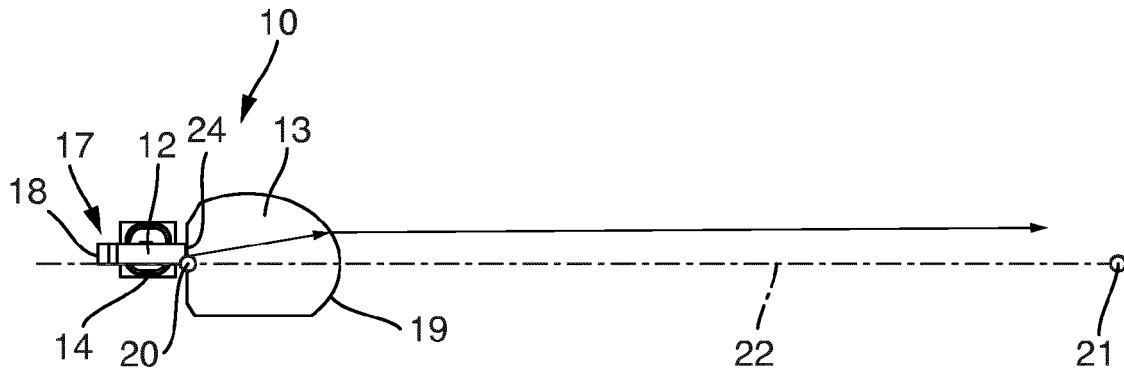


Fig. 9

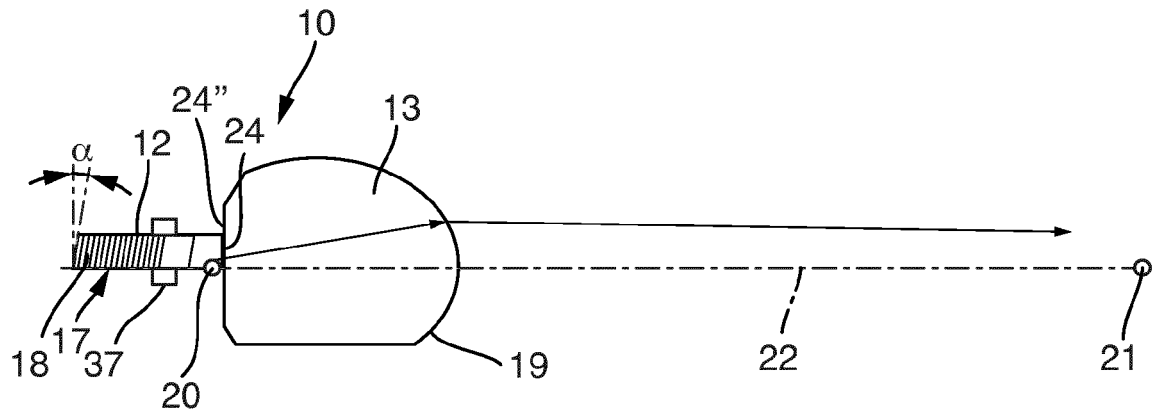


Fig. 10

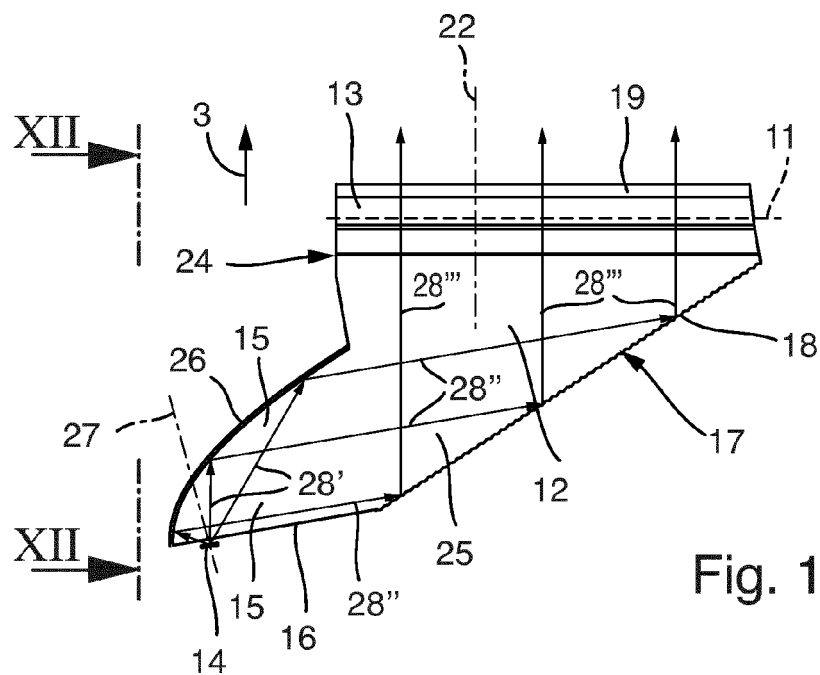


Fig. 11

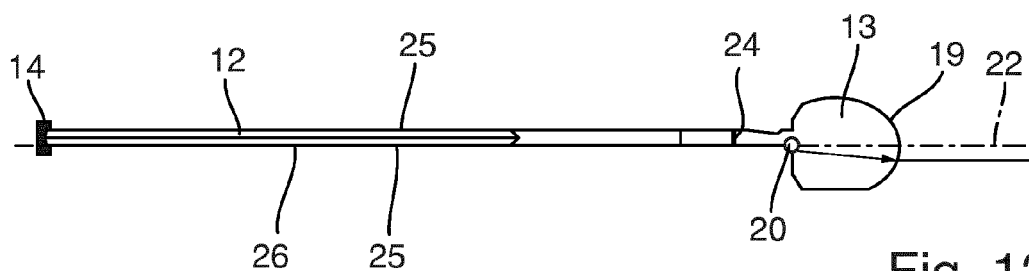


Fig. 12

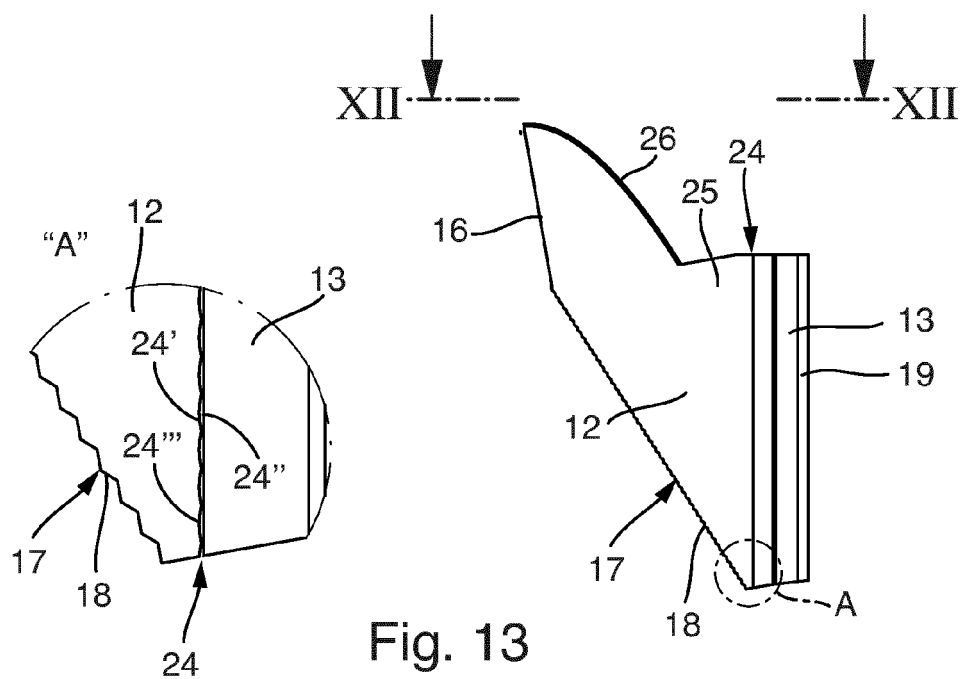


Fig. 13

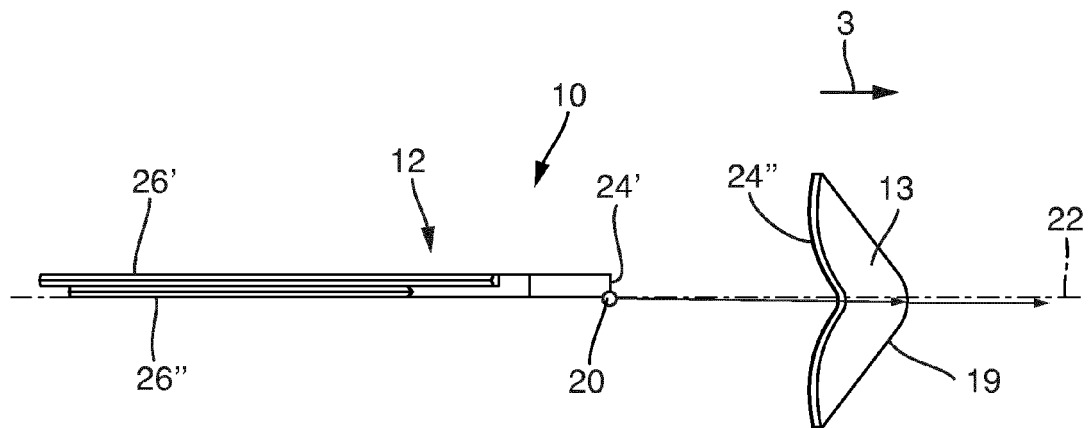


Fig. 14

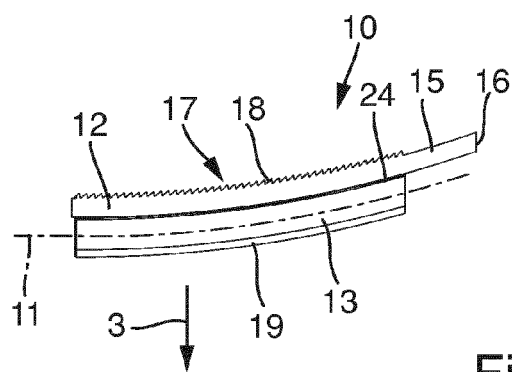
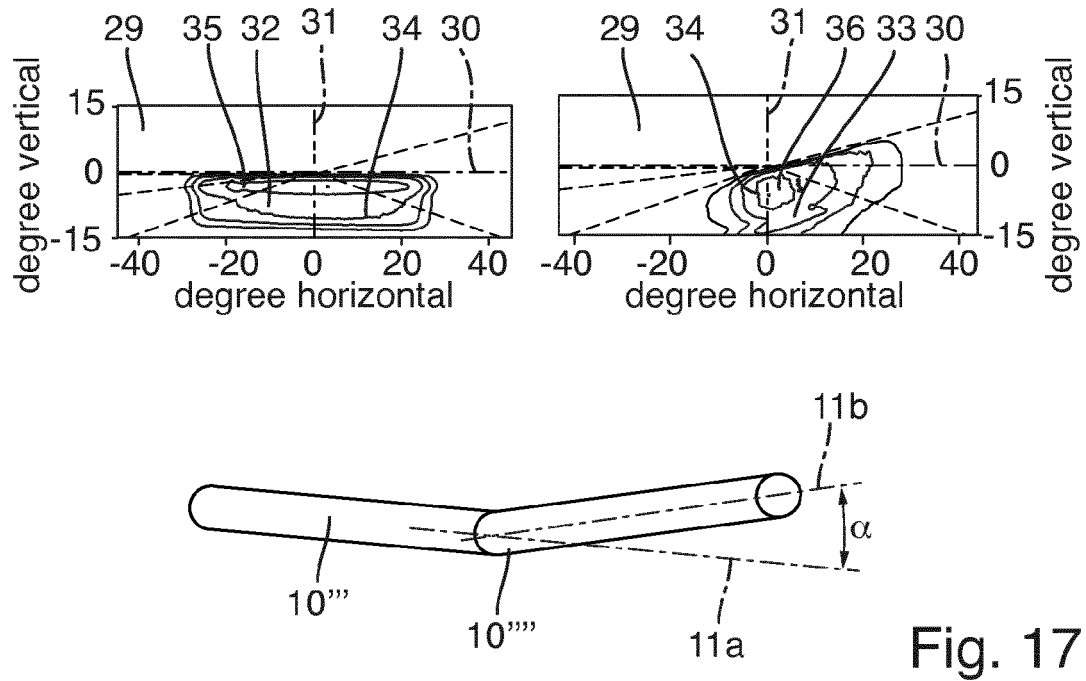
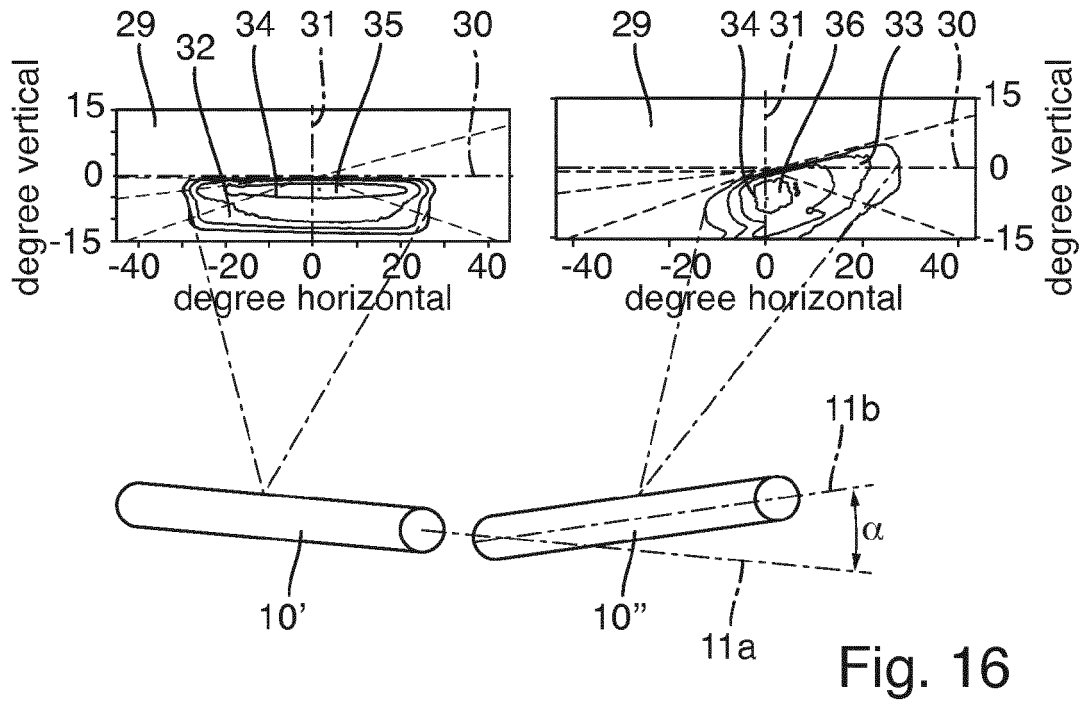
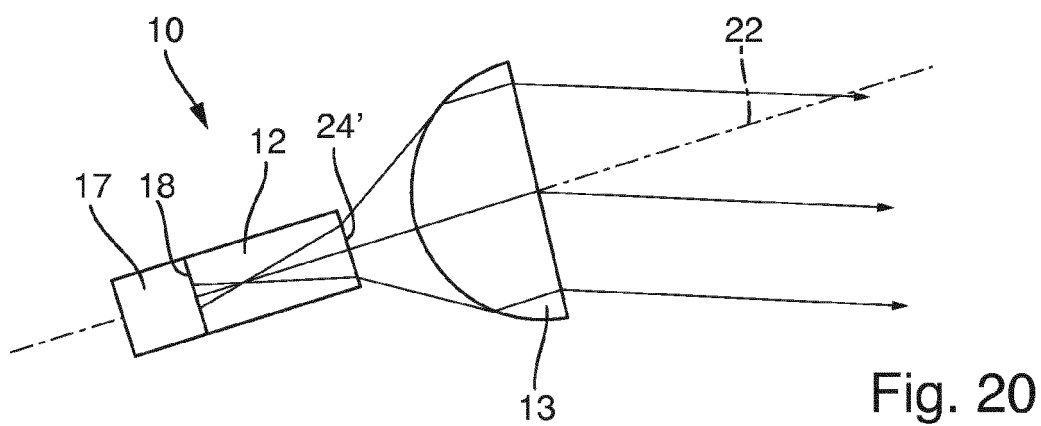
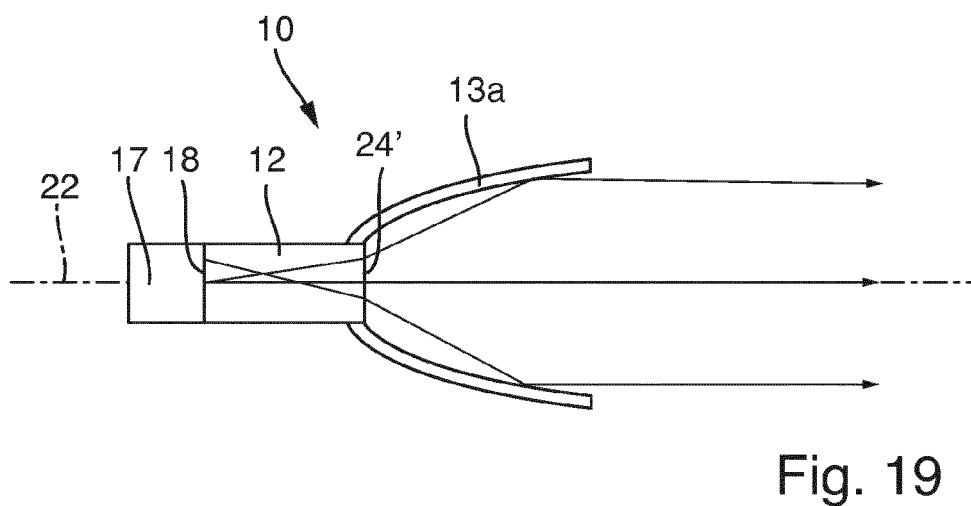
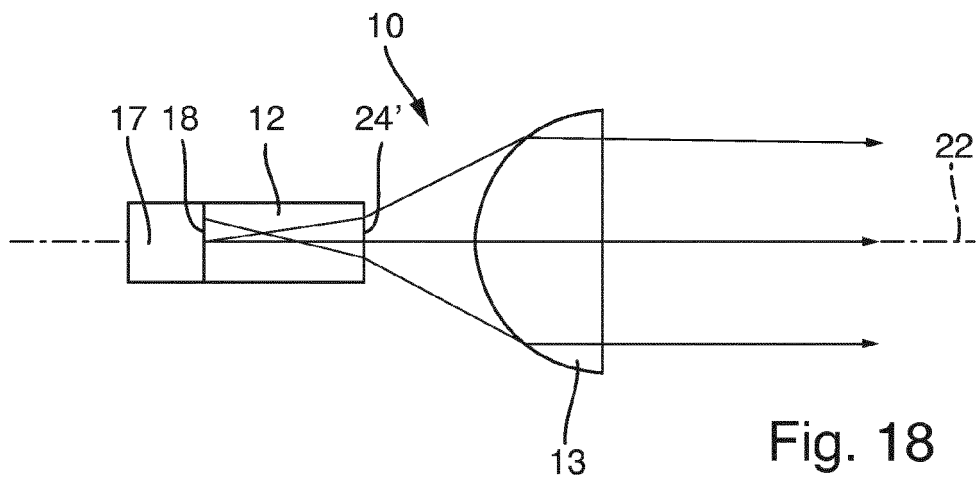


Fig. 15





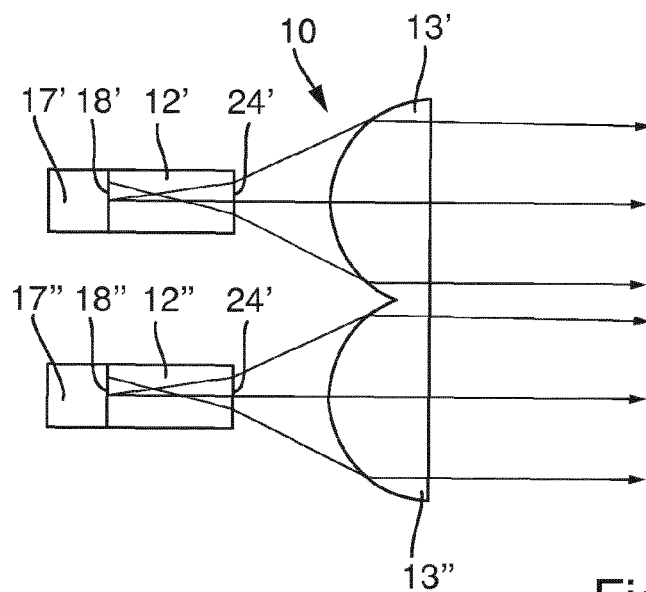


Fig. 21

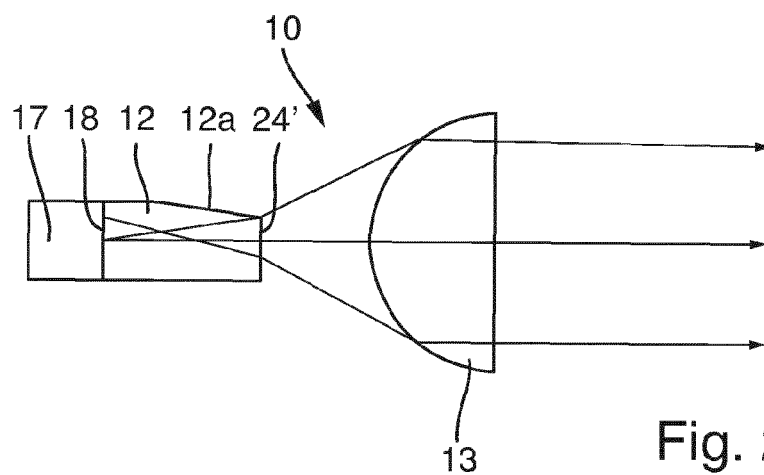


Fig. 22

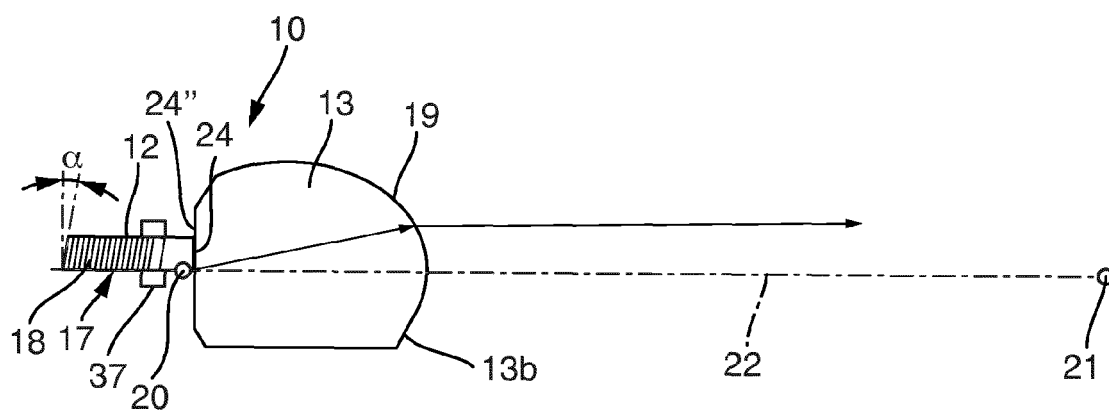


Fig. 23

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0766037 A1 [0003]
- EP 2045515 A1 [0003]
- DE 102011018508 [0020] [0041]