



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 107 210 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2001 Patentblatt 2001/24

(51) Int Cl.7: **G08G 1/095, H01L 25/075**

(21) Anmeldenummer: **00890368.4**

(22) Anmeldetag: **07.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Silhengst, Franz, Ing.**
3004 Ollern (AT)
• **Otto, Alexander, Dipl.-Ing.**
2102 Bisamberg (AT)

(30) Priorität: **09.12.1999 AT 206799**

(74) Vertreter: **Patentanwälte
BARGER, PISO & PARTNER
Mahlerstrasse 9
Postfach 96
1015 Wien (AT)**

(71) Anmelder: **SWARCO FUTURIT
Verkehrssignalsysteme Ges.m.b.H.
3300 Amstetten (AT)**

(54) **LED-Signalgeber mit Zonenanordnung**

(57) Es wird eine Signalgeberoptyk mit zentraler LED-Anordnung und homogenem Erscheinungsbild vorgestellt, welche durch Kombination einer speziellen LED-Anordnung und einer speziellen Streuscheibe höchste Helligkeit, eine vorschriftsmäßige Lichtverteilung und ein äußerst geringes Phantomlicht aufweist. Hierzu weist die LED-Anordnung LED-Reihen mit gleichen Abständen A sowie eine niedrige Zone maximaler Packungsdichte und Helligkeit X und Zonen geringerer Helligkeit Y1, Y2 auf. Die Streuwinkel der Streuelemen-

te 6 entsprechen in vertikaler Richtung dem Reihenabstand A, in horizontaler Richtung nach Möglichkeit der Länge der Zone X, jedoch zumindest dem größten doppelten Horizontalabstand zweier benachbarter LED.

Die LED-Anordnung 2 befindet sich an der Rückseite eines Gehäuses 1, im Binnweitenabstand F zu einer Kondensorlinse 4 in Fresnelbauweise, mit vorgesetzter Streuscheibe 5, welche auf der Innenseite die Streuelemente 6 trägt. Einfallendes Sonnenlicht wird unter die LED-Anordnung 2 geleitet und an einer Blende 16 absorbiert.

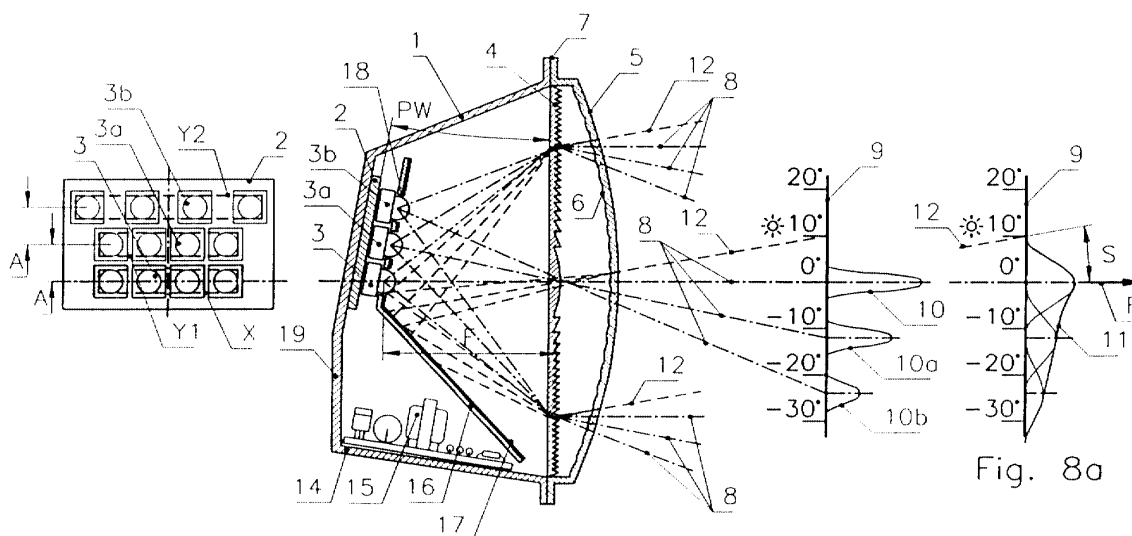


Fig. 8

Fig. 8a

EP 1 107 210 A2

Beschreibung

[0001] Seit es gelungen ist, Leuchtdioden (LED) mit in der Signaltechnik vorgeschriebenen Lichtfarben herzustellen, werden damit Signalgeber wie Verkehrsampeln oder Eisenbahnsignale hergestellt. Mittlerweile haben sich einige Bauformen durchgesetzt, welche sich in zwei Gruppen einteilen lassen, einerseits dezentrale Bauformen mit relativ gleichmäßig über die ganze Signalfäche verteilten LED, andererseits zentrale Bauformen mit einer kompakten, mittig angeordneten LED-Gruppe. Es sind auch noch Mischausführungen bekannt, bei welchen mehrere LED-Gruppen über die Signalfäche verteilt sind.

[0002] Vorteil der dezentralen Bauformen ist eine sehr geringe Einbautiefe sowie ein verteilter Anfall der Verlustwärme, welche dann ohne Zusatzaufwand abgeführt werden kann. Andererseits läßt das visuelle Erscheinungsbild zu wünschen übrig, weil trotz Verwendung von oft mehreren Hundert LED diese zumeist einzeln erkennbar sind, was insbesondere bei einem LED-Ausfall störend auffällt, außerdem ist die elektrische Verschaltung und Ausfallüberwachung bei der großen Anzahl an LED kompliziert und auch relativ störungsanfällig, was der Absicht einer langen, wartungsfreien Lebensdauer zuwiderläuft.

[0003] Seit dem Aufkommen von Hochleistungs-LED, von denen nur mehr ein bis zwei Dutzend für die erforderliche Lichtmenge benötigt werden, wird eine zentrale Anordnung propagiert. Diese weist zwar eine größere Bautiefe auf, kann aber in vorhandenen Signalgebern zumeist untergebracht werden. Nachteilig ist auch die zentral anfallende Verlustwärme, welche nur durch zusätzliche Kühlbleche verteilt und abgeführt werden kann. Der Vorteil der kompakten Anordnung liegt jedoch darin, dass jede einzelne LED praktisch die gesamte Leuchtfläche des Signalgebers bestrahlt, wodurch ein hervorragend gleichmäßiges Erscheinungsbild entsteht. Ein LED-Ausfall äußert sich somit nur durch geringfügiges Abdunkeln der gesamten Leuchtscheibe, wobei dieser Effekt durch Kompensationsmaßnahmen weitgehend ausgeglichen werden kann. Die Verschaltung der wenigen LED kann einfach und störungssicher erfolgen. Und die kompakte Anordnung der LED auf einer kleinen Leiterplatte mit Aluminiumträger erlaubt die einfache und kostengünstige Auswechslung des Leuchtmittels ähnlich der bisherigen Glühlampe.

[0004] Die Erfindung bezieht sich auf Signalgeber mit zentraler LED-Anordnung. Die bisher gebräuchliche Anordnung hat sich als mangelhaft bezüglich des sogenannten Phantomlichtverhaltens (das ist die Vortäuschung eines eingeschalteten Signallichts durch einfallendes Sonnenlicht) wie auch der fallweise zu geringen Helligkeit gezeigt.

[0005] Zu diesem Thema sind mehrere Veröffentlichungen bekannt.

[0006] Das internationale Patent unter PCT, WO 98/16777, beschreibt die bereits ziemlich bekannte An-

ordnung von wenigen, besonders lichtstarken LED. Diese sitzen in einer bestimmten, kompakten Anordnung auf einer auswechselbaren Leiterplatte innerhalb der Brennweite einer vorgesetzten Kondensorlinse in Fresnell-Bauart, welche das Licht bündelt. Eine vorgesetzte Abschlußscheibe verteilt das Licht in der gewünschten Weise.

[0007] Diese Bauweise ergibt insbesondere auch durch die unfokussierte, unscharfe Abbildung der LED-Anordnung eine homogene Lichtverteilung und ein hervorragend gleichmäßiges Erscheinungsbild des Lichtsignals, selbst bei Ausfall einer oder mehrerer LED. Sie besitzt jedoch auch wesentliche Nachteile. Es hat sich gezeigt, daß diese Ausführung nicht allzu hohe Helligkeitsanforderungen erfüllen kann, weil das Licht durch die Größe der LED-Anordnung sowie die unscharfe Abbildung trotz Kondensorlinse bereits eine sehr große Basisdivergenz aufweist. Das Phantomlicht ist außerdem sehr hoch, weil durch diese allseitige Divergenz viel Sonnenlicht auch auf die LED-Anordnung fallen kann. Die LED reflektieren durch ihre eingebauten Reflektoren sowie durch ihre glänzenden Lötanschlüsse das Sonnenlicht als Phantomlicht zurück. Die bekannten phantomlichtsenkenden Einrichtungen sind mangels einer parallelen Lichtstrecke nicht verwendbar. Weiters wird in der Praxis das Gehäuse als Kühlkörper verwendet. Da es wegen der besseren Wärmeableitung sowie wegen der Phantomlichtreduzierung schwarz gefärbt ist, wird es bei Sonneneinstrahlung entsprechend aufgeheizt, wodurch die Lichtleistung der LED sinkt.

[0008] Die Patentanmeldung A 488/99 (Swarco-Futurit) zeigt eine Möglichkeit zur Verwendung eines Lamelleneinsatzes ohne paralleles Strahlenbündel. Hierbei ergeben sich jedoch für die Anordnung der LED enge Grenzen, insbesondere eine geringe Höhe. Mit einer solchen Anordnung ist zwar ein ausreichend niedriges Phantomlicht erzielbar, aber es ist derzeit nicht möglich, höhere Lichtwerte zu erfüllen, da auf dem zur Verfügung stehenden Platz zuwenig LED aneinandergereiht werden können. Ein weiterer Nachteil besteht in den Einschränkungen der Frontlinsengestaltung bezüglich der Position und der erzielbaren Lichtverteilung, daher besteht auch die Gefahr eines leicht streifenförmigen Erscheinungsbildes. Die Bautiefe ist noch größer als bei der vorigen Ausführung, weil zusätzlich Lamellen unterzubringen sind. Allerdings wird hier auch eine geneigte Gestaltung der Optik vorgestellt, welche die phantomlichterzeugenden Reflexe der Stufen zwischen den Frontlinsenelementen vermeidet. Auch die Anpassung der LED-Abstrahlcharakteristik mittels kleiner Vorsatzlinsen kann sich auf Helligkeit und Phantomlicht auswirken, weil damit eine Brennweitenanpassung der Kondensorlinsen möglich wird.

[0009] Problematisch ist, dass die zur Verfügung stehenden singulären Bauformen von Hochleistungs-LED einen relativ großen Mindestabstand voneinander erfordern, welcher schließlich die Grenze für die erzielbaren Helligkeitswerte bestimmt. Geringere Abstände sind

durch geeignete LED-Gehäuseformen oder kombinierte Bauteile möglich. Beispielsweise zeigt das Patent US 4 733 335 (Serizawa) eine Bauweise eines LED-Boards, bei welchem die internen LED-Bauteile auf einem gemeinsamen Träger sitzen und so wesentlich dichter angeordnet werden können, weil keine Einzelgehäuse mit Mindestabständen zur Bestückung und Lötung erforderlich sind. In der Praxis erweist sich eine solche Anordnung allerdings als problematisch, weil einzelne LED leichter geprüft und nach Spannung, Helligkeit und Farbabweichungen sortiert werden können.

[0010] Glücklicherweise werden die LED durch stetige Weiterentwicklung immer lichtstärker, sodass in absehbarer Zeit ausreichend Helligkeit vorhanden sein wird.

[0011] Als wesentlich problematischer hat sich die notwendige Absenkung des Phantomlichts herausgestellt.

[0012] Die Größe des Phantomlichtes wird in Europa durch das Verhältnis von Nutzlicht zu Phantomlicht qualifiziert und in Klassen eingeteilt, wobei ein Sonnenstand von 10 Grad über dem Horizont angenommen wird, nach einer deutschen Norm darf das Phantomlicht absolut festgelegte Werte bei einem Sonnenstand von 17,5 Grad über dem Horizont nicht überschreiten. In beiden Fällen muß jedoch das Summenlicht aus Signal- und Phantomlicht die vorgeschriebenen Lichtfarben für Signallichter einhalten. Gleichzeitig soll der Signalgeber jedoch in horizontaler Richtung das Lichtmaximum aufweisen, damit ein hohes Verhältnis von Nutzlicht zu Phantomlicht erzielt wird.

[0013] Die Vorgaben betreffend der Lichtfarbe des Summenlichtes können durch ein Einfärben der Frontscheibe erfüllt werden, wodurch auch das Phantomlicht in einem sehr viel höheren Maß als das Nutzlicht reduziert wird, weil das farbige Licht der LED nahezu ungehindert die Frontscheibe gleicher Farbe durchdringt, in die Optik vordringen kann aber nur der durch die Filterwirkung der Frontscheibe nicht betroffene Sonnenlichtanteil.

[0014] Weitere Maßnahmen zur Absenkung des Phantomlichtes, wie sie bisher bekannt sind, setzen einen nahezu homogenen, parallelen Strahlengang innerhalb der Optik voraus, wie er auch bisher durch einen Parabolreflektor mit einer möglichst punktförmigen Lichtquelle erzeugt wurde, in welchen Lamellen oder Lichttraster eingesetzt sind, oder sie fokussieren das Nutzlicht auf kleine Öffnungen, welche in einem definierten Raster in einer schwarzmaten Blende angebracht sind, welche das einfallende Sonnenlicht größtenteils absorbiert. Darüber hinaus existieren weitere Möglichkeiten für herkömmliche Signale mit einer einzelnen punktförmigen Lichtquelle, welche hier nicht von Relevanz sind. Alle diese Mittel versagen hier, weil der vorliegende Strahlengang viel zu divergent ist. Eine Möglichkeit besteht jedoch in der Festlegung einer geeigneten Frontscheibenstruktur, welche zu einem gewissen Anteil das Phantomlicht mitverursacht.

[0015] Versuche haben gezeigt, dass auf zusätzliche Phantomlichteinbauten verzichtet werden könnte, wenn es gelingt, eine Optik zu bauen, welche die maximale Helligkeit in horizontaler Richtung aufweist und gleichzeitig jegliches Sonnenlicht von der Lichtaustrittsfläche der LED fernhält.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es also, einen Optikeinsatz für Signalgeber mit zentraler Anordnung der LED zu entwickeln, welcher eine besondere LED-Anordnung, gepaart mit einer speziell angepaßten Streuoptik aufweist, welche in horizontaler Richtung die maximal mögliche Helligkeit aufweist, und wo praktisch kein unter einem Winkel von 10 Grad oder höher einfallender Sonnenstrahl auf die LED treffen kann. Weiters soll die Lichtverteilung möglichst homogen und genau an die Verteilungsvorschriften angepaßt sein, um aus Kostengründen mit möglichst wenig LED das Auslangen zu finden und die vorhandene Lichtmenge effektiv auszunützen.

[0017] Das wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die LED in horizontalen Reihen, welche untereinander gleich große Abstände A aufweisen, angeordnet sind, wobei von der untersten Reihe ausgehend eine niedrige horizontale Zone X mit höchster Packungsdichte und Lichtstärke der LED vorhanden ist, deren halbe Höhe $Z/2$ umgerechnet in einen Winkelwert $ZW/2$ kleiner ist als der um den halben Abstandswinkel $AW/2$, um den durch Wirkungsüberlagerungen verschiedener Streuelementgruppen entstehenden Korrekturwinkel K der Referenzachse R, um die Lichtdivergenz DW der LED selbst, um die Sonnenstrahlendivergenz und um einen die Herstellungstoleranzen und Fokussierungsabweichungen berücksichtigenden Winkelwert verringerte Sonnenstandswinkel S, und dass daran vorzugsweise mindestens eine Zone Y1 mit wesentlich geringerer Packungsdichte und/oder Lichtstärke der LED hauptsächlich nach oben anschließt.

[0018] Die Hauptproblematik der bekannten Systeme liegt darin, dass bisher von einer gleichmäßigen flächenförmigen Anordnung der LED ausgegangen wurde, um eine möglichst konzentrierte, kompakte LED-Anordnung zu bekommen. Eine solche Anordnung besitzt einen etwa in ihrer Mitte liegenden Lichtschwerpunkt, dessen Position durch eine beliebige vorgesetzte Optik im wesentlichen erhalten bleibt. Weil jede LED das Signalfeld vollständig beleuchtet, lenkt auch jedes vorgesetzte Streuelement prinzipiell das Licht aller vorhandenen LED in gleicher Weise ab, sodass nach optischen Gesetzmäßigkeiten nur eine Vergrößerung oder Verlagerung des Lichtbündels bzw. der vorhandenen Divergenz, aber keine neu zusammengesetzte Lichtverteilung möglich ist.

[0019] Liegt der Punkt maximaler Helligkeit in horizontaler Richtung, so erstreckt sich das ausgesandte Lichtbündel nicht nur im vorgeschriebenen Lichtverteilungsbereich vom Horizont bis über 20 Grad nach unten, sondern zu einem erheblichen Teil auch bis 15 oder mehr Grad weit nach oben. Es wird somit eine erhebli-

che Lichtmenge ungenutzt direkt in Richtung der bei 10 Grad oberhalb angenommenen Sonne gelenkt, das Sonnenlicht strahlt über die gleichen Lichtwege direkt in die LED ein, wird dort reflektiert und erzeugt so ein erhebliches Phantomlicht.

[0020] Entscheidend ist daher ein besonders ausgeprägter Abfall des vertikalen Lichtverlaufs vom Maximalwert in horizontaler Richtung bis zu Null bei 10 Grad oberhalb, während in den anderen Richtungen nur ein allmählicher Helligkeitsabfall gemäß den Verteilungsvorschriften benötigt wird. Diese gehen davon aus, dass der Signalgeber aus weiter Ferne gut erkennbar sein muß, im Nahbereich jedoch hauptsächlich von unten oder seitlich betrachtet wird, wofür wegen der quadratischen Abhängigkeit von der Entfernung bei gleich guter Erkennbarkeit eine wesentlich geringere Helligkeit ausreicht. Eine Lichtabstrahlung nach oben ist in keinem Fall erforderlich.

[0021] Die Erfindung wird nun anhand der Abbildungen beschrieben.

[0022] Es zeigt Fig. 1 bis Fig. 4 im Vertikalschnitt die Prinzipdarstellung einer Signalgeberoptik in unterschiedlichen Ausführungen, Fig. 5 und Fig. 6 diese Signalgeberoptik im Horizontalschnitt, Fig. 7 mehrere Ausführungen der LED-Anordnung und Fig. 8 den Vertikalschnitt durch eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Optik.

[0023] Alle angeführten Winkel- und Maßangaben sind nur als erste Näherung zu verstehen, um die Erklärungen verständlich zu halten. Die korrekten Werte sind insbesondere von der Charakteristik des von den LED abgestrahlten Lichts und der daraus folgenden tatsächlichen Intensitätsverteilungen (10) abhängig und sollten mit Hilfe einer genauen Lichtsimulation ermittelt werden. Die oftmalige Erwähnung der Umrechnung von Längen- und Höhenangaben in Winkel erfolgt näherungsweise nach der Formel $W = \arctan L/F$, mit W für einen Winkel im Bogenmaß, L für ein Längenmaß und F für die Brennweite der Kondensorlinse (4). Auch die Abbildungen sind zur Steigerung der Deutlichkeit nicht maßstäblich ausgeführt.

[0024] Die Forderung nach einem ausgeprägten Lichtabfall nach obenhin ist ähnlich einer herkömmlichen Reflektorausführung mit einer einzigen horizontalen Reihe von LED leicht zu erfüllen. Deren Licht kann mittels der Kondensorlinse sehr genau parallel gerichtet werden, die Streuelemente in der Frontscheibe lenken das Licht in bekannter Weise nur nach der Seite und abwärts. Bei geeigneter Festlegung der Streuelemente bleibt die Richtung maximaler Helligkeit im wesentlichen erhalten.

[0025] Fig. 1 zeigt diesen Sachverhalt in einer Prinzipdarstellung. An der Rückwand des Gehäuses (1) ist eine Leiterplatte (2) befestigt, welche mit einer horizontalen Reihe von Hochleistungsleuchtdioden (3) bestückt ist. Im Abstand der Brennweite F befindet sich zentrisch vor den LED (3) eine Kondensorlinse (4) in Fresnelbauweise, welche das von den LED (3) ausgehende Licht

sammelt und parallel richtet. Davor befindet sich eine Streuscheibe (5) mit innenliegenden Streuelementen (6), welche das Gehäuse (1) am Flansch (7) abdichtet. Die LED (3) haben eine solche Lichtabstrahlcharakteristik, dass sie die Kondensorlinse (4) möglichst vollständig und gleichmäßig hell beleuchten. Hierzu ist die Reihenhöhe L klein gegenüber dem Durchmesser der Optik.

[0026] Die Größe der LED-Anordnung begrenzt sich von selbst durch den Lichtverlust randseitiger LED, welche mit zunehmender Entfernung vom Zentrum an der Kondensorlinse (4) immer mehr vorbeileuchten, zunehmende Verluste in den Stufen der Fresnelringe aufweisen und immer schlechter fokussiert werden können.

[0027] Eine LED ist keine Punktlichtquelle, sie enthält optische Bauteile zur Steigerung des Wirkungsgrades, welche eine Lichtdivergenz verursachen. So hat näherungsweise der Lichtaustritt der LED (3) einen Radius D, welcher in Abhängigkeit von der Brennweite F einen allgemeinen Divergenzwinkel DW des Lichtbündels (8) bestimmt. Dieses tritt an jeder Stelle der Streuscheibe (5) mit der gleichen Orientierung aus. In einem sehr großen Abstand davor befindet sich eine virtuelle Projektionswand (9) mit einer Winkelgradskala. Das Lichtbündel (8) erzeugt darauf ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6) für jede LED (3) einen Lichtfleck mit einem Intensitätsverlauf (10), dessen Größe durch den Strahlendivergenzwinkel DW sowie auch Bauteiltoleranzen bestimmt wird und dessen Maximum die Referenzachse R für die Ausrichtung der Optik darstellt.

[0028] Fig. 1a zeigt einen Intensitätsverlauf (11) auf der virtuellen Projektionswand (9) mit Berücksichtigung der Streuelemente (6). Diese streuen in bekannter Weise einen Teil des Lichtes seitlich und nach unten, ohne die Lage der Referenzachse R wesentlich zu beeinflussen.

[0029] Weiters sind Sonnenstrahlen (12) dargestellt, welche unter einem Winkel S, zumeist 10 Grad, auf die Optik treffen. Sie werden durch die Kondensorlinse (4) ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6) auf einen Brennfleck G unterhalb der LED-Reihe (3) gebündelt, mit Berücksichtigung der Streuelemente (6) erfolgt eine (hier nicht dargestellte) zusätzliche Seiten- und Abwärtsstreuung analog dem Nutzlicht (8), sodass die LED (3) in keinem Fall angestrahlt werden.

[0030] Zur Zeit ist die Helligkeit der LED für eine solche Lösung noch bei weitem nicht ausreichend, sodass eine Flächenanordnung gewählt werden muß.

[0031] Fig. 2 zeigt die Veränderungen, die durch das Hinzufügen einer weiteren LED-Reihe (3a) unmittelbar oberhalb der vorhandenen LED-Reihe (3) im Abstand A entstehen. Ohne Berücksichtigung von Streuelementen (6) in der Frontscheibe (5) entsteht auf der Projektionswand (9) eine zusätzliche Reihe von Lichtflecken (10a) unterhalb der vorhandenen Lichtflecke (10). Für ein homogenes Lichtbild müssen diese beiden Lichtfleckreihen zu einem kontinuierlichen Intensitätsverlauf verschmolzen werden, was nach optischen Gesetzmäßig-

keiten durch Streuung in vertikaler Richtung um $\pm$ dem halben Reihenabstand A, oder umgerechnet in einen vertikalen Winkel $\pm AW/2$, insgesamt also um den Winkel AW geschieht. Fig. 2a zeigt den Intensitätsverlauf (11) bei einer Vertikalstreuung mit dem Winkel AW durch die Streuelemente (6). Die Stelle maximaler Intensität hat sich hierdurch nach unten verschoben. Die Optik muß um den Korrekturwinkel K, der hier aus Symmetriegründen den halben Reihenabstand bzw. Vertikalstreuungswinkel $AW/2$ beträgt, nach oben gedreht werden. Außerdem weisen die obersten Randlichtstrahlen (13) durch die Streuwirkung bereits einen größeren Winkel als den Sonnenstandswinkel S auf.

[0032] Die Korrektur der optischen Ausrichtung kann auf mehrere Arten erfolgen, etwa durch Kippen der gesamten Optik, durch Überlagerung aller Streuelemente (6) mit Prismenlinsen oder durch Verschieben der Leiterplatte (2), wie in Fig. 3 dargestellt. Zur klareren Darstellung sind Randlichtstrahlen nun weggelassen. Ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6) reichen die oberen Lichtflecke (10) nun bereits bis an den Sonnenstandswinkel S heran. Fig. 3a zeigt die Verhältnisse unter Berücksichtigung der Streuelemente (6). Ein wesentlicher Teil des Nutzlichtes (8) verläuft über dem Horizont. Die Intensitätskurve (11) reicht weit über den Sonnenstandswinkel S hinaus, die Optik weist erhebliches Phantomlicht auf. In Fig. 3 ist auch der Verlauf der Sonnenstrahlen (12) dargestellt. Diese werden an den Streuelementen (6) vertikal um den gleichen Winkel AW gestreut. Im Vergleich mit Fig. 2 sieht man, dass die LED (3) damit direkt angestrahlt werden. Die dargestellte Höhe Z der leuchtenden Zone X ist hier für eine phantomlichtarme Lösung zu groß.

[0033] Die zur Verfügung stehende Höhe Z der Lichtzone X wird bestimmt durch den gewählten Sonnenstandswinkel S, verringert um die relativ geringe Divergenz der Sonnenstrahlen selbst, welche im Labor mit 0.5 Grad festgelegt ist, der Divergenz DW des von den LED (3) ausgesandten Lichts, der Hälfte des vertikalen Streuwinkels AW, einem allfälligen Korrekturwinkel K der Referenzachse R, sowie einem Korrekturabschlag für Toleranzen der optischen Bauteile und einer unvermeidlichen Abbildungsunschärfe bei außermittiger Anordnung der LED (3), welche vor allem durch die kostengünstige Verwendung einer ebenen Leiterplatte (2) entsteht. Der verbleibende Winkelwert entspricht einem oberen Grenzmaß für die halbe Höhe der Lichtzone X.

[0034] Fig. 4 zeigt eine Lösungsmöglichkeit auf. Über der zentralen LED-Reihe (3) sind eine oder mehrere LED-Reihen (3a) angeordnet, deren Lichtintensitäten (10a) wesentlich geringer sind als die Intensität (10) der zentralen LED-Reihe (3), sie sind in der Draufsicht durch dünnere Linien erkennbar. Die Darstellung erfolgt wieder ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6). In Fig. 4a ist wieder der Intensitätsverlauf (11) mit Berücksichtigung der Streuelemente (6) ersichtlich. Diese streuen wie zuvor um einen Winkel $\pm AW/2$ zur Erzielung eines homogenen Intensitätsverlaufes. Man er-

kennt, dass die Position der Referenzachse R praktisch erhalten geblieben ist. Auch liegen alle Lichtstrahlen unterhalb des Sonnenstandswinkels S, es tritt nur ein geringer Lichtverlust oberhalb des Horizontes auf, wodurch die Verwendung schwächerer LED kompensiert wird. Die Intensitätskurve (11) folgt der üblichen Form einer vorgeschriebenen Lichtverteilung, wie sie in Fig. 4b beispielhaft dargestellt ist. In Fig. 4 ist auch die starke Lichtzone X der LED-Reihe (3) mit geringstmöglicher Bauhöhe Z eingezeichnet, daran nach oben anschließend befindet sich die aus schwächeren LED-Reihen (3a) gebildete Lichtzone Y1 mit der lichtaktiven Höhe Z1. Ebenfalls ist erkennbar, dass trotz des vertikalen Streuwinkels AW der Sonnenstrahlen (12) die LED (3) und (3a) praktisch nicht bestrahlt werden.

[0035] Durch Variation der Helligkeit der LED-Reihen (3a) kann so eine genaue Anpassung des Intensitätsverlaufes (11) an Vorschriften erfolgen. Wie später gezeigt wird, kann aber unter bestimmten Umständen auch der LED-Abstand innerhalb einer Reihe vergrößert werden, damit werden weniger LED gleicher Helligkeit benötigt. Es kann auch eine geringe Absenkung der Referenzachse R in Kauf genommen werden, wenn die Untersuchung der Optikgeometrie eine entsprechende Winkelreserve ergibt. Der Reihenabstand A darf jedoch nicht vergrößert werden, da sonst die vertikale Homogenisierung gestört wird.

[0036] Nun wird die horizontale Lichtstreuung betrachtet. Fig. 5 zeigt den Horizontalschnitt durch die Optik der Fig. 1 mit einer LED-Reihe (3). Die Intensitätskurven (10) ergeben sich wieder ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6). Auch hier ist zur Erreichung eines homogenen Lichtfeldes eine horizontale Mindeststreuung in der Größe der LED-Abstände H bzw. des umgerechneten Winkelwerts HW erforderlich. Fig. 5a zeigt die Intensitätskurve (11), wenn die Streuelemente (6) diese Mindeststreuung bewirken. Es wird ein Bereich mit konstanter Helligkeit erzielt.

[0037] Mit zunehmender Streuwirkung verflacht dieser Bereich, allerdings ohne Reduzierung des Maximalwertes. Nach optischen Gesetzmäßigkeiten bleibt dieser Maximalwert unverändert, bis die Streuwirkung etwa die umgerechnete Größe der Reihenlänge L bzw. den Streuwinkel LW erreicht hat. Fig. 5b stellt den Intensitätsverlauf (11) bei dieser Maximalstreuung dar. Eine noch größere Streuung bewirkt ein Absinken der Helligkeit in der Referenzachse R.

[0038] Fig. 5c zeigt ein Beispiel einer Verteilungsvorschrift in horizontaler Richtung. Die Intensitätskurve (11) der Fig. 5b stellt hier eine gute Annäherung dar. Durch Ändern der LED-Anzahl und damit der Reihenlänge L und des zugehörigen maximalen Streuwinkels LW kann die Breite der Lichtverteilung und die Anpassungscharakteristik zwischen den prinzipiellen Intensitätsverläufen (11) nach Fig. 5a und Fig. 5b variiert werden.

[0039] Fig. 6 zeigt die Verhältnisse bei einer Vergrößerung der LED-Abstände innerhalb einer Reihe, wieder ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6). Die

Lichtflecke (10) rücken entsprechend weit auseinander. Fig. 6a zeigt, dass die Lichtflecke durch Anwendung des bisherigen minimalen Streuwinkels HW nicht verschmelzen. Eine homogene Lichtverteilung entsteht erst, wenn die Minimalstreuung dem größten LED-Abstand in allen LED-Reihen Hmax sowie dem umgerechneten Winkel HWmax entspricht. Der maximale Streuwinkel LW bleibt hiervon im wesentlichen unberührt. Fig. 6b stellt wieder die maximale Streuung mit dem Streuwinkel HWmax dar. Die Intensitätskurve (11) ist sehr homogen, in der Referenzachse R ist jedoch gegenüber Fig. 5b ein geringerer Wert vorhanden. So wird durch Auseinanderrücken der LED (3) einer Reihe eine geringere Intensität erzielt.

[0040] Die geschilderten Möglichkeiten lassen bei der Gestaltung der Lichtverteilung mehrere Wege zu. Bleiben nach der Festlegung der Zone mit maximaler Packungsdichte X und der notwendigen Streuwinkel der die Referenzachse R bestimmenden Hauptgruppe von Streuelementen (6) noch Bereiche der gewünschten Lichtverteilung zu dunkel, so kann darüber entschieden werden, ob weitere LED (3) in eine schwächere Lichtzone Y1 in geeigneten Abständen H auf die Leiterplatte (2) gesetzt werden, oder ob eine weitere Gruppe von Streuelementen (6) mit anderen oder größeren Streuwinkeln festgelegt werden soll, es kann aber auch eine Kombination beider Möglichkeiten erfolgen. Die erste Möglichkeit ist bei knappen Lichtwerten zu wählen, während die zweite Möglichkeit nur bei ausreichenden Lichtreserven zum Tragen kommen kann, da ein Teil des vorhandenen Lichts für die neue Gruppe der Streuelemente abgezweigt wird. Hierbei muß vor allem bei der Wirkungsüberlagerung mehrerer Streuelementgruppen auf die Beibehaltung der Referenzachse R geachtet werden. Eine Überlagerung des bestehenden Intensitätsverlaufes etwa in Fig. 4 mit einer zusätzlichen Verlaufskurve mit anderer Vertikalstreuung und demnach anderer Charakteristik kann die Referenzachse R nach unten verschwenken. Eine Korrektur der Richtung ist dann zwangsläufig mit gesteigertem Phantomlicht verbunden. Ebenso sollen neu festgelegte Streuelementgruppen das Nutzlicht (8) nicht über die obersten Randlichtstrahlen (13) der Hauptgruppe hinaus lenken. Die Zahl der Variationsmöglichkeiten empfiehlt computerunterstützte Simulationsberechnungen.

[0041] Für ein homogenes Erscheinungsbild des Signalgebers ist es ausreichend, dass die Streuelemente (6) nur die jeweiligen Mindeststreuung erzielen. Hierzu müssen entweder alle LED in allen Reihen den gleichen Horizontalabstand H voneinander aufweisen und die Lichtzone Y1 mit schwächeren LED (3a) bestückt sein, oder die minimale Horizontalstreuung wird bei Vorhandensein von Reihen mit teilweiser Bestückung nach dem größten vorkommenden LED-Abstand Hmax bestimmt.

[0042] Fällt jedoch eine LED aus, erscheint der ganze Signalgeber oder zumindest eine Streuelementgruppe aus einer bestimmten Beobachtungsrichtung dunkel.

Dieses Problem kann gelöst werden, indem die horizontalen Mindeststreuungswinkel wenigstens verdoppelt werden, da ein LED-Ausfall einer lokalen Verdoppelung des horizontalen LED-Abstandes entspricht. In diesem Fall ist daher wenigstens die halbe Helligkeit in der betroffenen Beobachtungsrichtung vorhanden. Eine Verdoppelung der Vertikalstreuungswinkel ist zumindest bei der Hauptgruppe der Streuelemente wegen des Phantomlichts nicht möglich.

[0043] Günstig wirken sich auch mehrere Gruppen von Streuelementen aus, weil bei geeigneter Auslegung nur jeweils eine Gruppe von Streuelementen dunkler erscheint. Deswegen empfiehlt es sich auch, keine allzu großen LED-Abstände Hmax vorzusehen oder besonders große Abstände H durch zusätzliche LED zu unterteilen, selbst wenn genügend Licht vorhanden ist.

[0044] Bei einer elektrischen Verschaltung mehrerer LED in Serie ist darauf zu achten, dass in jeder LED-Reihe höchstens eine LED pro Serienstrang eingesetzt wird. Keinesfalls dürfen LED eines Stranges an benachbarten Stellen sitzen, da sie im Störfall alle gleichzeitig ausfallen.

[0045] Werden größtmögliche Horizontalstreuungswinkel vorgesehen, so werden auch Farb- und Helligkeitsunterschiede einzelner LED durch Überlappung vermischt und somit das beste visuelle Erscheinungsbild auch bei LED-Ausfall erzielt. Hierfür ist andererseits eine möglichst kompakte LED-Anordnung erforderlich.

[0046] In Fig. 7a bis 7f sind mehrere Ausführungsbeispiele für LED-Anordnungen dargestellt. Fig. 7a zeigt die Leiterplatte von Fig. 4 mit LED unterschiedlicher Helligkeit. Manche LED-Bauformen werden nach Helligkeitsklassen sortiert angeliefert, welche hier zweckmäßig verwendet werden können. Fig. 7b zeigt die gleiche Ausführung für LED einheitlicher Helligkeit mit vergrößerten Abständen in den Reihen der Lichtzone Y1. Fig. 7c zeigt die Leiterplatte bestückt mit einer anderen LED-Type. Die vermeintlich gleiche Anordnung wie Fig. 7b unterscheidet sich jedoch wesentlich. Die Zone mit maximaler Packungsdichte X weist eine größere Höhe Z auf, dafür ist der Reihenabstand A kleiner. Es wird somit auch ein geringerer vertikaler Mindeststreuungswinkel AW benötigt, ein einfaches Auswechseln gegen die Leiterplatte der Fig. 7b führt nicht zum Erfolg. Fig. 7d zeigt eine modifizierte Version der Fig. 7c, welche einen geringeren LED-Abstand Hmax aufweist und deshalb im Erscheinungsbild insbesondere bei LED-Ausfällen der Fig. 7c vorzuziehen ist. Fig. 7e zeigt eine aus mehreren Zonen aufgebaute Leiterplatte, die Fig. 7f zeigt, dass auch seitlich der Zone maximaler Packungsdichte X eine Zone mit schwächerer Bestückung angrenzen kann. Hierdurch wird beispielsweise eine besonders große Seitensichtbarkeit des Signalgebers erzielt.

[0047] In Fig. 7a und 7b, sowie Fig. 7c, 7d und 7f sind die horizontalen LED-Abstände Hmax Vielfache des Rasterwertes der höchsten Packungsdichte in der Lichtzone X. Bei diesen Ausführungen ist eine besonders homogen verlaufende Lichtverteilung erzielbar, wenn die

horizontalen Streuwinkel ebenfalls Vielfache dieser umgerechneten Rasterwerte sind. Willkürlich gewählte Streuwinkel, aber auch unregelmäßige LED-Abstände wie bei Fig. 7e können unter Umständen bei der Überlagerung der Lichtflecke (10) durch unpassende Über-

[0048] Fig. 8 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung. Die Leiterplatte (2) ist gegenüber den bisherigen Darstellungen um den Winkel PW gegen die Kondensorlinse (4) geneigt. Hierdurch gelangen einerseits die oberhalb der Lichtzone X angeordneten LED (3a, 3b) in eine Position mit besserer Fokussierung, andererseits wird ihr Licht besser von der Kondensorlinse erfasst. Unterhalb der Leiterplatte (2) ist durch eine Ausbuchtung (14) im Gehäuse (1) ausreichend Platz für die Spannungsversorgung (15). In das Gehäuse (1) eingebaut ist eine Blende (16), welche eine lichtabsorbierende, schwarzmattierte Oberfläche (17) aufweist und den größten Teil des Gehäuses (1), der Leiterplatte (2), sowie die Spannungsversorgung (15) abdeckt. Eindringende Sonnenstrahlen (12) fallen alle auf die Oberfläche (17) und werden absorbiert. Die Blende (16) weist möglichst knapp bemessene Öffnungen (18) für den Lichtaustritt der LED (3, 3a, 3b) auf, hierdurch werden alle glänzenden Oberflächen der Leiterplatte (2) wie Leiterbahnen, Bauteile und Lötanschlüsse abgedeckt. Zusätzlich stellt die Blende (16) ein Wärmeschild gegen direkte Sonneneinstrahlung dar, welche durch Aufheizung der Leiterplatte (2) einen Helligkeitsabfall verursachen würde. Die Blende (16) kann bei geringen Phantomlichtanforderungen aus Kostengründen weggelassen werden.

[0049] Das Gehäuse (1) besitzt eine gut wärmeleitende Rückseite (19), welche die Verlustwärme der Leiterplatte (2) aufnimmt, verteilt und nach außen abstrahlt. Es kann aber auch ein handelsüblicher Kühlkörper hinten angebracht sein. Die Leiterplatte (2) weist hier drei LED-Reihen (3, 3a, 3b) auf, wobei durch eine Kombination von unterschiedlicher Helligkeit und größeren Abständen drei Helligkeitszonen entstehen, welche ohne Berücksichtigung der Streuelemente (6) unterschiedlich helle Intensitäten (10, 10a, 10b) auf der virtuellen Projektionswand (9) erzeugen. Fig. 8a stellt wieder den mit Berücksichtigung der Streuelemente (6) erzielten vertikalen Intensitätsverlauf (11) dar. Die Referenzachse R liegt unverändert horizontal. Alle Lichtstrahlen liegen unter dem Sonnenstandswinkel S.

[0050] Die Streuwinkelbetrachtungen gehen von einer gleichmäßigen Streuung aus, wie sie näherungsweise für kleinere Ablenkwinkel von sphärischen Linsenflächen mit horizontalen und vertikalen Radien erzielt werden. Prinzipiell können Streuelemente aber auch auf der den LED zugewandten hauptsächlich glatten Seite der Kondensorlinse (4) angebracht sein, die Streuwinkel der Streuelemente (6) sind dann entsprechend zu reduzieren. Werden insbesondere die vertikalen Mindeststreuwinkel AW durch eine geeignete Streu-

struktur auf der Kondensorlinse (4) erzeugt, bestehen dann zumindest die Hauptgruppe der Streuelemente, oder sogar alle Streuelemente (6) aus einfacher herzustellenden Zylinderlinsen. Könnte die gesamte Streustruktur (6) auf die Kondensorlinse (4) übertragen werden, wäre die Frontscheibe (5) glatt. Allerdings führt eine solche Überlagerung vor allem im Randbereich wegen des schrägen Lichteinfalls zu erheblichem Kompensationsaufwand.

[0051] Über eine Struktur auf der den LED zugewandten Seite der Kondensorlinse (4) können aber auch unterschiedliche LED-Leiterplatten (2) verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen LED-Typen an eine gemeinsame Frontscheibe (5) angepaßt werden. Hierbei können insbesondere andere Reihenabstände A, welche unterschiedliche Streuwinkel AW erfordern, ausgeglichen werden.

[0052] Selbstverständlich können auch asphärische Streuelemente vorgesehen werden, vor allem bei größeren Streuwinkeln und wenn eine gleichförmige Helligkeit gefordert wird.

[0053] Eine Verschwenkung der Referenzachse R kann, wie bei der Beschreibung der Fig. 3 erwähnt, durch Prismenüberlagerung sämtlicher Streuelemente (6), wie auch durch Verschieben der Leiterplatte (2) erfolgen. Hierdurch ergibt sich eine weitere Möglichkeit, das Phantomlicht zu reduzieren. Vertikal aneinander grenzende Streuelemente (6) haben in der Regel einen Höhenunterschied und bilden kleine Stufen an der Innenseite der Frontscheibe (5), welche eine Ursache für Lichtreflexe des Sonnenlichts sind. Wird allen Streuelementen ein vertikales Prisma überlagert, so werden ihre Oberflächen entsprechend geneigt. Hierdurch können die Stufen minimiert werden, oder bei gleich großen horizontalen Streuwinkeln sogar völlig verschwinden. Die hierdurch verursachte Verlagerung der Referenzachse muß dann durch Verschieben der Leiterplatte (2) kompensiert werden.

[0054] Das Verschieben der Leiterplatte (2) kann auch angewandt werden, um die Neigung der Referenzachse R auf die Straßenverhältnisse anzupassen, weil in der Regel die Optik fix in einen Signalgeber eingebaut ist.

Patentansprüche

1. Leuchtdioden-Signalgeberoptik zur Erfüllung vor allem europäischer Vorschriften bezüglich Lichtverteilung und Phantomlicht, mit homogenem Erscheinungsbild, zum Einbau in handelsübliche Verkehrsampeln, bestehend aus einer zentralen Anordnung von Leuchtdioden (LED) auf einer austauschbaren, gut wärmeleitenden Leiterplatte 2, deren Licht möglichst vollständig von einer im Brennpunktabstand F davor angebrachten Kondensorlinse 4 in Fresnelbauweise erfasst und auf eine davor befindliche Frontscheibe 5 gebündelt wird, auf welcher in be-

- kannter Weise eine oder zumeist mehrere unterschiedliche Gruppen von Streuelementen 6 alternierend rasterartig und gleichmäßig verteilt sind, sowie einem topfartigen Gehäuse 1, welches die Bauteile umgibt und zueinander positioniert und durch Kondensorlinse 4 und Frontscheibe 5 abgeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die LED 3 in horizontalen Reihen, welche untereinander gleich große Abstände A aufweisen, angeordnet sind, wobei von der untersten Reihe ausgehend eine niedrige horizontale Zone X mit höchster Packungsdichte und Lichtstärke der LED 3 vorhanden ist, deren halbe Höhe $Z/2$ umgerechnet in einen Winkelwert $ZW/2$ kleiner ist als der um den halben Abstandswinkel $AW/2$, um den durch Wirkungsüberlagerungen verschiedener Streuelementgruppen entstehenden Korrekturwinkel K der Referenzachse R, um die Lichtdivergenz DW der LED 3 selbst, um die Sonnenstrahlendivergenz und um einen die Herstellungstoleranzen und Fokussierungsabweichungen berücksichtigenden Winkelwert verringerte Sonnenstandswinkel S, und dass daran vorzugsweise mindestens eine Zone Y1 mit wesentlich geringerer Packungsdichte und/oder Lichtstärke der LED 3 hauptsächlich nach oben anschließt.
2. Signalgeberoptik nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass jene Gruppe von Streuelementen 6 der Frontscheibe 5, welche die Lage der Lichtachse R dominierend festlegt, in vertikaler Richtung denselben Streuwinkel AW entsprechend dem Zeilenabstand A und in horizontaler Richtung einen Streuwinkel aufweist, der umgerechnet mindestens dem geringsten horizontalen LED-Abstand H und höchstens der Zeilenlänge L der Zone X mit höchster Packungsdichte entspricht, und dass alle anderen Streuelementgruppen der Frontscheibe 5 in vertikaler Richtung mindestens einen dem Zeilenwinkel AW entsprechenden Streuwinkel, dessen obere Winkelgrenze nicht über der oberen Streuwinkelgrenze 13 der zuerst erwähnten Streuelemente 6 liegt, sowie in horizontaler Richtung zumindest einen dem größten vorkommenden LED-Horizontalabstand H_{max} entsprechenden Streuwinkel HW_{max} aufweisen.
 3. Signalgeberoptik nach Anspruch 1) und 2), dadurch gekennzeichnet, dass alle horizontalen Streuwinkel der Streuelemente 6 zumindest den umgerechneten Winkelwert HW_{max} des größten LED-Abstandes H_{max} betragen.
 4. Signalgeberoptik nach Anspruch 1) und 2), dadurch gekennzeichnet, dass alle horizontalen Streuwinkel der Streuelemente 6 zumindest den doppelten umgerechneten Winkelwert HW_{max} des größten LED-Abstandes H_{max} betragen.
 5. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 4), dadurch gekennzeichnet, dass die Streuwinkel eines Streuelementes 6 durch sphärische Krümmung der Oberflächen, charakterisiert durch je einen vertikalen und horizontalen Krümmungsradius, erzielt werden.
 6. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 5), dadurch gekennzeichnet, dass allen Streuelementen 6 der Frontscheibe 5 mittels Prismen ein solcher vertikaler Ablenkwinkel überlagert ist, dass die Stufen an der Grenze zweier beliebiger direkt übereinanderliegender Streuelemente 6 eine minimale Größe haben oder bei gleichem horizontalem Streuwinkel ganz verschwinden.
 7. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 6), dadurch gekennzeichnet, dass zur vertikalen Einrichtung der Referenzachse R die Leiterplatte 2 in vertikaler Richtung verschiebbar ist.
 8. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 7), dadurch gekennzeichnet, dass die horizontalen und/oder vertikalen Mindeststreuwinkel HW und/oder AW durch eine Linsenstruktur auf der den LED zugewandten Seite der Kondensorscheibe 4 erzeugt werden und alle Streuelemente 6 um diese Beträge verringerte Streuwinkel aufweisen.
 9. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 8), dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der LED-Anordnung klein gegenüber dem Durchmesser der Optik ist und alle LED 3 die Kondensorlinse 4 möglichst vollständig und gleichmäßig hell beleuchten.
 10. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 9), dadurch gekennzeichnet, dass der Zeilenabstand A nach der höchstmöglichen Packungsdichte der LED 3 in vertikaler Richtung bemessen ist.
 11. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 10), dadurch gekennzeichnet, dass die LED 3 innerhalb einer Reihe unterschiedliche Abstände H und/oder Lichtstärke haben können.
 12. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 11), dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Abstände H in jeder Reihe gleich sind oder ein ganzzahliges Vielfaches des kleinsten horizontalen Abstandes betragen und die horizontalen Streuwinkel ein ganzzahliges Vielfaches des Streuwinkels HW, die vertikalen Streuwinkel AW oder ein ganzzahliges Vielfaches davon betragen.

13. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 12), dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse 1 innen eine schwarzmatte, lichtabsorbierende Oberfläche aufweist und eine gut wärmeleitfähige Rückwand 19 besitzt. 5
14. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 13), dadurch gekennzeichnet, dass sich die LED 3 im wesentlichen in der oberen Gehäusehälfte befinden und die Leiterplatte 2 um einen geringen Winkel PW gegen die Kondensor- 10 scheibe 4 geneigt ist.
15. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 14), dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb der LED-Leiterplatte 2 durch eine Aus- 15 buchtung 14 im Gehäuse 1 Platz für die Spannungsversorgung 15 vorgesehen ist.
16. Signalgeberoptik nach einem oder mehreren Ansprüchen 1) bis 15), dadurch gekennzeichnet, dass LED-Leiterplatte 2, Spannungsversorgung 15 und Gehäuse 1 durch eine Blende 16 mit mattschwar- 20 zer, lichtabsorbierender Oberfläche 17 abgedeckt sind, welche möglichst knapp bemessene Öffnun- 25 gen 18 für die Lichtaustrittsflächen der LED 3 aufweist.

30

35

40

45

50

55

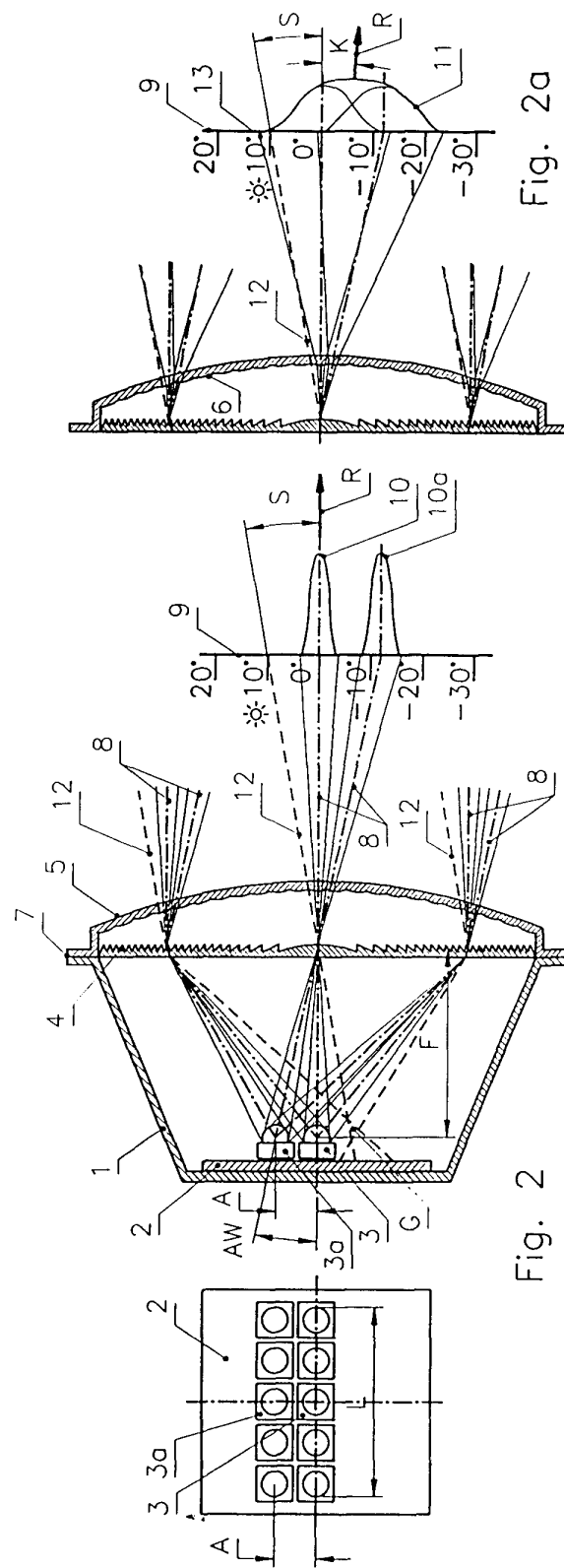
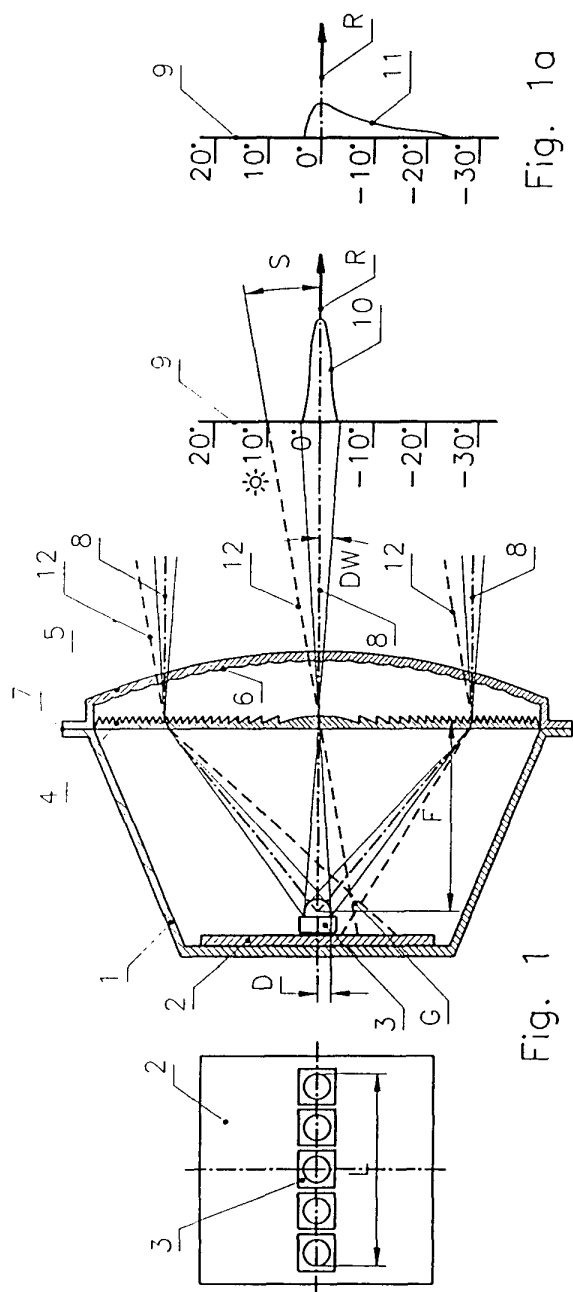


Fig. 2a

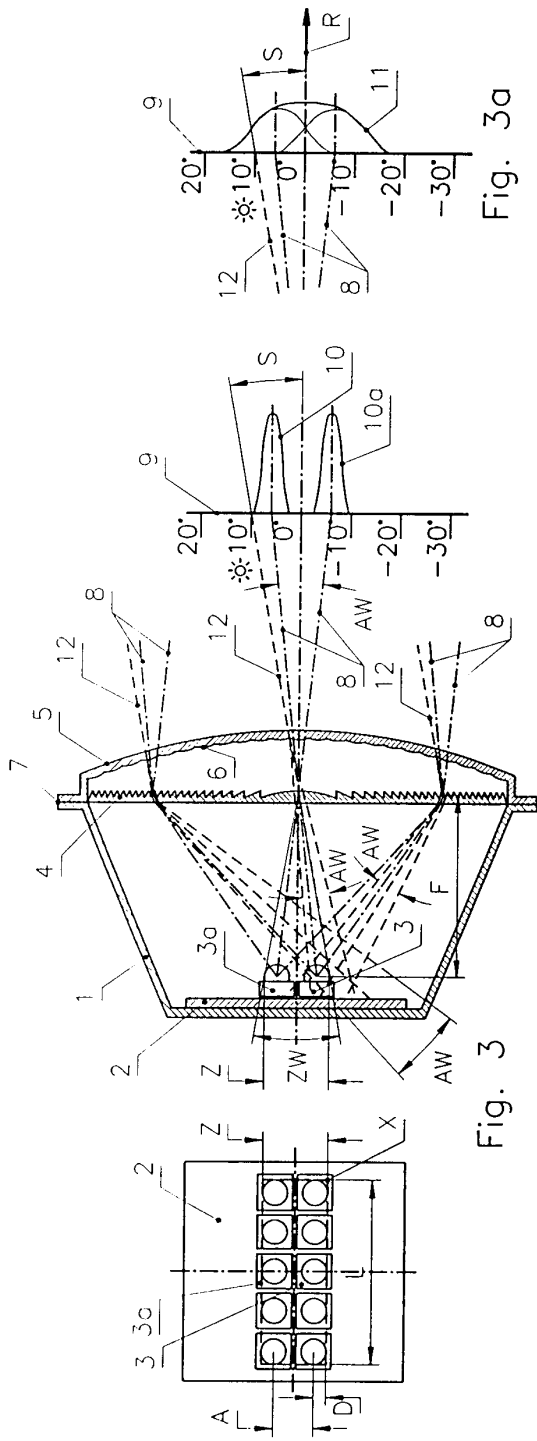


Fig. 3

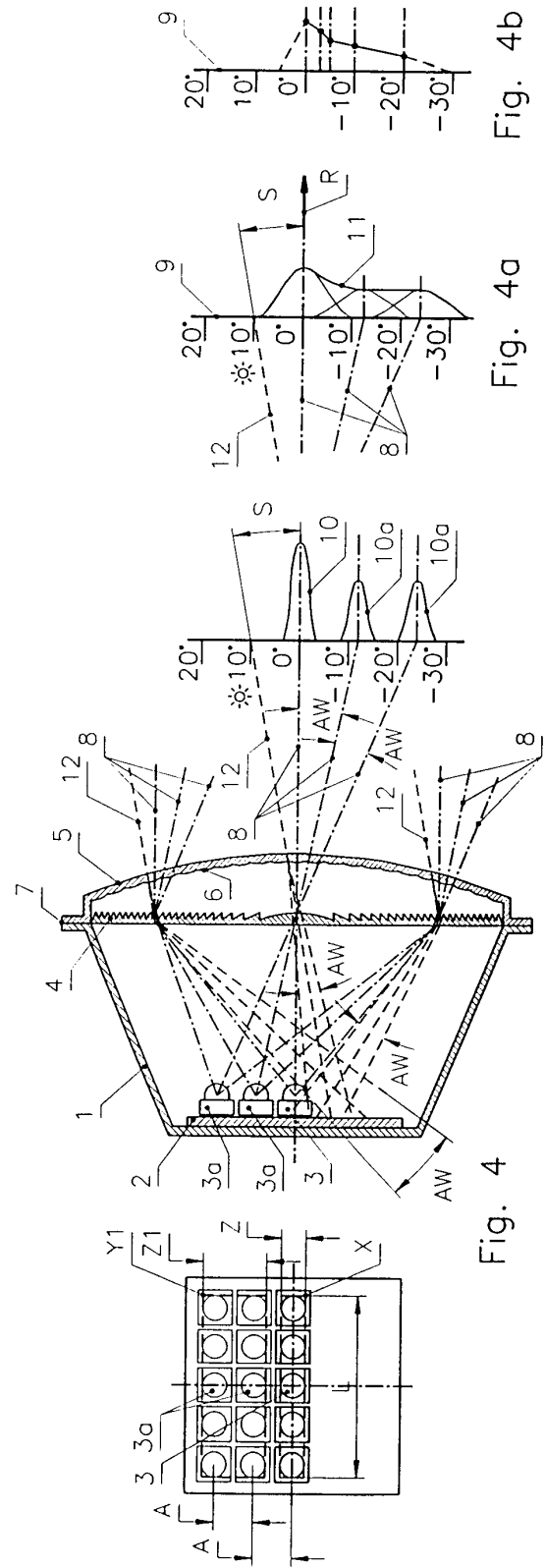


Fig. 4

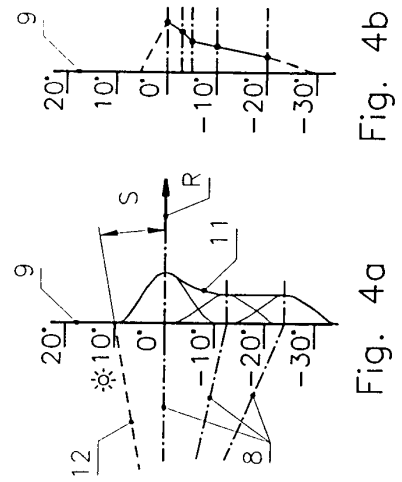


Fig. 4a

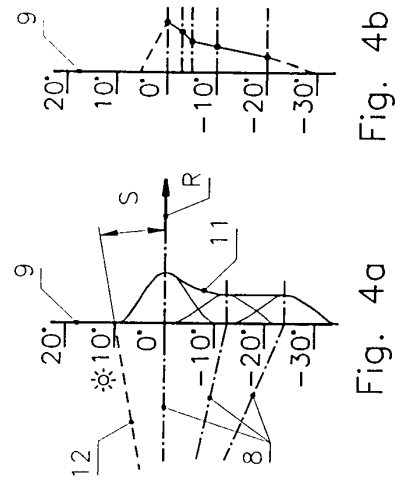
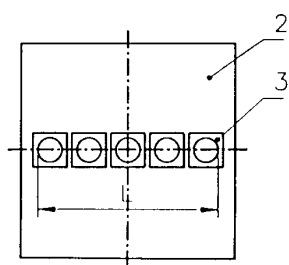
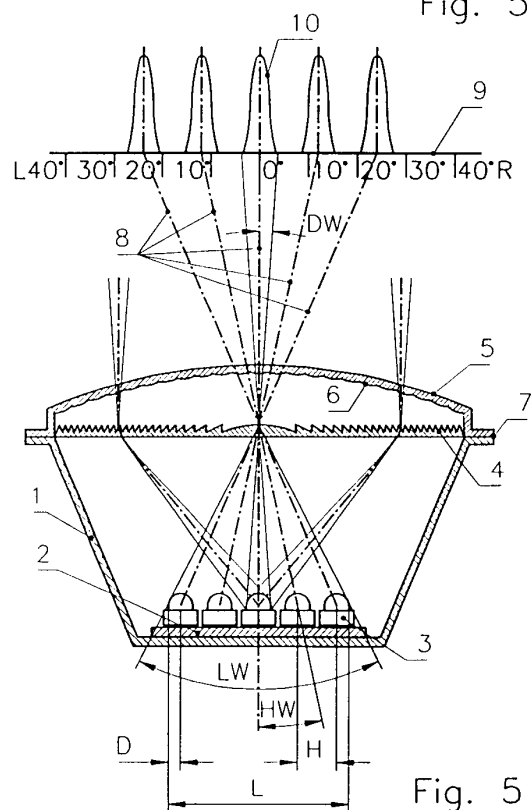
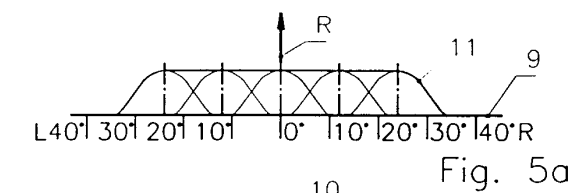
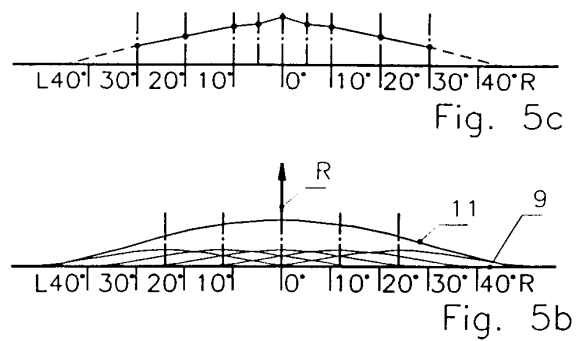
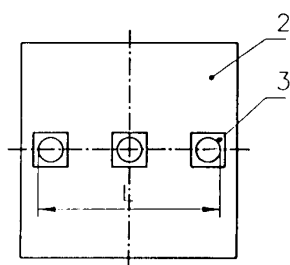
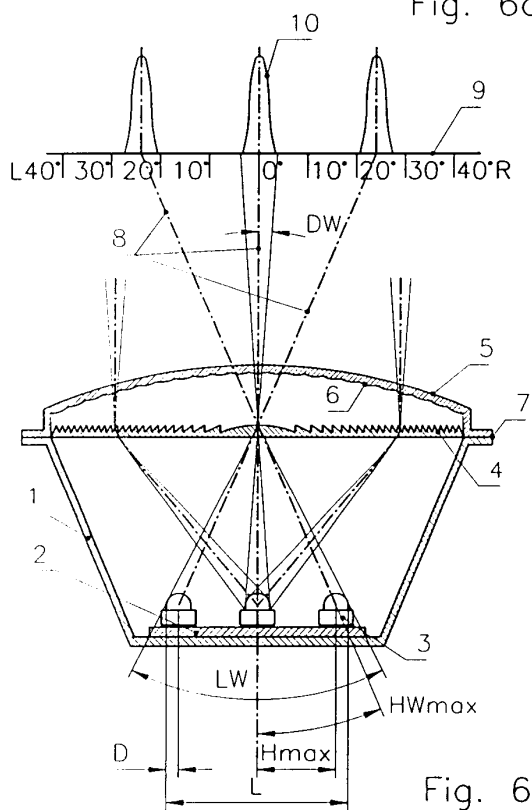
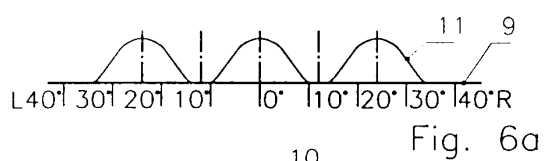
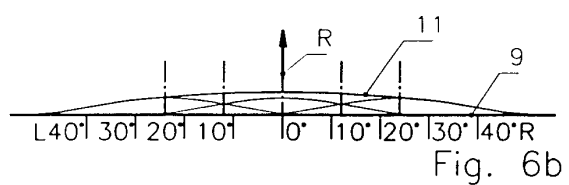


Fig. 4b



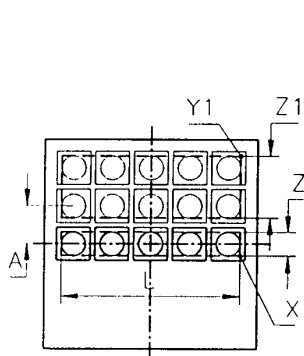


Fig. 7a

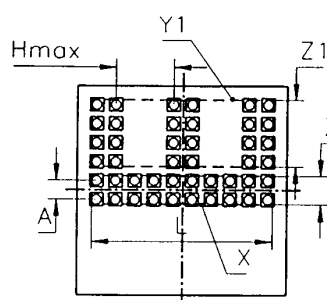


Fig. 7c

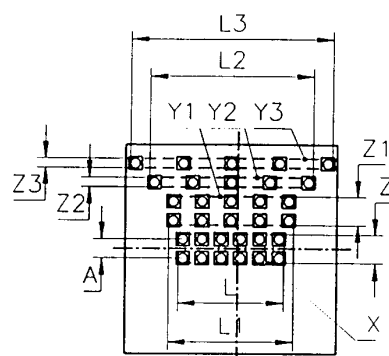


Fig. 7e

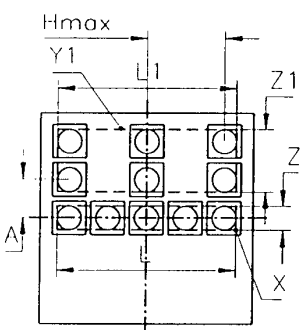


Fig. 7b

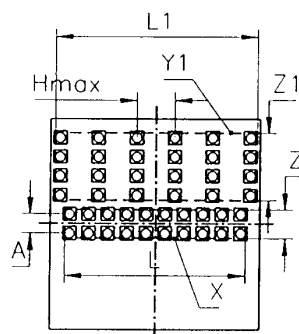


Fig. 7d

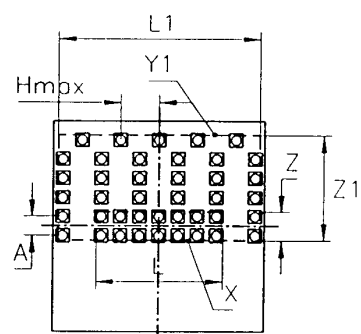


Fig. 7f

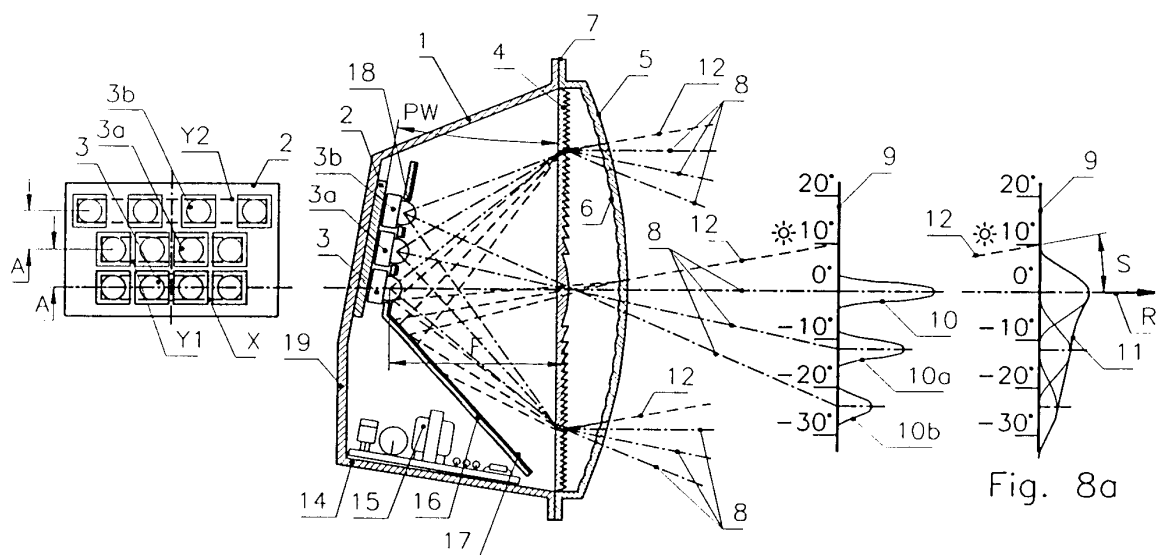


Fig. 8