

(19)



(11)

EP 1 818 600 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.08.2007 Patentblatt 2007/33

(51) Int Cl.:
F21S 8/10^(2006.01) F21V 5/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07002686.9**

(22) Anmeldetag: **08.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Stefanov, Emil, Dr.**
73730 Esslingen (DE)
• **Württemberg, Dagmar, Dr.**
70190 Stuttgart (DE)
• **Schwegler, Veit, Dr.-Ing.**
70372 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **14.02.2006 DE 102006006634**

(74) Vertreter: **Schmid, Rudolf**
Patentanwalt
Werderstrasse 23-25
68165 Mannheim (DE)

(71) Anmelder: **Schefenacker Vision Systems**
Germany GmbH
71409 Schwaikheim (DE)

(54) **Abblendlichtscheinwerfer mit Hot-Spot-Erzeugung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Abblendlichtscheinwerfer (10) mit mindestens einem Lichtmodul (20), wobei das einzelne Lichtmodul mindestens eine Lichtquelle (30) und mindestens eine der Lichtquelle nachgeschaltete Primärlinse (50) aufweist und wobei die Lichtquelle eine Lumineszenzdiode ist. Dazu hat der Abblendlichtscheinwerfer mindestens eine Sekundärlinse (90), die der Primärlinse (50) oder den Primärlinsen optisch nachgeschaltet ist. Sowohl die Primär- als auch die Sekundärlinse weist mindestens zwei übereinander angeordnete Linsensegmente auf. Außerdem liegen zumindest ein Linsensegment der Primärlinse und das ihr zugeordnete Linsensegment der Sekundärlinse außerhalb der optischen Achse des Lichtmoduls.

Mit der vorliegenden Erfindung wird ein kompakter Abblendlichtscheinwerfer entwickelt, dessen Lichtverteilung einen deutlich ausgeprägten Hot-Spot hat, wobei die Lichtstärke der Ausleuchtung zur Grundverteilung hin stetig abnimmt.

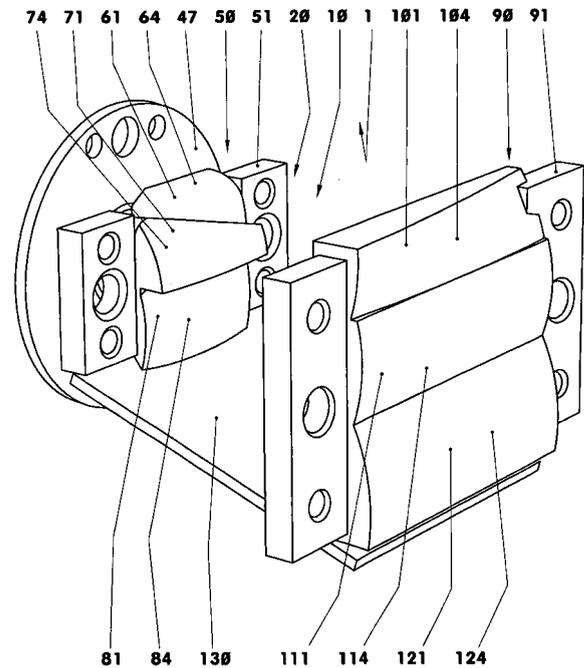


Fig. 1

EP 1 818 600 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Abblendlichtscheinwerfer mit mindestens einem Lichtmodul, wobei das einzelne Lichtmodul mindestens eine Lichtquelle und mindestens eine der Lichtquelle nachgeschaltete Primärlinse aufweist und wobei die Lichtquelle eine Lumineszenzdiode ist.

[0002] Aus der DE 103 40 430 A1 ist ein derartiger Abblendlichtscheinwerfer bekannt. Dieser hat drei unterschiedliche Beleuchtungseinheiten. Das gewünschte Abbild wird mittels Reflektoren und Blenden in den einzelnen Beleuchtungseinheiten gesteuert. Aufgrund des optischen Aufbaus hat der Hot-Spot allseits eine für den Fahrer störende kontraststarke Begrenzung. Das Abbild der Grundverteilung kann Farbabweichungen, Streifen und Flecken aufweisen.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, einen kompakten Abblendlichtscheinwerfer zu entwickeln, dessen Lichtverteilung einen deutlich ausgeprägten Hot-Spot hat, wobei die Lichtstärkeverteilung vom Hot-Spot zur Grundverteilung hin stetig abnimmt.

[0004] Diese Problemstellung wird mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Dazu hat der Abblendlichtscheinwerfer mindestens eine Sekundärlinse, die der Primärlinse oder den Primärlinsen optisch nachgeschaltet ist. Sowohl die Primär- als auch die Sekundärlinse weist mindestens zwei übereinander angeordnete Linsensegmente auf. Einem Linsensegment einer Sekundärlinse ist mindestens ein Linsensegment einer Primärlinse zugeordnet. Außerdem liegen zumindest ein Linsensegment der Primärlinse und das ihr zugeordnetes Linsensegment der Sekundärlinse außerhalb der optischen Achse des Lichtmoduls. Zumindest die Lichtaustrittsfläche dieses Linsensegments der Primärlinse weist eine mindestens zweiachsig gekrümmte Hüllfläche auf. Die Summe der Krümmungsradien mindestens eines Flächenelements der Hüllfläche dieser Lichtaustrittsfläche in zwei zueinander normalen Ebenen ist größer als die Summe der Krümmungsradien mindestens eines Flächenelements der Hüllfläche mindestens einer anderen Lichtaustrittsfläche der Primärlinse in zwei zueinander normalen Ebenen.

[0005] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung schematisch dargestellter Ausführungsformen.

- Figur 1: Abblendlichtscheinwerfer mit einem Lichtmodul;
- Figur 2: Längsschnitt durch das Lichtmodul aus Fig. 1;
- Figur 3: Mittenlängsebenen des Lichtmoduls nach Figur 1;
- Figur 4: Strahlenmodell zu Figur 2;
- Figur 5: Draufsicht auf Figur 1;
- Figur 6: Lichtverteilung mit 15 Grad-Anstieg;
- Figur 7: Abblendlichtscheinwerfer zur Erzeugung eines waagerechten Cut-offs;
- Figur 8: Lichtverteilung mit waagerechtem Cut-off;
- Figur 9: Abblendlichtscheinwerfer mit mehreren Lichtmodulen;
- Figur 10: Lichtverteilung des Scheinwerfers aus Figur 9.

[0006] Die Figuren 1 bis 5 zeigen einen Kraftfahrzeug-Abblendlichtscheinwerfer (10) mit einem Lichtmodul (20). Jeder Scheinwerfer (10) kann ein oder mehrere derartiger Lichtmodule (20) umfassen, die dann nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sein können.

[0007] In der Figur 1 ist eine dimetrische Ansicht des Scheinwerfers (10) dargestellt, die Figur 2 zeigt einen Längsschnitt durch das Lichtmodul (20). Die Schnittebene in dieser Darstellung ist die vertikale Mittenlängsebene (21) des Lichtmoduls (20), vgl. Figur 3. In der Figur 4 sind die Strahlengänge des Lichtmoduls (20) exemplarisch von einer Lichtquelle (30) bis zu einer Messwand (2) dargestellt. Die Lichtausbreitung in einer Draufsicht auf das Lichtmodul (20) zeigt stark vereinfacht die Figur 5. In der Figur 6 ist schließlich exemplarisch das Abbild (150) dargestellt, das beim Betrieb der Lichtquelle (30) auf der Messwand (2) erzeugt wird.

[0008] Das in den Figuren 1 bis 5 dargestellte Lichtmodul (20) ist beispielsweise 70 Millimeter lang, 50 Millimeter breit und 50 Millimeter hoch. Es umfasst z.B. ein hier nicht dargestelltes Gehäuse, in dem die Lichtquelle (30), eine Kondensator (40), eine Primär- (50) und eine Sekundärlinse (90) sowie ein Spiegel (130) angeordnet sind. Hierbei sind die Lichtquelle (30), die Kondensatorlinse (40) und die Primärlinse (50) optisch in Reihe geschaltet, so dass das von der Lichtquelle (30) erzeugte Licht (140) durch diese beiden Linsen (40, 50) hindurchtritt. Von der Primärlinse (50) wird ein Teil des Lichts (140) direkt zur Sekundärlinse (90) geleitet, ein anderer Teil wird am Spiegel (130) reflektiert und gelangt dann zur Sekundärlinse (90). Durch die Sekundärlinse (90) hindurch tritt das Licht (140) in die Umgebung (1). Die Lichtausbreitungsrichtung (26) ist somit hier von der Lichtquelle (30) in Richtung der Sekundärlinse (90), also z.B. in der Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs nach vorne, gerichtet.

[0009] Die optische Achse (25) des Lichtmoduls (20) ist in der Figur 2 als waagerechte Gerade dargestellt. Sie verbindet die Lichtquelle (30) mit der Sekundärlinse (90). Außerdem ist sie die Schnittlinie der vertikalen Mittenlängsebene (21) mit einer horizontalen Mittenlängsebene (22) des Lichtmoduls (20), vgl. Figur 3.

[0010] Die Lichtquelle (30) ist z.B. eine Lumineszenz- oder Leuchtdiode (30) hoher Leistung, die beispielsweise weißes

Licht abstrahlt. Sie umfasst beispielsweise einen lichtemittierenden Chip (33) mit einer Konversionsschicht, der von einem transparenten Lichtverteilkörper (34), z.B. einem Strahlungsformkörper (34) umgeben ist. Die aktive Fläche des lichtemittierenden Chips (33) beträgt beispielsweise ein Quadratmillimeter.

[0011] Der Strahlungsformkörper (34) hat in diesem Ausführungsbeispiel eine Höhe von 2,8 Millimeter. Er kann optische Funktionen haben. Beispielsweise kann er das vom lichtemittierenden Chip (33) emittierte divergierende Licht in Richtung der optischen Achse (25) bündeln oder von der optischen Achse (25) weg aufweiten.

[0012] Die Lichtquelle (30) ragt in diesem Ausführungsbeispiel in eine z.B. konkav gewölbte Linsenfläche (42) der Kondensorlinse (40). Die Begrenzungslinie (43) der konkav gewölbten Linsenfläche (42) und der lichtemittierende Chip (33) spannen hier eine gedachte Kegelmantelfläche auf, wobei der lichtemittierende Chip (33) die Kegelspitze bildet. Der Spitzenwinkel dieses Kegels beträgt beispielsweise 130 Grad. Auf ihrer der Primärlinse (50) zugewandten Seite ist die Kondensorlinse (40) beispielsweise als konvexe, halbkugelförmige Linse (45) ausgebildet. Die Kondensorlinse (40) ist z.B. mittels eines Ringflansches (47) im Gehäuse befestigt.

[0013] Die Primär- (50) und die Sekundärlinse (90) stehen z.B. annähernd quer zur optischen Achse (25). Ihr minimaler Abstand in der Lichtausbreitungsrichtung (26) beträgt beispielsweise 50 % des Abstandes zwischen dem lichtemittierenden Chip (33) und der entferntesten der Umgebung (1) zugewandten Lichtaustrittsfläche (124) der Sekundärlinse (90). Dieser letztgenannte Abstand wird im Folgenden als Bezugslänge (27) bezeichnet. Die Bezugslänge (27) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 40 Millimeter. Der Abstand der Primärlinse (50) zur Kondensorlinse (40) beträgt hier z.B. 1 % dieser Bezugslänge (27). Der Abstand zwischen der Primär- (50) und der Sekundärlinse (90) kann auch größer sein als der genannte Wert.

[0014] Die Primär- (50) und die Sekundärlinse (90) sind in einer Ansicht normal zur optischen Achse (25) z.B. rechteckige Linsen, die seitliche Befestigungsflansche (51, 91) zur Befestigung im Gehäuse aufweisen. Zwischen den Befestigungsflanschen (51, 91) haben die Linsen (50, 90) jeweils drei übereinander angeordnete Linsensegmente (61, 71, 81; 101, 111, 121). In der Ansicht normal zur optischen Achse (25) ist die Gesamtfläche der Linsensegmente (101, 111, 121) der Sekundärlinse in diesem Ausführungsbeispiel 2,8 mal so groß wie die Gesamtfläche der Linsensegmente (61, 71, 81) der Primärlinse (50). Das Verhältnis zwischen der Höhe - normal zur horizontalen Mittenlängsebene (22) - und der Breite - normal zur vertikalen Mittenlängsebene (21) - beträgt bei den Linsensegmenten (61, 71, 81) der Primärlinse (50) den Faktor 1,8, bei den Linsensegmenten der Sekundärlinse (90) den Faktor 1,5. Die Höhe der Primärlinse (50) beträgt in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel 40 % der Bezugslänge (27). Die Primär- (50) und die Sekundärlinse (90) liegen - bezogen auf ihre Außenmaße - zumindest annähernd symmetrisch zur vertikalen Mittenlängsebene (21) des Lichtmoduls (20). Die Primärlinse (50) ist - bezogen auf ihre Außenmaße - außerdem zumindest annähernd symmetrisch zur horizontalen Mittenlängsebene (22). Die Sekundärlinse (90) ragt in diesem Ausführungsbeispiel mit 37 % ihrer Höhe über die horizontale Mittenlängsebene (22), der Rest der Sekundärlinse (90) liegt unterhalb dieser Ebene (22).

[0015] Die Linsensegmente (61, 71, 81; 101, 111, 121) sind beispielsweise miteinander verbundene Abschnitte plan-konvexer, bikonvexer oder konkav-konvexer Linsen. Sie sind z.B. aus einem hochtransparentem Kunststoff, Glas, etc. hergestellt. Jedes der Linsensegmente (61, 71, 81; 101, 111, 121) hat eine der Lichtquelle (30) zugewandte Lichteintrittsfläche (63, 73, 83; 103, 113, 123) und eine der Lichtquelle (30) abgewandte Lichtaustrittsfläche (64, 74, 84; 104, 114, 124). Alle diese Flächen (63, 73, 83; 103, 113, 123; 64, 74, 84; 104, 114, 124) sind beispielsweise aus einzelnen Flächenelementen zusammengesetzt. Diese Flächenelemente können sphärische oder asphärische Segmente, ebenen Flächenelemente, etc. sein. Im Folgenden werden diese Flächen (63, 73, 83; 103, 113, 123; 64, 74, 84; 104, 114, 124) daher über ihre Hüllflächen beschrieben. Eine Hüllfläche ist hier eine geometrisch interpolierte, geschlossene Fläche, zu der die einzelnen Flächenelemente die geringste Standardabweichung aufweisen. Diese Hüllflächen sind beispielsweise Mantelflächenabschnitts eines Ellipsoiden, eines Torus, eines Zylinders, etc. oder können aus diesen zusammengesetzt sein. Die Hüllflächen oder die Hüllflächenelemente haben z.B. mehrere Hauptachsen, die beispielsweise normal zueinander angeordnet sind. Die Hauptachsen der Hüllflächen oder der Hüllflächenelemente können miteinander auch Winkel einschließen, die ungleich 90 Grad sind.

[0016] Wird eine Hüllfläche oder ein Hüllflächenelement in einer Ebene geschnitten, z.B. in der vertikalen (21) oder in der horizontalen Mittenlängsebene (22), ergibt sich als Schnittlinie eine Hüllkurve, die eine Konturlinie der jeweiligen Fläche (63, 73, 83; 103, 113, 123; 64, 74, 84; 104, 114, 124) ist. Die Krümmungsradien der Konturlinien können entlang dieser Konturlinien konstant sein oder stetig oder unstetig zu- und/oder abnehmen, etc. Auch Sprünge oder gerade Abschnitte der Konturlinien sind denkbar.

[0017] Die Linsensegmente (61, 71, 81) der Primärlinse (50) sind in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel Teile von oberen Abschnitten von Linsen. Die Dicke des einzelnen Linsensegments (61, 71, 81) nimmt - in der Darstellung der Figur 2 - von oben nach unten zu. Die Oberseite (62) des oberen Linsensegments ist hier zwei Prozent der Bezugslänge (27) lang, die Unterseite hat die fünffache Länge der Oberseite (62). Die Oberseite (72) des mittleren Linsensegments (71) hat z.B. eine Länge von sieben Prozent der Bezugslänge (27), die Unterseite ist doppelt so lang. Im unteren Linsensegment (81) beträgt die Länge der Oberseite (82) beispielsweise fünf Prozent der Bezugslänge (27), nach unten hin steigt die Länge auf das dreifache.

[0018] Die Höhe des oberen (61) und des mittleren Linsensegments (71) beträgt hier in den Mittenquerflächen (65, 75) 11 % der Bezugslänge (27), die Höhe des unteren Linsensegments (81) 16 % der Bezugslänge (27). Die Mittenquerfläche (65) des oberen Linsensegments (61) ist z.B. um 3 Grad zu einer Normalenebene der optischen Achse (25) geneigt, wobei die Oberseite (62) des Linsensegments (61) entgegen der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt ist. Die Mittenquerfläche (75) des mittleren Linsensegments (71) steht beispielsweise normal zur optischen Achse (25). Im unteren Linsensegment (81) ist in diesem Ausführungsbeispiel die Mittenquerfläche (85) z.B. um 16 Grad zu einer Normalenebene der optischen Achse (25) geneigt, wobei die Oberseite (82) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) nach vorne geneigt ist.

[0019] Die Lichteintrittsfläche (63) des oberen Linsensegments (61) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 31 % der gesamten Lichteintrittsflächen (63, 73, 83). Die Lichteintrittsfläche (73) des mittleren Linsensegments (71) beträgt 29 % und die Lichteintrittsfläche (83) des unteren Linsensegments (81) 40 % der Summe dieser Flächen (63, 73, 83).

[0020] Das obere Linsensegment (61) hat beispielsweise eine keilförmige Gestalt. Die quer zur vertikalen Mittenlängsebene (21) orientierten Kanten der Oberseite (62) liegen zumindest annähernd parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22), die Unterkanten (66, 67) fallen hier von der rechten zur linken Fahrzeugseite ab. Zumindest die Unterkante (66), die die Lichteintrittsfläche (63) begrenzt, schließt - in der Lichtausbreitungsrichtung (26) betrachtet - in diesem Ausführungsbeispiel mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) einen Winkel von 15 Grad ein. Die Oberseite (62) kann auch z.B. convex gewölbt ausgeführt sein.

[0021] Sowohl die Lichteintrittsfläche (63) als auch die Lichtaustrittsfläche (64) sind convex gekrümmt. Beispielsweise sind die Hüllflächen dieser Flächen (63, 64) jeweils Mantelflächenabschnitte einer dreidimensional gekrümmten asphärischen Fläche. Beide Flächen sind z.B. so ausgebildet, dass zwei Hauptachsen eine Ebene aufspannen, die parallel zur Unterkante (66) liegt und sich mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) in einer Geraden parallel zur optischen Achse (25) schneidet. Eine der genannten Hauptachsen und die dritte Hauptachsen spannen dann eine normal zu dieser Ebene angeordnete Ebene auf, in der die optische Achse (25) liegt oder die die optische Achse (25) nicht schneidet. Die Mantelflächenabschnitte können auch Abschnitte von Torusmantelflächen, Ellipsoidmantelflächen, etc. sein.

[0022] Die Unterkante (66) der Lichteintrittsfläche (63) hat in diesem Ausführungsbeispiel in der vertikalen Mittenlängsebene (21) einen Abstand von 10 % der Bezugslänge (27) von der horizontalen Mittenlängsebene (22). Von der Unterkante (67) der Lichtaustrittsfläche (64) beträgt der Abstand zur horizontalen Mittenlängsebene (22), ebenfalls in der vertikalen Mittenlängsebene (21) gemessen, 11 % der Bezugslänge (27).

[0023] In der vertikalen Mittenlängsebene (21) hat in der Darstellung der Figur 2 die Hüllkontur der Lichteintrittsfläche (63) z.B. einen konstanten Krümmungsradius. Dieser beträgt beispielsweise 41 % der Bezugslänge (27) des Lichtmoduls (20). Der Krümmungsmittelpunkt (68) liegt hier um 60 % der Bezugslänge (27) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) und um vier Prozent der Bezugslänge (27) versetzt oberhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22). Der Radius der Hüllkontur der Lichteintrittsfläche (63) kann zum oberen und/oder zum unteren Rand hin zu- oder abnehmen. Die Lichteintrittsfläche (63) kann auch als Planfläche ausgebildet sein.

[0024] Die Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64) hat in der vertikalen Mittenlängsebene (21) beispielsweise ebenfalls einen konstanten Krümmungsradius. Dieser beträgt z.B. 61 % der Bezugslänge (27). Der Krümmungsmittelpunkt (69) liegt hier um vier Prozent der Bezugslänge (27) entgegen der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) und liegt um drei Prozent dieser Länge oberhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22). Auch der Krümmungsradius der Hüllkontur der Lichtaustrittsfläche (64) kann zum oberen und/oder zum unteren Rand hin zu- oder abnehmen.

[0025] In einer Ebene parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22) durch den Krümmungsmittelpunkt (69) ist in diesem Ausführungsbeispiel der Krümmungsradius der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64) größer als der Abstand der Lichtquelle (30) zur Lichtaustrittsfläche (64). Er ist jedoch kleiner als das Fünffache der Bezugslänge (27).

[0026] Das Flächenelement der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64), das im Schnittpunkt der beiden genannten Ebenen - der vertikalen Mittenlängsebene (21) und der Ebene parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22) - liegt, ist somit mindestens zweiachsig gekrümmt. Die jeweiligen Krümmungen sind die Kehrwerte der Krümmungsradien. Die Summe der Krümmungen des Flächenelementes in zwei zueinander normalen Ebenen liegt beispielsweise zwischen dem zwei- und zehnfachen des Kehrwertes der Bezugslänge (27). Analog gelten diese Zusammenhänge z.B. auch für ein Flächenelement der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64), das in der Schnittgeraden der Hauptachsebenen liegt.

[0027] Das mittlere Linsensegment (71) ist hier, anschließend an das obere Linsensegment (61), ebenfalls keilförmig ausgebildet. Die Oberseite (72) ist z.B. schräg ausgebildet. Die Unterkanten (76, 77) liegen beispielsweise parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22).

[0028] Die Hüllflächen der Lichteintritts- (73) und der Lichtaustrittsfläche (74) sind in diesem Ausführungsbeispiel zumindest annähernd Abschnitte von Mantelflächen eines dreiaxsig gekrümmten Körpers mit normal zueinander liegenden Hauptachsen. Zwei Hauptachsen spannen die vertikale Mittenlängsebene (21) oder eine Ebene parallel hierzu auf. Die dritte Hauptachse liegt z.B. in einer Ebene, die um drei Prozent der Bezugslänge (27) unterhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22) liegt und parallel zu dieser ausgerichtet ist.

[0029] Die Unterkante (76) der Lichteintrittsfläche (73) liegt beispielsweise in der horizontalen Mittenlängsebene (22).

Die Unterkante (77) der Lichtaustrittsfläche (74) liegt z.B. um ein Prozent der Bezugslänge (27) unterhalb dieser Ebene (22).

[0030] In dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Krümmungsradius des Schmiegekrees der Lichteintrittsfläche (73), der die von den horizontalen Hauptachsen aufgespannte Ebene schneidet, in der vertikalen Mittenlängsebene (21) 26 % der Bezugslänge (27). Der Mittelpunkt (78) dieses Schmiegekrees liegt hier um 44 % der Bezugslänge (27) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) und um drei Prozent der Bezugslänge (27) versetzt unterhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22).

[0031] Der entsprechende Krümmungsradius der Lichtaustrittsfläche (74) beträgt z.B. 28 % der Bezugslänge (27). Der Krümmungsmittelpunkt (79) ist hier um drei Prozent der Bezugslänge (27) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) und liegt um drei Prozent dieser Länge (27) unterhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22).

[0032] In einer Ebene parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22) durch den Krümmungsmittelpunkt (79) ist der Krümmungsradius der Lichtaustrittsfläche (74) in diesem Ausführungsbeispiel um 20 % größer als der Krümmungsradius der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64) des oberen Linsensegments (61) in einer Ebene parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22). Der Krümmungsradius des Flächenelements der Lichtaustrittsfläche (74) in dieser Ebene ist mindestens um 15 % größer als der entsprechende Krümmungsradius des oberen Linsensegments (61). Der Krümmungsradius der Lichtaustrittsfläche (74) in einer horizontalen Ebene kann auch unendlich sein. Die Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (74) hat dann die Gestalt eines Abschnitts einer Zylindermantelfläche. Die Summe der beiden Krümmungsradien ist somit größer als die Summe der entsprechenden Krümmungsradien des oberen Linsensegments (61).

[0033] Das untere Linsensegment (81) der Primärlinse (50) ist in diesem Ausführungsbeispiel ein oberer Abschnitt einer Linse, deren Lichteintrittsfläche (83) z.B. eine Planfläche ist und deren Lichtaustrittsfläche (84) dreiaxsig konvex gekrümmt ist. Die Planfläche (83) schließt mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) beispielsweise einen Winkel von 50 Grad ein, wobei die Oberkante (87) dieser Planfläche (83) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt ist zur Unterkante (86).

[0034] Die Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (84) ist beispielsweise eine dreiaxsig konvex gekrümmte Fläche, wobei jeweils zwei Achsen eine Krümmungsebene aufspannen. Diese Krümmungsebenen stehen hier normal aufeinander. Eine dieser Krümmungsebenen liegt beispielsweise in der vertikalen Mittenlängsebene (21), eine andere z.B. in einer Ebene, die gegenüber der horizontalen Mittenlängsebene (22) um 16 Grad geneigt ist. Der Krümmungsmittelpunkt (89) des Schmiegekrees in der vertikalen Mittenlängsebene (21) liegt hier um 13 % der Bezugslänge (27) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) entgegen der Lichtausbreitungsrichtung (26). Der Krümmungsradius in dieser Ebene beträgt hier 33 % der Bezugslänge (27). In der zur horizontalen Mittenlängsebene (22) geneigten Krümmungsebene ist der Krümmungsradius beispielsweise um 20 % größer als der Krümmungsradius des oberen Linsensegments (61) in der entsprechenden z.B. horizontalen Hauptachsebene der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64). Die Summe der Krümmungsradien eines Flächenelementes der Lichtaustrittsfläche (84) des unteren Linsensegments (81) in zwei zueinander normalen Ebenen ist damit in diesem Ausführungsbeispiel größer als die Summe der entsprechenden Krümmungsradien der Lichtaustrittsfläche (74) des mittleren Linsensegments (71) und größer als die Summe der entsprechenden Krümmungsradien der Lichtaustrittsfläche (64) des oberen Linsensegments (61).

[0035] In der Sekundärlinse (90) sind im Ausführungsbeispiel alle Linsensegmente (101, 111, 121) Abschnitte plan-konvexer Linsen. Die Lichteintrittsflächen (103, 113, 123) dieser Linsensegmente (101, 111, 121) sind z.B. Planflächen, die beispielsweise in einer gemeinsamen Ebene normal zur optischen Achse (25) liegen. Der Abstand der Lichteintrittsflächen (103, 113, 123) von der Lichtquelle (30) beträgt 82 % der Bezugslänge (27). Die Lichteintrittsflächen (103, 113, 123) oder einzelne Lichteintrittsflächen (103; 113; 123) können auch z.B. konkav gewölbt sein. Die optische Achse (25) schneidet das mittlere Linsensegment (111) der Sekundärlinse (90).

[0036] Das obere Linsensegment (101) und das untere Linsensegment (121) der Sekundärlinse (90) sind z.B. obere Linsenabschnitte einer Linse. Beim oberen Linsensegment (101) beträgt die Linsendicke oben z.B. 7,5 % der Bezugslänge (27), nach unten hin steigt die Dicke dieses Linsensegments (101) um etwa 50 % an. Im unteren Linsensegment (121) beträgt die maximale Dicke 15 % der Bezugslänge (27). Die Höhe des oberen Linsensegments (101) beträgt z.B. 16 % der Bezugslänge (27), das untere Linsensegment (121) ist z.B. 27 % der Bezugslänge (27) hoch.

[0037] Das mittlere Linsensegment (111) ist beispielsweise ein mittlerer Abschnitt einer Linse, der hier unsymmetrisch zur horizontalen Mittenlängsebene (22) liegt. Das mittlere Linsensegment (111) umfasst somit sowohl einen oberen Abschnitt als auch einen unteren Abschnitt einer Linse. In Richtung des oberen Linsensegments (101) ragt es um 8 % der Bezugslänge (27) über die horizontale Mittenlängsebene (22), nach unten steht es um 13 % der Bezugslänge (27) über diese Ebene (22) über. Die Stärke des Linsensegments (111) in der horizontalen Mittenlängsebene (22) beträgt hier 12 % der Bezugslänge (27). Das mittlere Linsensegment (111) hat eine Höhe von 22 % dieser Bezugslänge (27). Die Linsensegmente (101, 111, 121) haben beispielsweise über ihre Breite - normal zur Schnittebene der Figur 2 - eine konstante Höhe.

[0038] Die Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (104) des oberen Linsensegments (101) hat beispielsweise die Gestalt eines Abschnitts einer dreiaxsig konvex gekrümmten asphärischen Fläche. Die Hauptachsen der Hüllfläche dieser

Fläche liegen z.B. normal zueinander. Eine von den Hauptachsen aufgespannte Ebene liegt zumindest parallel zu einer Ebene, die von den Richtungen der optischen Achse (25) und der Unterkante (66) aufgespannt wird. Eine andere Krümmungsebene ist z.B. gegenüber der vertikalen Mittenlängsebene (21) geneigt. In der vertikalen Mittenlängsebene (21) beträgt hier der Abstand der erstgenannten Hauptachsebene zur horizontalen Mittenlängsebene (22) 10 % der Bezugslänge (27). Der Krümmungsradius des Schmiegekrees, der die genannte Hauptachsebene schneidet, beträgt in der vertikalen Mittenlängsebene in diesem Ausführungsbeispiel im Mittel 37 % der Bezugslänge (27). Der Krümmungsmittelpunkt (109) liegt z.B. um 57 % der Bezugslänge (27) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) und um 10 % der Bezugslänge (27) oberhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22). Der Schmiegekreis in der zur vertikalen Mittenlängsebene (21) geneigten Hauptachsebene beträgt dann beispielsweise 44 % der Bezugslänge (27). Der Schmiegekreis dieses Linsensegments (101) in der von den Hauptachsen aufgespannten Ebene, der die vertikale Mittenlängsebene (21) schneidet, hat einen Radius von 170 % der Bezugslänge (27). Die Summe dieser beiden letztgenannten Radien beträgt hier somit 214 % der Bezugslänge (27).

[0039] Die Lichtaustrittsfläche (104) kann auch zweiachsig gekrümmt sein. Sie hat dann beispielsweise die Gestalt eines Torus. Hierbei hat dann die Kontur der Lichtaustrittsfläche (104) in der vertikalen Mittenlängsebene (21) einen konstanten Krümmungsradius. Außerdem gilt dann z.B. für jede horizontale Ebene, dass der Krümmungsradius der Kontur - der Schnittlinie der Lichtaustrittsfläche (104) mit einer Ebene - in dieser Ebene konstant ist.

[0040] Die Hüllflächen der Lichtaustrittsflächen (114, 124) des mittleren Linsensegments (111) und des unteren Linsensegments (121) sind in diesem Ausführungsbeispiel Abschnitte von Zylindermantelflächen. Die Zylinderachse der Lichtaustrittsfläche (114) liegt zumindest annähernd in der horizontalen Mittenlängsebene (22). Die Zylinderachse der Lichtaustrittsfläche (124) liegt in einer hierzu zumindest annähernd parallelen Ebene. Beide sind normal zur vertikalen Mittenlängsebene (21) ausgerichtet. Die Hüllflächen der Lichtaustrittsflächen (114, 124) können auch langgezogene asphärische Flächen sein.

[0041] Beim mittleren Linsensegment (111) beträgt der Abstand der Zylinderachse zur Lichtaustrittsfläche (114) hier 34 % der Bezugslänge (27). Dieser Abstand entspricht dem Krümmungsradius der Kontur (118) der Lichtaustrittsfläche (114) in der vertikalen Mittenlängsebene (22). Der Abstand des Krümmungsmittelpunkts (119) vom lichtemittierenden Chip (33) beträgt z.B. 60 % der Bezugslänge (27). Die zweite Krümmungsebene ist hier die horizontale Mittenlängsebene (22). Die optische Achse (25) steht damit in diesem Ausführungsbeispiel normal zur Tangentialebene (23) der Lichtaustrittsfläche (114) im Schnittpunkt mit der optischen Achse (25). Der Krümmungsradius der Lichtaustrittsfläche (114) in der horizontalen Mittenlängsebene (22) ist beispielsweise unendlich. Die Summe der beiden Radien ist somit unendlich.

[0042] Im unteren Linsensegment (121) ist die Hüllkontur (128) der Lichtaustrittsfläche (124) in der vertikalen Mittenlängsebene (21) ein Kreisabschnitt mit einem Radius von beispielsweise 40 % der Bezugslänge (27). Der Mittelpunkt (129) dieses Kreisabschnitts liegt um 56 % in der Lichtausbreitungsrichtung (26) versetzt zum lichtemittierenden Chip (33) unterhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22) und hat zu dieser einen Abstand von 33 % der Bezugslänge (27). Der zweite Krümmungsradius der Lichtaustrittsfläche (124) hat auch beim unteren Linsensegment (121) einen unendlichen Radius. Die Summe der beiden Radien ist damit unendlich.

[0043] Im mittleren (111) und unteren Linsensegment (121) kann die Lichtaustrittsfläche (124) die Gestalt einer Torusmantelfläche haben. Die Krümmungsradien der Konturen der Lichtaustrittsflächen (114, 124) in der horizontalen Mittenlängsebene (22) oder in zu dieser Ebene (22) parallelen Ebenen ist dann beispielsweise größer als das Fünzigfache der Bezugslänge (27). Die Summen der beiden Krümmungsradien ist dann ebenfalls größer als das Fünzigfache der Bezugslänge (27).

[0044] Der Raum zwischen der Primärlinse (50) und der Sekundärlinse (40) wird im dargestellten Ausführungsbeispiel nach unten durch einen Spiegel (130) begrenzt. Dies ist beispielsweise ein Planspiegel, dessen Ränder hier unterhalb der Primärlinse (50) und unterhalb der Sekundärlinse (90) liegen. Der Planspiegel (130) liegt an der Unterkante (86) der Lichtaustrittsfläche (84) des unteren Linsensegments (81) der Primärlinse (50) und an der Unterkante (126) der Lichteintrittsfläche (123) des unteren Linsensegments (121) der Sekundärlinse (90) an. Diese beiden Kanten (86, 126) begrenzen die Reflexionsfläche (131) des Spiegels (130). Der Spiegel (130) schließt in der vertikalen Mittenlängsebene (21), vgl. Figur 2, mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) einen Winkel von 20 Grad ein. Beispielsweise liegt der Spiegel (130) normal zu der Ebene der Winkelhalbierenden der Lichteintrittsflächen (83, 123) des Linsensegments (81) der Primärlinse (50) und des Linsensegments (121) der Sekundärlinse (90).

[0045] Der Planspiegel (130) kann auch größer sein, als er in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist. So kann er z.B. seitlich im Gehäuse oder in Längsrichtung an den Linsen (50, 90) verankert sein. In diesen Randbereichen, außerhalb des genutzten Reflexionsbereichs (131) in dem in einer Draufsicht auf das Lichtmodul (20) z.B. sichtbaren Zwischenraum zwischen den Linsen (50, 90), kann der hier als Planspiegel (130) bezeichnete Spiegel (130) auch Wölbungen oder nicht reflektierende Bereiche aufweisen.

[0046] Der Scheinwerfer (10) kann auch derart aufgebaut sein, dass der Planspiegel (130) an den Linsensegmenten (61, 101) liegt, die hohe Krümmungen aufweisen. Er kann auch an die mittleren Linsensegmente (71, 111) angrenzen. Auch der Einsatz mehrerer Spiegel (130) ist denkbar. Der Scheinwerfer (10) kann z.B. bei einer Ausführung mit einer großen Kondensorlinse (40) oder mit Lichtleitkörpern ohne Spiegel (130) ausgeführt sein.

[0047] Die Primär- (50) und die Sekundärlinse (90) können auch weitere Linsensegmente aufweisen. Die Gestalt dieser Linsensegmente entspricht dann weitgehend einem der beschriebenen Linsensegmente (61, 71, 81, 101, 111, 121) der Primärlinse (50) bzw. der Sekundärlinse (90). So können z.B. die Linsen (50, 90) z.B. mehrere Linsensegmente (61, 101) haben, wobei zumindest in der Lichtaustrittsfläche (64) des Linsensegments (61) die Summe der Krümmungsradien in zwei aufeinander normal liegenden Ebenen niedriger ist als in mindestens einer anderen Lichtaustrittsfläche (74, 84) der Primärlinse (50).

[0048] Der Abblendlichtscheinwerfer (10) ist beispielsweise so aufgebaut, dass es zu jedem Punkt einer Kante (76) der Lichteintrittsfläche (73) des mittleren Linsensegments (71) der Primärlinse (50) eine Gerade gibt, die diesen Punkt mit einem Punkt der zugehörigen Lichtaustrittsfläche (114) der Sekundärlinse (90) verbindet. Diese Gerade steht normal zu einer Tangentialebene (23) in dem Durchstoßpunkt der Lichtaustrittsfläche (114). Außerdem steht sie normal zu einer Tangentialebene im Durchstoßpunkt der Geraden durch die Lichteintrittsfläche (113) der Sekundärlinse (90). Die Gerade der mittleren Linsensegmente (71, 111) kann hierbei z.B. in einer Ebene parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22) liegen.

[0049] Beim Betrieb der Lichtquelle (30) emittiert der lichtemittierende Chip (33) Licht (140) z.B. als Lambert'scher Strahler in einen Halbraum. Die Leuchtdiode (30) erzeugt beispielsweise einen Lichtstrom, der größer ist als 50 lm. Die Abstrahlung ist divergent und weist nur ein gering ausgeprägtes Maximum auf. Die Lichtstärke der Lichtquelle (30) fällt zum Rand hin - mit steigendem Winkel zwischen der Lichtabstrahlung und der optischen Achse (25) - kontinuierlich ab.

[0050] Das aus der Lichtquelle (30) austretende Licht (140) wird z.B. mittels der Kondensorlinse (40) in Richtung der optischen Achse (25) gebündelt. Der Lichtaustritt aus der Kondensorlinse (40) erfolgt dann z.B. innerhalb eines gedachten, sich in der Lichtausbreitungsrichtung (26) aufweitenden Kegels mit einem Spitzenwinkel von 60 Grad, wobei die Kegelachse mit der optischen Achse (25) zusammenfällt.

[0051] Es ist auch denkbar, eine Leuchtdiode (30) mit einer engeren Abstrahlcharakteristik, z.B. mit +/- 30 Grad zur optischen Achse (25), einzusetzen. Hierbei kann gegebenenfalls auf den Lichtverteilkörper (34) und/oder auf die Kondensorlinse (40) verzichtet werden. Das von der Leuchtdiode (30) emittierte Licht (140) kann dann z.B. verlustarm in die Primärlinse (50) eingekoppelt werden.

[0052] Das Licht (140) trifft auf die Lichteintrittsflächen (63, 73, 83) der Primärlinse (50) auf und tritt durch diese Lichteintrittsflächen (63, 73, 83) in die Linsensegmente (61, 71, 81) der Primärlinse (50) ein. Hierbei wird das Lichtbündel (140) in drei Teillichtbündel (141 - 143) geteilt.

[0053] In der Figur 4 ist ein Strahlengang der einzelnen Teillichtbündel (141 - 143) beispielsweise dargestellt. Die Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf das Lichtmodul (20). In dieser Figur sind beispielsweise das obere Lichtbündel (141), das mittlere Lichtbündel (142) und das untere Lichtbündel (143) dargestellt. Das mittlere (142) und das untere Lichtbündel (143) sind in der Draufsicht z.B. kongruent zueinander.

[0054] Das obere Teillichtbündel (141) wird durch Licht der Lichtquelle (30) erzeugt, das mit der optischen Achse (25) einen Winkel einschließt, der beispielsweise größer ist als 20 Grad. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Lichtbündel (141) aus Licht, das innerhalb eines Winkelsegments zwischen 25 Grad und 45 Grad zur optischen Achse (25) von der Lichtquelle (30) abgestrahlt wird. Dieses Teillichtbündel (141) hat somit keine einheitliche Lichtstärke.

[0055] Dieses obere Teillichtbündel (141) trifft auf die Lichteintrittsfläche (63) des oberen Linsensegments (61). Hierbei trifft das Licht höherer Lichtstärke auf den unteren Bereich der Lichteintrittsfläche (63). Beim Durchdringen der Lichteintrittsfläche (63) werden die einzelnen Lichtstrahlen in Richtung des Lots auf die Lichteintrittsfläche (63) im Durchtrittspunkt gebrochen. Beim Durchtritt durch die Lichtaustrittsfläche (64) - die Lichtaustrittsfläche (64) wird hierbei nicht vollständig ausgeleuchtet - wird das Lichtbündel (141) beispielsweise sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung aufgefächert. Hierbei ist es so ausgerichtet, dass das gesamte Teillichtbündel (141) nur auf die Lichteintrittsfläche (103) des oberen Linsensegments (101) der Sekundärlinse (90) trifft. Das Lichtbündel (141) tritt durch die Lichtaustrittsfläche (104) aus der Sekundärlinse (90) aus. Hierbei wird es in vertikaler Richtung und in horizontaler Richtung geringfügig gebündelt. Der Öffnungswinkel des Lichtbündels in horizontaler Richtung beträgt beispielsweise 13 Grad, in vertikaler Richtung z.B. 10 Grad.

[0056] Zur Veranschaulichung des Strahlengangs ist in der Figur 4 vereinfacht ein Abschnitt der Mittenquerfläche (65) als Objekt (165) dargestellt. Außerdem sind zur Veranschaulichung als Strahlengänge die Strahlengänge dünner Linsen dargestellt. Von oberen und vom unteren Endpunkt des Objekts (165) aus verlaufen die Parallelstrahlen (162, 166), die Knotenpunktstrahlen (163, 167) und die Brennpunktstrahlen (164, 168) zur Sekundärlinse (90). Im Strahlenmodell sind auch die gedachten Strahlen dargestellt, die außerhalb des Abbildungsbereichs liegen, so z.B. der Brennpunktstrahl (164). Der Abstand der Primärlinse (50) zur Sekundärlinse (90) ist größer als der maximale Krümmungsradius der Hüllgestalt der Lichtaustrittsfläche (104) des oberen Linsensegments (101) in der vertikalen Mittenlängsebene (21) oder in einer hierzu parallelen Ebene.

[0057] In einer Entfernung von beispielsweise 25 Metern von der Sekundärlinse (90) - diese Entfernung ist größer als das Hundertfache des Krümmungsradius der Hüllfläche in der vertikalen Mittenlängsebene (21) - erzeugt das Lichtbündel (141) z.B. ein durch einen Polygonzug begrenzten hellen Bereich (151), einen sogenannten Hot-Spot (151), vgl. Figur

6. In vertikaler Richtung wird das Objekt (165) scharf abgebildet, in horizontaler Richtung wird ein unscharf begrenzter Fleck erzeugt. Hierbei wird die Unterkante des Objekts (165) als obere Begrenzung des Hot-Spots (151) abgebildet, während die Abbildung der Oberkante des Objekts (165) den Hot-Spot (151) nach unten hin begrenzt. Da das Teillichtbündel (141) keine einheitliche Lichtstärke hat, hat die Projektion des Objekts (165) zumindest in vertikaler Richtung keine konstante Lichtstärke. Das Intensitätsmaximum (152) des Hot-Spots (151) liegt unterhalb der optischen Achse (25) und der horizontalen Mittenlängsebene (22). Er liegt damit unterhalb des Horizonts. Die Lichtstärke auf der Messwand (2) - bei alleiniger Betrachtung des oberen Lichtbündels (141) - klingt vom Intensitätsmaximum (152) des Hot-Spots (151) nach außen hin kontinuierlich ab. Der ausgeleuchtete Bereich (150) steigt hier nach rechts oben an, wobei der Winkel des Anstiegs dem Neigungswinkel der Unterkante (66) zur horizontalen Mittenlängsebene (22) entspricht.

[0058] Die Höhe des ausgeleuchteten Bereichs (150) ergibt sich aus dem Quotienten aus der Objekthöhe und dem Abstand der Linsensegmente (61) und (101), multipliziert mit dem Abstand zwischen dem Scheinwerfer (10) und der Messwand (2).

[0059] Das mittlere Teillichtbündel (142) wird durch Licht der Lichtquelle (30) erzeugt, das mit der optischen Achse (25) einen Winkel einschließt, der beispielsweise kleiner ist als 25 Grad. Auch dieses Teillichtbündel (142) hat somit keine einheitliche Lichtstärke.

[0060] Das mittlere Teillichtbündel (142) tritt durch die Lichteintrittsfläche (73) in das mittlere Linsensegment (71) der Primärlinse (50). Beim Austritt aus der Primärlinse (50) - auch in diesem Linsensegment (71) wird nur ein Teil der Lichtaustrittsfläche (74) ausgeleuchtet - wird das Lichtbündel (142) in horizontaler Richtung beispielsweise aufgeweitet, vgl. Figur 5. In vertikaler Richtung wird das Lichtbündel (142) mittels des Linsensegments (71) der Primärlinse (50) derart ausgerichtet, dass das gesamte Lichtbündel (142) auf die Lichteintrittsfläche (113) des mittleren Linsensegments (111) der Sekundärlinse (90) trifft.

[0061] Beim Austritt aus der Sekundärlinse (90) wird das Lichtbündel (142) beispielsweise in vertikaler Richtung auf ein Winkelsegment von 10 Grad gebündelt. In horizontaler Richtung wird das Lichtbündel (142) beispielsweise auf ein Winkelsegment von 26 Grad aufgeweitet. Das Objekt (175) - es ist hier vereinfacht als Teil der Mittenquerfläche (75) dargestellt - wird dann in einer Entfernung, die beispielsweise dem Hundertfachen der Bezugslänge (27) entspricht, in vertikaler Richtung projiziert und scharf abgebildet. In horizontaler Richtung ergibt sich ein breites ausgeleuchtetes Feld.

[0062] Die Figur 4 zeigt einen stark vereinfachten Strahlengang dieses Teillichtbündels (142). Die untere Kante des Objekts (175) wird durch die Unterkante (76) der Lichteintrittsfläche (73) erzeugt. Diese Kante des Objekts (175) ist eine Hell-Dunkel-Grenze innerhalb des Linsensegments (71). Bei dem Anteil des Teillichtbündels (142), der das untere Ende des Objekts (175) abbildet, fallen beispielsweise der Parallelstrahl (176), der Knotenpunktstrahl (177) und der Brennpunktstrahl (178) zumindest annähernd zusammen. Diese Strahlen (176 - 178) liegen damit in einer gemeinsamen Ebene, die normal ist zur Tangentialebene (23) an der Lichtaustrittsfläche (114). Beim Austritt aus der Sekundärlinse (90) liegen die Strahlen (176 - 178) zumindest annähernd parallel zueinander. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel liegen sie in der horizontalen Mittenlängsebene (22). Die Objektkante, bzw. die Unterkante (76) der Lichteintrittsfläche (73), wird als scharf begrenzte Oberkante (153), den sogenannten Cut-off (153), des ausgeleuchteten Bereichs (150) auf der Messwand (2) abgebildet.

[0063] Beim alleinigen Betrieb des Lichtmoduls (20) mit diesem Lichtbündel (142) - die Lichteintrittsflächen (63, 83) der beiden anderen Linsensegmente (61, 81) sind beispielsweise abgedunkelt - ergibt sich auf einer z.B. in einer Entfernung von 25 Metern aufgestellten Messwand (2) ein ausgeleuchtetes Feld mit der Gestalt des Objekts (175) des Linsensegments (71). Dieses Feld hat nur geringe Helligkeitsschwankungen. Der Anteil des Lichtbündels (142), der von der Lichtquelle (30) zumindest annähernd parallel zur optischen Achse (25) - das ist beispielsweise innerhalb eines Winkels von 5 Grad zur optischen Achse (25) - abgestrahlt wird, projiziert die Unterkante des Objekts (175) als waagrecht liegenden, scharf ausgeprägten Cut-off (153), also als Hell-Dunkel-Grenze auf die Messwand (2), vgl. Figur 6. Die anderen Begrenzungen (155) des ausgeleuchteten Bereichs (150) sind unscharf ausgebildet. Der Cut-off (153) liegt hier beispielsweise auf der Horizontalebene (156), die mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) zusammenfällt. Der Cut-off kann z.B. auch - je nach Einbau im Kraftfahrzeug - 0,7 Grad unterhalb der Horizontlinie (156) liegen.

[0064] In dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Lichtmodul (20) ist der Quotient aus der Höhe der Objekts (165) des Linsensegments (61) der Primärlinse (50) und dem Abstand der Linsensegmente (101) zum Linsensegment (61) zumindest annähernd gleich dem entsprechenden Quotienten der Linsensegmente (71) und (111). Damit ist auf einer Messwand, beispielsweise in einer Entfernung von 25 Metern, die Höhe der beiden Abbildungen zumindest annähernd gleich.

[0065] Das untere Lichtbündel (143) tritt beispielsweise durch die Lichteintrittsfläche (83) in das untere Linsensegment (81) der Primärlinse (50) ein. Das aus diesem Linsensegment (81) austretende Lichtbündel (143) trifft auf den Planspiegel (130). Hierbei wird der Teil des Lichtbündels (143), der nahe der Oberkante (88) der Lichtaustrittsfläche (84) austritt, auf den Bereich des Spiegels (130) gelenkt, der nahe der Sekundärlinse (90) liegt. Der Teil des Lichtbündels (143), der nahe der Unterkante (86) der Lichtaustrittsfläche (84) aus der Primärlinse (50) austritt, trifft auf den Bereich des Spiegels (130) nahe der Primärlinse (50). Das Lichtbündel (143) wird am Planspiegel (130) in Richtung der Sekundärlinse (90) reflektiert. Hier trifft das Lichtbündel (143) auf das untere Linsensegment (121) und tritt durch die Lichteintrittsfläche

(123) in die Sekundärlinse (90) ein. Der Teil des Lichtbündels (143), der nahe der Primärlinse (50) reflektiert wird, tritt nahezu waagrecht in den oberen Bereich der Lichteintrittsfläche (123) ein. Der Teil des Lichtbündels (143), der nahe der Sekundärlinse (90) reflektiert wird, tritt nahezu waagrecht in den unteren Bereich der Lichteintrittsfläche (123) ein.

[0066] Beim Austritt aus der Sekundärlinse (90) hat das Lichtbündel (143) in vertikaler Richtung beispielsweise einen Öffnungswinkel von 10 Grad. In horizontaler Richtung wird das Lichtbündel (143) beispielsweise auf ein Winkelsegment von 26 Grad aufgeweitet.

[0067] Im Strahlenmodell der Figur 4 ist das Linsensegment (81) als virtuelles, am Spiegel (130) gespiegeltes virtuelles Bild (181) dargestellt. Ein Teil (180) der Mittenquerfläche (85) geht dabei in das virtuelle Objekt (185) über. Die z.B. auf der Messwand (2) abgebildete Oberkante des Lichtbündels (143) - z.B. dargestellt durch den Knotenpunktstrahl (187) - ist zumindest annähernd kongruent mit dem Knotenpunktstrahl (177) des Lichtbündels (142). Die Cut-off-Linien (153) beider Teillichtbündel (142, 143) fallen somit weitgehend zusammen. Die maximale Abweichung zweier einer vertikale Ebene aufspannender Knotenpunktstrahlen (177, 187) beträgt beispielsweise 1 Grad. Die Oberkante des Lichtbündels (143) liegt dann z.B. unterhalb der Oberkante des Lichtbündels (142). Bei einem Linsensegment (111, 121), dessen Linsenmitte nicht ausgebildet ist, ist der Knotenpunktstrahl (177, 187) ein gedachter Knotenpunktstrahl (177, 187).

[0068] Auch im Strahlengang des Lichtbündels (143) fällt der Brennpunktstrahl (186) und der Mittelpunktstrahl (187), die von der Unterkante des virtuellen Objekts (185) ausgehen, zumindest annähernd zusammen. In vertikaler Richtung ist das Lichtbündel (143) in diesem Ausführungsbeispiel stärker aufgeweitet als das Lichtbündel (142). Die auf der Messwand erzeugte Lichtverteilung ist hier um 30 % höher als das Abbild, das mittels der mittleren Linsensegmente (71, 111) erzeugt wird. Um diesen Betrag ist auch der Quotient aus der Höhe der Objekts (185) und dem Abstand der Linsensegmente (81, 121) größer als der entsprechende Quotient der Linsensegmente (71, 111) für das mittlere Lichtbündel (142). Die beiden Quotienten können auch gleich groß sein, wodurch die Höhen der ausgeleuchteten Bereiche gleich sind.

[0069] Im Ausführungsbeispiel verbindet eine Gerade je einen Punkt der Kante (87), deren virtuelles Bild (189) die Begrenzung des Objekts (185) erzeugt, und einen Punkt der zugehörigen Lichtaustrittsfläche (124) der Sekundärlinse (90), wobei die Gerade normal ist zu einer Tangentialebene (24) in dem Punkt der Lichtaustrittsfläche (124). Sie ist außerdem normal zu einer Tangentialebene im Durchstoßpunkt der Geraden durch die Lichteintrittsfläche (123) der Sekundärlinse (90).

[0070] Eine dieser Geraden und eine gleichartige Gerade der mittleren Linsensegmente (71, 111) spannen eine gemeinsame vertikale Ebene auf. Diese beiden Geraden schließen in dieser Ebene einen Winkel ein, der kleiner ist als 1 Grad. Beispielsweise beträgt dieser Winkel 0,7 Grad, wobei beispielsweise die Gerade der unteren Linsensegmente (81, 121) in der Lichtausbreitungsrichtung (26) stärker nach unten geneigt ist.

[0071] Beim alleinigen Betrieb des Lichtmoduls (20) mit diesem Lichtbündel (143) - die Lichteintrittsflächen (63, 73) der beiden anderen Linsensegmente (61, 71) sind beispielsweise abgedunkelt - ergibt sich auf einer z.B. in einer Entfernung von 25 Metern aufgestellten Messwand ein ausgeleuchteter Bereich mit nur geringen Helligkeitsschwankungen.

[0072] Bei der Überlagerung der beiden Grundverteilungen, die im Ausführungsbeispiel durch die mittleren (71, 111) und die unteren Linsensegmente (81, 121) der Primär- (50) und der Sekundärlinse (90) erzeugt werden, ergibt sich eine Lichtverteilung. (150) gleichmäßiger Helligkeit ohne helle oder dunkle Flecken. Die Begrenzungen (155) des ausgeleuchteten Bereichs (150) ist an den Seiten und nach unten unscharf, während die Oberkante (153) durch eine waagerechte Linie scharf begrenzt ist. Diese Oberkante (153) liegt hier unmittelbar unter der Horizontlinie (156), vgl. Figur 6, die beispielsweise in der horizontalen Mittenlängsebene (22) liegt. Die Höhe des Abbildes (150) entspricht im Ausführungsbeispiel zumindest in der Schnittebene der vertikalen Mittenlängsebene (21) 130 % der Höhe der Grundverteilung, die mittels der mittleren Linsensegmente (71, 111) erzeugt wird.

[0073] Wird nun zusätzlich das mittels der oberen Linsensegmente (61, 101) erzeugte Lichtbündel (141) überlagert, ergibt sich der in der Figur 6 dargestellte ausgeleuchtete Bereich (150). Die einzelnen Linien (159) verbinden Punkte gleicher Lichtstärke auf der Messwand (2). Oberhalb des Hot-Spots (151) liegt an der Horizontlinie (156) der waagerechte Cut-off (153), der in einen 15 Grad-Anstieg (154) übergeht. An dieser Kante (153, 154) fällt die Lichtstärke des ausgeleuchteten Feldes (150) - in Richtung des Bereichs oberhalb der Horizontlinie (156) - sehr stark ab. Nach links und nach unten fällt die Lichtstärke über einen Winkel von beispielsweise 8 Grad kontinuierlich ab, nach rechts fällt die Lichtstärke z.B. in einem Winkelbereich von 10 Grad ab.

[0074] Beim Betrieb des Abblendlichtscheinwerfers in einem Kraftfahrzeug entsteht so eine Lichtstärkeverteilung, wie sie beispielsweise von herkömmlichen Halogenscheinwerfern erzeugt wird. Die Blendung des Gegenverkehrs wird durch die Anordnung des Cut-offs (153) unterhalb der Horizontebene (156) verhindert. Gleichzeitig ermöglicht der 15 Grad-Anstieg eine Ausleuchtung des z.B. rechten Straßenrandes.

[0075] Beim Einsatz eines derartigen Abblendlichtscheinwerfers für den Linksverkehr kann der Scheinwerfer so aufgebaut sein, dass die Unterkanten (66, 67) der oberen Linsensegmente (61) von links oben nach rechts unten abfallen.

[0076] Die Figur 7 zeigt einen Abblendlichtscheinwerfer (210) mit einem einzigen Lichtmodul (220), dessen oberes Linsensegment (261) parallel zur horizontalen Mittenlängsebene (22) des Lichtmoduls (220) liegt. Auch das hieran anschließende mittlere Linsensegment (271) ist parallel zu dieser Ebene (22) ausgerichtet. Der Längsschnitt dieses

Lichtmoduls (220) in der vertikalen Mittenlängsebene (22) ist beispielsweise identisch zur Darstellung der Figur 2.

[0077] Beim Betrieb des Abblendlichtscheinwerfers (210) ergibt sich auf einer Messwand (2) z.B. die in der Figur 8 dargestellte Lichtverteilung (350). Der Hot-Spot (351) liegt hier 1,5 Grad unterhalb der Horizontalebene (356). Das ausgeleuchtete Feld (350) auf der Messwand (2) ist annähernd symmetrisch zur vertikalen Mittenlängsebene (21). Der waagerechte Cut-off (353) ist deutlich ausgebildet und bildet die Oberkante (353) des ausgeleuchteten Feldes (350). Die Linien gleicher Lichtstärke (359) haben zur Seite und nach unten hin weitgehend einen gleichen Abstand zueinander. Die Lichtstärkeabfall zu den Rändern erfolgt damit gleichförmig ohne Streifen und ohne Sprünge.

[0078] Die Figur 9 zeigt einen Abblendlichtscheinwerfer (410) mit beispielsweise acht Lichtmodulen (420, 620). Die einzelnen Lichtmodule (420, 620) sind beispielsweise so in der Fahrzeugkarosserie verteilt, dass die vertikalen Mittenlängsebenen (21) jeweils zweier benachbarter Lichtmodule (420, 620) einen Winkel von 4 Grad einschließen. Die Lichtmodule (420, 620) sitzen hier in einem gemeinsamen - nicht dargestellten - Gehäuse, wobei die einzelnen Lichtmodule (420, 620) nicht durch Trennwände voneinander abgetrennt sind. Der Abblendlichtscheinwerfer (410) hat in diesem Ausführungsbeispiel eine Breite von 140 Millimetern.

[0079] Die Lichtmodule (420, 620) umfassen hier jeweils eine Primärlinse (450, 650) und eine Sekundärlinse (490), die jeweils aus drei übereinander angeordneten Linsensegmenten (461, 471, 481; 501, 511, 521; 661, 671, 681) bestehen. Hierbei ist jeweils das mittlere Linsensegment (511) und das untere Linsensegment (521) der Sekundärlinse (490) Teil aller Lichtmodule (420, 620). Die Lichtaustrittsflächen (514, 524) dieser Linsensegmente (511, 521) haben die Gestalt von Toren. Die Lichtbündel, die die mittleren Linsensegmente (471, 671) der Primärlinsen (450) durchqueren, treffen auf das diesen Linsensegmenten (471, 671) zugeordnete mittlere Linsensegment (511) der Sekundärlinse (490). Hierbei können sich die einzelnen Lichtbündel der nebeneinander angeordneten Lichtmodule (420, 620) gegenseitig durchdringen. Die aus den unteren Linsensegmenten (481, 681) austretenden Lichtbündel treffen auf den Spiegel (530). Der Spiegel (530) hat die Gestalt eines Teils einer Mantelfläche eines Kegelabschnitts. Der gedachte Kegelschnitt hat in diesem Ausführungsbeispiel einen Kreis als Grund- und als Deckfläche. Die gedachte Kegellachse liegt außerhalb des Abblendlichtscheinwerfers (410).

[0080] Beispielsweise in den vier mittleren Lichtmodulen (420) sind die Linsensegmente (461, 471, 481) der Primärlinsen (450) zumindest annähernd so ausgebildet wie die Linsensegmente (61, 71, 81) des in der Figur 1 dargestellten Abblendlichtscheinwerfers (10). In den anderen Lichtmodulen (620), die hier am Rand des Abblendlichtscheinwerfers (410) angeordnet sind, entspricht die Gestalt der Primärlinse (650) zumindest weitgehend der Gestalt der in der Figur 7 dargestellten Primärlinse (250). In den Sekundärlinsen (490) sind die oberen Linsensegmente (501) für jedes Lichtmodul (420, 620) separat ausgebildet. Alle diese Linsensegmente (501) sind auf einen Bereich, den Hot-Spot (551), gerichtet.

[0081] Beim Betrieb des Abblendlichtscheinwerfers (410) entsteht z.B. auf einer Messwand (2), die beispielsweise in einer Entfernung von 25 Metern aufgestellt ist, die in der Figur 10 dargestellte Lichtverteilung (550). Die mittleren und die unteren Linsensegmente (471, 511; 481, 521; 671, 511; 681, 521) erzeugen jeweils Grundlichtverteilungen, die sich überlagern. Hierbei ergibt sich ein streifen- und fleckenfreies Bild, das in diesem Ausführungsbeispiel die Gestalt eines breiten Ovals hat. Die Breite dieses Ovals wird beispielsweise durch zwei Ebenen begrenzt, die sich in der geometrischen Mitte des Abblendlichtscheinwerfers (410) schneiden und die miteinander einen Winkel von beispielsweise 50 Grad einschließen. Die Höhe des Ovals wird durch die horizontale Mittenlängsebene (22) aller Module (420, 520) und eine weitere, die Messwand (2) unterhalb der horizontalen Mittenlängsebene (22) schneidende Ebene begrenzt, wobei sich die Ebenen beispielsweise im geometrischen Zentrum des Abblendlichtscheinwerfers (410) schneiden und miteinander einen Winkel von 10 Grad einschließen. Die Oberkante (553) des ausgeleuchteten Bereichs (550) ist eine annähernd waagrecht ausgebildete kontraststarke Begrenzung. Zu den übrigen Rändern hin fällt die Lichtstärke der Ausleuchtung kontinuierlich ab. Aufgrund der nebeneinander angeordneten Lichtmodule (420, 620) entstehen zumindest in der Breite der Ausleuchtung keine Verzerrungen, Farbabweichungen oder -schattierungen.

[0082] Die Grundlichtverteilung wird überlagert von dem Licht, das durch die oberen Linsensegmente (461, 501; 661, 501) geleitet wird. Hierbei wird ein Hot-Spot (551) mit hoher Intensität erzeugt. Oberhalb des Cut-offs (553) wird beispielsweise rechts ein ausgeleuchtetes, zumindest annähernd rechtwinkliges Dreieck oberhalb der Horizontalebene (556) erzeugt. Eine gedachte Kathete liegt auf der Verlängerung der Cut-off-Linie (553). Die Hypotenuse (561) schließt mit dieser Kathete einen Winkel von 15 Grad ein und steigt nach rechts hin an. Die Ausleuchtung dieses Dreiecks erfolgt mittels der Linsensegmente (461, 501) der mittleren Lichtmodule (450). Die Helligkeit der Ausleuchtung ist geringer als die Ausleuchtung des Hot-Spots (551), auf den Licht aus allen Lichtmodulen (420, 620) trifft.

[0083] Soll die Intensität des Hot-Spots (151, 351, 551) erhöht werden, kann der Abstand zwischen der Primärlinse (50, 250, 450) und der Sekundärlinse (90, 290, 490) erhöht werden. Hierbei ist dann zumindest das obere Linsensegment (61, 261, 461, 661) der Primärlinse (50, 250, 450, 650) so auszurichten, dass nur die Lichteintrittsfläche (103) der Sekundärlinse (90, 290, 490) ausgeleuchtet wird. Hierfür kann beispielsweise die Krümmung der Lichtaustrittsfläche (61, 264, 464, 664) erhöht werden.

[0084] Um den Hot-Spot (151, 351, 551) bzw. die gesamte Lichtverteilung (150, 350, 550) nach unten oder nach oben zu versetzen, kann z.B. die Sekundärlinse (90, 290, 490) oder einzelne Linsensegmente (101, 111, 121; 301, 311, 321;

EP 1 818 600 A2

501, 511, 521) dieser Linse (90, 290, 490) nach unten bzw. nach oben versetzt werden. Auch der Einsatz anderer Linsenabschnitte für die Linsensegmente (101, 111, 121; 301, 311, 321; 501, 511, 521) ist denkbar. Die Primärlinse (50, 250, 450) ist auch hier so auszubilden, dass die einzelnen Teillichtbündel (141 - 143) das zugehörige Linsensegment (101, 111, 121; 301, 311, 321, 501, 511, 521) der Sekundärlinse (90, 290, 490) treffen.

5 **[0085]** Der Hot-Spot (151, 351, 551) kann auch mittels des Lichtbündels (143) erzeugt werden, das am Spiegel (130, 530) reflektiert wird.

[0086] Eine Veränderung der Intensitätsverteilung innerhalb der Lichtbündel (141; 142; 143) erfolgt beispielsweise mittels der Primärlinse (50, 250, 450). Hierbei werden z.B. die einzelnen Linsensegmente (61, 71, 81; 261, 271, 281; 461, 471, 481; 661, 671, 681) nach unten oder nach oben verschoben. Auch können andere Linsenabschnitte gewählt werden oder z.B. die Krümmung des oberen Linsensegments (61, 261, 461, 661) in horizontaler und/oder in vertikaler Richtung erhöht werden oder die Neigung des Linsensegments (61, 261, 461, 661) verändert werden.

10 **[0087]** Der Abblendlichtscheinwerfer (10, 210, 410) oder das einzelne Lichtmodul (20, 220, 420, 620) kann eine z.B. klare Scheibe umfassen, die der Sekundärlinse (90, 290, 490) optisch nachgeschaltet ist.

15 **[0088]** Anstatt der Kondensorlinse (40) kann auch mindestens ein Lichtleitkörper eingesetzt werden, der das von der Lichtquelle (30) emittierte Licht zu den Lichteintrittsflächen (63, 73, 83) der Primärlinse (50) lenkt. Aufgrund der großflächigen Auskopplung ist die Lage des lichtemittierenden Chips (33) unkritisch.

[0089] Soll beispielsweise der Abblendlichtscheinwerfer (410) für Linksverkehr eingesetzt werden, können z.B. die mittleren Lichtmodule (420) durch benachbarte Lichtmodule ergänzt werden, bei denen das obere Linsensegment (461) in die andere Richtung geneigt ist. Beispielsweise können dann mittels einer Blende die oberen Linsensegmente (461) dieser Lichtmodule (20) geöffnet oder verschlossen werden. Die Grundverteilung kann dann mit allen Lichtmodulen (20) erzeugt werden.

[0090] Bezugszeichenliste:

1	Umgebung, Luft
25 2	Messwand
10, 210, 410	Abblendlichtscheinwerfer
20, 220, 420, 620	Lichtmodule
21	vertikale Mittenlängsebene
22	horizontale Mittenlängsebene
30 23	Tangentialebene an (114, 314, 514)
24	Tangentialebene an (124, 324, 524)
25	optische Achse
26	Lichtausbreitungsrichtung
27	Bezugslänge
35 30	Lichtquelle, Leuchtdiode
33	lichtemittierender Chip
34	Lichtverteilkörper, Strahlungsformkörper
40	Kondensorlinse
42	konkav gewölbter Linsenfläche
40 43	Begrenzungslinie
45	Sammellinse
47	Ringflansch
50, 250, 450, 650	Primärlinsen
51	Befestigungsflansche
45 59	Hüllkontur von (64) in (21)
61, 261, 461, 661	obere Linsensegmente
62	Oberseite
63	Lichteintrittsfläche von (61)
64, 264, 464, 664	Lichtaustrittsflächen von (61, 261, 461, 661)
50 65	Mittenquerfläche
66	Unterkante von (63)
67	Unterkante von (64)
68	Krümmungsmittelpunkt von (63)
69	Krümmungsmittelpunkt von (64)
55 71, 271, 471, 671	mittlere Linsensegmente
72	Oberseite
73	Lichteintrittsfläche von (71)
74, 274, 474, 674	Lichtaustrittsflächen von (74, 274, 474, 674)

EP 1 818 600 A2

	75	Mittenquerfläche
	76	Unterkante von (73)
	77	Unterkante von (74)
	78	Krümmungsmittelpunkt von (73)
5	79	Krümmungsmittelpunkt von (74)
	81, 281, 481, 681	untere Linsensegmente
	82	Oberseite
	83	Lichteintrittsfläche, Planfläche
	84, 284, 484, 684	Lichtaustrittsflächen von (81, 281, 481, 681)
10	85	Mittenquerfläche
	86	Unterkante von (84)
	87	Oberkante von (83)
	88	Oberkante von (84)
	89	Krümmungsmittelpunkt von (84)
15	90, 290, 490	Sekundärlinsen
	91	Befestigungsflansche
	101, 301, 501	obere Linsensegmente
	103	Lichteintrittsfläche
	104, 304, 504	Lichtaustrittsfläche von (101, 301, 501)
20	109	Krümmungsmittelpunkt
	111, 311, 511	mittlere Linsensegmente
	113	Lichteintrittsfläche
	114, 314, 514	Lichtaustrittsflächen von (111, 311, 511)
	118	Kontur
25	119	Krümmungsmittelpunkt
	121, 321, 521	untere Linsensegmente
	123	Lichteintrittsfläche
	124, 324, 524	Lichtaustrittsflächen von (121, 321, 521)
	126	Unterkante von (123)
30	128	Kontur von (124)
	129	Mittelpunkt von (128)
	130, 530	Spiegel
	131	Reflexionsbereich
	140	Licht
35	141 - 143	Teillichtbündel
	150, 350, 550	ausgeleuchtete Bereiche, Lichtverteilung
	151, 351, 551	Hot-Spots, Zielgebiet
	152	Intensitätsmaximum von (151)
40	153, 353, 553	Oberkante, Cut-off Linie
	154, 554	15 -Grad-Anstieg
	155	Begrenzungen
	156, 356, 556	Horizontebene
	159, 359, 559	Linien
45	162, 166	Parallelstrahlen von (165)
	163, 167	Knotenpunktstrahlen von (165)
	164, 168	Brennpunktstrahlen von (165)
	165	Objekt
	172, 176	Parallelstrahlen von (175)
50	173, 177	Knotenpunktstrahlen von (175)
	174, 178	Brennpunktstrahlen von (175)
	175	Objekt
	180	Objekt
	181	virtuelles Bild von (81)
55	182	Parallelstrahl von (185)
	183	Knotenpunktstrahl von (185)
	184	Brennpunktstrahl von (185)
	185	virtuelles Objekt

186	Parallelstrahl von (185)
187	Knotenpunktstrahl von (185)
188	Brennpunktstrahl von (185)
189	virtuelles Bild von (87)
5	561 Hypotenuse

Patentansprüche

- 10 1. Abblendlichtscheinwerfer mit mindestens einem Lichtmodul,
wobei das einzelne Lichtmodul mindestens eine Lichtquelle und mindestens eine der Lichtquelle nachgeschaltete
Primärlinse aufweist und wobei die Lichtquelle eine Lumineszenzdiode ist,
dadurch gekennzeichnet,
- 15 - **dass** der Abblendlichtscheinwerfer (10; 210; 410) mindestens eine Sekundärlinse (90; 290; 490) hat, die der
Primärlinse (50; 250; 450, 650) oder den Primärlinsen (50; 250; 450, 650) optisch nachgeschaltet ist,
- **dass** sowohl die Primär- (50; 250; 450, 650) als auch die Sekundärlinse (90; 290; 490) mindestens zwei
übereinander angeordnete Linsensegmente (61, 71, 81; 101, 111, 121; 261, 271, 281; 301, 311, 321; 461, 471,
481; 501, 511, 521; 661, 671, 681) aufweist,
- 20 - **dass** einem Linsensegment (101, 111, 121; 301, 311, 321; 501, 511, 521) einer Sekundärlinse (90, 290, 490)
mindestens ein Linsensegment (61, 71, 81; 261, 271, 281; 461, 471, 481; 661, 671, 681) einer Primärlinse (50,
250, 450, 650) zugeordnet ist,
- **dass** zumindest ein Linsensegment (61, 261, 461, 661) der Primärlinse (50, 250, 450, 650) und das ihr
zugeordnete Linsensegment (101, 301, 501) der Sekundärlinse (90, 290, 490) außerhalb der optischen Achse
25 (25) des Lichtmoduls (20; 220; 420; 620) liegen,
- **dass** zumindest die Lichtaustrittsfläche (64, 264, 464, 664) dieses Linsensegments (61, 261, 461, 661) der
Primärlinse (50, 250, 450, 650) eine mindestens zweiachsig gekrümmte Hüllfläche aufweist und
- **dass** die Summe der Krümmungsradien mindestens eines Flächenelements der Hüllfläche dieser Lichtaus-
trittsfläche (64, 264, 464, 664) in zwei zueinander normalen Ebenen kleiner ist als die Summe der Krümmungs-
30 radien mindestens eines Flächenelements der Hüllfläche mindestens einer anderen Lichtaustrittsfläche (74,
84; 274, 284; 474, 484; 674, 684) der Primärlinse (50, 250, 450, 650) in zwei zueinander normalen Ebenen.
2. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der Krümmungsradien
jedes Flächenelements der Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche (64, 264, 464, 664) in zwei zueinander normalen
35 Ebenen kleiner ist als die Summe der Krümmungsradien jedes Flächenelements der Hüllfläche mindestens einer
anderen Lichtaustrittsfläche (74, 84; 274, 284; 474, 484; 674, 684) der Primärlinse (50, 250, 450, 650) in zwei
zueinander normalen Ebenen.
3. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** die Hüllfläche des Linsensegments (64,
40 264, 464, 664) die Gestalt einer dreiachsig konvex gekrümmten Fläche hat.
4. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hüllkurve des Linsensegments
(64, 264, 464, 664) in einer Ebene parallel zur horizontalen Mittellängsebene (22) des Lichtmoduls (20, 220, 420,
45 620) eine Krümmung aufweist, die kleiner ist als die kleinste Krümmung der Hüllkurve (59), die in der vertikalen
Mittellängsebene (21) liegt.
5. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Lichtquelle (30) und
der Primärlinse (50, 250, 450, 650) eine Kondensorlinse (40) angeordnet ist.
- 50 6. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand des Linsensegments
(61, 261, 461, 661) von der optischen Achse (25) größer ist als 5 % des Abstandes zwischen dem lichtemittierenden
Chip (33) der Lichtquelle (30) und der in Lichtausbreitungsrichtung (26) entferntesten Lichtaustrittsfläche (124, 324,
524) der Sekundärlinse (90, 290, 490).
- 55 7. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hüllfläche der Lichtaustrittsfläche
(74, 274, 474, 674) des Linsensegments (71, 271, 471, 671) ein Abschnitt einer Zylinder- oder Torusmantelfläche
ist, deren Krümmungsmittelpunkte (79) in einer Ebene parallel zur horizontalen Mittellängsebene (22) des Licht-
moduls (20, 220, 420, 620) liegen.

EP 1 818 600 A2

8. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsensegment (61, 461) keilförmig ausgebildet ist.
- 5 9. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterkante (66) des Linsensegments (61, 461) mit der horizontalen Mittenlängsebene (22) einen Winkel einschließt, der zwischen 5 Grad und 25 Grad liegt.
- 10 10. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Spiegel (130; 530) aufweist, dessen Reflexionsfläche (131) in einer Draufsicht auf ein Lichtmodul (20; 220; 420; 620) zwischen der Primärlinse (50; 250; 450; 650) und der Sekundärlinse (90; 290; 490) liegt.
11. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spiegel (130) ein Planspiegel ist.
- 15 12. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens zwei Lichtmodule (420, 620) umfasst, deren Sekundärlinsen (490) zumindest ein gemeinsames Linsensegment (511, 521) haben.
13. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die außermittigen Linsensegmente (461, 661) der Lichtmodule (420, 620) auf das gleiche Zielgebiet (551) gerichtet sind.
- 20 14. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite jedes Linsensegments (61, 71, 81, 101, 111, 121; 261, 271, 281, 301, 311, 321; 461, 471, 481, 501, 511, 521, 661, 671, 681) normal zur vertikalen Mittenlängsebene (21) größer ist als seine Höhe in der vertikalen Mittenlängsebene (21).
- 25 15. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Betrieb der Lichtquelle (30) die Lichtaustrittsflächen (64, 74, 84; 264, 274, 284; 464, 474, 484; 664, 674, 684) der Primärlinse (50, 350, 450, 650) nicht vollständig ausgeleuchtet werden.
- 30 16. Abblendlichtscheinwerfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Linsensegment (61; 261; 461; 661) der Primärlinse (50, 350, 450, 650) genau ein Linsensegment (101; 301; 501) der Sekundärlinse (90, 290, 490) zugeordnet ist.

35

40

45

50

55

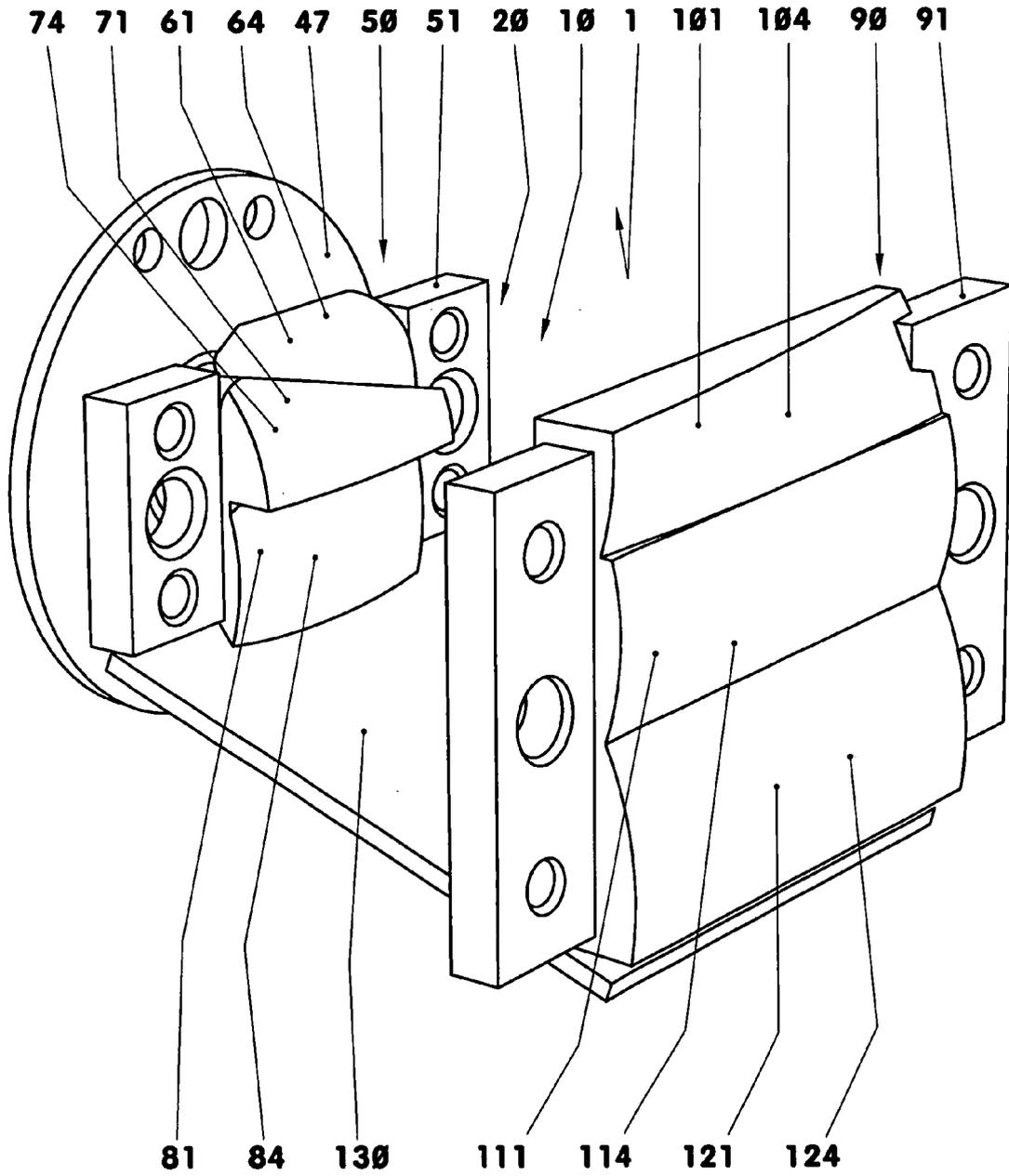


Fig. 1

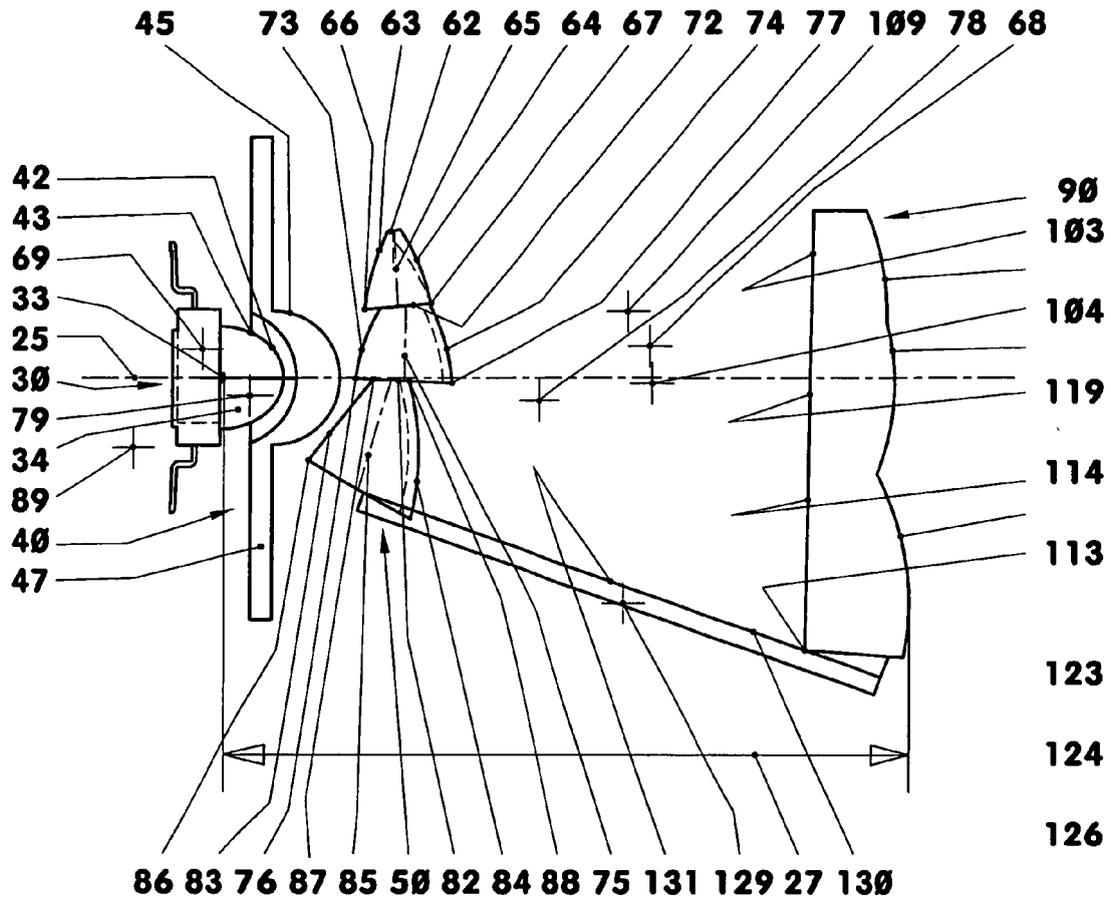


Fig. 2

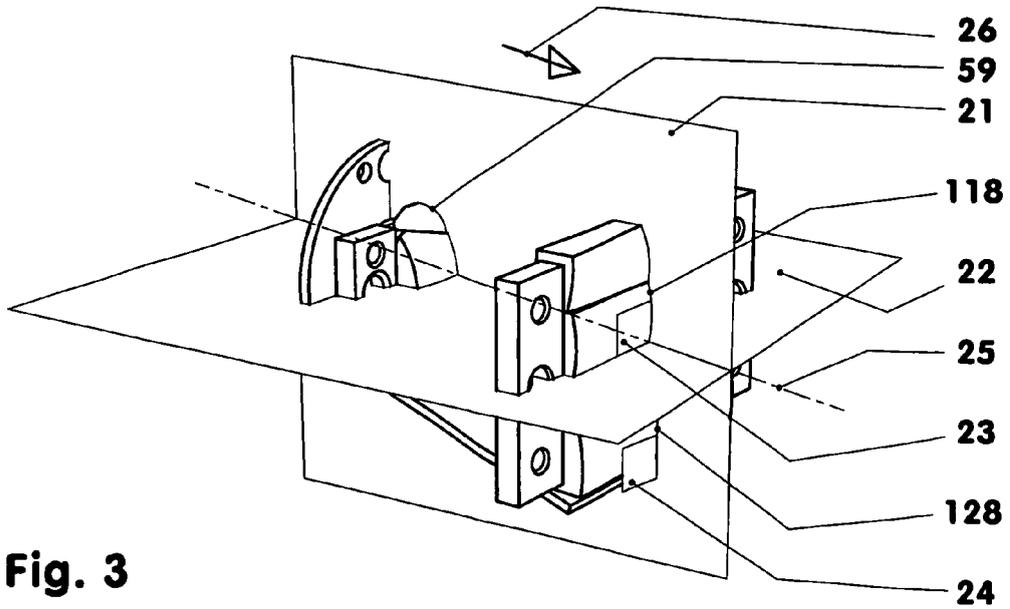


Fig. 3

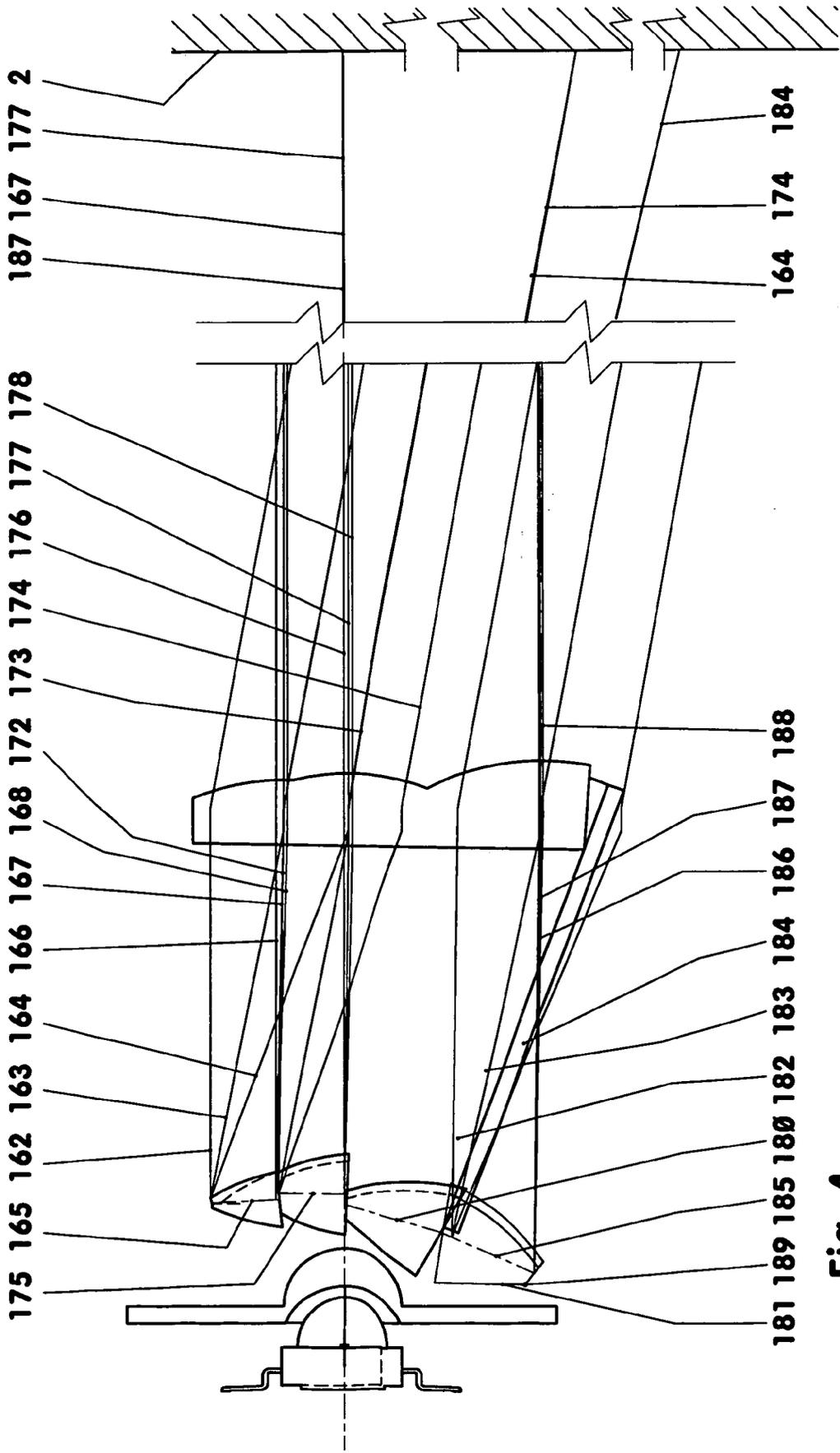


Fig. 4

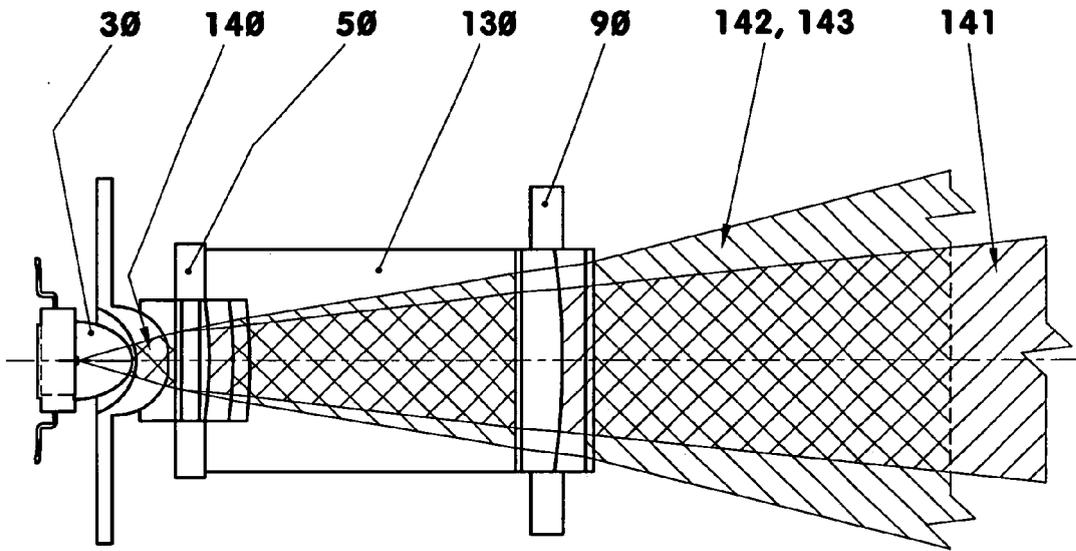


Fig. 5

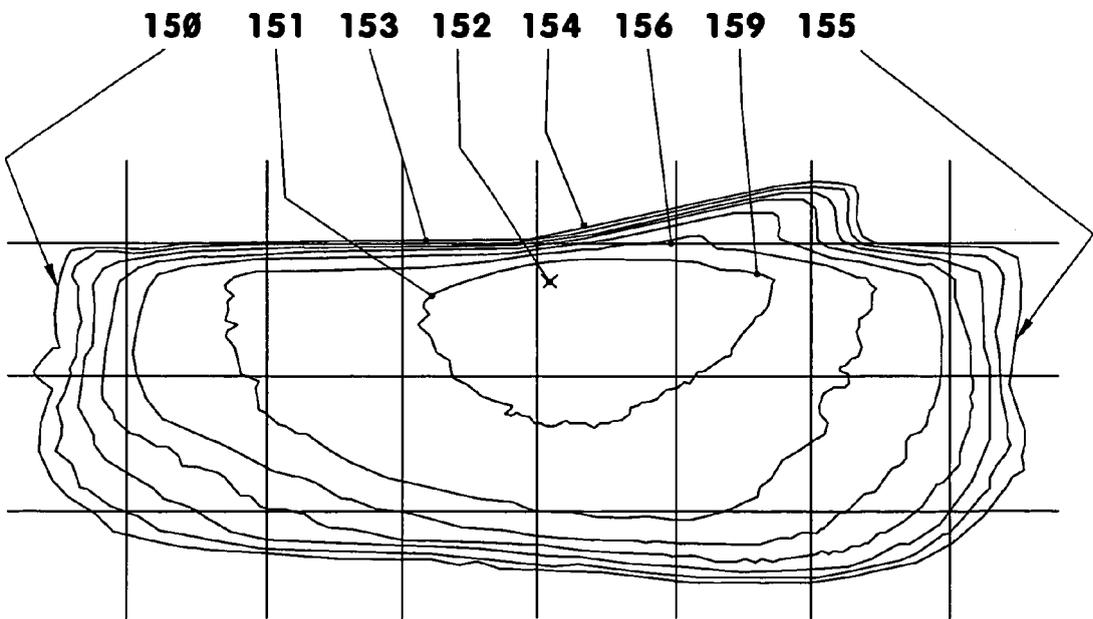


Fig. 6

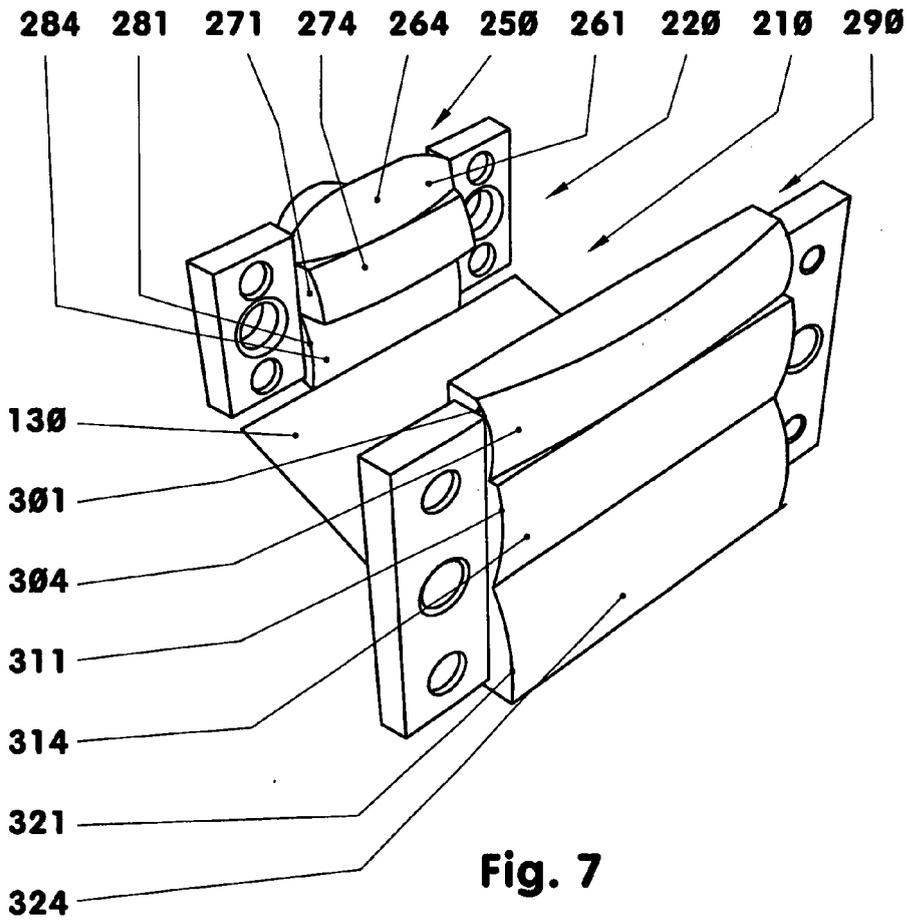


Fig. 7

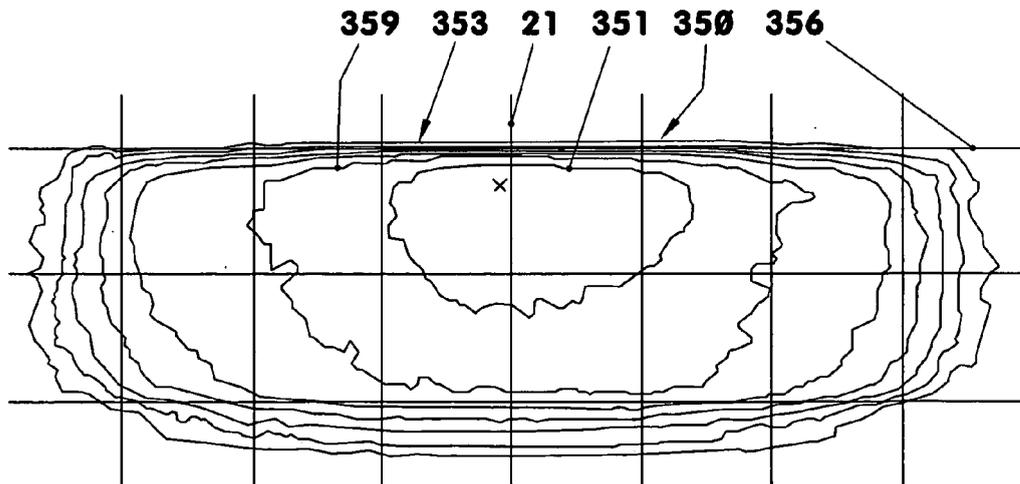


Fig. 8

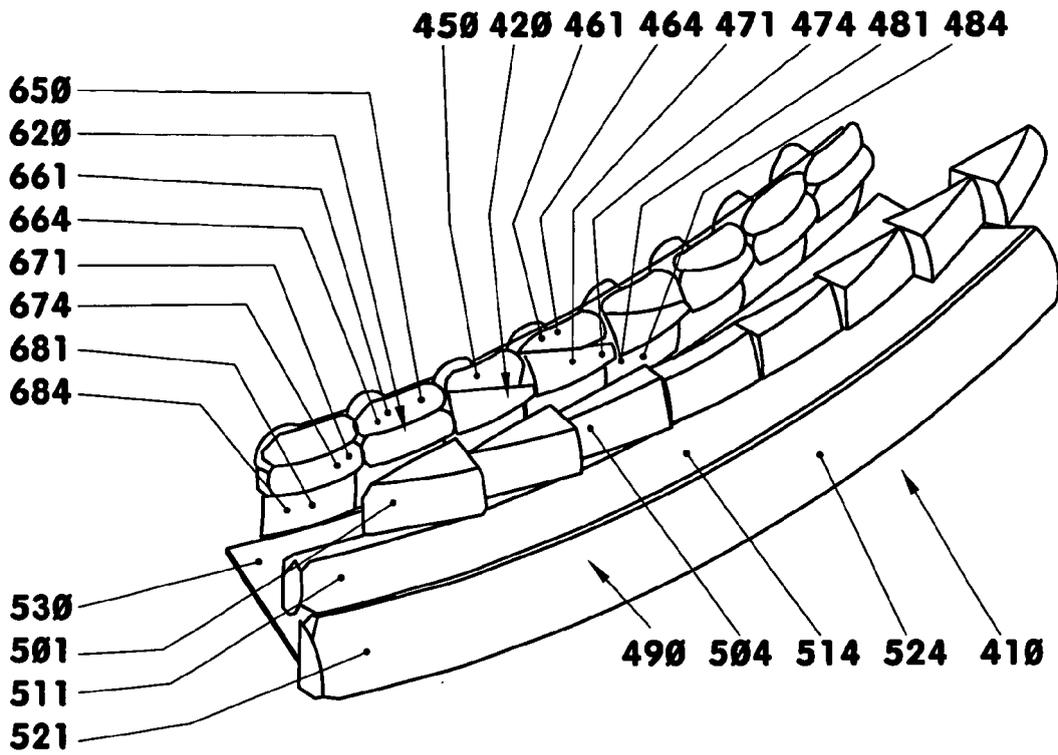


Fig. 9

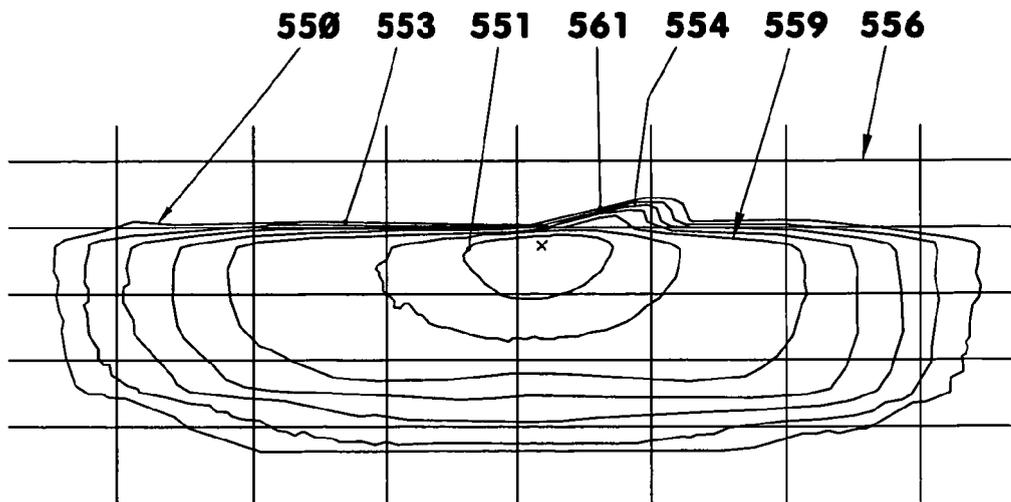


Fig. 10

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10340430 A1 [0002]