

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 206/2011  
(22) Anmeldetag: 16.02.2011  
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2012

(51) Int. Cl. : **F21S 8/12** (2006.01)

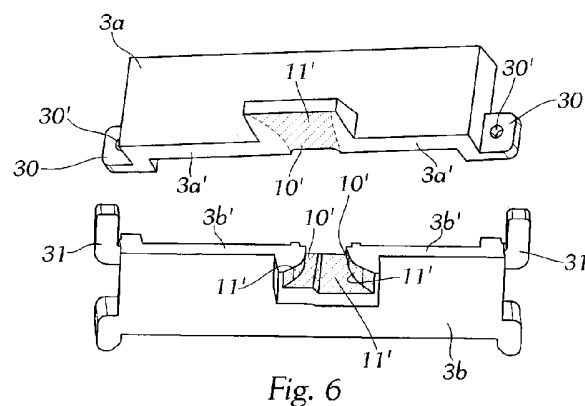
(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2006/097067A1  
EP 2085688A2 EP 1903275A1

(73) Patentinhaber:  
ZIZALA LICHTSYSTEME GMBH  
A-3250 WIESELBURG (AT)  
BAYERISCHE MOTOREN WERKE  
AKTIENGESELLSCHAFT  
D-80809 MÜNCHEN (DE)

(72) Erfinder:  
DANNER MARKUS DIPL.ING.  
OLLERSDORF (AT)  
ERDL HELMUT DR.  
FLINTSBACH (DE)

### (54) LED-LICHTMODUL UND FAHRZEUGSCHEINWERFER

(57) Die Erfindung betrifft ein LED-Lichtmodul (1) für ein Kraftfahrzeug bzw. für einen Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug, wobei das Lichtmodul (1) eine Linse (2) und zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle (8) umfasst, wobei in Lichtaustrittsrichtung gesehen zwischen der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) und der Linse (2) ein Lichttunnel (11) zum direkten Durchtritt von zumindest einem Anteil des von der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) emittierten Lichtes vorgesehen ist, wobei das durch den Lichttunnel (11) austretende Licht der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) über die Linse (2) zur Erzeugung einer Hauptlicht-Funktion oder eines Beitrages zu einer Hauptlicht-Funktion in den Bereich vor dem Kraftfahrzeug projiziert wird, wobei der Lichttunnel (11) aus einem zumindest bereichsweise, vorzugsweise im gesamten Bereich transparenten Material gebildet ist, ein Halter (3) zum Halten des Lichttunnels (11) vorgesehen ist, wobei der Halter (3) zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig transparent ausgebildet ist, und wobei zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) vorgesehen ist, welche in Bezug auf den Lichttunnel (11) derart angeordnet ist, dass das von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) emittierte Licht im Wesentlichen auf den Halter (3) emittiert wird, und wobei die den Lichttunnel (11) begrenzende Wandung (10', 11', 12') zumindest bereichsweise Licht reflektierend ausgebildet ist.



## Beschreibung

### LED-LICHTMODUL

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein LED-Lichtmodul für ein Kraftfahrzeug bzw. für einen Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug, wobei das Lichtmodul eine Linse und zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle umfasst, wobei in Lichtaustrittsrichtung gesehen zwischen der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle und der Linse ein Lichttunnel zum direkten Durchtritt von zumindest einem Anteil des von der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle emittierten Lichtes vorgesehen ist, wobei das durch den Lichttunnel austretende Licht der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle über die Linse zur Erzeugung einer Hauptlicht-Funktion oder eines Beitrages zu einer Hauptlicht-Funktion in den Bereich vor dem Kraftfahrzeug projiziert wird.

**[0002]** Das von einer solchen Primär-LED-Lichtquelle, z.B. einer Hochleistungs-LED-Lichtquelle (z.B. LUMILED Altillin Core oder OSTAR Headlamp) emittierte Licht kann mittels eines Lichttunnels geformt und über eine Linse, z.B. eine Freiformlinse, Asphärenlinse, Fresnellinse auf die Straße projiziert werden und bildet dort eine Hauptlichtverteilung, z.B. eine Abblendlichtverteilung, bzw. einen Beitrag zu einer solchen Hauptlichtverteilung. Die gesamte Lichtverteilung ergibt sich beispielsweise durch Verwendung mehrerer solcher oder unterschiedlicher Lichtmodule. Eine solche Primär-LED-Lichtquelle umfasst z.B. mehrere Leuchtdioden, beispielsweise vier Leuchtdioden. Aufgrund der Verwendung eines Lichttunnels, welcher eine gewisse Länge aufweist, ist gewährleistet, dass sich das Licht der einzelnen Leuchtdioden gut durchmischt und sich so die erforderliche homogene Lichtverteilung ergibt.

**[0003]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, mit einem solchen Scheinwerfer bzw. Lichtmodul auch eine Zusatzlichtfunktion bzw. einen Beitrag zu einer Zusatzlichtfunktion erzeugen zu können, wobei darauf Bedacht zu legen ist, dass dadurch keine wechselseitigen Beeinflussungen der unterschiedlichen Lichtbilder auftreten und dass insbesondere die Hauptlichtverteilung nicht beeinträchtigt wird, beispielsweise durch unerwünschte Störstrahlung, was insbesondere bei abgeblendeten Lichtverteilungen problematisch sein kann. Die Störstrahlung kann nämlich eine Blendwerterhöhung verursachen. Diese Blendwerterhöhung ist für abgeblendete Lichtfiguren (z.B. Abblendlicht, Autobahnlicht, ..., beschrieben z.B. in der ECE R 123- oder SAE-Regulierung), wenn diese über den gesetzlichen Werten zu liegen kommt, nicht zulässig.

**[0004]** Diese Aufgabe wird mit einem eingangs erwähnten LED-Lichtmodul dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß der Lichttunnel aus einem zumindest bereichsweise, vorzugsweise im gesamten Bereich transparenten Material gebildet ist, ein Halter zum Halten des Lichttunnels vorgesehen ist, wobei der Halter zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig transparent ausgebildet ist, und wobei zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle vorgesehen ist, welche in Bezug auf den Lichttunnel derart angeordnet ist, dass das von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle emittierte Licht im Wesentlichen auf den Halter emittiert wird, und wobei die den Lichttunnel begrenzende Wandung zumindest bereichsweise Licht reflektierend ausgebildet ist.

**[0005]** Der Lichttunnel hat an und für sich eine für die Zusatzlichtfunktion abschattende Funktion, wodurch sich keine gesetzeskonforme Lichtverteilung für die Zusatzlichtfunktion ergeben würde. Aus diesem Grund wird der Lichttunnel aus einem transparenten Material gebildet.

**[0006]** Nachdem der Lichttunnel selbst ebenfalls aus einem transparenten Material gebildet ist, wobei das Licht in dem Tunnel vorzugsweise durch Totalreflexion weiter geleitet wird, besteht allerdings die Gefahr, dass Licht aus dem Lichttunnel in den transparenten Halter übertritt und dadurch unerwünschte oder gesetzlich nicht zulässige Störstrahlung auftritt, was insbesondere dann oftmals der Fall sein kann, wenn die Hauptlichtfunktion eine abgeblendete Lichtfunktion wie eine Abblendlichtfunktion ist.

**[0007]** Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Wandung des Lichttunnels, welche zumindest in den relevanten Bereichen Licht reflektierend ausgebildet ist, kann allerdings die Gefahr von Störstrahlung eliminiert werden, sodass sich auch bei einem Lichtmodul, mit wel-

chem zwei Lichtfunktionen erzeugt werden können, diese gesetzeskonform erzeugt werden können.

**[0008]** Bereichsweise bedeutet, dass nur an bestimmten Stellen, insbesondere jenen Stellen der Wandung, wo Licht von der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle in den Lichttunnel und von dort in den Halter gelangen kann, die Wandung reflektierend ausgebildet ist.

**[0009]** Auch wenn der Lichttunnel das Licht im Inneren durch Totalreflexion weiterleitet, kann es natürlich dazu kommen, dass Licht in das den Lichttunnel bildende Material eintreten und zu Störstrahlen führen kann, insbesondere wenn das Licht auch in den Halter gelangen kann.

**[0010]** Durch die (zumindest bereichsweise) reflektierende Ausgestaltung der Innenwandung des Lichttunnels kann dies reduziert oder vollständig verhindert werden.

**[0011]** Das Licht der Sekundär-LED-Lichtquellen dringt in den Körper, welcher den Lichttunnel bildet ein (der Körper stellt praktisch einen Lichtleiter dar), durch die reflektierende Beschichtung aber nicht in den Lichttunnel. Auch ohne die reflektierende Ausgestaltung wäre die Begrenzungswand des Lichttunnels natürlich auch für Licht aus den Sekundär-LED-Lichtquellen totalreflektierend, allerdings würde ein gewisser Prozentsatz des Lichtes dennoch in den Lichttunnel eintreten. Für die Sekundär-Lichtfunktion wäre dies aber unproblematisch, die reflektierende Ausgestaltung des Lichttunnels ist für die Zusatzlichtfunktion somit nicht notwendig, stört aber durch die sehr geringe räumliche Ausdehnung (Dicke) nicht oder nur in vernachlässigbarem Ausmaß.

**[0012]** Entsprechend der Erfindung wird es möglich, mittels der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle eine Zusatzlichtverteilung zu erzeugen. Mit dem Halter wird einerseits der Lichttunnel in seiner Position gehalten, andererseits kann das von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle stammende Licht durch den Halter durch treten und wird über die Linse als Zusatz-Lichtverteilung in einem Bereich vor dem Fahrzeug abgebildet.

**[0013]** Unter der Wandung des Lichttunnels ist hierbei insbesondere die Innenwandung des Lichttunnels zu verstehen.

**[0014]** Typischerweise ist der Halter schmäler als die Längserstreckung des Lichttunnels. In erster Linie ist es daher zweckmäßig, wenn die Wandung des Lichttunnels zumindest in dem an den Halter angrenzenden Bereich Licht reflektierend ausgebildet ist.

**[0015]** Um den Lichtstrom optimal ausnutzen zu können ist vorgesehen, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle derart in Bezug auf den Lichttunnel, insbesondere in Hinblick auf die Lichteintritts-Öffnung des Lichttunnels angeordnet ist, dass im Wesentlichen kein Lichtstrom der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle durch den Lichttunnel austritt.

**[0016]** Üblicherweise ist der Halter glasklar ausgebildet, es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Halter zumindest bereichsweise als Streuscheibe ausgebildet ist, um ein besonders homogenes Lichtbild der Zusatzlichtverteilung zu erhalten.

**[0017]** In optischer Hinsicht optimal und am einfachsten zu fertigen ist der Lichttunnel bzw. das Lichtmodul, wenn die gesamte Fläche der Wandung des Lichttunnels Licht reflektierend ausgebildet ist.

**[0018]** In erster Linie ist dabei die Wandung des Lichttunnels zumindest im Wellenlängenbereich für sichtbares Licht reflektierend ausgebildet.

**[0019]** Beispielsweise ist die Wandung des Lichttunnels verspiegelt ausgebildet.

**[0020]** Bei einer konkreten Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wandung des Lichttunnels bereichsweise oder vollständig (d.h. die gesamte Fläche der Wandung) mit einer Licht reflektierenden Schicht versehen ist.

**[0021]** In Hinblick auf eine einfache Herstellbarkeit hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die Wandung des Lichttunnels bereichsweise oder vollständig mit der Licht reflektierenden Schicht bedampft ist/sind.

**[0022]** In Hinblick auf eine einfache, zweckmäßige Fertigung, sowie einen möglichst exakten Aufbau des Lichtmoduls ist es günstig, wenn der Lichttunnel und der Halter einstückig ausgebildet sind.

**[0023]** Für ein einfaches Anbringen der reflektierenden Schicht ist es insbesondere von Vorteil, wenn der Lichttunnel und/oder der Halter bzw. das einstückige Element Halter - Lichttunnel einen zweiteiligen Aufbau aufweist/aufweisen, wobei die Trennebenen zwischen den beiden Halterteilen durch den Lichttunnel verlaufen. An diesen beiden Trennebenen werden die jeweiligen Elemente zusammengefügt.

**[0024]** Insbesondere ist vorgesehen, dass auch die beiden Trennebenen des Lichttunnels und/oder des Halters ebenfalls Licht reflektierend, vorzugsweise total reflektierend ausgebildet sind, wozu die Trennebenen beispielsweise mit einer Licht reflektierenden Schicht versehen, vorzugsweise mit dieser reflektierenden Schicht bedampft sind.

**[0025]** Insbesondere werden diese Trennebenen im Sinne einer einfacheren Fertigung beschichtet/bedampft.

**[0026]** Von der optischen Funktion her optimal wäre es, wenn lediglich der Lichttunnel, also seine Innenwandung bedampft/beschichtet ist. Allerdings würde sich bei einer einstückigen Ausgestaltung der Lichttunnel nur schwer optimal bedampfen/beschichten lassen, da sich der entsprechende z.B. Aluminium-Nebel nur schwer gleichmäßig und vollständig in dem Lichttunnel verteilen würde, wodurch Stellen mit zu geringer Beschichtungsdicke entstehen könnten, was wieder die Gefahr von Streulicht herbeiführen könnte.

**[0027]** Entsprechend wählt man einen zweiteiligen Aufbau, wobei grundsätzlich auch ein mehrteiliger Aufbau denkbar ist, was aber die Kosten steigern würde. Reflektierend beschichtet muss nur der Tunnel selbst (auf der Innenseite) sein. Um sich aufwändige Maskierungen ersparen zu können (Teile des Halters, die nicht beschichtet werden sollen, müssten abgedeckt werden), beschichtet man die ganze Trenn-/Stirnfläche. Dies hat lichttechnisch nur geringen Einfluss, da diese Beschichtung sehr dünn ist.

**[0028]** Bei einer konkreten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen LED-Lichtmoduls ist vorgesehen, dass im Wesentlichen der gesamte emittierte, optisch relevante Lichtstrom der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle durch den Lichttunnel zur Erzeugung der Haupt-Lichtfunktion austritt.

**[0029]** Unter „relevanter“ Lichtstrom ist jener Lichtstrom zu verstehen, der über die Lichteintrittsfläche der Linse in diese eintreten kann, also nicht reflektiert wird, und somit für die Lichtfunktion prinzipiell nutzbar ist. Je nach Ausgestaltung weist eine Leuchtdiode ein bestimmtes Abstrahlverhalten auf, sodass üblicherweise ein Teil der Lichtstrahlen - sofern er nicht umgelenkt wird - in einer Richtung abgestrahlt wird, dass deren Auftreffwinkel auf der Lichteintrittsfläche der Linse größer als der sogenannte Öffnungswinkel der Linse ist, dieses Licht also reflektiert wird. Licht von der LED-Lichtquelle, welches unter einem größeren Winkel als der Öffnungswinkel auftritt, stellt nicht mehr „relevanten“ Lichtstrom dar.

**[0030]** Außerdem kann vorgesehen sein, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle bzw. alle Sekundär-LED-Lichtquellen außerhalb der optischen Achse des Lichtmoduls liegen.

**[0031]** Um eine optimale, möglichst homogene Ausleuchtung der Streuscheibe bzw. ein möglichst homogenes Erscheinungsbild des Halters bzw. des als Streuscheibe ausgebildeten Halters und somit des Lichtmoduls zu erreichen, kann weiters noch vorgesehen sein, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle entgegen der Lichtaustrittsrichtung, in Bezug auf die Primär-LED-Lichtquelle nach hinten versetzt angeordnet ist. (D.h., die Lichtaustrittsflächen der Lichtquellen sind zueinander versetzt.)

**[0032]** Mit zunehmender Entfernung der LED-Lichtquelle(n) der Sekundär-Lichtquelle wird eine homogenere Ausleuchtung des Halters/der Streuscheibe erreicht.

**[0033]** Im Sinne einer homogenen Ausleuchtung des Halters ist es weiters, wenn wie bei einer vorteilhaften Variante vorgesehen die Primär-LED-Lichtquelle zwei oder mehrere Leuchtdioden

umfasst.

**[0034]** Wie viele Leuchtdioden verwendet werden müssen, hängt einerseits von der Stärke der Leuchtdioden ab und andererseits von der Lichtverteilung, die erzeugt werden soll.

**[0035]** Zweckmäßig ist es weiters, wenn die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle und die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle oder die zumindest eine Leuchtdiode der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle und die zumindest eine Leuchtdiode der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle getrennt ansteuerbar sind, sodass die Primär-Lichtquelle und die Sekundär-Lichtquelle(n) unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden können.

**[0036]** Weiters ist vorgesehen, dass im Betrieb der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle gedimmt oder abgeschaltet ist.

**[0037]** Es wird versucht, beim Sekundärlicht mit dem Licht der Sekundär-Lichtquellen möglichst bis an den Rand des Lichttunnels heran zu leuchten; die Primär-LED-Lichtquelle wird gedimmt, leuchtet aber, damit sich eine durchgehende Beleuchtung ergibt und der Lichttunnel keinen dunklen Fleck im Lichtbild des Sekundärlichtes verursacht. Die Linse projiziert genau jene Lichtverteilung, die in ihrer Brennebene auftritt. Licht der Sekundär-LED-Lichtquellen kann nicht in den Tunnel eintreten, dieser würde daher dunkel erscheinen und sich als dunkle Stelle im Lichtbild darstellen, wenn die Primär-LED-Lichtquelle(n) nicht (gedimmt) weiter leuchten würde(n).

**[0038]** Im Hauptlicht-Betrieb ist in der Regel nur die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle eingeschaltet, die Sekundär-LED-Lichtquellen sind üblicherweise abgeschaltet. Bei einer Hauptlichtfunktion = Fernlicht könnten aber auch die Sekundär-LED-Lichtquellen weiter betrieben werden, um mehr Licht auf die Straße emittieren zu können.

**[0039]** Weiters ist es von Vorteil, wenn - in eingebautem Zustand des Lichtmoduls in einen Fahrzeugscheinwerfer - in vertikaler Richtung unterhalb einer Horizontalebene durch die Primär-LED-Lichtquelle n Sekundär-LED-Lichtquellen und oberhalb der Horizontalebene m Sekundär-LED-Lichtquellen vorgesehen sind, wobei  $m < n$  gilt.

**[0040]** Horizontalebene „durch“ die LED-Lichtquelle bedeutet dabei, dass diese Ebene durch die LED der LED-Lichtquelle bzw. bei mehreren LEDs durch den geometrischen Mittelpunkt der dieser LEDs verläuft.

**[0041]** Da die Linse des Lichtmoduls zumeist aus Blickwinkeln oberhalb dieser Horizontalen betrachtet wird, ist es von Vorteil, wenn die Anzahl der LEDs im unteren Bereich erhöht ist, da dieser Bereich in den Winkelbereich oberhalb der Horizontalen abgebildet wird und so eine optisch ansprechendere Ausleuchtung der Linse erreicht werden kann.

**[0042]** Grundsätzlich optimal wäre eine hohe Anzahl an LED-Lichtquellen für die Sekundär-Lichtquelle, was aber durch Kosten und verfügbaren Bauraum des Scheinwerfers beschränkt ist. Bei einer einfachen, günstigen Variante der Erfindung, mit welcher ansprechende Ergebnisse bei der Ausleuchtung erzielt werden können, ist  $m = 0$ .

**[0043]** Im Sinne einer möglichst gleichmäßigen Ausleuchtung ist es weiters, wenn die Sekundär-LED-Lichtquelle(n) oberhalb bzw. unterhalb der Horizontalebene jeweils symmetrisch in horizontaler Richtung in Bezug auf eine Vertikalebene durch die optische Achse angeordnet ist/sind.

**[0044]** Außerdem kann in diesem Zusammenhang noch vorgesehen sein, dass seitlich neben der Primär-LED-Lichtquelle - also in einer Horizontalebene mit der Primär-LED-Lichtquelle - weitere Sekundär-LED-Lichtquellen der Sekundär-Lichtquelle angeordnet sind.

**[0045]** Um den Lichtstrom von der Primär-LED-Lichtquelle optimal nutzen zu können, ist weiters mit Vorteil vorgesehen, dass die Abmessungen des Lichttunnels, wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle in Bezug auf den Lichttunnel und/oder der Abstand der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle zu dem Halter derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Primär-LED-

Lichtquelle alle emittierten Lichtstrahlen, welche innerhalb eines Öffnungswinkels der Linse liegen, durch den Lichttunnel durchtreten können.

**[0046]** Unter dem Begriff „Anordnung in Bezug auf den Lichttunnel“ ist in erster Linie zu verstehen „in Bezug auf die Lichteintrittsöffnung des Lichttunnels“.

**[0047]** Weiters ist es von Vorteil, wenn die Abmessungen des Lichttunnels, wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge, etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle in Bezug auf den Lichttunnel und/oder der Abstand der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle zu dem Halter derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle Lichtstrahlen lediglich in jene Bereiche des Halters gelangen, die außerhalb des Lichttunnels liegen.

**[0048]** Auf diese Weise kann kein Durchtritt von Sekundär-Licht direkt durch den Lichttunnel stattfinden.

**[0049]** Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Abmessungen des Lichttunnels, wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge, etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle in Bezug auf den Lichttunnel, d.h. auf seine Lichteintrittsöffnung, und/oder der Abstand der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle zu dem Halter derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle Lichtstrahlen bis an den Rand der Lichteintritts-Öffnung des Lichttunnels abgestrahlt werden.

**[0050]** Weiters kann es schließlich auch noch von Vorteil sein, wenn der Lichttunnel mit einem optisch transparenten, insbesondere mit einem im Bereich von sichtbarem Licht transparenten Material, z.B. mit einem Silikon, ausgefüllt ist. Damit lässt sich ein Schutz der Beschichtung/Bedampfung gegen äußere Einflüsse (Feuchtigkeit, Staub, etc.) realisieren, wodurch die Gefahr der Ablösung oder der Korrosion der Beschichtung/Bedampfung gebannt werden kann.

**[0051]** Außerdem liefert ein befüllter Lichttunnel etwas höhere Lichtwerte ( $E_{max}$ ) als ein nicht befüllter Lichttunnel, da Lichtstrahlen bei Eintritt in optisch dichtere Medien zum Lot gebrochen werden, sodass es zu einer Konzentration der Lichtstrahlen kommt.

**[0052]** Im Folgenden ist die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erörtert. In dieser zeigt

**[0053]** Fig. 1 ein erfindungsgemäßes LED-Lichtmodul in einer schematischen Darstellung,

**[0054]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Lichttunnels und Halters,

**[0055]** Fig. 3 den Oberteil des Lichttunnels und Halters aus Figur 2 mit Blick auf den dahinter liegenden LED-Print,

**[0056]** Fig. 4 in Analogie zu Figur 3 den Unterteil des Lichttunnels und Halters,

**[0057]** Fig. 5 den LED-Print mit Primär- und Sekundär-LED-Lichtquellen,

**[0058]** Fig. 6 einen perspektivische Ansicht des Ober- und des Unterteiles des Lichttunnels und des Halters,

**[0059]** Fig. 7 Lichttunnel und Halter in einer Ansicht von hinten, und

**[0060]** Fig. 8 den Unterteil des einstückigen Halters und Lichttunnels.

**[0061]** Figur 1 zeigt schematisch ein LED-Lichtmodul 1 für ein Kraftfahrzeug bzw. für einen Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug, wobei das Lichtmodul 1 eine Linse 2 umfasst sowie einen LED-Print 20, auf welchem - siehe Figur 5 - eine Primär-LED-Lichtquelle 8 und mehrere Sekundär-LED-Lichtquellen 9 angebracht sind.

**[0062]** Die optische Achse ist mit 100 bezeichnet.

**[0063]** Ein solches LED-Lichtmodul 1 erzeugt beispielsweise eine vollständige Hauptlichtverteilung, etwa ein Abblendlicht, vorzugsweise aber z.B. nur einen Beitrag zu einer solchen Lichtverteilung, etwa den Asymmetrieanteil in der Abblendlichtverteilung, während die restliche Lichtverteilung von anderen, zusätzlichen Lichtmodulen, die hier nicht Gegenstand der Beschreibung

sind, erzeugt werden.

**[0064]** Ähnliches gilt für die Zusatzlichtverteilung, auch hier liefert das erfindungsgemäße Lichtmodul einen Beitrag zu der Zusatzlichtverteilung.

**[0065]** Die Primär-LED-Lichtquelle 8 umfasst in dem gezeigten Beispiel vier Leuchtdioden 8' (Lichtaustrittsflächen 8''), die in einem Gehäuse 8'' angeordnet sind.

**[0066]** Die Sekundär-LED-Lichtquellen 9 umfassen in dem gezeigten Beispiel jeweils genau eine Leuchtdiode 9', die in einem Gehäuse 9'' angeordnet ist.

**[0067]** In Lichtaustrittsrichtung gesehen zwischen der Primär-LED-Lichtquelle 8 und der Linse 2 ist ein Lichttunnel 11 zum direkten Durchtritt des von der Primär-LED-Lichtquelle 8 emittierten Lichtes vorgesehen, wobei das durch den Lichttunnel 11 austretende Licht der Primär-LED-Lichtquelle 8 über die Linse 2 zur Erzeugung einer Hauptlicht-Funktion (wenn im Folgenden oder generell in diesem Dokument von der „Hauptlichtfunktion“ bzw. dem „Hauptlicht“ und analog von dem „Zusatzlicht“ die Rede ist, dann kann damit auch „ein Anteil“ an der jeweiligen Lichtverteilung gemeint sein, ohne dass jeweils getrennt auf diesen Unterschied eingegangen wird) in den Bereich vor dem Kraftfahrzeug projiziert wird.

**[0068]** Das von einer solchen Primär-LED-Lichtquelle, z.B. einer Hochleistungs-LED-Lichtquelle (z.B. LUMILED Altillin Core oder OSTAR Headlamp) emittierte Licht kann mittels eines Lichttunnels geformt und über die Linse 2, z.B. eine Freiformlinse, Asphärenlinse, Fresnellinse auf die Straße projiziert werden und bildet dort eine Hauptlichtverteilung, z.B. eine Abblendlichtverteilung (oder, wie erwähnt, einen bestimmten Anteil davon im Lichtbild). Aufgrund der Verwendung eines Lichttunnels 11, welcher eine gewisse Länge und dessen Lichtaustrittsfläche/Öffnung 10 eine entsprechende Gestalt (z.B. zur Formung eines Asymmetrieanteils in der Lichtverteilung) aufweist, ist gewährleistet, dass sich das Licht der einzelnen Leuchtdioden gut durchmischt und sich so die erforderliche homogene Lichtverteilung ergibt.

**[0069]** Mit einem solchen Scheinwerfer bzw. Lichtmodul soll nun auch eine Zusatzlichtfunktion erzeugt werden, wobei darauf Bedacht zu legen ist, dass dadurch die Hauptlichtverteilung nicht beeinträchtigt wird, beispielsweise durch unerwünschte Störstrahlung, was insbesondere bei abgeblendeten Lichtverteilungen problematisch sein kann. Dazu ist der Lichttunnel 11 aus einem transparenten Material gebildet, und weiters ist ein Halter 3 zum Halten des Lichttunnels 11 vorgesehen, wobei der Halter 3 ebenfalls transparent ausgebildet ist.

**[0070]** Die Sekundär-LED-Lichtquellen 9 sind in Bezug auf den Lichttunnel 11 derart angeordnet, dass das von den Sekundär-LED-Lichtquellen 9 emittierte Licht im Wesentlichen auf den Halter 3 emittiert wird und durch diesen durchtritt und über die Linse 2 als Zusatzlichtfunktion (etwa ein Tagfahrlicht) oder Beitrag zu dieser Zusatzlichtfunktion abgebildet wird.

**[0071]** Der Lichttunnel 11 bzw. der den Lichttunnel 11 bildende Körper 40, 41 hat an und für sich eine für die Zusatzlichtfunktion abschattende Funktion, wodurch sich keine gesetzeskonforme Lichtverteilung für die Zusatzlichtfunktion ergeben würde. Aus diesem Grund wird der Lichttunnel 11 bzw. der den Lichttunnel 11 bildende Körper 40, 41 aus einem transparenten Material gebildet.

**[0072]** Nachdem der Lichttunnel selbst ebenfalls aus einem transparenten Material gebildet ist, wobei das Licht in dem Tunnel vorzugsweise durch Totalreflexion weiter geleitet wird, besteht allerdings (trotz Totalreflexion) die Gefahr, dass Licht aus dem Lichttunnel 11 in den transparenten Halter 3 übertritt und dadurch unerwünschte oder gesetzlich nicht zulässige Störstrahlung auftritt, was insbesondere dann oftmals der Fall sein kann, wenn die Hauptlichtfunktion eine abgeblendete Lichtfunktion wie eine Abblendlichtfunktion ist, da es hier zu unerlaubten Blendwerten über der HD-Linie kommen kann.

**[0073]** Um dies zu verhindern, wird die Wandung des Lichttunnels zumindest in den relevanten Bereichen Licht reflektierend ausgebildet, sodass die Gefahr von Störstrahlung eliminiert wird. Dadurch können bei einem Lichtmodul, mit welchem zwei Lichtfunktionen erzeugt werden, diese gesetzeskonform erzeugt werden.

**[0074]** Durch die (zumindest bereichsweise) reflektierende Ausgestaltung der Innenwandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 kann die Störstrahlung reduziert oder vollständig ausgeschaltet werden.

**[0075]** Unter der Wandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 ist dabei die Innenwandung des Körpers 40, 41, welcher den Lichttunnel 11 bildet, zu verstehen.

**[0076]** Vorzugsweise ist die gesamte Innenwandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 Licht reflektierend ausgebildet, d.h. sowohl die unmittelbar an den Halter 3 angrenzende Innenwandung 10' als auch die sich nach vorne zur Lichtaustrittsöffnung 10 hin erstreckende Wandung 11' sind reflektierend ausgebildet.

**[0077]** Auch die sich nach hinten erstreckende Wandung 12', welche die Primär-LED-Lichtquelle 8 umfasst (und streng genommen nicht mehr Bestandteil des Lichttunnels 11 ist, hier aber der Einfachheit halber als zum Lichttunnel 11 gehörend bezeichnet wird), ist reflektierend ausgebildet. Die Wandung 12' ist geometrisch derart gestaltet, dass möglichst kein Licht aus der Primär-LED-Lichtquelle nach Außen oder in den Halter 3 eintritt, wozu diese z.B. wie gezeigt gestuft ausgebildet ist. Um das Licht der Primär-LED-Lichtquelle vollständig gegen einen Eintritt in den Halter 3 zu blockieren, ist auch die Wandung 12' reflektierend ausgebildet.

**[0078]** Das Licht der Sekundär-LED-Lichtquellen dringt in den Körper 40, 41, welcher den Lichttunnel bildet ein (der Körper 40, 41 stellt praktisch einen Lichtleiter dar), durch die reflektierende Beschichtung aber nicht in den Lichttunnel 11. Auch ohne die reflektierende Ausgestaltung wäre die Begrenzungswand 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 natürlich auch für Licht aus den Sekundär-LED-Lichtquellen totalreflektierend, allerdings würde ein gewisser Prozentsatz des Lichtes dennoch in den Lichttunnel eintreten. Für die Sekundär-Lichtfunktion wäre dies aber unproblematisch, die reflektierende Ausgestaltung des Lichttunnels ist für die Zusatzlichtfunktion somit nicht notwendig, stört aber durch die sehr geringe räumliche Ausdehnung (Dicke) nicht oder nur in vernachlässigbarem Ausmaß.

**[0079]** Entsprechend der Erfindung wird es möglich, mittels der Sekundär-LED-Lichtquellen 9 eine Zusatzlichtverteilung, z.B. eine Tagfahrlichtverteilung zu erzeugen. Mit dem Halter 3 wird einerseits der Lichttunnel 11 in seiner Position gehalten, andererseits kann das von den Sekundär-LED-Lichtquelle 9 stammende Licht durch den Halter 3 durch treten und wird über die Linse 2 als Zusatz-Lichtverteilung in einem Bereich vor dem Fahrzeug abgebildet.

**[0080]** Wie in Figur 2 angedeutet und z.B. in Figuren 3, 4 und 6, aber auch in Figur 7 und 8 gut zu erkennen, sind der Lichttunnel 11 und der Halter 3 einstückig in einem Element ausgebildet, wobei dieses Element selbst wieder vorzugsweise aus zwei Teilen 3a, 3b besteht.

**[0081]** Insbesondere in den Figuren 3, 4 und 6 gut zu erkennen sind die Elemente 30, 30', 31, 31', welche mit den Teilen 3a, 3b vorzugsweise einstückig ausgebildet sind. Diese Elemente dienen dazu, die beiden Teile 3a, 3b aneinander zu befestigen.

**[0082]** Hinsichtlich der Terminologie sei hier folgendes ausgeführt:

**[0083]** \*) der Lichttunnel 11 selbst ist ja eine Durchgangsöffnung in einem transparenten Körper 40, 41 (siehe z.B. Figur 2); dementsprechend bedeutet die Formulierung „Lichttunnel 11 einstückig mit einem Halter 3“, dass der den Lichttunnel 11 bildende Körper 40, 41 einstückig mit dem Halter 3 ist;

**[0084]** \*) weiters bedeutet, wie dies oben ja schon zu erkennen ist, der Begriff „einstückig“ in „Lichttunnel 11 einstückig mit Halter 3“ nicht zwangsläufig, dass tatsächlich nur „ein Stück“ bzw. „ein Bauteil“ vorliegt - vielmehr soll damit zum Ausdruck gebracht werden, dass Halter und Lichttunnel bzw. der den Lichttunnel bildende Körper 40, 41 in einem gemeinsamen Bauteil ausgebildet sind, dass dieses Bauteil aber auch einen zweiteiligen Aufbau (oder mehrteiligen) aufweisen kann; die zweiteilige Trennung dieses Bauteils erfolgt aber nicht in einer Trennung Lichttunnel - Halter, sondern jedes der Bauteile umfasst einen Teil des Halters und des Lichttunnels, wie dies z.B. in Figur 6 gut zu erkennen ist

**[0085]** Der Halter 3 (bzw. das „einstückige Element aus Lichttunnel und Halter im Bereich des

Halters) ist glasklar ausgebildet, es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Halter 3 als Streuscheibe ausgebildet ist, um ein besonders homogenes Lichtbild der Zusatzlichtverteilung zu erhalten.

**[0086]** In erster Linie ist die Wandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 zumindest im Wellenlängenbereich für sichtbares Licht reflektierend ausgebildet.

**[0087]** Beispielsweise ist die Wandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 verspiegelt ausgebildet.

**[0088]** Die Wandung 10', 11', 12' des Lichttunnels 11 ist vorzugsweise vollständig mit einer Licht reflektierenden Schicht versehen, wobei es sich in Hinblick auf eine einfache Herstellbarkeit als zweckmäßig erwiesen hat, wenn die Wandung 10', 11', 12' des Lichttunnels mit der Licht reflektierenden Schicht bedampft ist.

**[0089]** Insbesondere für ein einfaches Anbringen der reflektierenden Schicht ist es von Vorteil, wenn das „einstückige“ Bauteil aus Lichttunnel 11 und Halter 3 einen zweiteiligen Aufbau aufweist, wobei die Trennebenen 3a', 3b' zwischen den beiden Teilen 3a, 3b durch den Lichttunnel 11 verlaufen. An diesen beiden Trennebenen werden die jeweiligen Elemente zusammengefügt.

**[0090]** Vorzugsweise legt man die Trennebenen 3a', 3b' derart durch den Halter/Lichttunnel, dass eine der beiden Trennebenen, im Beispiel die obere Trennebene 3a' eine durchgehende ebene Fläche darstellt, ein Teil dieser ebenen Fläche also die „Decke“ des Lichttunnels bildet (siehe Figur 6), während der untere Teil 3b mit der unteren Trennebene 3b' praktisch den gesamten Lichttunnel ohne Decke enthält. Die Trennung erfolgt also an der in diesem Beispiel obersten möglichen Position, die durch den Lichttunnel verläuft. Diese Trennung hat den Vorteil, dass auch bei einem leicht versetzt/verschobenen Zusammenfügen der beiden Teile 3a, 3b im Lichttunnel selbst keine Kanten oder Stufen entstehen, die sich im Lichtbild abbilden würden.

**[0091]** Würde die Trennung nicht an der obersten (oder untersten) möglichen Lage durch den Lichttunnel sondern mitten durch den Lichttunnel erfolgen, so würden bei einem versetzten Zusammenbau Stufen/Kanten im Lichttunnel entstehen, wie man sich das leicht vorstellen kann.

**[0092]** Dadurch, dass die Trennebenen 3a', 3b' durch den Lichttunnel 11 verlaufen, lässt sich dessen Wandung 10', 11', 12' optimal bedampfen/beschichten.

**[0093]** Üblicherweise werden auch die beiden Trennebenen 3a', 3b' mit einer Licht reflektierend Schicht bedampft, was in erster Linie im Sinne einer einfacheren Fertigung ist.

**[0094]** Von der optischen Funktion her optimal wäre es, wenn lediglich der Lichttunnel, also seine Innenwandung bedampft/beschichtet ist. Allerdings würde sich bei einer einstückigen Ausgestaltung der Lichttunnel nur schwer optimal bedampfen/beschichten lassen, da sich der entsprechende z.B. Aluminium-Nebel nur schwer gleichmäßig und vollständig in dem Lichttunnel verteilen würde (da der Lichttunnel sehr klein und eng ist), wodurch Stellen mit zu geringer Beschichtungsdicke entstehen könnten, was wieder die Gefahr von Streulicht herbeiführen könnte.

**[0095]** Entsprechend wählt man einen zweiteiligen Aufbau, wobei grundsätzlich auch ein mehrteiliger Aufbau denkbar ist, was aber die Kosten steigern würde. Reflektierend beschichtet muss nur der Tunnel selbst (auf der Innenseite) sein. Um sich aufwändige Maskierungen ersparen zu können (Teile des Halters, die nicht beschichtet werden sollen, müssten abgedeckt werden), beschichtet man die ganze Trenn-/Stirnfläche. Dies hat lichttechnisch nur geringen Einfluss, da diese Beschichtung sehr dünn ist und steigert die Kosteneffizienz und Prozesssicherheit.

**[0096]** Zweckmäßig ist es schließlich, wenn die Primär-LED-Lichtquelle 8 und die Sekundär-LED-Lichtquelle 9 getrennt ansteuerbar sind, sodass die Primär-Lichtquelle und die Sekundär-Lichtquelle(n) unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden können.

**[0097]** Im Betrieb der Sekundär-LED-Lichtquellen 9 ist die Primär-LED-Lichtquelle 8 gedimmt.

**[0098]** Es wird versucht, beim Sekundärlicht mit dem Licht der Sekundär-Lichtquellen 9 mög-

licht bis an den Rand des Lichttunnels 11 heran zu leuchten; die Primär-LED-Lichtquelle 8 wird gedimmt, leuchtet aber, damit sich eine durchgehende Beleuchtung ergibt und der Lichttunnel keinen dunklen Fleck im Lichtbild des Sekundärlichtes erzeugt. Die Linse projiziert genau jene Lichtverteilung, die in ihrer Brennebene auftritt. Licht der Sekundär-LED-Lichtquellen kann nicht in den Tunnel eintreten, dieser würde daher dunkel erscheinen und sich als dunkle Stelle im Lichtbild darstellen, wenn die Primär-LED-Lichtquelle nicht (gedimmt) weiter leuchten würde.

**[0099]** Im Hauptlicht-Betrieb ist in der Regel nur die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle eingeschaltet, die Sekundär-LED-Lichtquellen sind üblicherweise abgeschaltet. Bei einer Hauptlichtfunktion = Fernlicht könnten aber auch die Sekundär-LED-Lichtquellen weiter betrieben werden, um mehr Licht auf die Straße emittieren zu können.

### Patentansprüche

1. LED-Lichtmodul (1) für ein Kraftfahrzeug bzw. für einen Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug, wobei das Lichtmodul (1) eine Linse (2) und zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle (8) umfasst, wobei in Lichtaustrittsrichtung gesehen zwischen der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) und der Linse (2) ein Lichttunnel (11) zum direkten Durchtritt von zumindest einem Anteil des von der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) emittierten Lichtes vorgesehen ist, wobei das durch den Lichttunnel (11) austretende Licht der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) über die Linse (2) zur Erzeugung einer Hauptlicht-Funktion oder eines Beitrages zu einer Hauptlicht-Funktion in den Bereich vor dem Kraftfahrzeug projiziert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichttunnel (11) aus einem zumindest bereichsweise, vorzugsweise im gesamten Bereich, transparenten Material gebildet ist, ein Halter (3) zum Halten des Lichttunnels (11) vorgesehen ist, wobei der Halter (3) zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig, transparent ausgebildet ist, und wobei zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) vorgesehen ist, welche in Bezug auf den Lichttunnel (11) derart angeordnet ist, dass das von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) emittierte Licht im Wesentlichen auf den Halter (3) emittiert wird, und wobei die den Lichttunnel (11) begrenzende Wandung (10', 11', 12') zumindest bereichsweise Licht reflektierend ausgebildet ist.
2. Lichtmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung zumindest in dem an den Halter (3) angrenzenden Bereich (10') Licht reflektierend ausgebildet ist.
3. Lichtmodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) derart in Bezug auf den Lichttunnel (11) angeordnet ist, dass im Wesentlichen kein Lichtstrom der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) durch den Lichttunnel (11) austritt.
4. Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Halter (3) zumindest bereichsweise als Streuscheibe ausgebildet ist.
5. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte Fläche der Wandung (10', 11', 12') des Lichttunnels (11) Licht reflektierend ausgebildet ist.
6. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung (10', 11', 12') des Lichttunnels (11) zumindest im Wellenlängenbereich für sichtbares Licht reflektierend ausgebildet ist.
7. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung (10', 11', 12') des Lichttunnels (11) verspiegelt ausgebildet ist.
8. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung (10', 11', 12') des Lichttunnels (11) bereichsweise oder vollständig mit einer Licht reflektierenden Schicht versehen ist.

9. LED-Lichtmodul nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wandung (10', 11', 12') des Lichttunnels (11) bereichsweise oder vollständig mit der Licht reflektierenden Schicht bedampft ist/sind.
10. Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichttunnel (11) und der Halter (3) einstückig ausgebildet sind.
11. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichttunnel (11) und/oder der Halter (3) einen zweiteiligen Aufbau aufweist/aufweisen, wobei die Trennebenen (3a', 3b') zwischen den beiden Halterteilen (3a, 3b) durch den Lichttunnel (11) verlaufen.
12. LED-Lichtmodul nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Trennebenen (3a', 3b') des Lichttunnels (11) und/oder des Halters (3) ebenfalls Licht reflektierend, vorzugsweise total reflektierend ausgebildet sind, wozu die Trennebenen (3a', 3b') beispielsweise mit einer Licht reflektierenden Schicht versehen, vorzugsweise mit dieser reflektierenden Schicht bedampft sind.
13. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Wesentlichen der gesamte emittierte, optisch relevante Lichtstrom der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) durch den Lichttunnel (11) zur Erzeugung der Haupt-Lichtfunktion austritt.
14. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) bzw. alle Sekundär-LED-Lichtquellen (9) außerhalb der optischen Achse (100) des Lichtmoduls liegen.
15. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) entgegen der Lichtaustrittsrichtung, in Bezug auf die Primär-LED-Lichtquelle (8) nach hinten versetzt angeordnet ist.
16. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Primär-LED-Lichtquelle (8) zwei oder mehrere Leuchtdioden (8') umfasst.
17. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle (8) und die zumindest eine Sekundär-LED-Lichtquelle (9) oder die zumindest eine Leuchtdiode (8') der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) und die zumindest eine Leuchtdiode (9') der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) getrennt ansteuerbar sind.
18. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Betrieb der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) die zumindest eine Primär-LED-Lichtquelle (8) gedimmt oder abgeschaltet ist.
19. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass - in eingebautem Zustand des Lichtmoduls in einen Fahrzeugscheinwerfer - in vertikaler Richtung unterhalb einer Horizontalebene durch die Primär-LED-Lichtquelle (9) n Sekundär-LED-Lichtquellen (9) und oberhalb der Horizontalebene m Sekundär-LED-Lichtquellen (9) vorgesehen sind, wobei  $m < n$  gilt.
20. LED-Lichtmodul nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch  $m = 0$ .
21. LED-Lichtmodul nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sekundär-LED-Lichtquelle(n) (9) oberhalb bzw. unterhalb der Horizontalebene jeweils symmetrisch in horizontaler Richtung in Bezug auf eine Vertikalebene durch die optische Achse (100) angeordnet ist/sind.
22. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass seitlich neben der Primär-LED-Lichtquelle (9) weitere Sekundär-LED-Lichtquellen (6', 7') der Sekundär-Lichtquelle angeordnet sind.

23. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abmessungen des Lichttunnels (11), wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) in Bezug auf den Lichttunnel (11) und/oder der Abstand der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) zu dem Halter (3) derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Primär-LED-Lichtquelle (8) alle emittierten Lichtstrahlen, welche innerhalb eines Öffnungswinkels der Linse (2) liegen, durch den Lichttunnel (11) durchtreten können.
24. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abmessungen des Lichttunnels (11), wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge, etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) in Bezug auf den Lichttunnel (11) und/oder der Abstand der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) zu dem Halter (3) derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) Lichtstrahlen lediglich in jene Bereiche des Halters (3) gelangen, die außerhalb des Lichttunnels (11) liegen.
25. LED-Lichtmodul nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abmessungen der des Lichttunnels (11) in der Streuscheibe (3), wie etwa Durchmesser, Seitenabmessungen, Länge, etc. und/oder die Anordnung der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) in Bezug auf den Lichttunnel (11), d.h. auf seine Lichteintrittsöffnung (10), und/oder der Abstand der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) zu dem Halter (3) derart gewählt sind, dass von der zumindest einen Sekundär-LED-Lichtquelle (9) Lichtstrahlen bis an den Rand der Lichteintritts-Öffnung (10) des Lichttunnels (11) abgestrahlt werden.
26. LED-Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichttunnel (11) mit einem optisch transparenten, insbesondere mit einem im Bereich von sichtbarem Licht transparenten Material, z.B. mit einem Silikon, ausgefüllt ist.
27. Fahrzeugscheinwerfer mit zumindest einem Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 26.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**

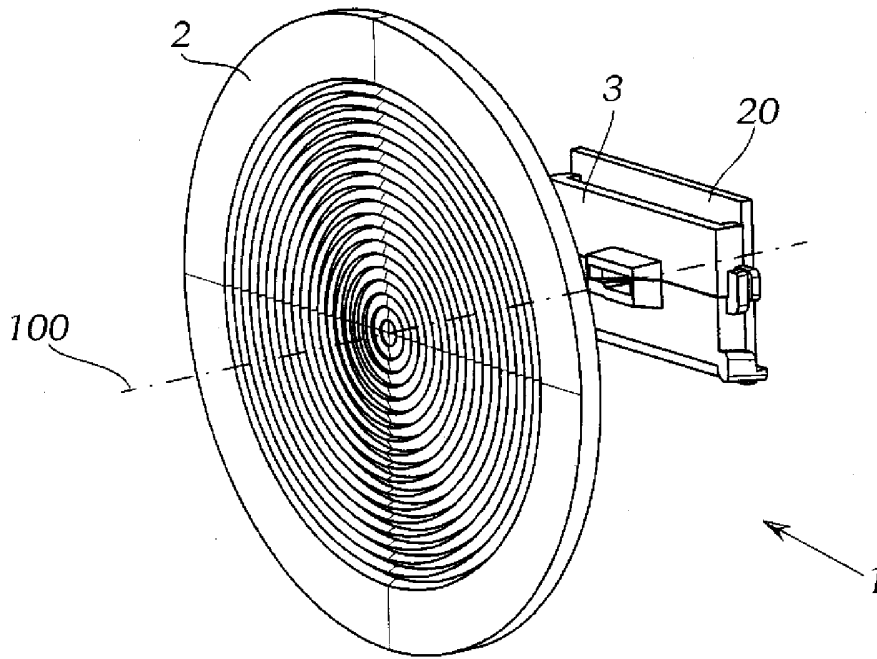


Fig. 1

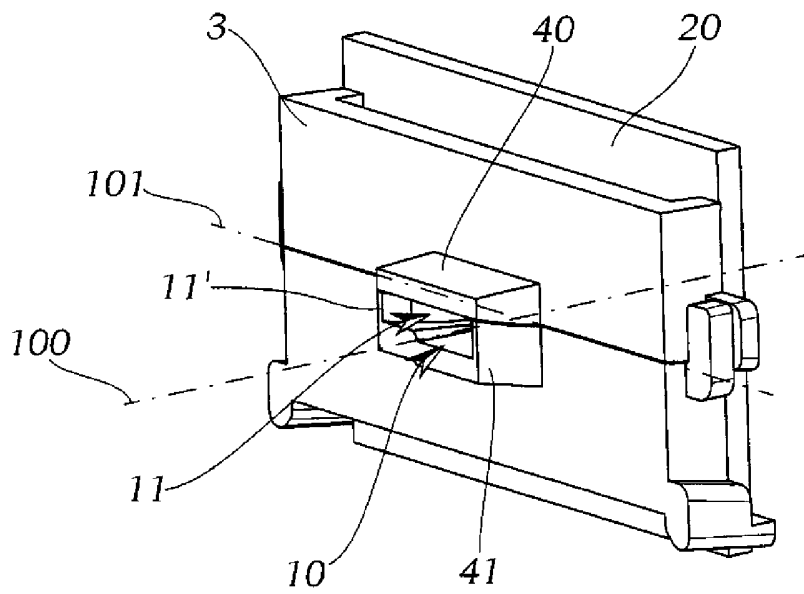


Fig. 2

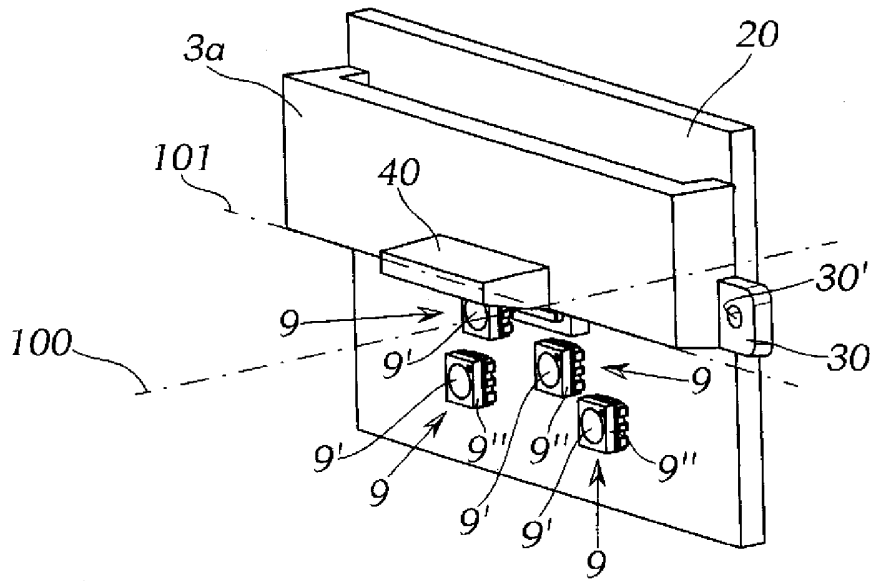


Fig. 3

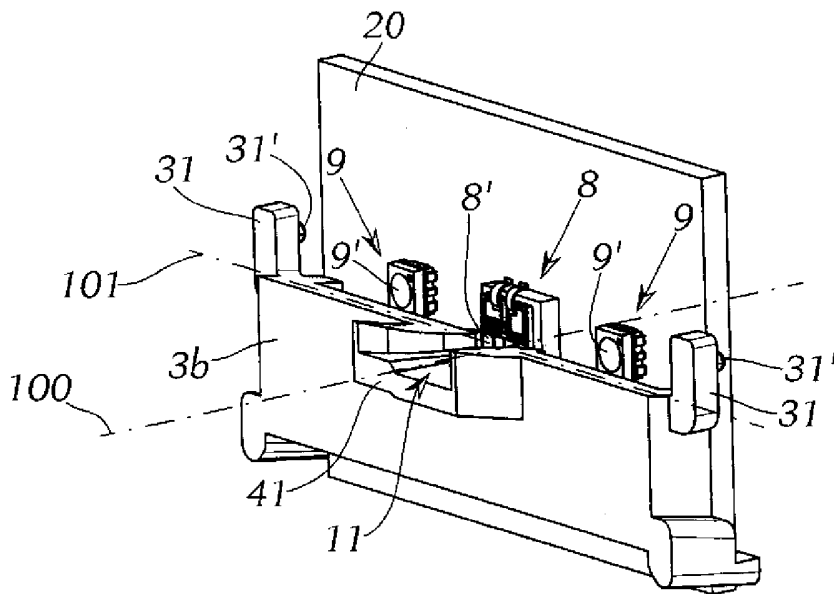


Fig. 4

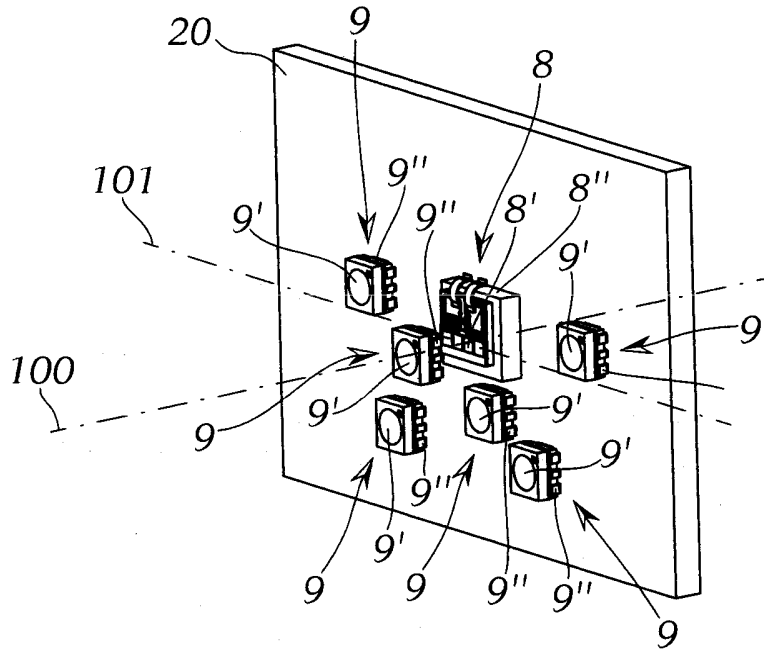


Fig. 5

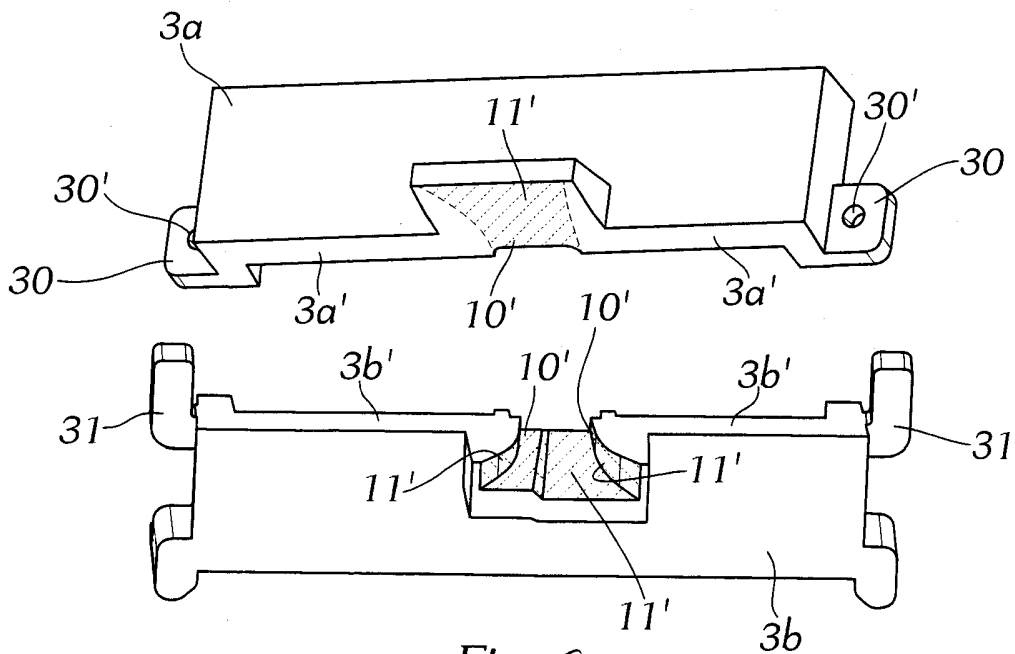


Fig. 6

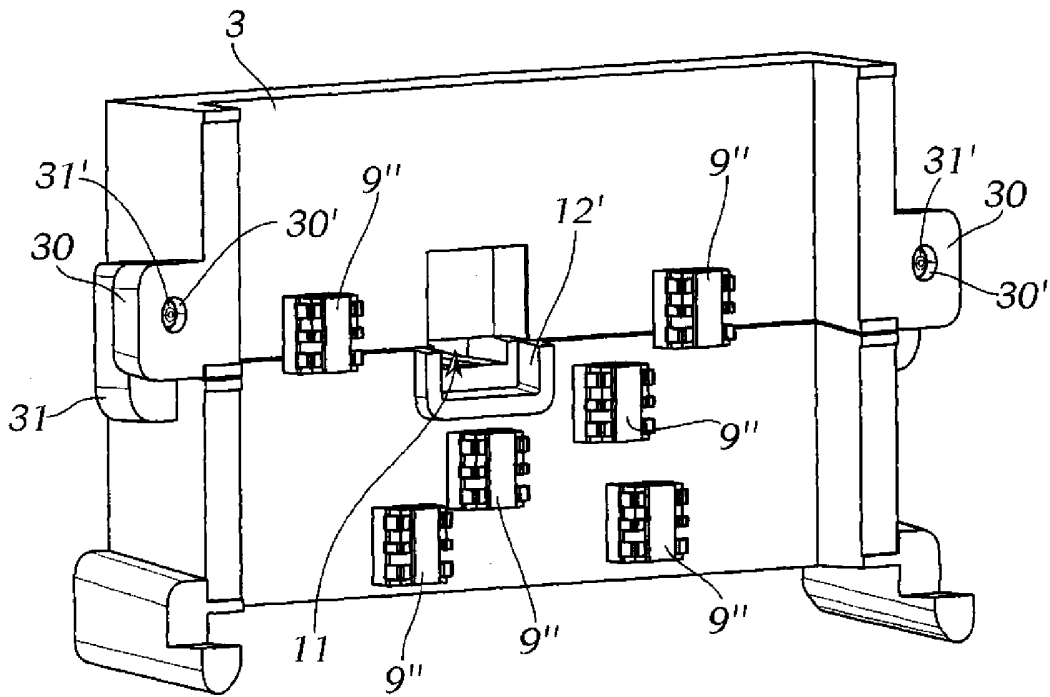


Fig. 7

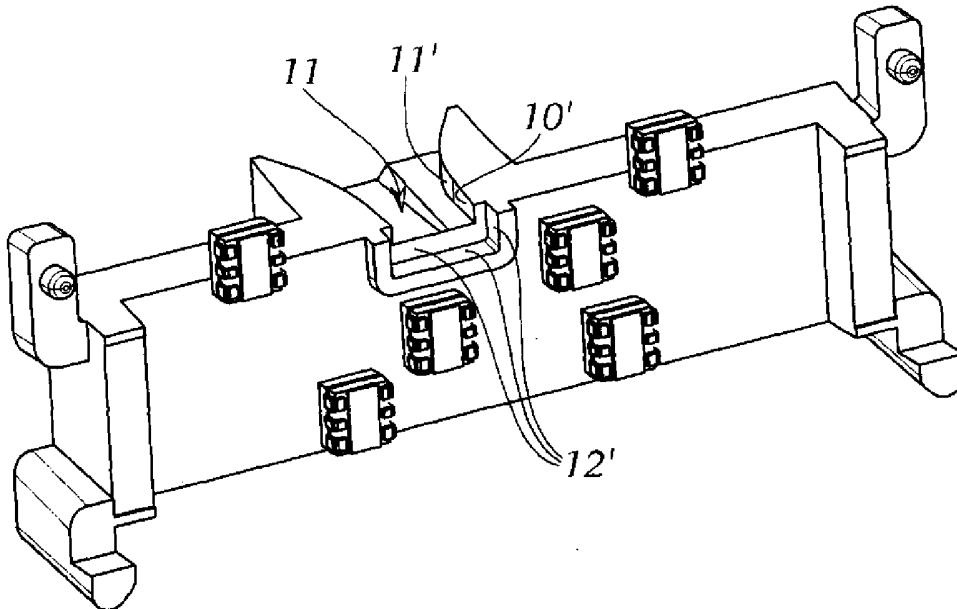


Fig. 8