



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 044 640 A1** 2008.03.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 044 640.2**

(22) Anmeldetag: **19.09.2006**

(43) Offenlegungstag: **27.03.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F21V 13/02** (2006.01)

**F21V 5/04** (2006.01)

**F21V 8/00** (2006.01)

**F21S 8/12** (2006.01)

**F21W 101/10** (2006.01)

**F21Y 101/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Schefenacker Vision Systems Germany GmbH,  
 71409 Schwaikheim, DE**

(72) Erfinder:

**Specht, Stephanie, 70199 Stuttgart, DE; Leittretter,  
 Andreas, 73770 Denkendorf, DE**

(74) Vertreter:

**Zürn & Thämer, Patentanwälte, 76571 Gaggenau**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE10 2005 017528 A1**

**DE 101 37 336 A1**

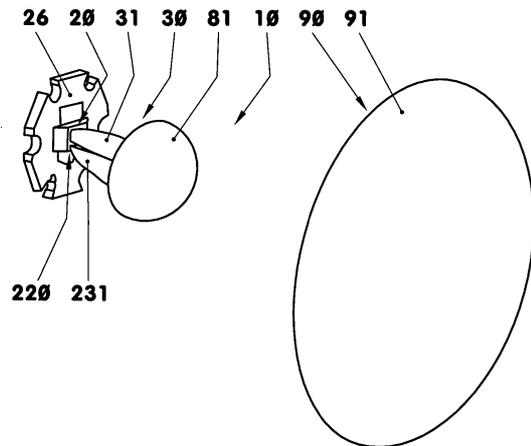
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Leuchteinheit zur Fern- und Abblendlichterzeugung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit mit mindestens einer Leuchtdiode, die mindestens einen lichtemittierenden Chip als Lichtquelle umfasst, mit einer Primäroptik, die mindestens einen der Leuchtdiode optisch nachgeschalteten Lichtleitkörper umfasst, und mit einer dem Lichtleitkörper optisch nachgeschalteten Sekundäroptik. Dazu umfasst die Leuchteinheit eine zweite Leuchtdiode mit mindestens einem lichtemittierenden Chip als Lichtquelle. Die Primäroptik umfasst einen zweiten Lichtleitkörper, der der zweiten Leuchtdiode optisch vorgeschaltet ist. Die Lichtaustrittsflächen der beiden Lichtleitkörper grenzen in einer Trennfuge aneinander.

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Leuchteinheit mit einer hohen Lichtleistung sowohl für das Abblendlicht als auch für das Fernlicht entwickelt, die einen geringen Bau- raum beansprucht.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leuchteinheit mit mindestens einer Leuchtdiode, die mindestens einen lichtemittierenden Chip als Lichtquelle umfasst, mit einer Primäroptik, die mindestens einen der Leuchtdiode optisch nachgeschalteten Lichtleitkörper umfasst, und mit einer dem Lichtleitkörper optisch nachgeschalteten Sekundäroptik.

[0002] Aus der DE 103 14 524 A1 ist eine derartige Leuchteinheit bekannt. In einem Scheinwerfer sind mehrere gleichartige Leuchteinheiten angeordnet, wobei die einzelne Leuchteinheit entweder zur Abblendlichterzeugung oder zur Fernlichterzeugung beiträgt.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, eine Leuchteinheit mit einer hohen Lichtleistung sowohl für das Abblendlicht als auch für das Fernlicht zu entwickeln, die einen geringen Bauraum beansprucht.

[0004] Diese Problemstellung wird mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Dazu umfasst die Leuchteinheit eine zweite Leuchtdiode mit mindestens einem lichtemittierenden Chip als Lichtquelle. Die Primäroptik umfasst einen zweiten Lichtleitkörper, der der zweiten Leuchtdiode optisch nachgeschaltet und der Sekundäroptik optisch vorgeschaltet ist. Die Lichtaustrittsflächen der beiden Lichtleitkörper grenzen in einer Trennfuge aneinander.

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

[0006] **Fig. 1:** Dimetrische Ansicht einer Leuchteinheit;

[0007] **Fig. 2:** Draufsicht auf **Fig. 1**;

[0008] **Fig. 3:** Anordnung der Lichtquellen;

[0009] **Fig. 4:** Ansicht der Lichtleitkörper von der Lichteintrittsseite;

[0010] **Fig. 5:** Ansicht der Lichtleitkörper von der Lichtaustrittsseite;

[0011] **Fig. 6:** Dimetrische Ansicht der Lichtleitkörper;

[0012] **Fig. 7:** Dimetrische Ansicht eines Lichtleitkörpers von unten;

[0013] **Fig. 8:** Längsschnitt einer Leuchteinheit;

[0014] **Fig. 9:** Ansicht eines Lichtleitkörpers schräg

von oben;

[0015] **Fig. 10:** Strahlengang der Leuchteinheit;

[0016] **Fig. 11:** Strahlengang in den Lichtleitkörpern;

[0017] **Fig. 12:** Lichtverteilungsdiagramm bei Betrieb mit einer Leuchtdiode;

[0018] **Fig. 13:** Lichtverteilungsdiagramm der Leuchteinheit;

[0019] **Fig. 14:** Lichtaustrittsfläche mit versetztem Übergangsbereich;

[0020] **Fig. 15:** Lichtaustrittsfläche mit gekrümmten Unterkanten.

[0021] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen eine Leuchteinheit (10), z.B. ein Lichtmodul (10) eines Kraftfahrzeugscheinwerfers, in einer dimetrischen Ansicht und in einer Draufsicht. Das Lichtmodul (10) umfasst z.B. zwei Lumineszenzdioden (20, 220), eine Primäroptik (30) und eine Sekundäroptik (90). Die Lichtausbreitungsrichtung (15) ist von den Lumineszenzdioden (20, 220) in Richtung der Sekundäroptik (90) orientiert. Die optische Achse (11) des Lichtmoduls (10) schneidet hier die geometrische Mitte der Lumineszenzdioden (20, 220) und durchdringt die Primäroptik (30) und die Sekundäroptik (90).

[0022] Die einzelne Lumineszenzdiode (20, 220) ist z.B. eine Leuchtdiode (20, 220), die beispielsweise in einem Sockel (26) sitzt. In der Darstellung der **Fig. 3**, die die Anordnung der Lichtquellen (22-25; 222-225) zeigt, ist die Leuchtdiode (20) oben und die Leuchtdiode (220) unten angeordnet. Der Mittenabstand der beiden Leuchtdioden (20, 221) zueinander beträgt z.B. 7,5 Millimeter.

[0023] Jede der Leuchtdioden (20, 220) umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine Gruppe (21, 221) von vier lichtemittierenden Chips (22-25; 222-225), die in einem Quadrat angeordnet sind. Jede der Lichtquellen (22-25; 222-225) hat somit zwei unmittelbar benachbarte lichtemittierende Chips (23, 24; 22, 25; 22, 25; 23, 24; 223, 224; 222, 225; 222, 225; 223, 224). Die lichtemittierenden Chips (22-25; 222-225) der Gruppen (21; 221) können auch im Rechteck, im Dreieck, im Sechseck, in einem Kreis mit oder ohne mittige Lichtquelle, etc. angeordnet sein. Der einzelne lichtemittierende Chip (22-25; 222-225) ist in diesem Ausführungsbeispiel quadratisch und hat z.B. eine Kantenlänge von einem Millimeter. Der Abstand der lichtemittierenden Chips (22-25; 222-225) einer Gruppe (21; 221) zueinander beträgt beispielsweise ein Zehntel Millimeter. Auch eine Ausführung mit einem einzelnen lichtemittierenden Chip (22; 23; 24; 25; 222; 223; 224; 225) ist denk-

bar. Die Leuchtdioden (**20, 220**) haben hier einen transparenten Körper, der in der Lichtausbreitungsrichtung (**15**) vom Sockel (**26**) aus eine Länge von z.B. 1,6 Millimetern hat.

**[0024]** Die Primäroptik (**30**) umfasst in dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiel zwei übereinander angeordnete Lichtleitkörper (**31, 231**) und eine den Lichtleitkörpern (**31, 231**) in der Lichtausbreitungsrichtung (**15**) nachgeschaltete optische Linse (**81**). Der z.B. oberliegende Lichtleitkörper (**31**) ist der Leuchtdiode (**20**) optisch nachgeschaltet, der hier unterliegende Lichtleitkörper (**231**) ist zwischen der unteren Leuchtdiode (**220**) und der optischen Linse (**81**) angeordnet. Der Abstand der Lichtleitkörper (**31, 231**) zu den Leuchtdioden (**20, 220**) beträgt beispielsweise einige Zehntel Millimeter, z.B. zwischen 0,2 Millimeter und 0,5 Millimeter. Die Zwischenräume (**16, 216**), vgl. [Fig. 8](#), zwischen den Lichtleitkörpern (**31, 231**) und den Leuchtdioden (**20, 220**) können z.B. mit einem silikonartigen, transparenten Werkstoff gefüllt sein.

**[0025]** Die beiden Lichtleitkörper (**31, 231**) sind z.B. Kunststoffkörper aus einem hochtransparenten, thermoplastischen Werkstoff, z.B. Polymethacrylsäuremethylester (PMMA) oder Polycarbonat (PC). Dieser Werkstoff der beispielsweise als Vollkörper ausgebildeten Lichtleitkörper (**31, 231**) hat z.B. eine Brechzahl von 1,49. Die beiden Lichtleitkörper (**31, 231**) haben in diesem Ausführungsbeispiel die gleiche Länge, die gleiche Breite und die gleiche Höhe. Diese Hauptabmessungen können jedoch auch differieren. Die Länge der Lichtleitkörper (**31, 231**) beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 13,5 Millimeter. Die Lichtleitkörper (**31, 231**) der hier beschriebenen Leuchteinheit (**10**) können z.B. auch eine Länge zwischen 15 und 16 Millimetern aufweisen.

**[0026]** In den [Fig. 4–Fig. 7](#) sind die Lichtleitkörper (**31, 231**) in verschiedenen Ansichten dargestellt. Hierbei zeigt die [Fig. 4](#) eine Ansicht der Lichtleitkörper (**31, 231**) von den Lichteintrittsseiten (**32, 132**) aus. In der [Fig. 5](#) sind die Lichtleitkörper (**31, 231**) in einer Ansicht von den Lichtaustrittsseiten (**34, 234**) aus dargestellt. Die [Fig. 6](#) zeigt eine dimetrische Ansicht der Lichtleitkörper (**31, 231**) und die [Fig. 7](#) eine dimetrische Ansicht des oberen Lichtleitkörpers (**31**) von unten. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind die beiden Lichtleitkörper (**31, 231**) zumindest annähernd identisch und zueinander um 180 Grad z.B. um die optische Achse (**11**) gedreht, wobei die Lichtaustrittsseiten (**34, 234**) aneinander angrenzen.

**[0027]** Die den Lichtquellen (**22–25; 222–225**) zugewandten Lichteintrittsflächen (**32, 232**) und die den Lichtquellen (**22–25; 222–225**) abgewandten Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) sind in diesem Ausführungsbeispiel parallel zueinander und normal zur op-

tischen Achse (**11**) angeordnet. Die Lichteintritts- (**32, 232**) und die jeweils zugehörige Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) können auch zueinander geneigt sein. Die jeweilige Lichteintrittsfläche (**32, 232**) ist hier eine trapezförmige, ebene Fläche. Die kurze Grundlinie der oberen Lichteintrittsfläche (**32**), sie hat z.B. eine Länge von 2,4 Millimetern, ist unten angeordnet. Die oberliegende lange Grundlinie dieser Fläche (**32**) ist beispielsweise 3,02 Millimeter lang. Die untere Lichteintrittsfläche (**232**) hat die gleichen Abmessungen und ist umgekehrt aufgebaut, so dass die kurzen Grundlinien der beiden Lichteintrittsflächen (**32, 232**) in diesem Ausführungsbeispiel zueinander orientiert sind. Der Flächeninhalt einer Lichteintrittsfläche (**32, 232**) beträgt beispielsweise jeweils 5,5 Quadratmillimeter. Die Lichteintrittsflächen (**32, 232**) können auch quadratisch, rechteckig, etc. aufgebaut sein.

**[0028]** Die Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) haben jeweils beispielsweise einen Flächeninhalt von 44 Quadratmillimetern. Ihre Höhe beträgt hier 5,8 Millimeter, ihre maximale Breite – dies ist auch die maximale Breite des jeweiligen Lichtleitkörpers (**31, 231**) – 9 Millimeter. Die Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) haben im Ausführungsbeispiel zumindest annähernd die Gestalt von Abschnitten eines Ovals. Sie liegen z.B. in einer gemeinsamen Ebene. Die gedachte Mittellinie der oberen Lichtaustrittsfläche (**34**) ist beispielsweise um 7% der Höhe der Lichtaustrittsfläche (**34**) in bezug auf die gedachte Mittellinie (**29**) der oberen Leuchtdiode (**20**) nach unten versetzt. Die Mittellinie der unteren Lichtaustrittsfläche (**234**) ist um diesen Wert gegenüber der zugehörigen Leuchtdiode (**220**) nach oben versetzt. Die Unterkante (**35**) der oberen Lichtaustrittsfläche (**34**) und die Oberkante (**235**) der unteren Lichtaustrittsfläche (**234**) haben jeweils zwei in der Höhe zueinander versetzte Abschnitte (**36, 37; 236, 237**), die jeweils mittels eines Verbindungsabschnitts (**38, 238**) miteinander verbunden sind. Diese Kanten (**35, 235**) bilden eine Trennfuge (**35, 235**), in der die Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) z.B. aneinander anstoßen. Die Kontaktlänge entspricht beispielsweise der gesamten Länge der entsprechenden Kanten (**35, 235**). Die Länge der Trennfuge (**35, 235**) beträgt hier 66% der Länge der Lichtleitkörper (**31, 231**).

**[0029]** Die Seitenflächen (**41, 43; 241, 243**) des einzelnen Lichtleitkörpers (**31; 231**) sind spiegelbildlich zueinander angeordnet. Sie umfassen jeweils einen ebenen Flächenabschnitt (**42, 44; 242, 244**). Diese Flächenabschnitte (**42, 44; 242, 244**) liegen in Ebenen, die z.B. miteinander einen in Richtung des jeweiligen Lichtleitkörpers (**31; 231**) orientierten Winkel von 13 Grad einschließen. Die gedachte Schnittlinie der Ebenen des oberen Lichtleitkörpers (**31**) liegt unterhalb des Lichtleitkörpers (**31**), die Schnittlinie der Ebenen des unteren Lichtleitkörpers (**231**) ist oberhalb des unteren Lichtleitkörpers (**231**) angeordnet. Die hier als ebene Flächenabschnitte (**42, 44; 242,**

**244)** bezeichneten Flächenabschnitte (**42, 44; 242, 244**) können auch z.B. in Längsrichtung tordiert sein.

**[0030]** Als Deckflächen (**51, 251**) der Lichtleitkörper (**31, 231**) werden im Folgenden die einander abgewandten Begrenzungsflächen (**51, 251**) der beiden Körper (**31, 231**) bezeichnet. In den Darstellungen der [Fig. 4](#) und [Fig. 6](#) ist die Deckfläche (**51**) des oberen Lichtleitkörpers (**31**) die oberliegende Begrenzungsfläche (**51**), die Deckfläche (**251**) des unteren Lichtleitkörpers (**231**) ist die untere Begrenzungsfläche (**251**) des Lichtleitkörpers (**231**). Analog hierzu werden die einander zugewandten Flächen (**71, 271**) als Bodenflächen (**71, 271**) bezeichnet.

**[0031]** Die Deckflächen (**51, 251**) der Lichtleitkörper (**31, 231**) umfassen in diesem Ausführungsbeispiel jeweils einen zylindrisch aufgezogenen Parabelflächenabschnitt (**52, 252**), einen einachsig gebogenen Flächenabschnitt (**53, 253**) und einen ebenen Flächenabschnitt (**54, 254**). Diese Flächenabschnitte (**52–54, 252–254**) sind in der Lichtausbreitungsrichtung (**15**) hintereinander angeordnet, wobei der jeweilige Parabelflächenabschnitt (**52, 252**) an die jeweilige Lichteintrittsfläche (**32, 232**) angrenzt und der jeweilige ebene Flächenabschnitt (**54, 254**) an die jeweilige Lichteintrittsfläche (**34, 234**) angrenzt. Die gedachten Krümmungsachsen der Flächenabschnitte (**52, 53**) liegen beispielsweise parallel zur Oberkante (**33**) der Lichteintrittsfläche (**32**), die gedachten Krümmungsachsen der Flächenabschnitte (**252, 253**) liegen beispielsweise parallel zur Unterkante (**233**) der Lichteintrittsfläche (**232**).

**[0032]** Die Länge der Parabelflächenabschnitte (**52, 252**) beträgt z.B. 30% der Länge der jeweiligen Deckfläche (**51, 251**). Die jeweilige Brennnlinie (**55, 255**) der zugehörigen Parabelfläche liegt in diesem Ausführungsbeispiel z.B. mittig in der zugehörigen Lichteintrittsfläche (**32, 232**). Die Brennnlinie (**55**) ist beispielsweise parallel zur oberen Kante (**33**) der Lichteintrittsfläche (**32**) orientiert, die Brennnlinie (**255**) ist z.B. parallel zur unteren Kante (**233**) der Lichteintrittsfläche (**232**) orientiert und schneidet z.B. die jeweilige Mittelachse (**29, 229**). Der Parabelflächenabschnitt (**52**) ist somit in Bezug auf die Lichtausbreitungsrichtung (**15**) mathematisch negativ, d.h. im Uhrzeigersinn, gekrümmt. Der Parabelflächenabschnitt (**252**) ist in Bezug auf die Lichtausbreitungsrichtung (**15**) mathematisch positiv gekrümmt.

**[0033]** In den [Fig. 8](#) und [Fig. 11](#) sind die Deckflächen (**51, 251**) im Längsschnitt als Kurven (**61, 261**) und der jeweilige Parabelflächenabschnitt (**52, 252**) als Parabelabschnitt (**62, 262**) dargestellt. Die Parabelabschnitte (**62, 262**) sind Teil von Kurven z.B. zweiter Ordnung. Der Parabelabschnitt (**62**) des oberen Lichtleitkörpers (**31**) ist beispielsweise um 118 Grad im Uhrzeigersinn gegenüber einer Parabel gedreht, die symmetrisch zur nach oben orientierten Or-

dinate eines in der Zeichnungsebene liegenden kartesischen Koordinatensystems liegt. Der gedachte Drehpunkt der Parabel – und des auf die Parabel bezogene Koordinatensystems – ist der Brennpunkt (**65**) als Punkt der Brennnlinie (**55**). Die Abszisse des parabelbezogenen Koordinatensystems ist die Leitlinie der Parabel, die Ordinate schneidet die Brennnlinie (**55**). Der Abstand des Brennpunktes vom Ursprung des parabelbezogenen Koordinatensystems beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 1,49 Millimeter. Mit  $y$  als Ordinatenwert und  $x$  als Abszissenwert des parabelbezogenen Koordinatensystems hat die hier dargestellte Parabel zumindest annähernd die Gleichung:  $y = 0,15 \cdot x^2 + x$ . Der Parabelabschnitt (**262**) des unteren Lichtleitkörpers (**231**) ist entsprechend in die Gegenrichtung gedreht.

**[0034]** Die Länge der gebogenen Flächenabschnitte (**53, 253**) beträgt beispielsweise 45% der Länge der Lichtleitkörpers (**31, 231**). Der Biegeradius entspricht z.B. der zweieinhalbfachen Länge der Lichtleitkörper (**31, 231**). Die Biegelinien liegen außerhalb der Lichtleitkörper (**31, 231**) auf der Seite der jeweiligen Deckfläche (**51, 251**). Der Flächenabschnitt (**53**) des oberen Lichtleitkörpers (**31**) ist somit in der Darstellung der [Fig. 8](#) und [Fig. 11](#) mathematisch positiv, entgegen des Uhrzeigersinns, gekrümmt. Entsprechend ist der Flächenabschnitt (**253**) des unteren Lichtleitkörpers (**231**) mathematisch negativ gekrümmt. Die Übergänge zwischen den Parabelflächenabschnitten (**52, 252**) und den gebogenen Flächenabschnitten (**53, 253**) sind tangential. Die Deckflächen (**51, 251**) haben in diesen Übergängen jeweils eine Wendelinie (**56, 256**). Im Längsschnitt, vgl. die [Fig. 8](#) und [Fig. 11](#), haben die Kurven (**61, 261**) jeweils einen Wendepunkt (**66, 266**).

**[0035]** Die gebogenen Flächenabschnitte (**53, 253**) gehen in die ebenen Flächenabschnitte (**54, 254**) über. Letztere schließen beispielsweise mit jeweils einer Ebene normal zur Lichteintrittsfläche (**32, 232**), in der die obere Kante (**33**) bzw. die untere Kante (**233**) liegt, einen Winkel von 12 Grad ein. Im Längsschnitt haben die Kurven (**61, 261**) hier jeweils einen geraden Abschnitt (**64, 264**).

**[0036]** Die oberen Längskanten des oberen Lichtleitkörpers (**31**) und die unteren Längskanten des unteren Lichtleitkörpers (**231**) sind abgerundet. Der Rundungsradius steigt in der Lichtausbreitungsrichtung (**15**) z.B. linear von Null Millimeter auf vier Millimeter an. Die Abrundungen (**57, 257**) können auch bereichsweise stetig ausgebildet sein. Sie gehen tangential in die angrenzenden Flächen (**41, 51; 43, 51; 241, 251; 243, 251**) über. In den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) sowie in der [Fig. 9](#) sind diese Übergänge zur Verdeutlichung als Kanten dargestellt.

**[0037]** Die jeweilige Bodenfläche (**71, 271**) der Lichtleitkörper (**31, 231**) umfasst in diesem Ausführ-

rungsbeispiel zwei zueinander versetzte Parabelflächenabschnitte (72, 73; 272, 273), die zylindrisch aufgezogen sind. Die beiden Parabelflächenabschnitte (72, 73) des oberen Lichtleitkörpers (31) sind z.B. um eine gemeinsame Achse, beispielsweise die obere Kante (33) der Lichteintrittsfläche (32), gegeneinander verdreht. Der Verdrehungswinkel beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 2 Grad, wobei beispielsweise der in der Lichtausbreitungsrichtung (15) links gelegene Parabelflächenabschnitt (73) weiter aus dem Lichtleitkörper (31) herausragt als der rechts gelegene Parabelflächenabschnitt (72). Die beiden Parabelflächenabschnitte (72, 73) haben z.B. eine gemeinsame Brennlinie (74), die beispielsweise mit der oberen Kante (33) der Lichteintrittsfläche (32) zusammenfällt. Die Parabelflächenabschnitte (272, 273) des unteren Lichtleitkörpers (231) sind in diesem Ausführungsbeispiel um den gleichen Winkelbetrag wie die Parabelflächenabschnitte (72, 73) zueinander verdreht, wobei der in der Lichtausbreitungsrichtung (15) rechts gelegene Parabelflächenabschnitt (272) weiter aus dem Lichtleitkörper (231) herausragt als der links gelegene Parabelflächenabschnitt (273). Auch diese beiden Parabelflächenabschnitte (272, 273) haben z.B. eine gemeinsame Brennlinie (274), die z.B. mit der Oberkante (233) der Lichteintrittsfläche (232) zusammenfällt. Die Ausläufe aller Parabelflächenabschnitte (72, 73; 272, 273) an den Lichtaustrittsflächen (34, 234) liegen z.B. parallel zur optischen Achse (11). Hierbei stößt der Parabelflächenabschnitt (72) an den Unterkantenabschnitt (36), der Parabelflächenabschnitt (73) an den Unterkantenabschnitt (37), der Parabelflächenabschnitt (272) an den Unterkantenabschnitt (236) und der Parabelflächenabschnitt (273) an den Unterkantenabschnitt (237).

**[0038]** In dem in den [Fig. 8](#) und [Fig. 11](#) dargestellten Längsschnitt sind z.B. die Parabelflächenabschnitte (72, 272) Parabelabschnitte (76, 276). Die zugehörige Parabel des Parabelflächenabschnitts (72) ist beispielsweise um 71,5 Grad im Uhrzeigersinn gegenüber einer Parabel gedreht, die symmetrisch zur nach oben orientierten Ordinate eines in der Zeichnungsebene liegenden kartesischen Koordinatensystems liegt. Der gedachte Drehpunkt der Parabel – und des auf die Parabel bezogene Koordinatensystems – ist der Brennpunkt (78) als Punkt der Brennlinie (74). Die Abszisse des parabelbezogenen Koordinatensystems ist die Leitlinie der Parabel, die Ordinate schneidet den Brennpunkt (78). Der Abstand des Brennpunktes (78) vom Ursprung des parabelbezogenen Koordinatensystems beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 2,59 Millimeter. Mit  $y$  als Ordinatewert und  $x$  als Abszissenwert des parabelbezogenen Koordinatensystems hat die hier dargestellte Parabel zumindest annähernd die Gleichung:  $y = 0,17 \cdot x^2 + 0,15 \cdot x + 1,05$ . Die entsprechende Parabel des unteren Parabelflächenabschnitts (272) ist in der Gegenrichtung verdreht.

**[0039]** Zwischen den z.B. jeweils zwei Parabelflächenabschnitten (72, 73; 272, 273) liegt in diesem Ausführungsbeispiel jeweils ein Übergangsbereich (75, 275). Diese Übergangsbereiche (75, 275) sind zumindest annähernd mittig entlang der jeweiligen Bodenfläche (71, 271) angeordnet. Sie schließen mit den angrenzenden Parabelabschnittsflächen (72, 73; 272, 273) z.B. einen Winkel von 135 Grad ein. Die Höhe der Übergangsbereiche (75, 275) nimmt damit in der Lichtausbreitungsrichtung (15) zu. In diesem Ausführungsbeispiel beträgt die Höhe der Übergangsbereiche (75, 275) an den Übergangabschnitten (38, 238) der Lichtaustrittsfläche (34, 234) 0,5 Millimeter. Die Übergangsbereiche (75, 275) können gegebenenfalls Übergangsradien (77) aufweisen. Im Ausführungsbeispiel schneiden die Übergangsbereiche (75, 275) die optische Achse (11) an den Lichtaustrittsflächen (34, 234). Die Übergangsbereiche (75, 275) können gegenüber der optischen Achse (11) versetzt sein. Die aneinander angrenzenden Lichtaustrittsflächen (34, 234) ergeben somit eine große zusammenhängende Fläche mit einer durchgehenden Trennfuge (35, 235). Gegebenenfalls können die beiden Lichtleitkörper (31, 231) zueinander beabstandet sein, wobei der maximale Abstand z.B. kleiner ist als 5 Millimeter.

**[0040]** Die optische Linse (81) der Primäroptik (30) ist z.B. eine plankonvexe asphärische Sammellinse (81), beispielsweise eine Kondensorlinse. Die Planseite (82) der Linse (81) liegt in der Darstellung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) an den Lichtaustrittsflächen (34, 234) der Lichtleitkörper (31, 231) an. Die optische Linse (81) kann z.B. in einem der Lichtleitkörper (31; 231) integriert sein. Der maximale Durchmesser der optischen Linse (81) ist beispielsweise 30% größer als die Länge der Lichtleitkörper (31, 231). Der Längsschnitt der optischen Linse (81) ist z.B. ein Segment einer Ellipse, deren große Achse das Zweieinhalbfache und deren kleine Achse 160% der Länge der Lichtleitkörper (31, 231) beträgt. Die Dicke der optischen Linse (81) beträgt hier 50% der Länge der Lichtleitkörpers (31, 231). Gegebenenfalls kann das Lichtmodul (10) ohne die optische Linse (81) ausgeführt sein, vgl. die [Fig. 8](#) und [Fig. 10](#).

**[0041]** Die Sekundäroptik (90) umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine Sekundärlinse (91). Diese ist beispielsweise eine asphärische plankonvexe Linse. Die Hüllgestalt dieser Linse ist z.B. ein Kugelabschnitt. Die Mittellinie (95) der Sekundärlinse (91) liegt beispielsweise auf der optischen Achse (11). Der Radius des Kugelabschnitts beträgt in der Darstellung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) 240% und die Höhe 110% der Länge der Lichtleitkörper (31, 231). Der maximale Abstand der Planfläche (92) von der Lichtaustrittsfläche (93), die Dicke der Sekundärlinse (91), entspricht z.B. der Länge des Lichtleitkörpers (31, 231). Der Abstand der Sekundärlinse (91) von den Lichtaustrittsflächen (34, 234) der Lichtleitkörper (31, 231) beträgt

z.B. 260% der Länge der Lichtleitkörper (31, 231).

[0042] Beim Betrieb des Lichtmoduls (10) wird Licht (100) z.B. von allen Lichtquellen (22–25; 222–225) emittiert und tritt durch die Lichteintrittsflächen (32, 232) hindurch in die Lichtleitkörper (31, 231). Jeder lichtemittierende Chip (22— 25; 222–225) wirkt als Lambert'scher Strahler, der Licht (100) im Halbraum emittiert. Das Licht der oberen Leuchtdiode (20) tritt hierbei nur in den oberen Lichtleitkörper (31), das Licht der unteren Leuchtdiode (220) nur in den unteren Lichtleitkörper (231).

[0043] In der [Fig. 10](#) ist exemplarisch ein Strahlengang eines Lichtmoduls (10) in einem Längsschnitt des Lichtmoduls (10) dargestellt. Das hier gezeigte Lichtmodul (10) entspricht dem in der [Fig. 8](#) dargestellten Lichtmodul (10). Den Strahlengang innerhalb der Lichtleitkörper (31, 231) zeigt vergrößert die [Fig. 11](#).

[0044] In den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) sind exemplarisch Lichtstrahlen (101–109; 301–309) dargestellt, die von jeweils zwei übereinander angeordneten lichtemittierenden Chips (23, 25; 223, 225) emittiert werden. Die lichtemittierenden Chips (23, 25; 223, 225) sind hier als punktförmige Lichtquellen dargestellt. Vom oberen lichtemittierenden Chip (23) der oberen Leuchtdiode (20) sind beispielsweise die Lichtstrahlen (101–105) gezeigt, die um 15 Grad versetzt zueinander emittiert werden. Hierbei wird beispielsweise der Lichtstrahl (101) um 45 Grad nach oben emittiert, während der Lichtstrahl (105) um 45 Grad nach unten in bezug auf die optische Achse (11) emittiert wird. Die entsprechenden Lichtstrahlen des unteren lichtemittierenden Chips (25) der oberen Leuchtdiode (20) sind die Lichtstrahlen (106–109). In der unteren Leuchtdiode (220) sind vom oberen lichtemittierenden Chip (223) die Lichtstrahlen (301–305) und vom unteren lichtemittierenden Chip (225) die Lichtstrahlen (306–309) dargestellt. Im Folgenden wird nur der Strahlengang des Lichts der oberen Leuchtdiode (20) beschrieben, der Strahlengang des Lichts der unteren Leuchtdiode (220) ist spiegelbildlich hierzu.

[0045] Licht (103), das vom oberen lichtemittierenden Chip (23) parallel zur optischen Achse (11) emittiert wird, durchdringt die Lichtaustrittsfläche (34) des Lichtleitkörpers (31) in normaler Richtung. Es trifft auf die Planfläche (92) der Sekundärlinse (91) ebenfalls in normaler Richtung auf, durchdringt die Sekundärlinse (91) und wird beim Austritt aus der Sekundärlinse (91) beispielsweise vom Lot im Durchtrittspunkt weg gebrochen.

[0046] Die vom oberen lichtemittierenden Chip (23) emittierten Lichtstrahlen (102), die mit der optischen Achse (11) einen nach oben gerichteten Winkel von 15 Grad und von 30 Grad einschließen, treffen auf eine obere Grenzfläche (151) des Lichtleitkörpers

(31). Diese obere Grenzfläche (151) wird durch die Deckfläche (51) gebildet und hat maximal deren Größe. Der jeweilige Auftreffpunkt liegt hier im Bereich der Parabelfläche (52). Die auftreffenden Lichtstrahlen (102) schließen mit der Normalen im Auftreffpunkt einen Winkel ein, der größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion für den Übergang des Werkstoffs des Lichtleitkörpers (31) mit Luft. Die obere Grenzfläche (151) bildet somit eine Totalreflexionsfläche (151) für das auftreffende Licht (102). Die reflektierten Lichtstrahlen (102) durchtreten die Lichtaustrittsfläche (34), wobei sie vom Lot im Durchtrittspunkt weg gebrochen werden. Beim Eintritt in die Sekundärlinse (91) werden die hier annähernd parallel liegenden Lichtstrahlen (102) in Richtung des Lots im jeweiligen Durchtrittspunkt gebrochen und beim Austritt in die Umgebung (1) vom Lot weg gebrochen. Die dargestellten Lichtstrahlen (102) treten hier im unteren Segment der Sekundärlinse (91) in die Umgebung (1).

[0047] Das Licht (101), das unter einem nach oben gerichteten Winkel von 45 Grad vom oberen lichtemittierenden Chip (23) emittiert wird, wird zunächst an der oberen Totalreflexionsfläche (151) reflektiert. Das reflektierte Licht (101) trifft auf die untere Grenzfläche (161). Der Auftreffwinkel des Lichts (101) und die Normale im Auftreffpunkt schließen einen Winkel ein, der größer ist als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Die untere Begrenzungsfläche (161) wirkt damit für das auftreffende Licht (101) als untere Totalreflexionsfläche (161). Das an dieser Totalreflexionsfläche (161) reflektierte Licht (101) durchdringt die Lichtaustrittsfläche (34) und die Sekundärlinse (91), wobei es beim Durchtritt durch die jeweiligen Körpergrenzflächen (34, 92, 93) gebrochen wird. Dieses Licht (101) tritt im oberen Segment der Sekundärlinse (91) in die Umgebung (1).

[0048] Der in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) gezeigte Lichtstrahl (104) des oberen lichtemittierenden Chips (23), der mit der optischen Achse (11) einen nach unten gerichteten Winkel von 15 Grad einschließt, wird im Lichtleitkörper (31) nicht reflektiert. Er wird beim Durchtritt durch die Lichtaustrittsfläche (34) und durch die Sekundärlinse (91) gebrochen. Dieser Lichtstrahl (104) liegt im unteren Segment der Sekundärlinse (91).

[0049] Das in den genannten [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) unter einem nach unten gerichteten Winkel von 30 Grad und von 45 Grad zur optischen Achse (11) emittierte Licht (105) wird an der unteren Grenzfläche (161) totalreflektiert und tritt unter Brechung durch die Lichtaustrittsfläche (34) und die Sekundärlinse (91) hindurch in die Umgebung (1). Dieses Licht (105) liegt im oberen Segment der Sekundärlinse (91).

[0050] Das vom unteren lichtemittierenden Chip (25) parallel zur optischen Achse (11) emittierte Licht

(108) ist zumindest annähernd parallel zum Licht (103) des oberen lichtemittierenden Chips (23).

[0051] Licht (107), das unter einem nach oben gerichteten Winkel von 15 Grad emittiert wird, trifft im Bereich der Wendelinie (56) auf die obere Grenzfläche (151). Hier wird es vollständig reflektiert und tritt unter Brechung durch die Lichtaustrittsfläche (34) und das untere Segment der Sekundärlinse (91) hindurch in die Umgebung (1).

[0052] Die in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) unter 30 Grad und unter 45 Grad zur optischen Achse (11) nach oben dargestellten, vom unteren lichtemittierenden Chip (25) emittierten Lichtstrahlen (106) werden an der oberen (151) und an der unteren Grenzfläche (161) reflektiert.

[0053] Die Lichtstrahlen (109) des unteren lichtemittierenden Chips (25), die mit der optischen Achse (11) einen nach unten gerichteten Winkel von 15, 30 und 45 Grad einschließen, werden an der unteren Grenzfläche (161) reflektiert. Unter Brechung durchdringen sie die Lichtaustrittsfläche (34) und die Sekundärlinse (91). Beispielsweise liegen die in die Umgebung (1) austretenden Lichtstrahlen (109) annähernd symmetrisch zur optischen Achse (11).

[0054] Von dem gesamten von den Lichtquellen (22–25) emittierten Licht (100) wird in diesem Ausführungsbeispiel 48% an der unteren Grenzfläche (161) reflektiert und 26% des Lichts an der oberen Grenzfläche (151) reflektiert.

[0055] In der Draufsicht, vgl. [Fig. 2](#), wird das Lichtbündel (100) beispielsweise auf einen Winkel von 17 Grad aufgeweitet.

[0056] Die vom Lichtmodul (10) beim Betrieb nur mit der oberen Leuchtdiode (20) erzeugte Beleuchtungsstärkeverteilung (170), beispielsweise auf einer 25 Meter entfernten Wand, ist in der [Fig. 12](#) dargestellt. Die optische Achse (11) des Lichtmoduls (10) durchdringt die Messwand z.B. im Schnittpunkt (171) zweier Bezugsgitternetzlinien (172, 173). In dieser Darstellung haben auf der Messwand die horizontalen Gitternetzlinien (172) zueinander einen Abstand von zwei Metern. Die Abstände der vertikalen Gitternetzlinien (173) zueinander beträgt hier z.B. fünf Meter. Die einzelnen Isolinien (174) sind Linien gleicher Beleuchtungsstärke. Die Beleuchtungsstärke, gemessen in Lux oder in Lumen pro Quadratmeter, steigt in diesem Diagramm von außen nach innen an. Eine innenliegende Isolinie (174) hat z.B. die 1,8-fache Beleuchtungsstärke einer weiter außen gelegenen Isolinie.

[0057] Auf der Messwand bildet die Sekundärlinse (91) die Lichtaustrittsfläche (34) oder (83) der Primäroptik (30) ab. Diese Lichtaustrittsfläche (34; 83) kann

die Lichtaustrittsfläche (34) des Lichtleitkörpers (31) oder die konvexe Fläche (83) der Kondensorlinse (81) sein. Der Bereich (175) der höchsten Beleuchtungsstärke, der sogenannte Hot Spot (175), liegt hier rechts unterhalb des Schnittpunkts (171). Nach oben hin fällt die Beleuchtungsstärke an der Hell-Dunkel-Grenze (176) rapide ab. Die Hell-Dunkel-Grenze (176) ist hier z-förmig ausgebildet. Sie hat in dieser Darstellung rechts einen höherliegenden Abschnitt (177) und links einen tieferliegenden Abschnitt (178). Beide Abschnitte (177, 178) sind mittels eines Verbindungsabschnittes (179) miteinander verbunden, der mit den beiden anderen Abschnitten (177, 178) jeweils einen Winkel von z.B. 135 Grad einschließt. In dieser Hell-Dunkel-Grenze (176) wird die Unterkante (35) der Lichtaustrittsfläche (34) der Primäroptik (30) abgebildet.

[0058] Die in der [Fig. 12](#) dargestellte Beleuchtungsstärkeverteilung zeigt einen breiten ausgeleuchteten Bereich (181), dessen Beleuchtungsstärke in der Breite erst in einer Entfernung von über 15 Metern vom Schnittpunkt (171) abnimmt. Nach unten hin hat der ausgeleuchtete Bereich (181) eine Höhe von z.B. vier bis fünf Metern.

[0059] Beim Betrieb des Lichtmoduls (10) oder mehrerer Leuchtmodule (10) ergibt sich so ein unscharf begrenzter, streifen- und fleckenfrei ausgeleuchteter Bereich (181) mit einer scharfen, z-förmigen Hell-Dunkel-Grenze (176). Beim Betrieb des Lichtmoduls (10) nur mit der oberen Leuchtdiode (20) kann somit das Abblendlicht eines Kraftfahrzeugs erzeugt werden.

[0060] Wird die untere Leuchtdiode (220) hinzugeschaltet, ergibt sich beispielsweise die in der [Fig. 13](#) dargestellte Beleuchtungsstärkeverteilung (370). Diese Verteilung (370) ist z.B. zumindest annähernd symmetrisch zu einer Horizontalen, die den Schnittpunkt (371) der optischen Achse (11) mit der Messwand schneidet. Der Hot-Spot (375) ist großflächig und ragt nach oben und nach unten über die genannte Horizontallinie. Die Leuchtweite eines Lichtmoduls (10), das mit beiden Leuchtdioden (20, 220) betrieben wird, ist damit höher als die Leuchtweite eines Lichtmoduls (10), das nur mit der oberen Leuchtdiode (20) betrieben wird. Dieses Lichtmodul (10) kann somit zur Erzeugung eines Fernlichts eingesetzt werden.

[0061] Das in den Ausführungsbeispielen dargestellte Lichtmodul (10) hat aufgrund seiner geometrischen Gestaltung eine hohe Lichtleistung und erfordert nur einen geringen Bauraum. Die mit einem derartigen Lichtmodul (10) ohne zusätzliche Entspiegelungen erreichbare relative Auskoppelleffizienz liegt bei 97% der maximal möglichen Auskoppelleffizienz. Dies entspricht einem Absolutwert von 80% bis 82%.

**[0062]** Um die Höhenlage der Lichtverteilung zu ändern, können die Parabelflächenabschnitte (**72, 73; 272, 273**) um die jeweilige Brennpunktlinie (**74, 274**) gedreht werden. So bewirkt in der Ansicht nach [Fig. 8](#) eine Verdrehung der Parabelflächen (**72, 73**) des oberen Lichtverteilungskörpers (**31**) im Uhrzeigersinn eine Erhöhung der Lichtverteilung. Gleichzeitig kann – wenn die optische Achse (**11**) nicht verstellt wird – die Hell-Dunkel-Grenze (**176**) nach oben verlagert werden. Die Intensität des Hot-Spots (**175, 375**) bleibt hierbei erhalten.

**[0063]** Die Lichtverteilung an der Messwand ergibt sich durch Überlagerung verschiedener Lichtanteile, vgl. [Fig. 10](#). Beispielsweise wird der Hot-Spot (**175**) durch Überlagerung von Lichtanteilen erzeugt, die vom oberen lichtemittierenden Chip (**23**) in einem Segment zwischen z.B. 0 Grad und z.B. 15 Grad nach unten und nach oben begrenzt wird mit Lichtanteilen, die vom unteren lichtemittierenden Chip (**25**) zwischen beispielsweise 0 Grad und z.B. 15 Grad nach oben sowie zwischen z.B. 30 Grad und z.B. 45 Grad nach unten begrenzt wird. Zur Erzeugung des Hot-Spots (**375**) tragen zusätzlich die entsprechenden Lichtanteile der unteren Leuchtdiode (**220**) bei.

**[0064]** Um die Intensität des jeweiligen Hot-Spots (**175, 375**) zu verändern, können z.B. die Parabelflächenabschnitte (**52, 252**) verändert werden. So kann beispielsweise – im Längsschnitt des Lichtleitkörpers (**31**) betrachtet – eine Verdrehung des Parabelflächenabschnitts (**52**) im Uhrzeigersinn eine Schwächung der Intensität bedeuten. Eine Veränderung des Auslaufs (**54, 254**) der Deckflächen (**51, 251**) verändert den Gradienten der Lichtstärkenverteilung.

**[0065]** Außerdem kann durch Versetzen des Anfangs des Verbindungsbereiches die Höhe der Beleuchtungsstärke im Hot Spot (**175, 375**) und um den Hot Spot (**175, 375**) gezielt kontrolliert werden. Eine ungünstige Wahl kann eine Abschwächung des Hot Spots (**175, 375**) bewirken.

**[0066]** Mittels der Kondensorlinse (**81**) kann das aus den Lichtaustrittsflächen (**34, 234**) austretende Licht (**100**) zusätzlich gebündelt werden. Somit kann eine Sekundärlinse (**91**) geringen Durchmessers eingesetzt werden. Die konvexe Fläche (**83**) der Kondensorlinse (**81**) ist beispielsweise eine asphärische Fläche.

**[0067]** Auch der Abstand der Sekundär- (**90**) von der Primäroptik (**30**) beeinflusst die Beleuchtungsstärkeverteilung. Um das bei einem großen Abstand das aus der Primäroptik (**30**) divergent austretende Licht (**100**) zu bündeln, ist eine größere Sekundärlinse (**91**) erforderlich als bei einem kleinen Abstand. Die größere Sekundärlinse (**91**) erlaubt – bei identischen Lichtleitkörpern (**31, 231**) – die Ausbildung des Hot Spots (**175, 375**), während zur Ausbildung einer

Grundlichtverteilung ein kleiner Abstand zwischen Primär- (**30**) und Sekundäroptik (**90**) und eine kleiner Sekundärlinse (**91**) erforderlich ist.

**[0068]** Mittels der seitlichen Flächen (**41, 43; 241, 243**) und der Abrundungen (**57; 257**) kann die Lichtverteilung an den Seiten der ausgeleuchteten Bereiche (**181, 381**) beeinflusst werden. Eine Verdrehung der Seitenflächen (**41, 43; 241, 243**) – bei festliegenden Kanten (**35, 235**) – zueinander verringert die Breite der Lichtverteilungsdigramme (**171, 371**), vgl. [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#). Eine Verringerung der Radien der Abrundungen (**57, 257**) bewirkt einen schärferen Übergang vom ausgeleuchteten zum nicht ausgeleuchteten Bereich in den Ecken.

**[0069]** In der [Fig. 14](#) ist eine Lichtaustrittsfläche (**34**) eines Lichtleitkörpers (**31**) dargestellt. Die Hauptabmessungen dieser Lichtaustrittsfläche (**34**) entsprechen den Hauptabmessungen der in der [Fig. 5](#) dargestellten Lichtaustrittsfläche (**34**). Der Übergangsbereich (**75**) zwischen den Parabelflächen (**72, 73**) ist im Vergleich zur [Fig. 5](#) nach links verschoben. Bei der Montage mehrerer Lichtmodule (**10**) werden diese so angeordnet, dass beim Betrieb die Verbindungsabschnitte (**179**) zusammenfallen. Somit überlappen sich zwei asymmetrisch aufgeteilte Beleuchtungsprofile nur teilweise. In der Mitte, im Bereich des gewünschten Hot-Spots (**175**) und an der z-förmigen Hell-Dunkel-Grenze (**176**), wird so ein Bereich hoher Beleuchtungsstärke im Vergleich zu den seitlichen Bereichen erreicht. Der hier nicht dargestellte untere Lichtleitkörper hat einen im Vergleich zur Darstellung der [Fig. 5](#) um den gleichen Betrag nach links versetzten Übergangsbereich.

**[0070]** Die beiden Parabelflächen (**72, 73**) können, wie in der [Fig. 15](#) gezeigt, zueinander geneigt sein. Hiermit können beispielsweise verzerrte Abbildungen in der Zielebene kompensiert werden. Die Parabelflächen (**72, 73**) können auch in Querrichtung gewölbt sein. Gegebenenfalls können sie z.B. in dem an die Lichtaustrittsfläche (**34**) angrenzenden Drittel des Lichtleitkörpers (**31**) zusätzlich modifiziert sein. Der hier nicht gezeigte untere Lichtleitkörper ist entsprechend angepasst, so dass beide Körper an der Lichtaustrittsfläche eine Trennfuge zumindest annähernd konstanter Breite aufweisen.

**[0071]** Der Lichtleitkörper (**31**) kann auch zwei untenliegende Parabelflächen (**72, 73**) umfassen, die unmittelbar einander angrenzen und z.B. um 15 Grad zueinander geneigt sind. Hiermit kann beispielsweise eine Ausleuchtung mit einem 15 Grad-Anstieg erzeugt werden.

**[0072]** Es ist auch denkbar, die Bodenfläche (**71**) mit nur einer durchgehenden Parabelfläche (**72; 73**) auszuführen, vgl. [Fig. 9](#). Die Unterkante (**35**) der Lichtaustrittsfläche (**34**) ist waagrecht. Der hier nicht

dargestellte zugehörige untere Lichtleitkörper hat ebenfalls eine waagerechte Kante der Lichtaustrittsfläche. Mit einem derartigen Lichtmodul (10) wird beispielsweise beim Betrieb nur mit der oberen Leuchtdiode (20) eine waagerechte Hell-Dunkel-Grenze (176) des Abblendlichts erzeugt. Das entsprechende Lichtmodul (10) kann hierbei so ausgeführt sein, dass ein Hot-Spot (175) erzeugt wird. Bei Zuschaltung der unteren Leuchtdiode wird das Fernlicht aufgeschaltet. Auch in diesem Ausführungsbeispiel hat die Deckfläche (51) einen Parabelflächenabschnitt (52), einen gebogenen Flächenabschnitt (53) und einen ebenen Flächenabschnitt (54). Zwischen dem Parabelflächenabschnitt (52) und dem gebogenen Flächenabschnitt (54) liegt eine Wendelinie (56).

[0073] Die Bodenfläche (71, 271) können zumindest bereichsweise durch eine Schar nebeneinander liegender, in der Lichtausbreitungsrichtung (15) orientierter Parabeln beschrieben werden. Diese Parabeln können unterschiedliche Parameter aufweisen.

[0074] Die beiden Lichtleitkörper (31, 231) können unterschiedliche Abmessungen und/oder unterschiedliche Krümmungen der sich entsprechenden Flächen aufweisen.

[0075] Die hier beschriebenen Flächen können Hüllflächen sein. So können die einzelnen Flächenabschnitte z.B. Freiformflächen sein, deren Hüllfläche z.B. Parabelflächen sind. Die Brennlinsen (55, 74; 255, 274) können z.B. in der Lichtausbreitungsrichtung (15) verschoben sein.

[0076] Auch ist es denkbar, beispielsweise die Parabelflächenabschnitte (52, 252) der Deckflächen (51, 251) mit einzelnen Stufen auszuführen. Von jeweils zwei einander angrenzenden Grenzflächenabschnitten der Lichtleitkörper (31, 231) umfasst dann ein Begrenzungsflächenabschnitt eine z.B. parabelflächenartige Totalreflexionsfläche (151, 351) für das vom lichtemittierenden Chip (23; 225) emittierte Licht (101–105, 306–309), während der andere Grenzflächenabschnitt eine Totalreflexionsfläche für das vom lichtemittierenden Chip (25, 223) emittierte Licht (106–109, 301–305) umfasst. Gegebenenfalls kann auch die Bodenfläche (71, 271) gestuft ausgeführt sein.

#### Bezugszeichenliste

1	Umgebung
10	Leuchteinheit, Lichtmodul
11	optische Achsen
15	Lichtausbreitungsrichtung
16, 216	Zwischenräume
20, 220	Leuchtdioden, Lumineszenzdioden
21, 221	Gruppe von Lichtquellen
22–25	Lichtquellen, lichtemittierende Chips von (20)

222–225	Lichtquellen, lichtemittierende Chips von (220)
26	Sockel
29, 229	Mittellinien von (20; 220)
30	Primäroptik
31, 231	Lichtleitkörper
32, 232	Lichteintrittsflächen
33, 233	Kanten von (32; 232)
34, 234	Lichtaustrittsflächen
35, 235	Trennfuge, Kanten von (34; 234)
36, 236	Abschnitte von (35; 235)
37, 237	Abschnitte von (35; 235)
38, 238	Übergangsabschnitte von (35; 235)
41, 241	Seitenflächen
42, 242	ebene Flächenabschnitte
43, 243	Seitenflächen
44, 244	ebene Flächenabschnitte
51, 251	Deckflächen
52, 252	Parabelflächenabschnitte
53, 253	gebogene Flächenabschnitte
54, 254	ebene Flächenabschnitte; Ausläufe von (51; 251)
55, 255	Brennlinsen
56, 256	Wendelinien
57, 257	Abrundungen
61, 261	Kurven
62, 262	Kurvenabschnitte, Parabelabschnitte
64, 264	gerade Abschnitte
65, 265	Brennpunkte von (62; 262)
66, 266	Wendepunkte
71, 271	Bodenfläche
72, 272	Parabelflächenabschnitte
73, 273	Parabelflächenabschnitte
74, 274	Brennlinsen
75, 275	Übergangsbereiche
76, 276	Kurvenabschnitte, Parabelabschnitte
77	Übergangsradius
78, 278	Brennpunkte von (76; 276)
81	optische Linse, Sammellinse, Kondensorlinse
82	Planseite
83	konvexe Fläche, Lichtaustrittsfläche von (81)
90	Sekundäroptik
91	Sekundärlinse
92	Planfläche
93	Lichtaustrittsfläche
95	Mittellinie von (91)
100	Licht, Lichtbündel
101–105	Lichtstrahlen von (23)
301–305	Lichtstrahlen von (223)
106–109	Lichtstrahlen von (25)
306–306	Lichtstrahlen von (225)
151, 351	Grenzflächen, Totalreflexionsflächen
161, 361	Grenzflächen, Totalreflexionsflächen
170, 370	Beleuchtungsstärkeverteilungen
171, 371	Schnittpunkte
172	Bezugsgitternetzlinien, horizontal
173	Bezugsgitternetzlinien, vertikal

174	Isolinien
175, 375	Bereiche höchster Beleuchtungsstärke, Hot-spots
176	Hell-Dunkel-Grenze
177	Abschnitt von (176)
178	Abschnitt von (176)
179	Verbindungsabschnitt
181, 381	ausgeleuchtete Bereiche

### Patentansprüche

1. Leuchteinheit (10) mit mindestens einer Leuchtdiode (20; 220), die mindestens einen lichtemittierenden Chip (22–25; 222–225) als Lichtquelle umfasst, mit einer Primäroptik (30), die mindestens einen der Leuchtdiode (20; 220) optisch nachgeschalteten Lichtleitkörper (31; 231) umfasst, und mit einer dem Lichtleitkörper (31; 231) optisch nachgeschalteten Sekundäroptik (90), **dadurch gekennzeichnet,**

– dass die Leuchteinheit (10) eine zweite Leuchtdiode (220; 20) mit mindestens einem lichtemittierenden Chip (222–225; 22–25) als Lichtquelle umfasst,  
 – dass die Primäroptik (30) einen zweiten Lichtleitkörper (231; 31) umfasst, der der zweiten Leuchtdiode (220; 20) optisch nachgeschaltet und der Sekundäroptik (90) optisch vorgeschaltet ist und  
 – dass die Lichtaustrittsflächen (34, 234) der beiden Lichtleitkörper (31, 231) in einer Trennfuge (35, 235) aneinandergrenzen.

2. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Leuchtdiode (20; 220) eine Gruppe (21; 221) von lichtemittierenden Chips (22–25; 222–225) als Lichtquellen umfasst.

3. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass auch die zweite Leuchtdiode (220; 20) eine Gruppe (221; 21) von lichtemittierenden Chips (222–225; 22–25) als Lichtquellen umfasst.

4. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtaustrittsflächen (34, 234) in einer Ebene liegen.

5. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebene der Lichtaustrittsflächen (34, 234) normal zur optischen Achse (11) der Leuchteinheit (10) angeordnet ist.

6. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptabmessungen der Lichtleitkörper (31, 231) identisch sind.

7. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Trennfuge (35, 235) mindestens 50% der Länge der Lichtleitkörper (31) beträgt.

8. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Primäroptik (30) eine Kondensorlinse (81) umfasst, die den Lichtleitkörpern (31, 231) optisch nachgeschaltet ist.

9. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Gruppe (21, 221) lichtemittierender Chips (22–25; 222–225) diese so angeordnet sind, dass jeder lichtemittierende Chip (22–25; 222–225) innerhalb der Gruppe (21; 221) mindestens zwei unmittelbar benachbarte lichtemittierende Chips (23, 24; 22, 25; 22, 25; 23, 24; 223, 224; 222, 225; 222, 225; 223, 224) hat.

10. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Mittellinie (95) der Sekundäroptik (90) mit der optischen Achse (11) der Leuchteinheit (10) zusammenfällt.

11. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei die Lichtleitkörper (31, 231) begrenzenden Flächen (51, 71; 251, 271) gegensinnig gekrümmte Flächenabschnitte (52, 72; 252, 272) aufweisen.

12. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächenabschnitte (52, 72; 252, 272) parabelförmig gekrümmt sind.

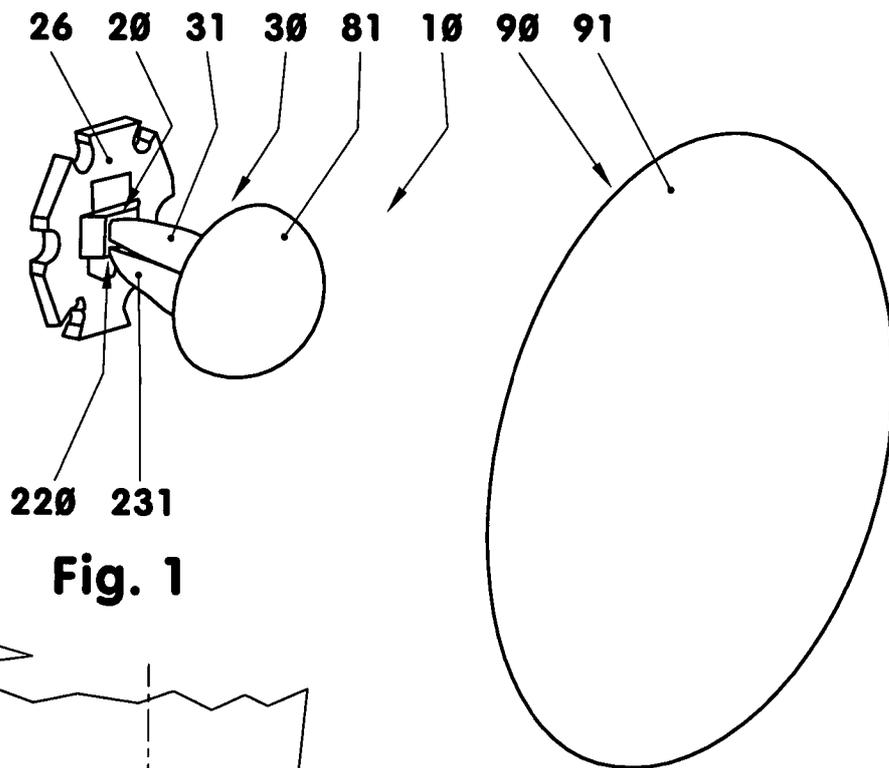
13. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 1 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei jedem Lichtleitkörper (31, 231) mindestens eine der den Lichtleitkörper (31, 231) begrenzenden Flächen (51, 71; 251, 271) mindestens zwei gekrümmte und versetzt zueinander angeordnete Flächenabschnitte (72, 73; 272, 273) aufweist, die gegeneinander um die Schnittgerade der Lichteintrittsfläche (32, 232) mit der jeweils entgegengesetzt angeordneten Fläche (71; 51; 271; 251) verdreht sind.

14. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem Lichtleitkörper (31, 231) die beiden Flächenabschnitte (72, 73; 272, 273) mittels eines Übergangsbereichs (75; 275) verbunden sind.

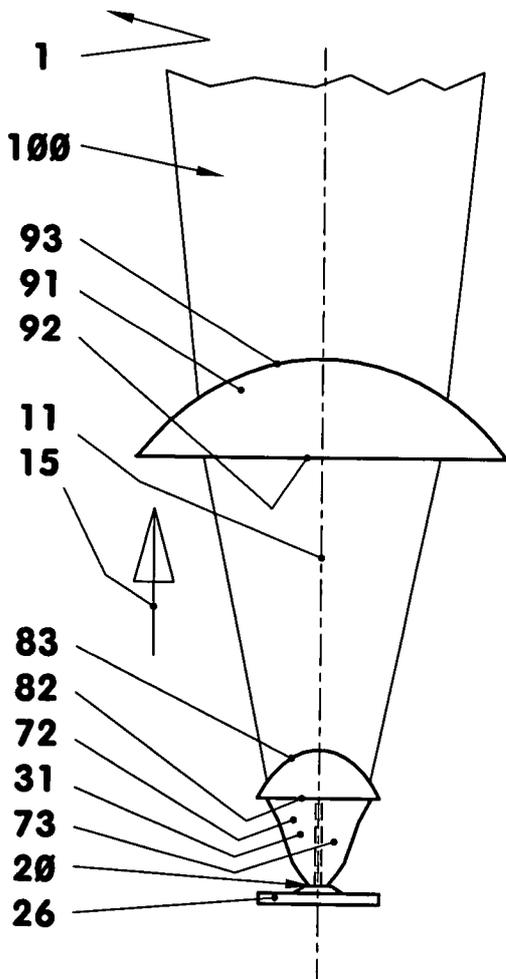
15. Leuchteinheit (10) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Übergangsbereich (75, 275) mit den beiden Flächenabschnitten (72, 73; 272, 273) jeweils einen Winkel von 135 Grad einschließt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

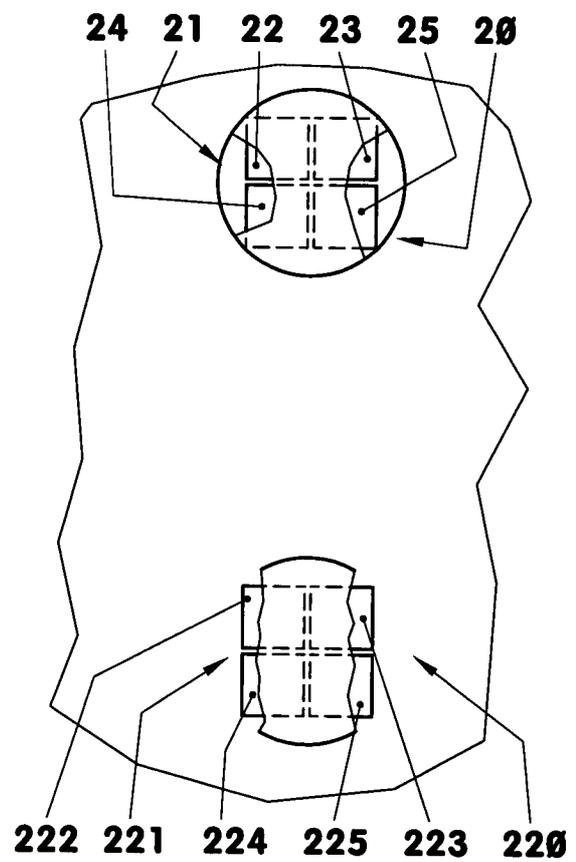
Anhängende Zeichnungen



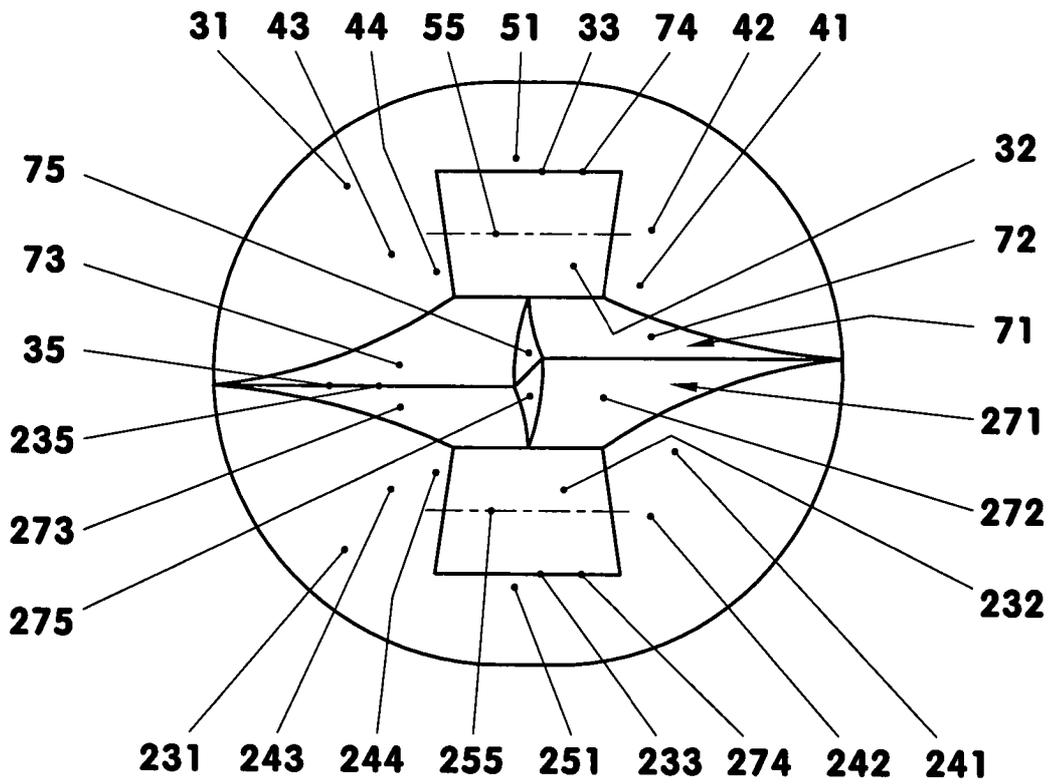
**Fig. 1**



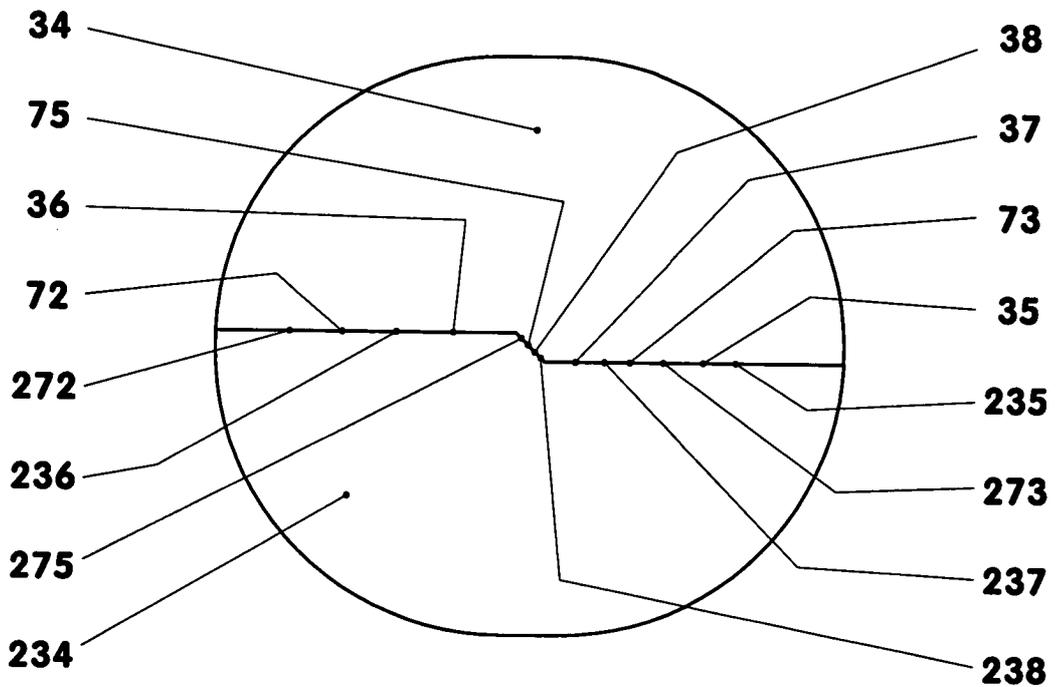
**Fig. 2**



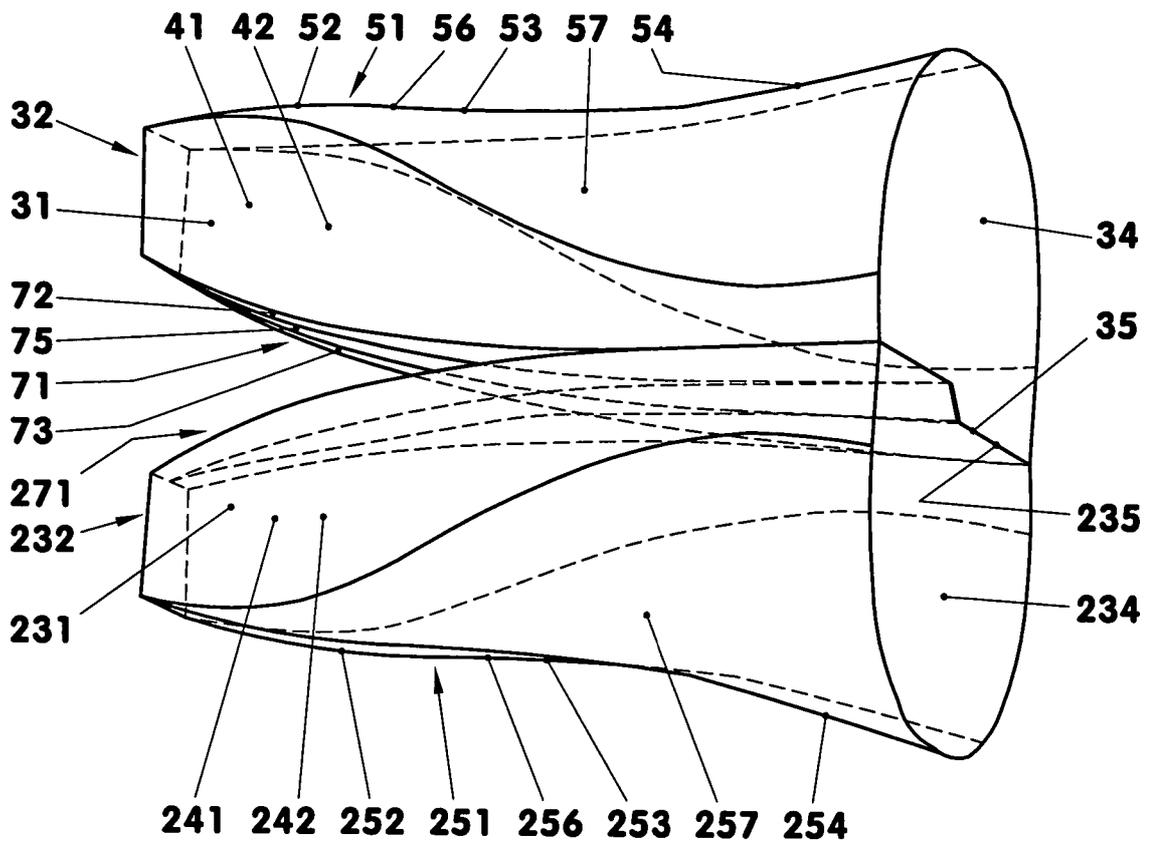
**Fig. 3**



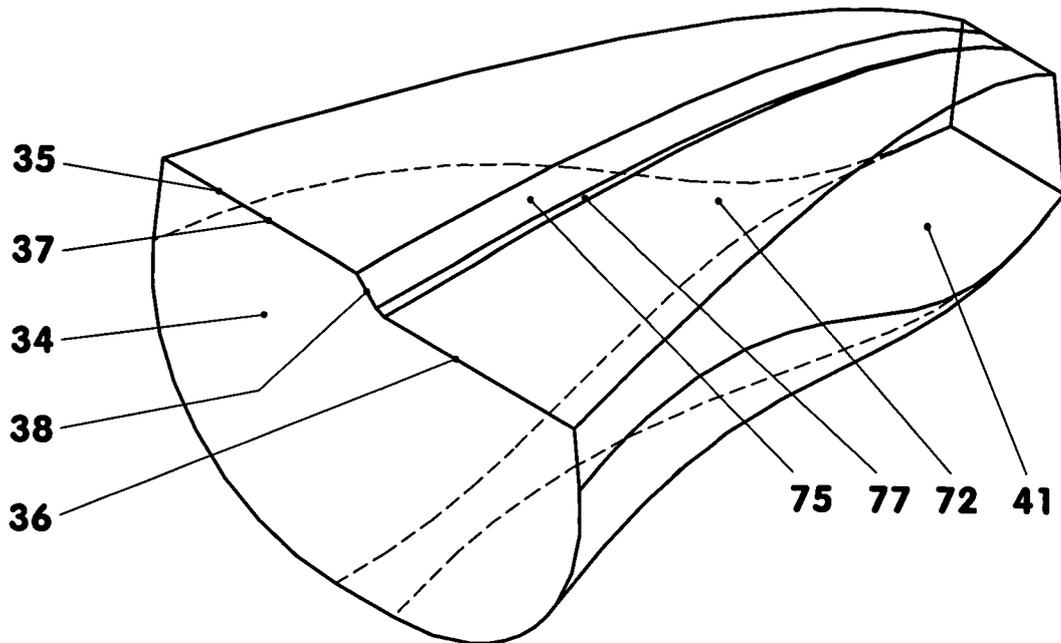
**Fig. 4**



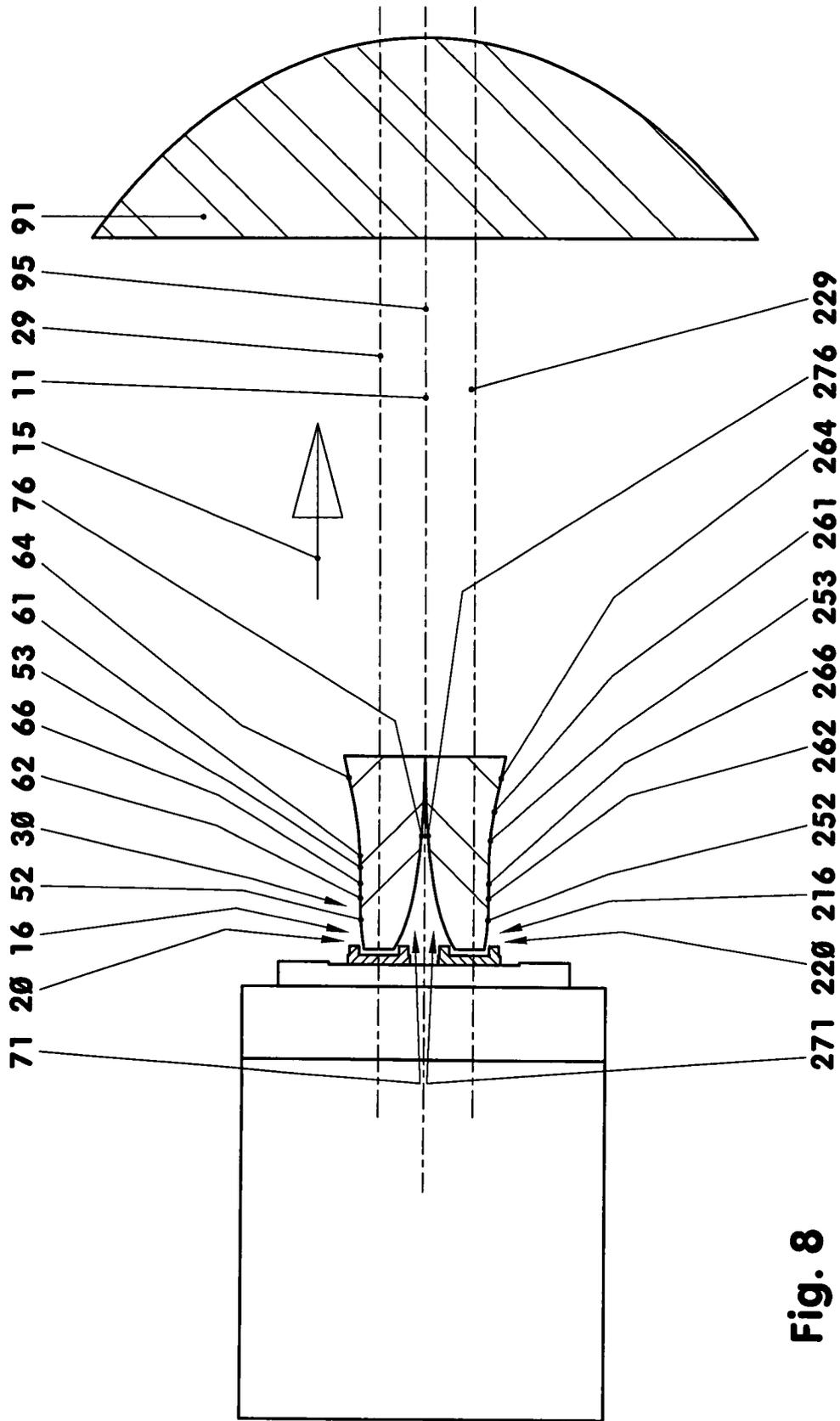
**Fig. 5**

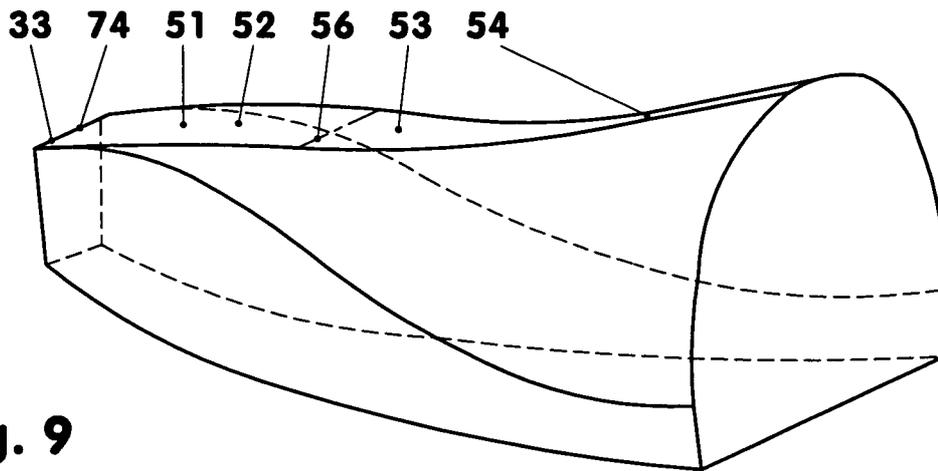


**Fig. 6**

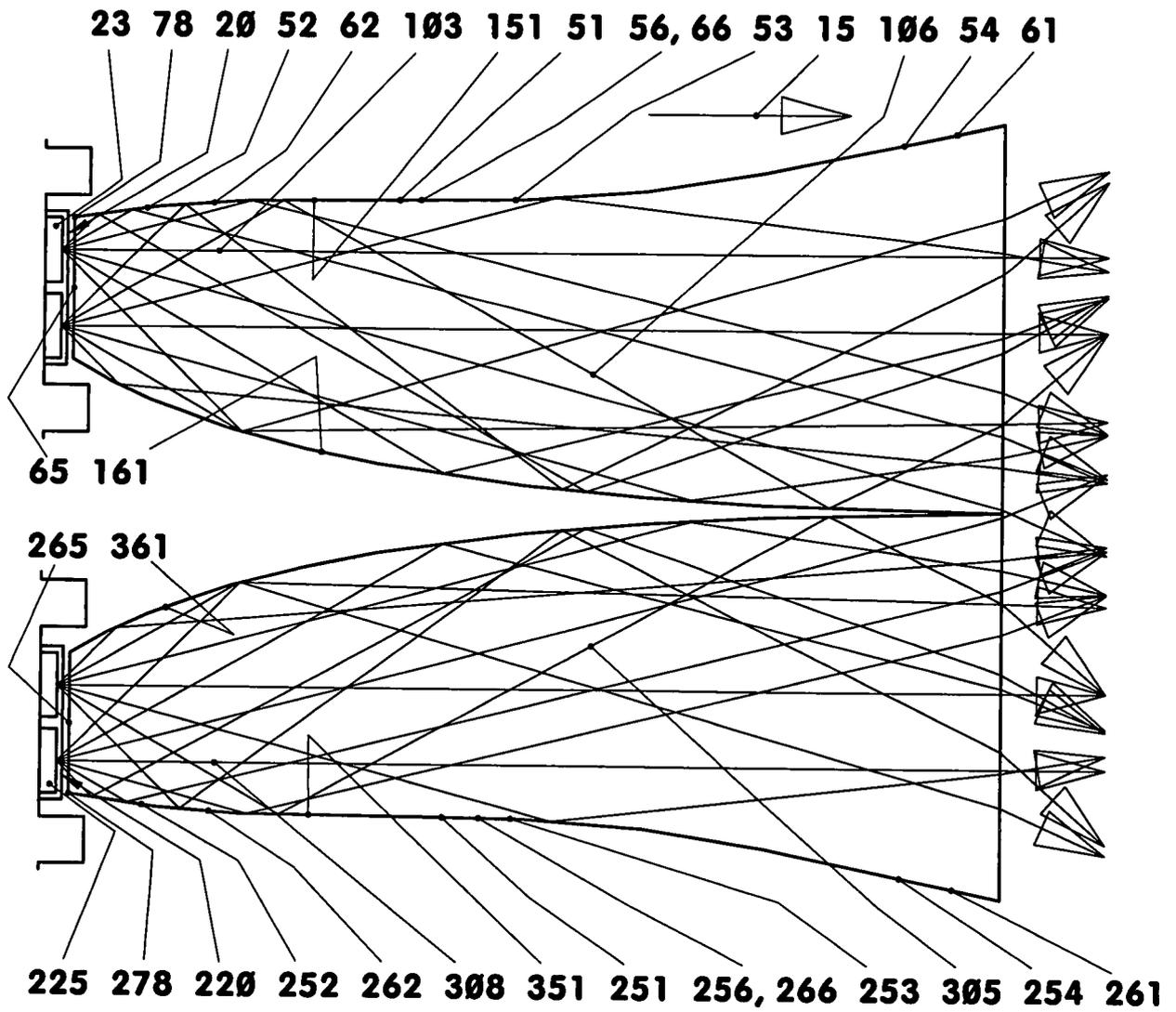


**Fig. 7**





**Fig. 9**



**Fig. 11**

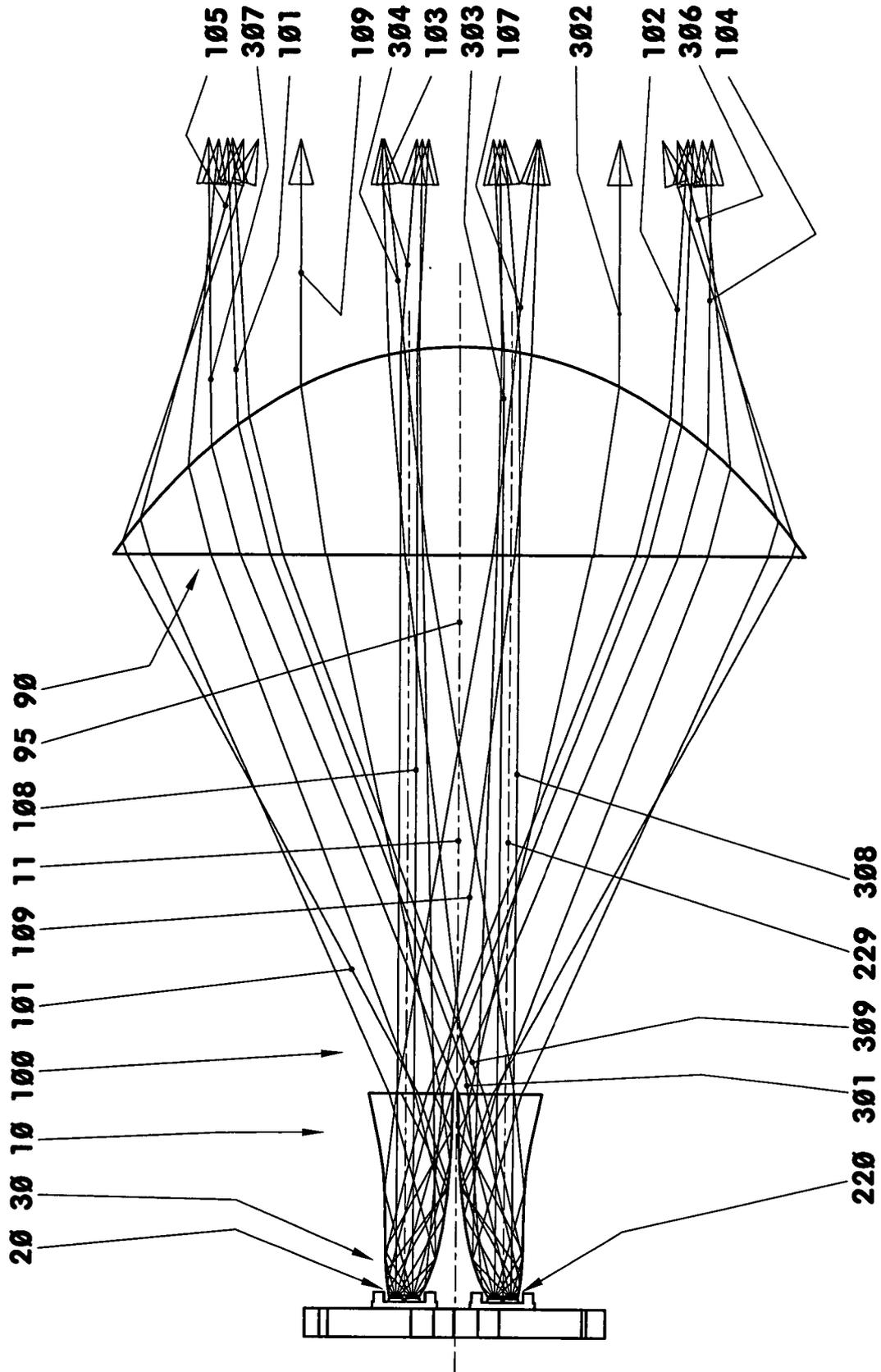
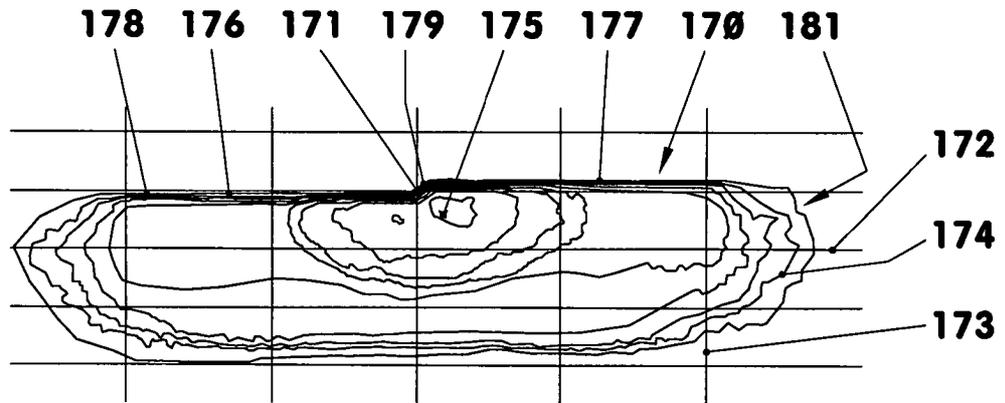
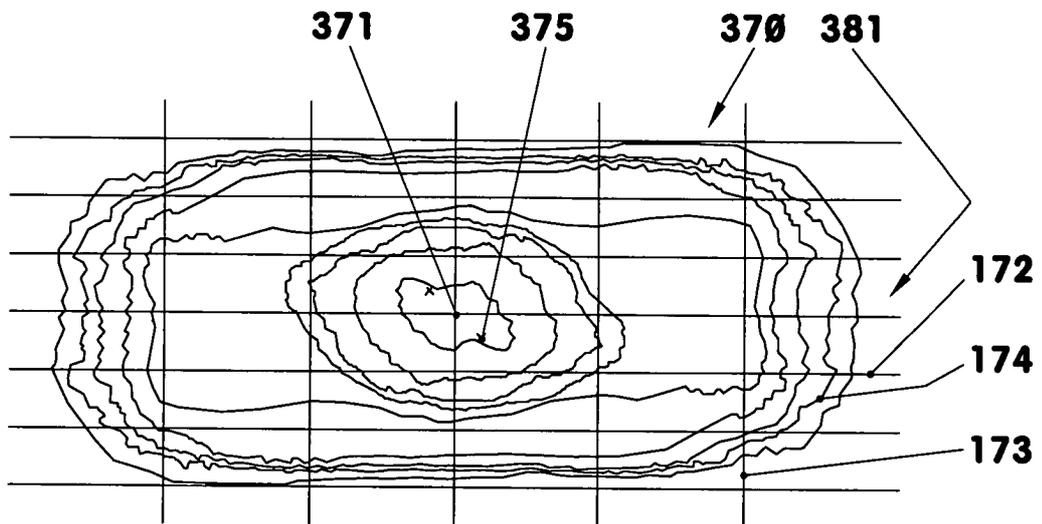


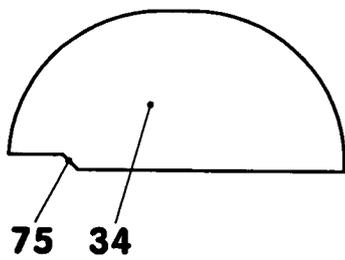
Fig. 10



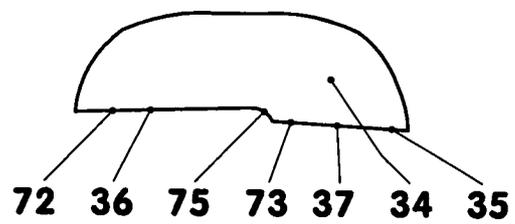
**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**



**Fig. 15**