

(19)



(11)

EP 2 682 671 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2014 Patentblatt 2014/02

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

(21) Anmeldenummer: **13172225.8**

(22) Anmeldetag: **17.06.2013**

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

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

(72) Erfinder: **Hoßfeld, Wolfgang 72810 Gomaringen (DE)**

(30) Priorität: **04.07.2012 DE 102012211613**

(74) Vertreter: **Dreiss Patentanwälte Gerokstraße 1 70188 Stuttgart (DE)**

(54) **Lichtmodul**

(57) Bei einem Lichtmodul wird zur Erzielung einer homogenen Abstrahllichtverteilung und eines blendfreien Fernlichts vorgeschlagen, dass eine erste und eine zweite Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet sind, dass die einzelnen LEDs einer ersten und einer zweiten Halbleiterlichtquelle als reelle Zwischenbilder in einer

Zwischenbildfläche abbildbar ist, wobei ein der ersten Halbleiterlichtquelle zugeordnetes Zwischenbild mit wenigstens einem der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbild überlappt, und dass eine Sekundäroptikeinrichtung derart angeordnet ist, dass die Zwischenbilder Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung projizierbar sind

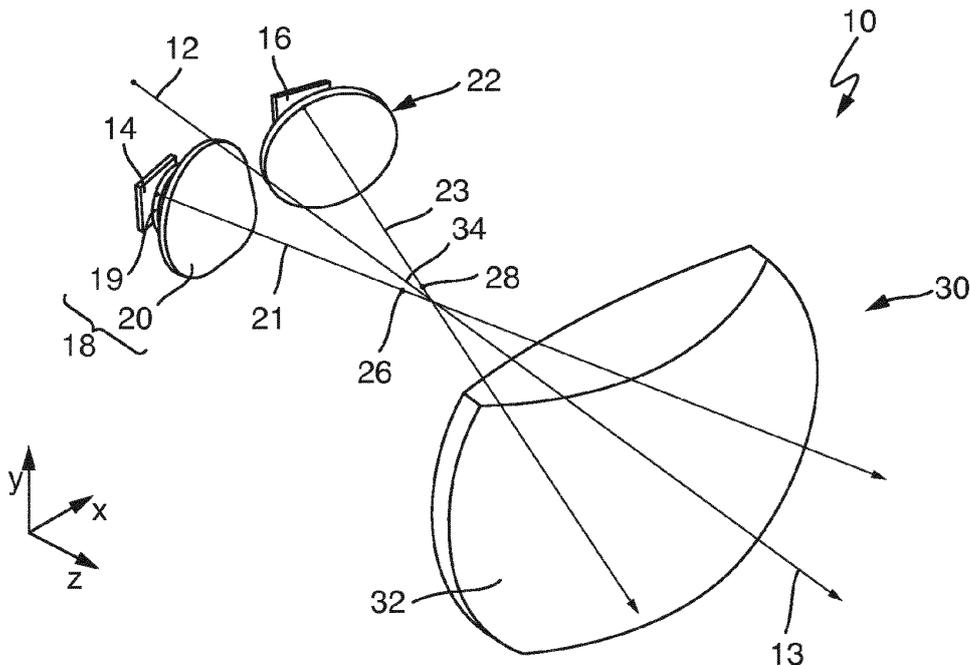


Fig. 1

EP 2 682 671 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lichtmodul für eine Beleuchtungseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere für ein Kraftfahrzeug. Derartige Lichtmodule finden in Kfz-Scheinwerfern als Fernlichtmodul Verwendung.

[0002] Dabei ist regelmäßig eine Abstrahllichtverteilung mit hoher Homogenität erwünscht. Grundsätzlich sollen streifenförmige Bereiche der Abstrahllichtverteilung mit voneinander abweichender Lichtintensität vermieden werden, da diese als störend empfunden werden können. Andererseits soll das Fernlicht bei Kfz-Scheinwerfern nach Möglichkeit blendungsfrei realisiert werden.

[0003] Hierzu ist in der EP 2 280 215 A2 ein Kraftfahrzeugscheinwerfer beschrieben, welcher eine Mehrzahl von LED-Lichtquellenmodulen zur Lichtausstrahlung in im Wesentlichen parallele Abstrahlrichtungen aufweist. Jedes LED-Lichtquellenmodul umfasst eine oder mehrere LED, die Quellenlichtsegmente ausstrahlen können. Jedes LED-Lichtquellenmodul umfasst außerdem ein Primäroptikelement zur Bündelung des von den LEDs ausgestrahlten Lichts. Ferner weist jedes LED-Lichtquellenmodul eine Sekundäroptik auf, mittels welcher die von den Primäroptikelementen erzeugten Lichtsegmente in einem vor dem Fahrzeug liegenden Bereich abgebildet werden können. Dabei werden in einem Kraftfahrzeugscheinwerfer die zumindest zwei LED-Lichtquellenmodule derart zueinander angeordnet, dass die Quellenlichtsegmente aus den einzelnen LED-Lichtquellenmodulen in horizontaler Richtung zueinander versetzt projiziert werden. Daher werden mehrere Lichtmodule in einem Scheinwerfer kombiniert. Bei dem in der EP 2 280 215 A2 beschriebenen Kraftfahrzeugscheinwerfer können die LED-Lichtquellen der einzelnen LED-Lichtquellenmodule unabhängig voneinander angesteuert werden. Zur Verhinderung einer Blendung eines entgegenkommenden Fahrzeugs können dann einzelne Lichtquellen ausgeblendet werden.

[0004] Ein alternativer Ansatz ist in der JP 2010132170 beschrieben. Diese zeigt Kfz-Scheinwerfer, welche jeweils Abstrahllichtverteilungen mit mehreren, nebeneinander liegenden streifenförmigen Abstrahllichtsegmenten erzeugen. Dabei sind die Lichtquellen eines Scheinwerfers derart ansteuerbar, dass einzelne streifenförmige Abstrahllichtsegmente ausgeblendet werden können, um gezielt die Blendung von Gegenverkehr zu verhindern. Um die gewünschte homogene Abstrahllichtverteilung zu erzeugen, wird in der JP 2010132170 vorgeschlagen, zwei derartige Scheinwerfer voneinander beabstandet an einem Kraftfahrzeug anzuordnen, so dass sich die einzelnen Abstrahllichtsegmente zu der Abstrahllichtverteilung überlagern.

[0005] Die bekannten Lösungen weisen das Problem auf, dass zur Bereitstellung einer homogenen Abstrahllichtverteilung und zur Ermöglichung eines blendfreien Fernlichts mehrere Scheinwerfer, zumindest aber meh-

rere Lichtmodule miteinander kombiniert werden und aufeinander abgestimmt werden müssen. Dies erfordert eine aufwändige Abstimmung und Justierung der einzelnen Bauteile, was zu hohen Herstellungskosten führen kann. Darüber hinaus ist es problematisch, in derartige komplexe Anordnungen weitere Lichtfunktionen wie beispielsweise Seitenausleuchtung, Tagfahrlicht, Blinklicht oder ein Abblendlicht beziehungsweise eine abgeblendete Lichtverteilung zu integrieren.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Fernlicht mit homogener Abstrahllichtverteilung einerseits und Blendschutzfunktion für den Gegenverkehr andererseits auf einfache und kostengünstige Weise bereit zu stellen. Zusätzlich sollen auf einfache und kostengünstige Weise weitere Lichtfunktionen wie eine abgeblendete Lichtverteilung integriert werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Lichtmodul gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die erste und die zweite Primäroptikeinrichtungen derart ausgebildet sind, dass jede LED (Leuchtdiode) in jeweils ein zugeordnetes reelles Zwischenbild in einer Zwischenbildfläche abbildbar ist, und dass jeweils ein der ersten Halbleiterlichtquelle zugeordnetes Zwischenbild mit wenigstens einem der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbild in der Zwischenbildfläche überlappt. Ferner ist die Sekundäroptikeinrichtung als gemeinsame Sekundäroptikeinrichtung für die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung ausgebildet und derart angeordnet, dass die der ersten und der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbilder von LEDs, die ein Quellenlichtsegment ausstrahlen, als jeweils zugeordnete Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung projizierbar sind.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul werden daher zwei oder auch mehrere Halbleiterlichtquellen mit jeweils einer zugeordneten Primäroptikeinrichtung kombiniert. So kann eine große abgestrahlte Lichtintensität erzeugt werden. Vorteilhaft ist dabei, dass nur eine Sekundäroptikeinrichtung erforderlich ist, welche zur Projektion von der ersten, der zweiten und etwaigen weiteren Halbleiterlichtquellen zugeordneten Zwischenbildern gemeinsam dient. Dadurch können bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul Bauraum und Materialkosten eingespart werden.

[0010] Die Sekundäroptikeinrichtung muss nicht zur Erzeugung einer optischen Abbildung geeignet sein. Vielmehr genügt es, wenn die Zwischenbilder zur Erzeugung einer Abstrahllichtverteilung in eine Hauptabstrahlrichtung projiziert werden können (beispielsweise im Falle eines Kfz-Scheinwerfers in das Fahrzeugvorfeld oder als kollimiertes Lichtbündel zur Erzeugung eines Fernlichts). Die Sekundäroptikeinrichtung kann jedoch auch als Projektionslinse ausgebildet sein oder eine solche umfassen.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul sind die überlappenden Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung jeweils auf zugeordnete Zwischenbilder

von LEDs (welche ein zugeordnetes Quellenlichtsegment ausstrahlen) zurückzuführen. Diese Zwischenbilder werden über die Primäroptikeinrichtung erzeugt. Sofern zur Erzeugung einer gewünschten, insbesondere homogenen, Abstrahllichtverteilung eine Justierung der Ausrichtung von Halbleiterlichtquellen und/oder Primäroptikeinrichtungen erforderlich ist, so kann dies bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul auf einfache Weise innerhalb des Lichtmoduls erfolgen. Anders als bei den bekannten Lösungen zur Erzeugung der genannten Abstrahllichtverteilungen ist es daher nicht erforderlich, unterschiedliche Lichtmodule oder sogar unterschiedliche Scheinwerfer aufeinander abgestimmt auszurichten. Somit kann bei der Herstellung des Lichtmoduls modulspezifisch eine konstruktive Lösung zur Justierung der Halbleiterlichtquellen und/oder der Primäroptikeinrichtungen bereitgestellt werden. Das Lichtmodul ist unabhängig von der Ausgestaltung eines Scheinwerfergehäuses, in welches beispielsweise mehrere Lichtmodule eingebaut werden können. Damit können die erfindungsgemäßen Lichtmodule bei einer Vielzahl unterschiedlicher Scheinwerfer und für eine Vielzahl unterschiedlicher Gehäuseformen verwendet werden. Dies vereinfacht den Konstruktionsaufwand für derartige Scheinwerfer. Das erfindungsgemäße Lichtmodul ermöglicht daher flexible Konstruktionslösungen.

[0012] Da die Sekundäroptikeinrichtung mehrere, einander überlappende Zwischenbilder als Abstrahllichtverteilung projiziert, kann mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul eine homogene Abstrahllichtverteilung erzeugt werden. Im vorliegenden Zusammenhang bedeutet homogen nicht notwendigerweise, dass der beleuchtete Bereich überall gleich hell ist. Vielmehr kann die Abstrahllichtverteilung Bereiche unterschiedlicher Helligkeit aufweisen, sofern Übergänge zwischen diesen Bereichen derart stetig sind, dass störende Lichteffekte vermieden werden. Abgesehen von der gezielten Ausblendung einzelner Abstrahllichtsegmente zur Realisierung eines blendfreien Fernlichts sollen scharfe Übergänge oder abgesetzte streifenförmige Bereiche unterschiedlicher Helligkeit vermieden werden. Auch sollte die Abstrahllichtverteilung (in einer Beobachtungsebene betrachtet) nicht "fleckig" sein.

[0013] Die Primäroptikeinrichtungen sind als abbildende optische Einrichtungen ausgeführt, welche reelle Zwischenbilder der Quellenlichtsegmente in der Zwischenbildfläche erzeugen können. Die Zwischenbildfläche muss - je nach Ausgestaltung der Primäroptikeinrichtung - nicht als ebene Fläche ausgebildet sein. Einfache Abbildungsprinzipien ergeben sich jedoch dann, wenn die Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet ist, dass eine Zwischenbildebene im Sinne der Strahlenoptik definiert wird.

[0014] Im vorliegenden Zusammenhang wird unter einem Lichtsegment (Quellenlichtsegment, Abstrahllichtsegment) jeweils ein Teilbereich einer Lichtverteilung (Quellenlichtverteilung, Zwischenlichtverteilung, Abstrahllichtverteilung) verstanden, der auf eine bestimmte

LED zurückzuführen ist.

[0015] Mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul kann auf einfache und kostengünstige Weise ein blendfreies, dynamisches Fernlicht realisiert werden. Hierzu sind die erste und die zweite Halbleiterlichtquelle derart ausgebildet, dass einzelne LEDs der ersten und der zweiten Halbleiterlichtquelle jeweils unabhängig voneinander zum Ausstrahlen von Licht ansteuerbar sind. Insbesondere kann es genügen, wenn die genannten Halbleiterlichtquellen beziehungsweise die genannten LEDs unabhängig voneinander ein- und ausschaltbar ausgebildet sind.

[0016] Dies ermöglicht es, gezielt einzelne abgestrahlte Quellenlichtsegmente auszublenken. Einer LED, die ein Quellenlichtsegment ausstrahlt, ist in der Zwischenbildfläche ein Zwischenlichtsegment zugeordnet. Durch Ausblenden eines Quellenlichtsegments wird das zugeordnete Zwischenlichtsegment in der Zwischenbildfläche ebenfalls ausgeblendet, d.h. das jeweilige Zwischenbild wird dunkel. Dies führt dazu, dass die jeweils zugeordneten Abstrahllichtsegmente in der Abstrahllichtverteilung gezielt ausgeblendet werden. Betrachtet man beispielsweise eine Fernlichtverteilung eines Kfz-Scheinwerfers mit einem erfindungsgemäßen Lichtmodul, so können durch Abschalten einzelner oder mehrerer LEDs gerade diejenigen Abstrahllichtsegmente ausgeblendet werden, welche zu einer Blendung des Gegenverkehrs führen könnten. Hierzu ist es insbesondere vorteilhaft, ein erfindungsgemäßes Lichtmodul zu verwenden, bei dem die Abstrahllichtsegmente in horizontaler Richtung aneinander angrenzen beziehungsweise überlappend angeordnet sind. Mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul lässt sich daher auf einfache Weise ein dynamisches Fernlicht oder ein adaptives Kurvenlicht realisieren.

[0017] Nach einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind die LED der ersten und der zweiten Halbleiterlichtquelle in einem linearen Array angeordnet. Dabei weist das lineare Array insbesondere regelmäßig beabstandete Anordnungspositionen für LEDs auf. Insofern sind LEDs in einer Zeile angeordnet, wobei die LEDs insbesondere als unmittelbar aneinander angrenzende Bauteile ausgeführt sind. Vorzugsweise sind sämtliche LEDs der ersten und zweiten Halbleiterlichtquelle identisch ausgebildet.

[0018] Zur Erzielung einer Abstrahllichtverteilung mit einer größeren vertikalen Ausdehnung kann es jedoch auch vorteilhaft sein, wenn die LEDs der ersten und zweiten Halbleiterlichtquelle jeweils regelmäßig in einem flächigen Array angeordnet sind. Ein solches zweidimensionales Array stellt matrixartig Anordnungspositionen für LED mit regelmäßigem Abstand zueinander bereit. Ein Beispiel ist ein mehrzeiliges Array. Die einzelnen LEDs sind wiederum insbesondere als unmittelbar aneinander angrenzende Bauteile ausgeführt.

[0019] Eine vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich dadurch, dass die erste und die zweite Halbleiterlichtquelle jeweils ein plattenartiges Trägerelement aufweist, auf dem die mehreren LEDs der jeweiligen Halbleiterlicht-

quelle angeordnet sind. Das Trägerelement ist insbesondere eine Platine, auf welcher eine Mehrzahl von identischen LED-Chips als SMD-Bauteile ("Surface Mounted Device") angeordnet sind. Bei solchen Bauteilen sind die einzelnen LED-Chips meist in der Art eines linearen beziehungsweise flächigen Arrays wie oben beschrieben angeordnet. Ein derartiger Aufbau ermöglicht vergleichsweise kostengünstige Halbleiterlichtquellen mit einer großen Anzahl an einzelnen LEDs, was große Abstrahlintensitäten erzielbar macht. Somit können leuchtstarke und kostengünstige Lichtmodule erzielt werden. Vorzugsweise weisen die einzelnen LEDs der Halbleiterlichtquellen jeweils eine von Kanten begrenzende Lichtabstrahlfläche auf, wobei die LEDs in jeder Halbleiterlichtquelle derart angeordnet sind, dass die Kanten der LEDs paarweise parallel verlaufen. Insbesondere weisen die LEDs im Wesentlichen quadratische Lichtabstrahlflächen auf. Damit lässt sich ein Array der vorstehend beschriebenen Art einfach dadurch realisieren, dass die einzelnen LEDs kachelartig nebeneinander angeordnet sind.

[0020] Zur weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Lichtmoduls ist vorgesehen, dass die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung jeweils derart ausgebildet sind, dass die der ersten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbilder gegenüber den der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbildern in einer Horizontalrichtung verschoben sind. Bei Verwendung des Lichtmoduls in einem Kfz-Scheinwerfer bezeichnet die Horizontalrichtung eine parallel zur Fahrbahnebene verlaufende Richtung. Durch die genannte Anordnung werden in der Abstrahllichtverteilung vertikal verlaufende dunkle Streifen vermieden, da die sich überlappenden Zwischenbilder in der Zwischenbildfläche einen nahezu homogen ausgeleuchteten Bereich ergeben. Dieser Bereich wird von der Sekundäroptikeinrichtung in eine homogene Abstrahllichtverteilung projiziert.

[0021] Zur weiteren Ausgestaltung kann es auch vorteilhaft sein, wenn die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet sind, dass die der ersten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbilder gegenüber den der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbildern auch in einer zu der Horizontalrichtung senkrechten Vertikalrichtung verschoben sind. Dadurch lässt sich beispielsweise eine Abstrahllichtverteilung mit vergrößerter vertikaler Ausdehnung realisieren. Wenn die Zwischenbilder in vertikaler Richtung überlappen, so werden sie von der Sekundäroptikeinrichtung in eine Abstrahllichtverteilung mit ebenfalls vertikal überlappenden Abstrahllichtsegmenten projiziert. Insbesondere, wenn die Halbleiterlichtquellen ein flächenartiges Array der vorstehend beschriebenen zum Einsatz kommt, kann so eine Abstrahllichtverteilung mit vergrößerter vertikaler Ausdehnung und homogener Intensitätsverteilung realisiert werden. Dadurch können in der Abstrahllichtverteilung störende horizontale Streifen vermieden werden.

[0022] Zur weiteren Ausgestaltung kann die erste und

die zweite Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet sein, dass jede LED in ein Zwischenbild abgebildet wird, welches in der Zwischenbildfläche derart unscharf begrenzt ist, dass für eine ein Quellenlichtsegment ausstrahlende LED ein stetiger Übergang von Hell nach Dunkel entlang wenigstens einer Richtung in der Zwischenbildfläche erzielt wird. Insofern sind die Primäroptikeinrichtungen derart ausgebildet, dass in zumindest einer Richtung verwischte Zwischenbilder entstehen, das heißt, dass die Hell-Dunkel-Linien, welche ein Bild eines Quellenlichtsegmentes in der Zwischenbildfläche begrenzen, verwischt sind. Vorzugsweise wird der genannte unscharfe beziehungsweise stetige Übergang in der Vertikalrichtung realisiert, so dass in der Abstrahllichtverteilung störende horizontal verlaufende scharfe Lichtübergänge vermieden werden. Die genannten unscharfen Übergänge können beispielsweise dadurch erzielt werden, dass die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung eine zylindrische Linse oder eine Linse mit unterschiedlichen Brennweiten bezüglich zueinander senkrecht stehenden Richtungen aufweist. Denkbar sind jedoch auch Linsen mit Freiformflächen, welche gezielt eine gewünschte Verzerrung beziehungsweise Verwischung der Zwischenbilder herbeiführen können.

[0023] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung grenzen die einer jeweiligen Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbilder in der Zwischenbildfläche unmittelbar aneinander an, wobei die der ersten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbilder jeweils mit einem der zweiten Halbleiterlichtquelle zugeordneten Zwischenbild über die Hälfte seiner Breite überlappen. Insofern überlappen sich die Zwischenbilder der ersten Halbleiterlichtquelle und die der zweiten Halbleiterlichtquelle um jeweils eine halbe LED-Bildbreite. Bei den genannten Ausgestaltungen ergänzen sich die Zwischenbilder zu einem nahezu gleichmäßig ausgeleuchteten Bereich in der Zwischenbildfläche. Dieser gleichmäßig ausgeleuchtete Bereich wird von der Sekundäroptikeinrichtung in eine nahezu gleichmäßig erleuchtete Abstrahllichtverteilung projiziert.

[0024] Insbesondere weist jede der Halbleiterlichtquellen eine Mehrzahl von identisch ausgebildeten LEDs auf, welche in einem Array derart angeordnet sind, dass benachbarte LEDs aneinander anschließen. Die LEDs sind insbesondere mit quadratischen Lichtabstrahlflächen ausgebildet. Die erste und zweite Primäroptikeinrichtung sind dann derart ausgebildet, dass die in der Zwischenbildfläche abgebildeten (insbesondere ebenfalls quadratischen) Zwischenbilder jeweils über die Hälfte ihrer Breite überlappen.

[0025] Vorzugsweise wird die Primäroptikeinrichtung durch eine Sammellinse realisiert oder umfasst wenigstens eine Sammellinse. Dadurch kann die gewünschte Abbildung der Quellenlichtsegmente in reelle Zwischenbilder (Zwischenlichtsegmente) auf einfache Weise erzielt werden. Denkbar ist auch die Verwendung sphärischer Linsen, welche einen einfachen Aufbau mit hoher optischer Qualität ermöglichen und vergleichsweise ko-

stengünstig herzustellen sind.

[0026] Zur weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die erste und/oder die zweite Primäroptikeinrichtung ein optisches Element zur Korrektur von Abbildungsfehlern umfassen. Dieses optische Element ist insbesondere zusätzlich zu einem abbildenden optischen Element, wie beispielsweise einer Sammellinse, vorgesehen. Dann dient das abbildende optische Element der Erzeugung des reellen Zwischenbildes der Quellenlichtsegmente, wogegen mit dem vorgenannten optischen Element im Zusammenspiel mit dem abbildenden Element Abbildungsfehler korrigiert werden können. Auf diese Weise können bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul z.B. ungewollte Farbänderungen der Abstrahllichtverteilung dadurch vermieden werden, dass die chromatischen Abbildungsfehler bereits in der Zwischenbildfläche korrigiert werden. Als optisches Element zur Korrektur von chromatischen Abbildungsfehlern kommt ein Achromat zur Korrektur von Farbabbildungsfehlern in Betracht.

[0027] Insbesondere wenn die Primäroptikeinrichtung mehrere Linsen umfasst, ist es vorteilhaft, die Oberflächen der optischen Elemente beziehungsweise der Linsen mit Antireflexbeschichtungen zu versehen.

[0028] Eine bevorzugte Ausgestaltung des Lichtmoduls ergibt sich dadurch, dass die Sekundäroptikeinrichtung als Sekundärsammellinse ausgebildet ist, welche einen Fokuspunkt definiert, wobei die Sekundärsammellinse derart angeordnet ist, dass der Fokuspunkt auf der Zwischenbildfläche liegt. Dadurch können die überlappenden, reellen Zwischenbilder (und die zugeordneten Zwischenlichtsegmente) jeweils in nahezu parallel verlaufende Abstrahllichtbündel abgebildet werden, welche jeweils zugeordnete Abstrahllichtsegmente definieren. Die Sekundäroptikeinrichtung muss jedoch keine abbildenden optischen Eigenschaften haben. Entscheidend ist die Eignung zur Projektion der Zwischenbilder in eine Hauptabstrahlrichtung. Denkbar ist daher auch, dass die Sekundäroptikeinrichtung eine zylindrische Linse (beispielsweise mit einer in der Zwischenbildfläche verlaufenden Fokallinie) oder eine Fresnel-Linse umfasst oder als solche ausgebildet ist. Auch eine Freiformlinse ist denkbar, welche gewünschte Projektionseigenschaften aufweist.

[0029] Das Lichtmodul kann in vorteilhafter Weise dadurch ergänzt werden, dass zusätzlich wenigstens eine Seitenlichtquelle vorgesehen ist, mit welcher Licht derart auf die Zwischenbildfläche einstrahlbar ist, dass mit der Sekundäroptikeinrichtung eine Seitenlichtverteilung, insbesondere in Hauptabstrahlrichtung, projizierbar ist. Die Seitenlichtverteilung grenzt dabei insbesondere an die Abstrahllichtsegmente an oder umgibt die Abstrahllichtsegmente abschnittsweise oder vollständig. Die Abstrahllichtsegmente können die zentrale Ausleuchtung bei einer Fernlichtverteilung bereitstellen, wogegen die Seitenlichtverteilung einen gleichmäßigen Lichthintergrund bereitstellt und/oder Seitenbereiche ausleuchtet. Damit kann ein größerer Bereich außerhalb der zentralen

Abstrahllichtsegmente ausgeleuchtet werden. Bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul kann daher ein Seitenlicht auf einfache Weise mit einem Fernlicht in ein und demselben Modul kombiniert werden.

[0030] Dabei ist es nicht erforderlich, dass von der Seitenlichtquelle ebenfalls Lichtsegmente in der Art eines reellen Zwischenbildes in der Zwischenbildfläche erzeugt werden. Für die Seitenlichtquelle bedarf es daher grundsätzlich keiner Primäroptikeinrichtung mit abbildenden optischen Eigenschaften.

[0031] Allerdings kann es vorteilhaft sein, wenn eine der Seitenlichtquelle zugeordnete Seitenoptikeinrichtung vorgesehen ist. Mit der Seitenoptikeinrichtung kann Licht von der Seitenlichtquelle auf die Zwischenbildfläche gebündelt oder kollimiert werden. Dadurch wird die Effizienz der Seitenausleuchtung verbessert. Als Seitenoptikeinrichtung kann beispielsweise eine TIR-Linse ("Total Internal Reflection Lens") dienen. Diese weist wenigstens eine Lichteintrittsfläche und wenigstens eine Lichtaustrittsfläche auf sowie eine Totalreflexionsfläche derart, dass Licht weitgehend verlustfrei von der Lichteintrittsfläche zur Lichtaustrittsfläche geleitet werden kann. Als Seitenoptikeinrichtung kann beispielsweise eine Vorsatzoptik dienen, wie sie aus der DE 486 303 bekannt ist. Diese weist ein auf einer optischen Achse angeordnetes zentrales Linsenelement und ein das Linsenelement umgebendes katadioptrisches Ringelement auf, dessen Außenfläche das Licht einer Lichtquelle total reflektieren kann. Mit derartigen Vorsatzoptiken kann Licht einer Lichtquelle, deren Licht in einen Halbraum in Richtung der optischen Achse abgestrahlt wird, effizient gesammelt und gebündelt werden.

[0032] Als Seitenoptikeinrichtung kann aber auch ein Reflektor zur Bündelung des Lichts der Seitenlichtquelle dienen. Der Reflektor kann dabei insbesondere parabolisch oder als Freiformreflektor ausgebildet sein. Denkbar sind auch Freiformlinsen, welche das Licht der Seitenlichtquelle bündeln. Auch wenn die Seitenoptikeinrichtung wie erläutert keine abbildenden optischen Eigenschaften aufweisen muss, so können selbstverständlich auch abbildende optische Einrichtungen, wie die vorstehend beschriebenen Primäroptikeinrichtungen, zum Einsatz kommen.

[0033] Die Seitenlichtquelle kann wie eine der vorstehend beschriebenen Halbleiterlichtquellen ausgebildet sein. Vorteilhafterweise weist die Seitenlichtquelle mehrere gruppiert angeordnete LEDs, beispielsweise ein LED-Array der vorstehend beschriebenen Art auf. Bezüglich weiterer Ausgestaltungen wird daher auf die Ausführungen zu den Halbleiterlichtquellen verwiesen.

[0034] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung ergibt sich dadurch, dass die Seitenlichtquelle unabhängig von der ersten und/oder der zweiten Halbleiterlichtquelle zur Lichtabstrahlung ansteuerbar ist, insbesondere unabhängig ein- und ausschaltbar ausgestaltet ist.

[0035] Das Lichtmodul wird in vorteilhafter Weise dadurch weiter ausgestaltet, dass eine Blende mit einer Blendenkante vorgesehen ist, welche derart zwischen

der ersten und zweiten Primäroptikeinrichtung einerseits und der Sekundäroptikeinrichtung andererseits anordenbar ist, dass eine Abstrahllichtverteilung mit einer abschnittsweise horizontal verlaufenden Hell-Dunkel-Grenze erzielbar ist. Die Blende mit der Blendenkante ist insbesondere in oder im Bereich der Zwischenbildfläche anordenbar.

[0036] Dadurch kann mit dem erfindungsgemäßen Lichtmodul eine abgeblendete Lichtverteilung erzeugt werden, welche den gesetzlichen Vorgaben für Kfz-Beleuchtungseinrichtungen entspricht. Insbesondere kann eine asymmetrische Hell-Dunkel-Grenze erzielt werden mit zwei versetzt horizontal verlaufenden Bereichen, welche über einen ansteigenden Bereich verbunden sind.

[0037] Insofern projiziert die Sekundäroptikeinrichtung die Blendenkante als Hell-Dunkel-Grenze der resultierenden Abstrahllichtverteilung auf die Fahrbahn ab. Die Blendenkante liegt dabei bevorzugt im Brennpunkt oder im Bereich eines Brennpunktes einer als Projektionslinse ausgebildeten Sekundäroptikeinrichtung. Die Blende selbst kann sich in einer horizontalen Ebene erstrecken, wobei die horizontale Ebene bevorzugt eine optische Achse der

[0038] Projektionslinse beziehungsweise der Sekundäroptikeinrichtung umfasst. In der Zwischenbildfläche wirkt die Blende derart, dass bestimmte Bereiche der Zwischenbilder abgeschattet werden und somit die Zwischenbilder nur jeweils abschnittsweise über die Sekundäroptikeinrichtung projiziert werden.

[0039] Zur weiteren Ausgestaltung ist ein Blendenaktuator zur Bewegung der Blende derart vorgesehen, dass die Blendenkante in die Zwischenbildfläche und aus der Zwischenbildfläche heraus bewegbar ist. Die Blendenkante kann dabei in vertikaler oder horizontaler Richtung aus der Zwischenbildfläche und in die Zwischenbildfläche hinein bewegt werden. Beispielsweise ist der Blendenaktuator derart ausgebildet, dass die Blende mit der Blendenkante um eine Drehachse verkippt ist. Hierzu ist beispielsweise die Blende plattenartig ausgebildet und an einer Drehachse des Blendenactuators angeordnet.

[0040] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Lichtmoduls ergibt sich auch dadurch, dass eine Justiereinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die relative Lage der Zwischenbilder der ersten Halbleiterlichtquelle zu den Zwischenbildern der zweiten Halbleiterlichtquelle gezielt veränderbar ist. Hierzu ist die Justiereinrichtung beispielsweise derart ausgebildet, dass die erste Halbleiterlichtquelle relativ zu der zweiten Halbleiterlichtquelle und/oder relativ zu der ersten Primäroptikeinrichtung und/oder relativ zu der zweiten Primäroptikeinrichtung kontrolliert verlagerbar ist. Denkbar ist auch, dass die Justiereinrichtung zur kontrollierten Verlagerung der ersten Primäroptikeinrichtung relativ zu der zweiten Primäroptikeinrichtung ausgebildet ist.

[0041] Eine Justiereinrichtung ermöglicht es, die Abstrahllichtverteilung des Lichtmoduls auf komfortable Weise durch Justierung innerhalb des Lichtmoduls zu

beeinflussen. Das so ausgestaltete Lichtmodul kann daher als Baueinheit mit anderen Lichtmodulen kombiniert werden, ohne dass eine Möglichkeit zur Justierung der Lichtmodule relativ zueinander erforderlich ist. Die Lichtmodule können als fertige Baugruppe in komplexere Beleuchtungseinrichtungen integriert werden. Dabei kann eine problematische Feinjustierung bei der Montage entfallen. Eine Abstimmung der Abstrahllichtverteilung kann dann durch Justierung innerhalb der einzelnen Lichtmodule erfolgen. Da das Lichtmodul innerhalb einer solchen komplexen Beleuchtungseinrichtung eine kleine und leichte Baugruppe darstellt, sind die zur Justierung notwendigen mechanischen Konstruktionen auch mit geringerem Gewicht und kostengünstiger zu realisieren als entsprechende Justiereinrichtungen für die gesamte Beleuchtungseinrichtung. Außerdem ist die Justiereinrichtung innerhalb des Lichtmoduls unabhängig von der Ausgestaltung eines Scheinwerfergehäuses. Damit können die Lichtmodule in unterschiedlichen Scheinwerfertypen mit verschiedenen Gehäuseformen verbaut werden, wobei eine spezifische Anpassung der Justiereinrichtung an den jeweiligen Scheinwerfertyp beziehungsweise an das jeweilige Gehäuse nicht erforderlich ist. Dies verringert den Konstruktionsaufwand für komplexere Scheinwerfer erheblich.

[0042] Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen, anhand derer die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben und erläutert sind.

[0043] Es zeigen:

- | | |
|--------------|---|
| Figur 1 | ein erfindungsgemäßes Lichtmodul in perspektivischer Ansicht; |
| Figur 2 | das Lichtmodul aus Figur 1 in einer Draufsicht; |
| Figur 3 | eine Halbleiterlichtquelle zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Lichtmodul; |
| Fig. 4 bis 6 | schematische Darstellung zur Erläuterung der Abstrahllichtverteilung des Lichtmoduls gemäß Figur 1 und 2; |
| Figur 7 | eine Halbleiterlichtquelle zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Lichtmodul; |
| Figur 8 | schematische Darstellung zur Erläuterung der Abstrahllichtverteilung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls; |
| Figur 9 | eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls in perspektivischer Darstellung; und |

- Fig. 10 und 11 schematische Darstellung zur Erläuterung einer Seitenlichtverteilung;
- Figur 12 schematische Darstellung zur Erläuterung der Abstrahllichtverteilung für ein Lichtmodul gemäß Figur 9;
- Figur 13 schematische Darstellung zur Realisierung einer dynamischen Lichtverteilung mit einem Lichtmodul gemäß Figur 9;
- Figur 14 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;
- Figur 15 schematische Darstellung der Abstrahllichtverteilung eines Lichtmoduls gemäß Figur 14;
- Figur 16 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls in einer Seitenansicht;
- Figur 17 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls.

[0044] In der folgenden Beschreibung sind identische oder einander entsprechende Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0045] Die Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Lichtmodul 10, wie es beispielsweise in einem Kfz-Scheinwerfer zur Realisierung eines Fernlichts zum Einsatz kommen kann. Für das Lichtmodul 10 ist eine optische Achse 12 definiert, welche eine Hauptabstrahlrichtung 13 vorgibt. Zur besseren Übersichtlichkeit ist das Lichtmodul 10 gehäusefrei dargestellt, wobei selbstverständlich ein Gehäuse beliebiger Form vorgesehen werden kann.

[0046] Das Lichtmodul 10 weist eine erste Halbleiterlichtquelle 14 und eine zweite Halbleiterlichtquelle 16 auf, auf deren genaue Ausgestaltung weiter unten zu den Figuren 3 und 7 näher eingegangen wird. Jedenfalls weist jede der Halbleiterlichtquellen eine Mehrzahl von gruppiert angeordneten Leuchtdioden (LED) auf, wobei jede LED einer jeden Halbleiterlichtquelle 14 beziehungsweise 16 derart ausgebildet ist, dass ein der jeweiligen LED zugeordnetes Quellenlichtsegment ausstrahlbar ist.

[0047] Der ersten Halbleiterlichtquelle 14 ist eine erste Primäroptikeinrichtung 18 derart zugeordnet, dass von der ersten Halbleiterlichtquelle 14 ausgestrahlte Quellenlichtsegmente optisch beeinflussbar sind. Die erste Primäroptikeinrichtung 18 umfasst eine erste abbildende Linse 19 und eine zweite abbildende Linse 20, welche beispielsweise als Sammellinsen ausgestaltet sind. Dabei definiert die erste Primäroptikeinrichtung 18 eine erste optische Primärachse 21.

[0048] Der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 ist eine

zweite Primäroptikeinrichtung 22 zugeordnet, welche einen der ersten Primäroptikeinrichtung 18 entsprechenden Aufbau mit zwei abbildenden Linsen aufweist, wie beispielsweise aus der Draufsicht gemäß Figur 2 ersichtlich ist. Die zweite Primäroptikeinrichtung 22 definiert wiederum eine zweite optische Primärachse 23.

[0049] Die weitere Ausgestaltung der ersten Primäroptikeinrichtung 18 und der zweiten Primäroptikeinrichtung 22 wird im Folgenden anhand der ersten Primäroptikeinrichtung 18 beschrieben. Diese ist derart ausgebildet, dass eine LED der ersten Halbleiterlichtquelle 14 über die Linse 19 und 20 entlang der ersten optischen Primärachse 21 in ein reelles Zwischenbild 26 abgebildet wird. Entsprechend bildet die zweite Primäroptikeinrichtung 22 eine LED der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 entlang der optischen Achse 23 in ein reelles Zwischenbild 28 ab.

[0050] Die reellen Zwischenbilder 26 und 28 liegen dabei auf einer gemeinsamen Zwischenbildfläche. Wäre diese Zwischenbildfläche als Testschirm ausgestaltet, so könnten auf diesem Testschirm den reellen Zwischenbildern 26 und 28 zugeordnete Zwischenlichtsegmente 27, 29 beobachtet werden. Dabei ist das Zwischenlichtsegment 27 dem von der genannten LED der ersten Halbleiterlichtquelle 14 ausgestrahltem Quellenlichtsegment zugeordnet. Entsprechend ist das Zwischenlichtsegment 29 einem Quellenlichtsegment einer LED der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 zugeordnet.

[0051] Das Lichtmodul 10 weist ferner eine Sekundäroptikeinrichtung 30 auf, mittels welcher die Zwischenbilder 26 und 28 in eine Abstrahllichtverteilung entlang der Hauptabstrahlrichtung 13 projiziert werden können.

[0052] Die Sekundäroptikeinrichtung 30 ist im vorliegenden Fall als Projektionslinse, genauer als Sekundärsammellinse 32, ausgebildet. Die Sekundärsammellinse 32 weist eine mit der Hauptabstrahlrichtung 13 zusammenfallende optische Achse auf. Ferner definiert die Sekundärsammellinse 32 einen Fokuspunkt 34. Ein von dem Fokuspunkt 34 ausgehendes Lichtbündel wird von der Sekundärsammellinse in ein zu der Hauptabstrahlrichtung 13 paralleles Lichtbündel abgebildet. Die Sekundärsammellinse 32 ist derart ausgebildet und angeordnet, dass der Fokuspunkt 34 nahezu auf der Zwischenbildfläche liegt, in welcher auch die reellen Zwischenbilder 26 und 28 liegen. Daher bildet die Sekundärsammellinse 32 die Zwischenbilder 26 und 28 in nahezu parallel zur Hauptabstrahlrichtung 13 verlaufende Abstrahllichtbündel ab. Diesen sind Abstrahllichtsegmente zugeordnet, wie weiter unten zu den Figuren 4 bis 6 näher erläutert.

[0053] In der Figur 3 ist eine beispielhafte Ausgestaltung für die erste und zweite Halbleiterlichtquelle 14 und 16 dargestellt. Die Halbleiterlichtquelle 14 beziehungsweise 16 weist ein platinenartiges Trägerelement 40 auf, auf welchem mehrere LEDs 42a bis 42e in der Art eines linearen Arrays angeordnet sind. Sämtliche LEDs 42a bis 42e sind identisch ausgebildet. Wie beispielhaft an der LED 42e ersichtlich, weist jede LED eine nahezu qua-

dratische Lichtabstrahlfläche 44 auf, welche von Kanten 46 begrenzt wird. Die quadratischen LEDs 42a bis 42e sind dabei auf dem Trägerelement 40 derart in einem zeilenartigen Array angeordnet, das Kanten 46 benachbarter Lichtabstrahlflächen 44 unmittelbar nebeneinander verlaufen. Die senkrecht zu diesen nebeneinander verlaufenden Kanten orientierten Kanten 46 verschiedener LEDs 42a bis 42e liegen dabei auf einer gemeinsamen, geraden Linie. Mit den so ausgestalteten Halbleiterlichtquellen 14 und 16 können daher den jeweiligen LEDs 42a bis 42e zugeordnete, unmittelbar aneinander angrenzende Quellenlichtsegmente ausgestrahlt werden.

[0054] Jede der LEDs 42a bis 42e kann über zugeordnete Kontaktpaare 47a bis 47e mit Betriebsstrom versorgt werden. Daher ist jede der LEDs 42a bis 42e unabhängig von anderen LEDs elektrisch ansteuerbar, das heißt unabhängig von anderen LEDs ein- und ausschaltbar. Somit können einzelne Quellenlichtsegmente gezielt ausgeblendet werden. Dadurch kann, wie weiter unten erläutert, ein blendfreies Fernlicht realisiert werden.

[0055] Bei dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Lichtmodul 10 ist die Gesamtheit aus erster Halbleiterlichtquelle 14 und erster Primäroptik 18 relativ zu der Einheit aus zweiter Halbleiterlichtquelle 16 und zweiter Primäroptikeinrichtung 22 derart angeordnet, dass ein auf die erste Halbleiterlichtquelle 14 zurückzuführendes Zwischenbild mit wenigstens einem auf die zweite Halbleiterlichtquelle 16 zurückzuführenden weiteren Zwischenbild überlappt. Dies wird im Folgenden anhand der Figuren 4 bis 6 näher erläutert.

[0056] Hierzu ist in den Figuren 4 bis 6 jeweils die Abstrahllichtverteilung des Lichtmoduls 10 in verschiedenen Betriebszuständen dargestellt, wie sie in einem entlang der Hauptabstrahlrichtung 13 vom Lichtmodul 10 beabstandeten Testschirm beobachtbar ist, welcher sich senkrecht zu der Hauptabstrahlrichtung 13 erstreckt. Dabei wird angenommen, dass die Halbleiterlichtquellen 14, 16 des Lichtmoduls 10 wie in Figur 3 ausgestaltet sind.

[0057] Die Figur 4 zeigt zunächst die Abstrahllichtverteilung, welche sich bei dem Lichtmodul 10 ergibt, wenn nur die LEDs der ersten Halbleiterlichtquelle 14 angeschaltet sind. Die Abstrahllichtverteilung 48 weist mehrere Abstrahllichtsegmente 50a bis 50e auf, welche mit den einzelnen LED 42a - 42e korrespondieren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Sekundärsammellinse 32 die im Bereich ihres Fokuspunktes 34 in der Zwischenbildfläche entstehenden Zwischenbilder als Parallellichtbündel projiziert. Da die erste Halbleiterlichtquelle 14 in der zu Figur 3 erläuterten Art ausgestaltet ist, weisen die reellen Zwischenbilder der Leuchtdioden 42a bis 42e (d.h. ihrer zugehörigen Lichtabstrahlflächen 44) eine im Wesentlichen quadratische Gestalt auf. Diese im Wesentlichen quadratisch begrenzten Zwischenbilder werden dann über die Sekundäroptikeinrichtung in die ebenfalls im Wesentlichen quadratisch begrenzten Abstrahllichtsegmente 50a bis 50e abgebildet.

[0058] Ein der Figur 4 qualitativ entsprechendes Bild ergäbe sich, wenn ein Testschirm in der Zwischenbildfläche aufgestellt werden würde. Auf diesen Testschirm könnten dann den Abstrahllichtsegmenten 50a bis 50e zugeordnete Zwischenlichtsegmente beobachtet werden, welche ebenfalls im Wesentlichen quadratisch begrenzt wären.

[0059] Zur Festlegung der räumlichen Lage und Orientierung der Abstrahllichtsegmente sind in der Figur 4 (ebenso in Figur 5 und 6) vertikale und horizontale Winkelkoordinaten eingeführt. Diese entsprechen Koordinaten in der von Y-Achse (vertikal) und X-Achse (horizontal) aufgespannten Koordinatenebene, vergleiche die in den Figuren 1 und 2 angedeuteten Koordinatensysteme. Dabei können X- und Y-Koordinaten durch Winkelangaben relativ zur Hauptabstrahlrichtung 13 repräsentiert werden.

[0060] Die Figur 5 zeigt in einer der Figur 4 entsprechenden Darstellung die Abstrahllichtverteilung 48 des Lichtmoduls 10, wenn im Gegensatz zur Figur 4 nur die zweite Halbleiterlichtquelle 16 in Betrieb ist. Die Abstrahllichtverteilung 48 weist wiederum im Wesentlichen quadratisch begrenzte Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e auf, welche jeweils auf Quellenlichtsegmente der zugeordneten LEDs 42a bis 42e zurückzuführen sind, wie oben beschrieben.

[0061] In den Figuren 1 und 2 ist erkennbar, dass die erste optische Primärachse 21 und die zweite optische Primärachse 23 einen Winkel zueinander einschließen und sich in der Nähe der Zwischenbildfläche beziehungsweise in der Nähe des Fokuspunktes 34 schneiden. Die Abbildungseigenschaften der ersten Primäroptikeinrichtung 18 und der zweiten Primäroptikeinrichtung 22 sowie ihre gegenseitige Ausrichtung zueinander sind dabei derart gewählt, dass die auf die zweite Halbleiterlichtquelle 16 zurückzuführenden Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e gegenüber den auf die erste Halbleiterlichtquelle 14 zurückzuführenden Abstrahllichtsegmenten 50a bis 50e entlang der Horizontalrichtung (welche der X-Achse in den Koordinatensystemen gemäß Figur 1 und 2 entspricht) verschoben sind. Wie aus Figur 5 erkennbar, erstrecken sich die Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e auf dem betrachteten Testschirm in einem Winkelbereich von etwa $-7,5^\circ$ bis $+15^\circ$ in der Horizontalen, wogegen die Abstrahllichtsegmente 50a bis 50e in der Horizontalen einen Winkelbereich zwischen etwa $-17,5^\circ$ und $+7,5^\circ$ ausfüllen.

[0062] Die Figur 6 schließlich zeigt die Abstrahllichtverteilung 48 des Lichtmoduls 10, wenn sowohl die erste Halbleiterlichtquelle 14 als auch die zweite Halbleiterlichtquelle 16 jeweils mit sämtlichen LEDs in Betrieb sind. Erkennbar überlappen die Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e teilweise mit den Abstrahllichtsegmenten 50a bis 50e. Dabei sind die auf die zweite Halbleiterlichtquelle 16 zurückzuführenden Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e derart gegenüber den auf die erste Halbleiterlichtquelle 14 zurückzuführenden Abstrahllichtsegmenten 50a bis 50e entlang der Horizontalrichtung verschoben,

dass beispielsweise das Abstrahllichtsegment 51a die beiden aneinander anschließenden Abstrahllichtsegmente 50b und 50c jeweils über die Hälfte ihrer Breite entlang der Horizontalen überlappt. Insofern sind die Abstrahllichtsegmente der ersten und zweiten Halbleiterlichtquelle 14 und 16 um eine "halbe Pixelbreite" horizontal versetzt.

[0063] Ein der Figur 6 qualitativ entsprechendes Bild ergäbe sich wiederum in der Zwischenbildfläche, wobei dort ein Zwischenbild einer LED der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 ein Zwischenbild einer LED der ersten Halbleiterlichtquelle 14 über die Hälfte seiner Breite überlappt.

[0064] Bei Betrieb beider Halbleiterlichtquellen 14 und 16 kann insgesamt eine in ihrem Mittenbereich (das heißt im Bereich von $-12,5^\circ$ bis 10° in der Horizontalen) weitgehend homogene Abstrahllichtverteilung 48 erzeugt werden.

[0065] Darüber hinaus kann jedes der Abstrahllichtsegmente 50a bis 50e in der Abstrahllichtverteilung 48 gezielt ausgeblendet werden. Hierzu wird die zugeordnete LED 42a - 42e der ersten Halbleiterlichtquelle 14 ausgeschaltet. Entsprechend können einzelne der Abstrahllichtsegmente 51a bis 51e durch gezieltes Abschalten von LEDs der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 ausgeblendet werden. Dies ermöglicht die Realisierung einer blendfreien Fernlichtverteilung, indem gezielt solche LEDs der ersten beziehungsweise zweiten Halbleiterlichtquelle ausgeschaltet werden, deren jeweiliges Quellenlichtsegment einem Abstrahllichtsegment 50a bis 50e beziehungsweise 51a bis 51e zugeordnet ist, welches zur Blendung eines entgegenkommenden oder vorausfahrenden Fahrzeuges führen könnte.

[0066] In der Figur 7 ist eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung für die Halbleiterlichtquelle 14 und 16 dargestellt, die beispielsweise bei dem Lichtmodul 10 sowie bei den anderen nachfolgend beschriebenen Lichtmodulen zum Einsatz kommen kann. Im Unterschied zu der in Figur 3 dargestellten Halbleiterlichtquelle sind auf dem Trägerelement 40 eine größere Anzahl von LEDs 54a bis 54e und 55a bis 55e in der Art eines regelmäßigen, flächigen Arrays angeordnet. Dieses Array ist dadurch gebildet, dass eine erste zeilenartige Anordnung der LEDs 54a bis 54e mit einer parallel zu dieser verlaufenden weiteren zeilenartigen Anordnung der LEDs 55a bis 55e derart kombiniert wird, dass eine LED innerhalb einer Zeile jeweils unmittelbar an wenigstens eine benachbarte LED angrenzt und dass je eine LED einer Zeile mit einer ihrer Kanten unmittelbar an eine LED der anderen Zeile angrenzt. Die einzelnen LEDs 54a bis 54e und 55a bis 55e jeder Zeile des flächigen Arrays sind über Kontaktpaare 56a bis 56e (für die erste Zeile 54a bis 54e) und 57a bis 57e (für die zweite Zeile 55a bis 55e) unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbar beziehungsweise unabhängig voneinander an- und ausschaltbar.

[0067] Für bestimmte Anwendungen kann es vorteilhaft sein, wenn Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung 48 in vertikaler Richtung (Y-Richtung) gezielt

verschmiert beziehungsweise in vertikaler Richtung von unscharfen Kanten begrenzt werden, welche in vertikaler Richtung einen stetigen Übergang von Hell nach Dunkel definieren. Dadurch können in der Abstrahllichtverteilung 48 beispielsweise störende horizontale Kanten vermieden werden, welche beim Einsatz des Lichtmoduls in einen Kfz-Scheinwerfer unerwünscht sind.

[0068] Zur Verdeutlichung zeigt die Figur 8 eine Abstrahllichtverteilung 48 in einer den Figuren 4 bis 6 entsprechenden Darstellung. Die Abstrahllichtverteilung 48 weist wiederum Abstrahllichtsegmente 60a bis 60e auf, wobei die Abstrahllichtsegmente 60a bis 60e in vertikaler Richtung (das heißt vertikale Winkelkomponente) unscharf begrenzt sind, das heißt in vertikaler Richtung ein stetiger Hell-Dunkel-Übergang erfolgt. Eine solche Abstrahllichtverteilung kann dadurch erreicht werden, dass die erste und zweite Primäroptikeinrichtung 20 und 22 derart ausgebildet sind, dass jedes Zwischenbild in der Zwischenbildfläche derart entlang der Vertikalrichtung (Y-Richtung in Figur 1 und 2) unscharf begrenzt ist, dass in der Zwischenbildfläche ein stetiger Übergang von Hell nach Dunkel entlang der Vertikalrichtung erfolgt. Insofern sind die Zwischenbilder begrenzenden Kanten verwischt.

[0069] Die Figur 9 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Lichtmoduls 70, mit welchem in vorteilhafter Weise eine zusätzliche Seitenausleuchtung erzielt werden kann.

[0070] Das Lichtmodul 70 unterscheidet sich von dem Lichtmodul 10 im Wesentlichen dadurch, dass zusätzlich zu den Halbleiterlichtquellen 14 und 16 eine erste Seitenlichtquelle 72 sowie eine zweite Seitenlichtquelle 74 vorgesehen sind. Die Seitenlichtquellen 72 und 74 sind ebenfalls als Halbleiterlichtquellen der zu Figur 3 oder Figur 7 beschriebenen Art ausgebildet. Die Seitenlichtquellen 72 und 74 können jedoch auch anders als die erste und zweite Halbleiterlichtquelle 14 und 16 ausgeführt sein. So ist insbesondere denkbar, dass die Seitenlichtquellen 72 und 74 jeweils nur eine LED zur Lichtabstrahlung aufweisen. Dies kann ausreichen, da in der Regel für die Seitenausleuchtung nur eine geringere Lichtintensität benötigt wird, als im Zentrum, wo eine maximale Reichweite erzielt werden soll (beispielsweise für eine Fernlichtfunktion).

[0071] Die Seitenlichtquellen 72 und 74 sind dazu ausgebildet, zusätzliches Licht in den Bereich der Zwischenbildfläche einzustrahlen, das heißt in den Bereich des Schnittpunktes der ersten optischen Primärachse 21 und der zweiten optischen Primärachse 23 (wie zu den Figuren 1 und 2 erläutert).

[0072] Hierzu ist der ersten Seitenlichtquelle 72 eine erste Seitenoptikeinrichtung 76 zugeordnet. Diese definiert eine erste optische Seitenachse 80, welche die Zwischenbildfläche schneidet. Die erste Seitenoptikeinrichtung 76 wirkt derart, dass von der Seitenlichtquelle 72 ausgestrahltes Licht bezüglich der ersten optischen Seitenachse 80 kollimiert oder - je nach Ausgestaltung - zu dieser Achse hin gebündelt wird.

[0073] In dem dargestellten Beispiel ist die erste Seitenoptikeinrichtung 76 als Vorsatzoptik der ersten Seitenlichtquelle 72 ausgebildet, welche eine TIR-Linse mit einer der Seitenlichtquelle 72 zugewandten Lichteintrittsfläche aufweist. Dabei ist die TIR-Linse vorzugsweise derart ausgebildet, dass nahezu sämtliches Licht von der Seitenlichtquelle 72 in den Halbraum in Richtung der Hauptabstrahlrichtung 13 gebündelt werden kann. Eine derartige, als Vorsatzoptik ausgebildete Seitenoptikeinrichtung 76 ermöglicht im Unterschied zu den Primäroptikeinrichtungen 18 und 22 keine optische Abbildung der LED der Seitenlichtquelle 72 als reelles Zwischenbild auf die Zwischenbildfläche.

[0074] Die in der Zwischenbildfläche entstehende Lichtverteilung kann durch gezielte Auslegung von optisch wirksamen Flächen der Seitenoptikeinrichtung 76 (beispielsweise als Freiformflächen) beeinflusst werden.

[0075] In entsprechender Weise ist der zweiten Seitenlichtquelle 74 eine zweite Seitenoptikeinrichtung 78 zugeordnet, welche eine zweite optische Seitenachse 82 definiert. Hinsichtlich der Ausgestaltung der zweiten Seitenoptikeinrichtung 78 wird auf die vorstehende Beschreibung zur Seitenoptikeinrichtung 76 verwiesen.

[0076] Die Seitenoptikeinrichtungen 76 und 78 sind derart ausgebildet, dass das von den Seitenlichtquellen 72 und 74 in die Zwischenbildfläche eingestrahle Licht mit der Seitenoptikeinrichtung 30 in eine Seitenlichtverteilung 84 projizierbar ist, welche die in den Figuren 4 bis 6 erläuterte Abstrahllichtverteilung vollständig umgibt.

[0077] Die genannte Seitenlichtverteilung 84 wird im Folgenden anhand der Figuren 10 und 11 näher erläutert (in einer den Figuren 4 bis 6 entsprechenden Darstellung auf einem Testschirm).

[0078] Die Figur 10 zeigt die von dem Lichtmodul 70 erzeugte Lichtverteilung, wenn nur die erste Seitenlichtquelle 72 zur Abgabe von Licht mit Strom versorgt wird. Die übrigen Lichtquellen (14, 16, 74) sind in diesem Fall ausgeschaltet. Ersichtlich wird das von der ersten Seitenlichtquelle 72 in die Zwischenbildfläche eingestrahle Licht von der Sekundäroptikeinrichtung 30 in einen Abschnitt der Seitenlichtverteilung 84 projiziert, welcher einem bezüglich der Hauptabstrahlrichtung 13 in Horizontalrichtung (X-Achse beziehungsweise negative Horizontalwinkel) außenliegendem Bereich entspricht.

[0079] Die Figur 11 zeigt eine der Figur 10 entsprechende Darstellung, wenn bei dem Lichtmodul 70 nur die zweite Seitenlichtquelle 74 in Betrieb ist, und sämtliche anderen Lichtquellen (72, 14, 16) ausgeschaltet sind. In diesem Fall wird ein bezüglich der Hauptabstrahlrichtung 13 außenliegender Seitenbereich ausgeleuchtet.

[0080] Die von der jeweiligen Seitenlichtquelle 72 beziehungsweise 74 ausgeleuchteten Seitenbereiche haben asymmetrische Form. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im vorliegenden Fall die Seitenoptikeinrichtungen 76 beziehungsweise 78 nicht als rotationssymmetrische optische Systeme ausgeführt sind. Vielmehr sind im Falle des Lichtmoduls 70 die Seitenoptikeinrichtungen 76 und 78 als asymmetrische Vorsatzoptiken ausgeführt.

[0081] In der Figur 12 ist die von dem Lichtmodul 70 abgestrahlte Lichtverteilung für den Fall dargestellt, dass sowohl beide Halbleiterlichtquellen 14 und 16, als auch beide Seitenlichtquellen 72 und 74 in Betrieb sind. Dabei wird der mittige Bereich des in der Figur 12 dargestellten Testschirms (im Bereich um 0° horizontaler und vertikaler Abweichung von der Hauptabstrahlrichtung 13) von der Abstrahllichtverteilung 48 ausgeleuchtet, wie in Figur 6 dargestellt. Dabei bilden die sich überlappenden Abstrahllichtsegmente 50a bis 50e beziehungsweise 51a bis 51e (vergleiche Figur 6) einen homogen ausgeleuchteten Bereich hoher Lichtintensität. Die Seitenlichtverteilung 84, welche sich durch Überlagerung der in den Figuren 10 und 11 dargestellten teilweisen Seitenlichtverteilung ergibt, umgibt dabei die intensive zentrale Abstrahllichtverteilung 48.

[0082] Das Lichtmodul 70 ermöglicht es, gezielt einen bestimmten Bereich der intensiven Abstrahllichtverteilung 48 auszublenden, und dennoch eine Seitenausleuchtung unter größeren Winkeln zur Hauptabstrahlrichtung 13 zu gewährleisten. Dies kann zur Erzeugung einer Fernlichtverteilung erwünscht sein, bei welcher in bestimmten Situationen die zentrale, intensive Abstrahllichtverteilung 48 in solchen Winkelbereichen ausgeblendet werden soll, welche zu einer Blendung des Gegenverkehrs führen könnten, wobei weiterhin eine Seitenausleuchtung gewährleistet werden soll.

[0083] Die Figur 13 zeigt die von dem Lichtmodul 70 abgestrahlte Lichtverteilung, wenn die Seitenlichtquellen 72 und 74 Licht abgeben, jedoch einzelne LEDs der ersten Halbleiterlichtquelle 14 ausgeblendet sind. Die Halbleiterlichtquelle 16 strahlt dabei Licht mit im Wesentlichen sämtlichen ihrer LEDs ab, wobei jedoch eine der LEDs ausgeblendet ist (z.B. 42e und eventuell auch 42d). Denkbar ist aber auch, dass alle LEDs der Halbleiterlichtquelle 16 Licht abstrahlen. Wird beispielsweise die in der Figur 3 dargestellte Halbleiterlichtquelle bei dem Lichtmodul 70 derart verwendet, dass die Leuchtdioden 42a bis 42e der ersten Primäroptikeinrichtung 18 zugewandt sind, so ergibt sich die in der Figur 13 dargestellte Lichtverteilung dadurch, dass zwar die LEDs 42a, 42d, 42e in Betrieb sind, jedoch die LEDs 42b und 42c abgeschaltet sind. Erkennbar sind die den LEDs 42b und 42c zugeordneten Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung 48 ausgeblendet (diese entsprechen in der Darstellung der Figur 6 den Abstrahllichtsegmenten 50b und 50c). Der übrige Bereich der Abstrahllichtverteilung 48 (entsprechend den Abstrahllichtsegmenten 50a, 50d, 50e und 51a bis 51e) führt zu einer Abstrahllichtverteilung 48 mit einem vertikal verlaufenden dunklen Bereich. An die zentrale Abstrahllichtverteilung 48 schließt sich, wie vorstehend erläutert, die Seitenlichtverteilung 84 in den äußeren horizontalen Winkelbereichen an.

[0084] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in der Figur 14 dargestellt. Das dort gezeigte Lichtmodul 90 unterscheidet sich von dem Lichtmodul 70 gemäß Figur 9 dadurch, dass eine Blende 92 vorgesehen ist. Dadurch kann eine abgestrahlte Lichtverteilung mit einer

Hell-Dunkel-Grenze erzeugt werden (abgeblendete Lichtverteilung).

[0085] Hierzu ist die plattenartig ausgebildete Blende 92 von einer Blendenkante 94 begrenzt. Die Blendenkante 94 verläuft abschnittsweise in der Zwischenbildfläche. Die Blendenkante 94 weist einen ersten horizontal verlaufenden Abschnitt und einen hieran anschließenden zweiten horizontal verlaufenden Abschnitt auf, welcher gegenüber dem ersten in der Art einer vertikalen Stufe versetzt ist. Dabei ist der erste horizontal verlaufende Abschnitt über einen schräg verlaufenden Kantenabschnitt mit dem zweiten horizontalen Abschnitt verbunden.

[0086] Da die Blende 92 einen Teil der von der Zwischenbildfläche über die Sekundäroptikeinrichtung 30 projizierte Lichtverteilung ausblendet, weist auch die von dem Lichtmodul 90 abgestrahlte Lichtverteilung einen entsprechenden ausgeblendeten Bereich auf.

[0087] Die Figur 15 zeigt die von dem Lichtmodul 90 abgestrahlte Lichtverteilung, wenn sämtliche Lichtquellen (Halbleiterlichtquellen 14, 16 sowie Seitenlichtquellen 72 und 74) in Betrieb sind. Erkennbar sind gegenüber der Darstellung in Figur 12 nur solche Abschnitte der Abstrahllichtverteilung 48 und der Seitenlichtverteilung 84 erleuchtet, welche nicht von der Blende 92 in der Zwischenbildfläche abgeschattet werden. Insofern weist die von dem Lichtmodul 90 abgestrahlte Lichtverteilung eine Hell-Dunkel-Grenze auf, welche in ihrem Verlauf der Blendenkante 94 entspricht. Von der Sekundärsammel linse 32 wird die Blendenkante 94 als asymmetrische Hell-Dunkel-Grenze abgebildet. Diese weist zwei sich horizontal erstreckende, gegeneinander vertikal versetzten Grenzlinien auf, welche durch eine in einem Winkel von insbesondere 15° ansteigende Grenzlinie verbunden sind. Der vertikal niedriger verlaufende Bereich dieser asymmetrischen Hell-Dunkel-Grenze definiert dabei den Gegenverkehrsbereich der Abstrahllichtverteilung, in welchem eine gewollte Blendung des Gegenverkehrs vermieden werden kann.

[0088] Die Blende 92 ist vorzugsweise beweglich angeordnet, wie anhand des in der Figur 16 dargestellten Lichtmoduls 100 erläutert wird. Das Lichtmodul 100 ist dabei in einer Seitenansicht senkrecht zu der Hauptabstrahlrichtung 13 dargestellt und entspricht im Wesentlichen dem Lichtmodul 90. Im Unterschied hierzu ist jedoch die Blende 92 in den Strahlengang ein- und ausklappbar ausgebildet.

[0089] Hierzu ist die Blende 92 an einer senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung 13 (im vorliegenden Fall in X-Richtung) verlaufenden Drehachse 102 eines nicht näher dargestellten Blendenaktuators 103 (z.B. Drehmotor) angeordnet. Die Blende 92 kann mittels des Blendenaktuators 103 derart verkippt werden, dass die Blendenkante 94 ausgehend von der in Figur 16 dargestellten Lage aus der Zwischenbildfläche heraus verkipppbar ist. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass in der Figur 16 der Blendenaktor 103 die Drehachse 102 im Uhrzeigersinn verdreht und dadurch die plattenartige

Blende 92 in Richtung der Sekundäroptikeinrichtung 30 verkippt wird.

[0090] Eine weitere Realisierung einer aktivierbaren und deaktivierbaren Blende ist in der Figur 17 für das Lichtmodul 110 gezeigt. Im Gegensatz zu dem Lichtmodul 100 erstreckt sich die Blende 92 hierbei nicht vertikal sondern horizontal. Dabei verläuft die optische Achse 12 des Lichtmoduls 110 durch die plattenartig ausgebildete Blende 92. Die Blende 92 ist derart angeordnet, dass die Blendenkante 94 im Bereich der Zwischenbildfläche verläuft.

[0091] Bei dem Lichtmodul 110 sind die erste Halbleiterlichtquelle 14 und die Seitenlichtquelle 72 (ebenso die nicht dargestellte zweite Halbleiterlichtquelle 16 und zweite Seitenlichtquelle 74) derart angeordnet, dass die diesen Lichtquellen zugeordneten optischen Achsen (erste optische Primärachse 21 und erste optische Seitenachse 80) gegenüber der optischen Achse 12 des Lichtmoduls 110 (welche der optischen Achse der Sekundäroptikeinrichtung 30 entspricht), um einen nicht verschwindenden Winkel in der Vertikalen verkippt sind. Daher wird mit der horizontal verlaufenden Blende 92 ein Teil beziehungsweise Abschnitte der Lichtverteilung in der Zwischenbildfläche ausgeblendet.

[0092] Dabei ist es denkbar, dass die von den Lichtquellen 14 und 72 angestrahlte Oberfläche der plattenartigen Blende 92 verspiegelt ausgebildet ist, so dass die ausgeblendete Lichtverteilung zusätzlich in den erleuchteten Bereich der abgestrahlten Lichtverteilung gelenkt wird.

[0093] Bei dem Lichtmodul 110 ist wiederum ein nicht näher dargestellter Blendenaktor vorgesehen, mit welchem die Blende 92 in der X-Z-Ebene entlang der optischen Achse 12 hin und her verschoben werden kann. Denkbar ist auch, dass die Blende 92 um eine Drehachse 112 durch einen Blendenaktor verkipppbar ist, wie in der Figur 17 durch Pfeile angedeutet. Dadurch kann die Blendenkante 94 jeweils in die Zwischenbildfläche und aus der Zwischenbildfläche heraus bewegt werden.

[0094] Sämtliche Lichtmodule können dadurch weiter verbessert werden, dass eine Justiereinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die Position der ersten Halbleiterlichtquelle 14 gegenüber der Position der zweiten Halbleiterlichtquelle 16 kontrolliert veränderbar ist. Denkbar ist jedoch auch, eine Justiereinrichtung vorzusehen, mit welcher die Ausrichtung beziehungsweise Position der Primäroptikeinrichtungen 18 und 22 relativ zueinander und/oder relativ zu den Positionen der jeweils zugeordneten Halbleiterlichtquellen 14 beziehungsweise 16 veränderbar ist. Hierdurch kann die relative Lage der Zwischenbilder zueinander und damit die relative Lage der Abstrahllichtsegmente zueinander eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (10, 70, 90, 100, 110) für eine Beleuch-

tungseinrichtung,

- mit wenigstens einer ersten und einer zweiten Halbleiterlichtquelle (14, 16), wobei jede Halbleiterlichtquelle (14, 16) eine Mehrzahl von gruppiert angeordneten LEDs (42a-42e; 54a-54e; 55a-55e) zur Ausstrahlung jeweils eines Quellenlichtsegments umfasst,
- mit wenigstens einer der ersten Halbleiterlichtquelle (14) zugeordneten ersten Primäroptikeinrichtung (18) und einer der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) zugeordneten zweiten Primäroptikeinrichtung (22),
- und mit einer Sekundäroptikeinrichtung (30) zum Projizieren der Quellenlichtsegmente in eine Abstrahllichtverteilung (48) des Lichtmoduls (10, 70, 90, 100, 110) derart,

dass die Abstrahllichtverteilung (48) einander überlappende, den Quellenlichtsegmenten jeweils zugeordnete Abstrahllichtsegmente (50a-50c; 51a-51e) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste (18) und die zweite (22) Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet sind, dass jede LED (42a-42e; 54a-54e; 55a-55e) als reelles Zwischenbild in einer

Zwischenbildfläche abbildbar ist,

wobei ein der ersten Halbleiterlichtquelle (14) zugeordnetes Zwischenbild mit wenigstens einem der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) zugeordneten Zwischenbild überlappt,

und dass die Sekundäroptikeinrichtung (30) derart angeordnet ist, dass die Zwischenbilder von Quellenlichtsegmenten ausstrahlenden LEDs (42a-42e; 54a-54e; 55a-55e) als jeweils zugeordnete Abstrahllichtsegmente der Abstrahllichtverteilung (48) projizierbar sind.

2. Lichtmodul 10, 40, 90, 100, 110) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen LEDs (42a-42e; 54a-54c; 55a-55e) der ersten und der zweiten Halbleiterlichtquelle (14, 16) unabhängig voneinander zum Ausstrahlen von Licht ansteuerbar und/oder unabhängig voneinander ein- und ausschaltbar sind.
3. Lichtmodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LEDs (42a-42e) der ersten und zweiten Halbleiterlichtquelle (14, 16) jeweils regelmäßig in einem linearen Array angeordnet sind.
4. Lichtmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LEDs (54a-54e; 55a-55e) der ersten und zweiten Halbleiterlichtquelle jeweils regelmäßig in einem flächigen Array angeordnet sind.

5. Lichtmodul (10, 70, 90, 100, 110) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung (18, 22) derart ausgebildet sind, dass die der ersten Halbleiterlichtquelle (14) zugeordneten Zwischenbilder gegenüber den der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) zugeordneten Zwischenbildern in einer Horizontalrichtung (X) verschoben sind.

6. Lichtmodul nach dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (18) und die zweite (22) Primäroptikeinrichtung derart ausgebildet sind, dass die der ersten Halbleiterlichtquelle (14) zugeordneten Zwischenbilder gegenüber den der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) zugeordneten Zwischenbildern auch in einer zur Horizontalrichtung (X) senkrechten Vertikalrichtung (Y) verschoben sind.

7. Lichtmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung (14, 16) derart ausgebildet sind, dass jedes Zwischenbild in der Zwischenbildfläche derart unscharf begrenzt ist, dass ein stetiger Übergang von Hell nach Dunkel entlang wenigstens einer Richtung in der Zwischenbildfläche erzielbar ist.

8. Lichtmodul (10, 70, 90, 100, 110) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Primäroptikeinrichtung (18, 22) sowie die erste und zweite Halbleiterlichtquelle (14, 16) derart ausgebildet sind, dass die einer jeweiligen Halbleiterlichtquelle (14, 16) zugeordneten Zwischenbilder in der Zwischenbildfläche unmittelbar aneinander angrenzen, und dass ein der ersten Halbleiterlichtquelle (14) zugeordnetes Zwischenbild wenigstens ein der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) zugeordnetes Zwischenbild über die Hälfte seiner Breite überlappt.

9. Lichtmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und/oder die zweite Primäroptikeinrichtung (18, 22) ein optisches Element zur Korrektur von Abbildungsfehlern umfasst.

10. Lichtmodul (10, 70, 90, 100, 110) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptikeinrichtung (30) als Sekundärsammellinse (32) ausgebildet ist, welche einen Fokuspunkt (34) definiert, wobei die Sekundärsammellinse (32) derart angeordnet ist, dass der Fokuspunkt (34) auf der Zwischenbildfläche liegt.

11. Lichtmodul (70, 90, 100, 110) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Seitenlichtquelle (72, 74) vor-

gesehen ist, mit welcher Licht derart auf die Zwischenbildfläche einstrahlbar ist, dass mit der Sekundäroptikeinrichtung (30) eine an die Abstrahllichtsegmente (50a-50e; 51a-51e; 60a-60e) angrenzende oder diese abschnittsweise oder vollständig umgebende Seitenlichtverteilung (84) projizierbar ist. 5

12. Lichtmodul (70, 90, 100, 110) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Seitenlichtquelle (72, 74) zugeordnete Seitenoptikeinrichtung (76, 78) vorgesehen ist, mit welcher Licht von der Seitenlichtquelle (72, 74) auf die Zwischenbildfläche gebündelt oder kollimiert werden kann. 10

13. Lichtmodul (90, 100, 110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Blende (92) mit einer Blendenkante (94) vorgesehen ist, welche derart zwischen der ersten (18) und zweiten (22) Primäroptikeinrichtung einerseits und der Sekundäroptikeinrichtung (30) andererseits anordenbar ist, dass eine Abstrahllichtverteilung (48) mit einer abschnittsweise horizontal verlaufenden Hell-Dunkel-Grenze erzielt werden kann. 15

14. Lichtmodul (100, 110) nach dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Blendenaktor (103) zur Bewegung der Blende (92) derart vorgesehen ist, dass die Blendenkante (94) in die Zwischenbildfläche und aus der Zwischenbildfläche heraus bewegbar ist. 20

15. Lichtmodul nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Justiereinrichtung vorgesehen ist, mit welcher die erste Halbleiterlichtquelle (14) relativ zu der zweiten Halbleiterlichtquelle (16) und/oder relativ zu der ersten Primäroptikeinrichtung (18) kontrolliert verlagerbar ist. 25

40

45

50

55

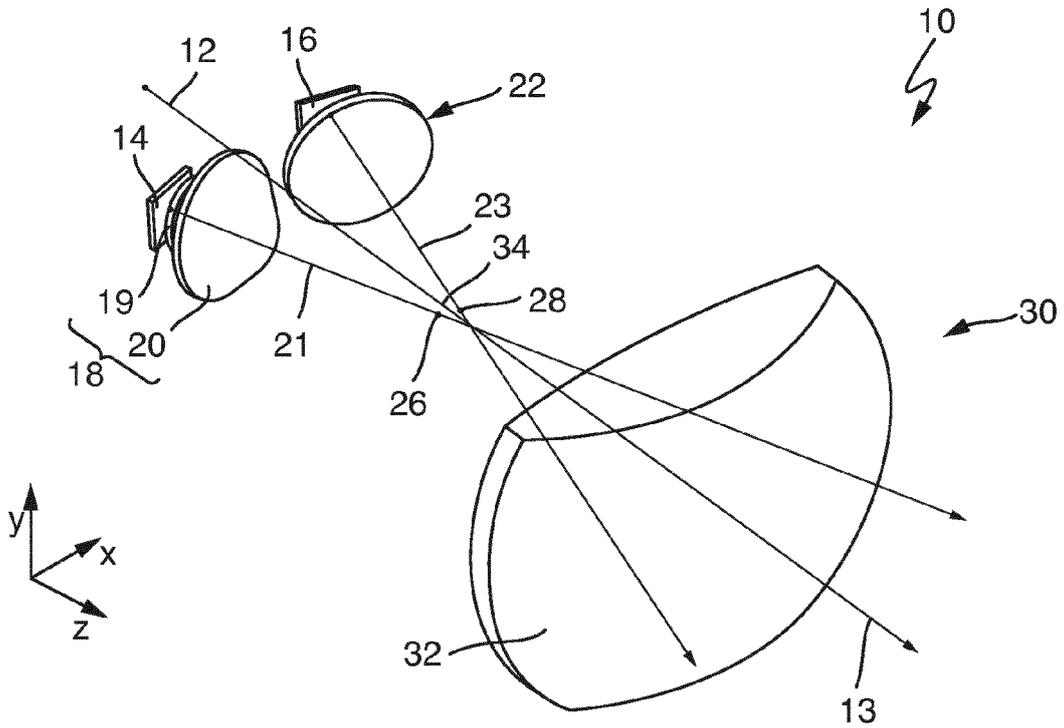


Fig. 1

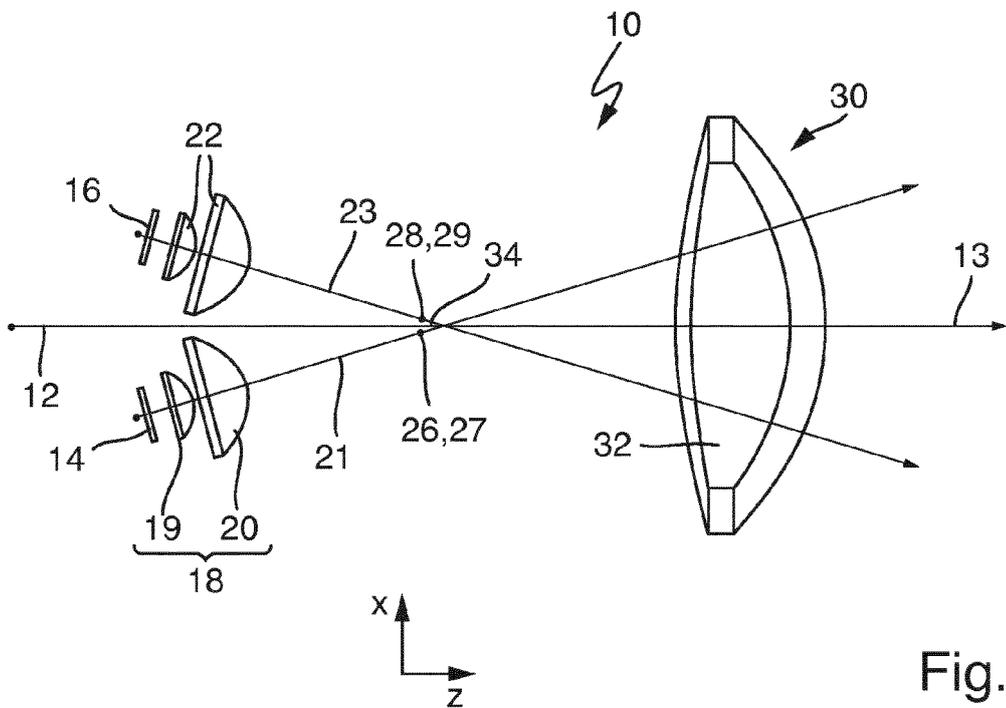


Fig. 2

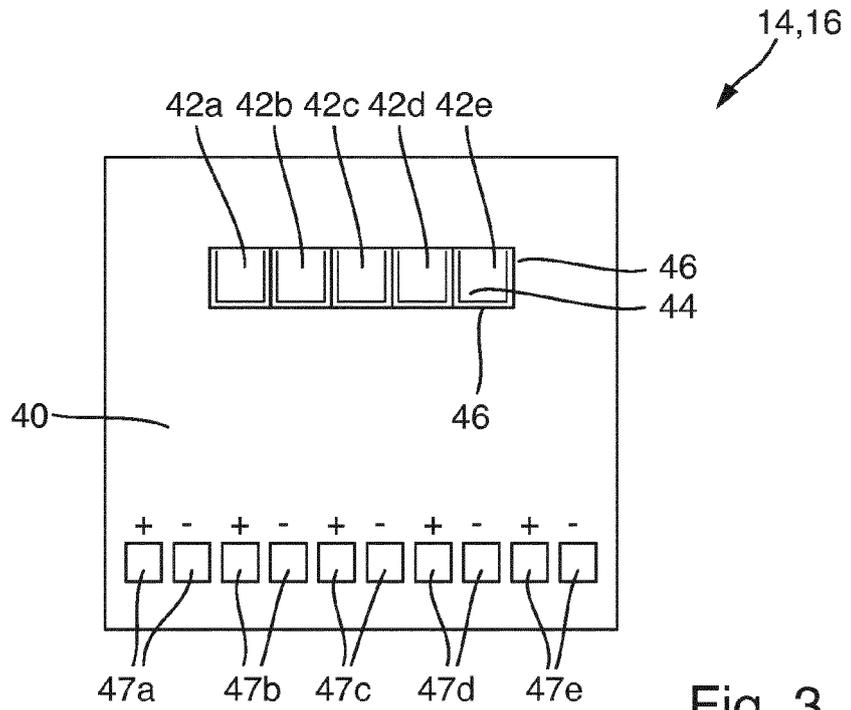


Fig. 3

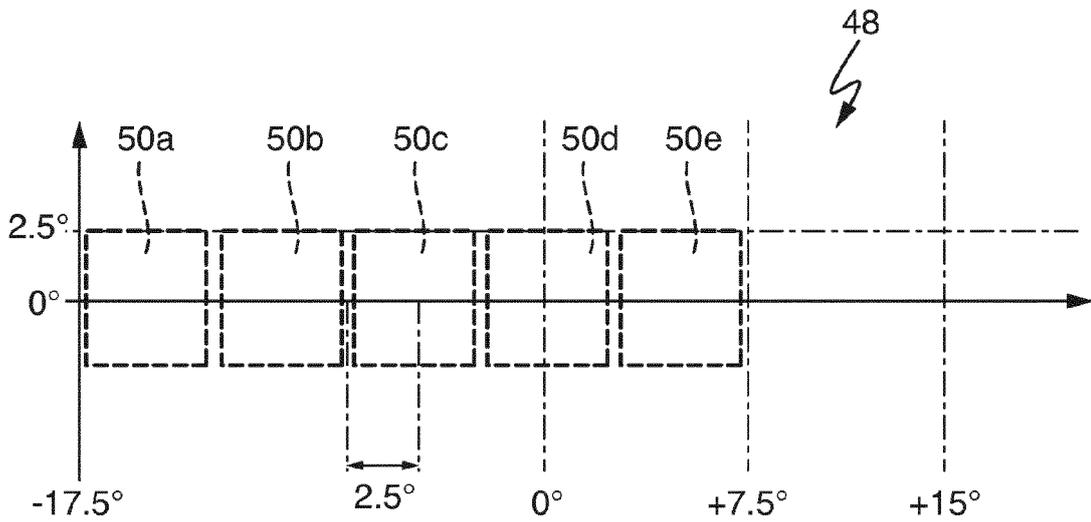


Fig. 4

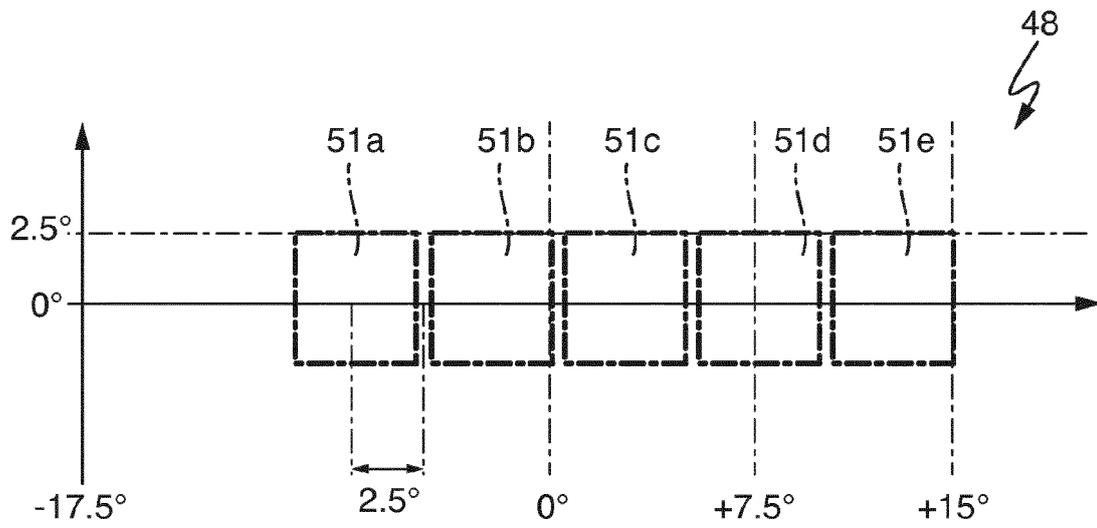


Fig. 5

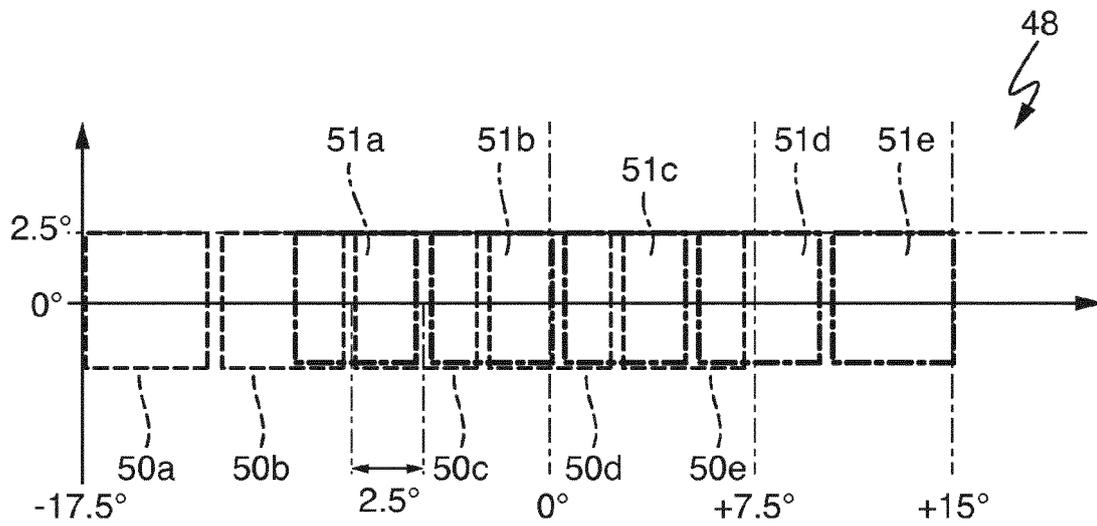


Fig. 6

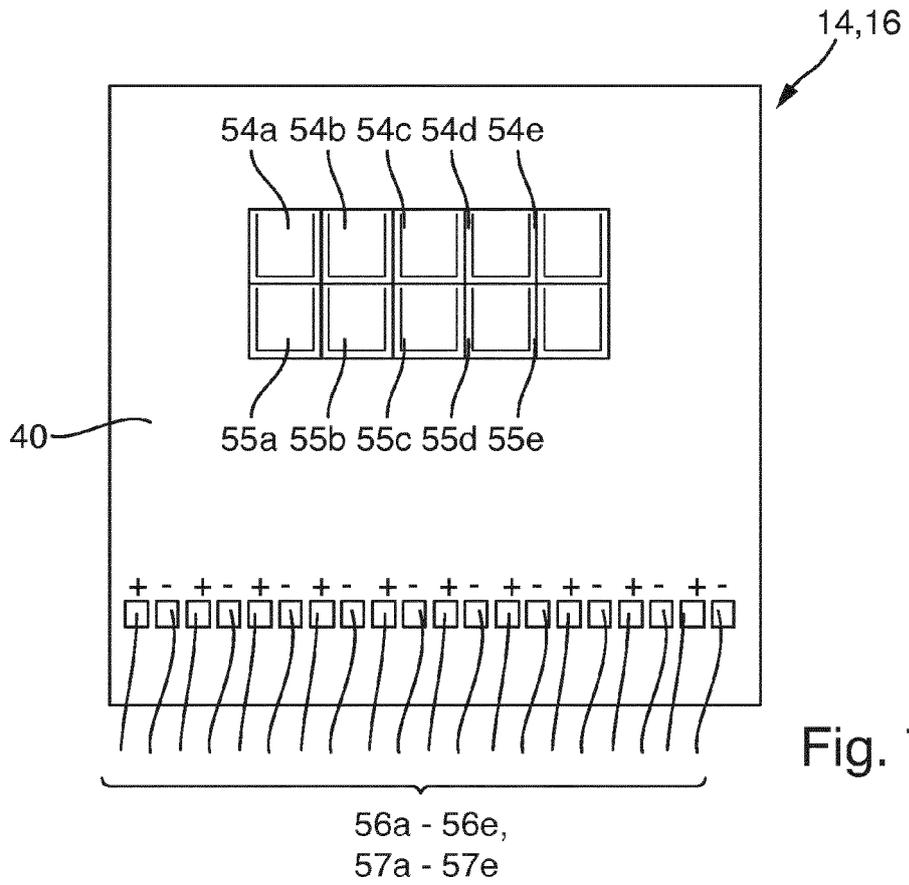


Fig. 7

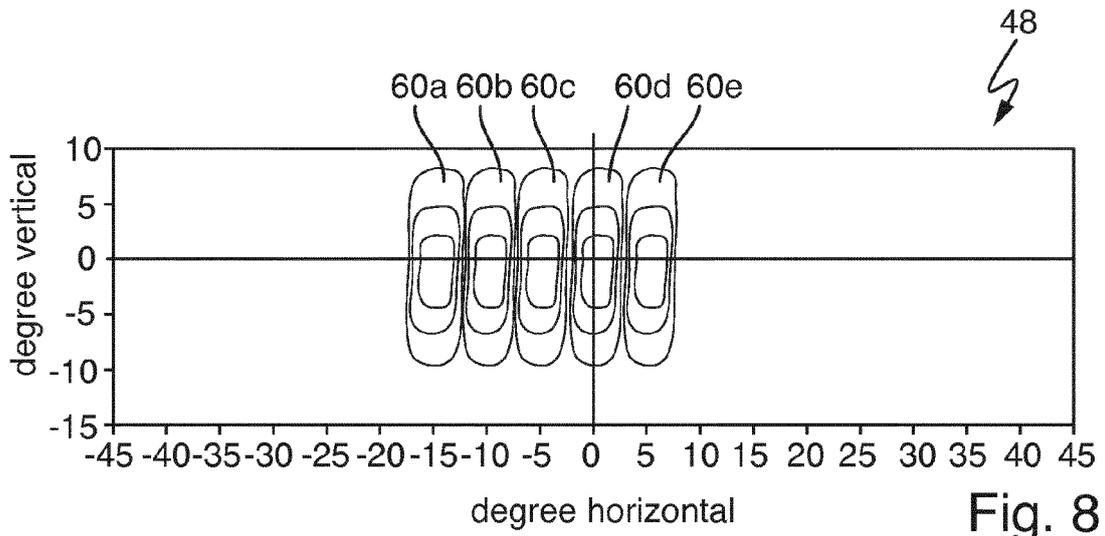


Fig. 8

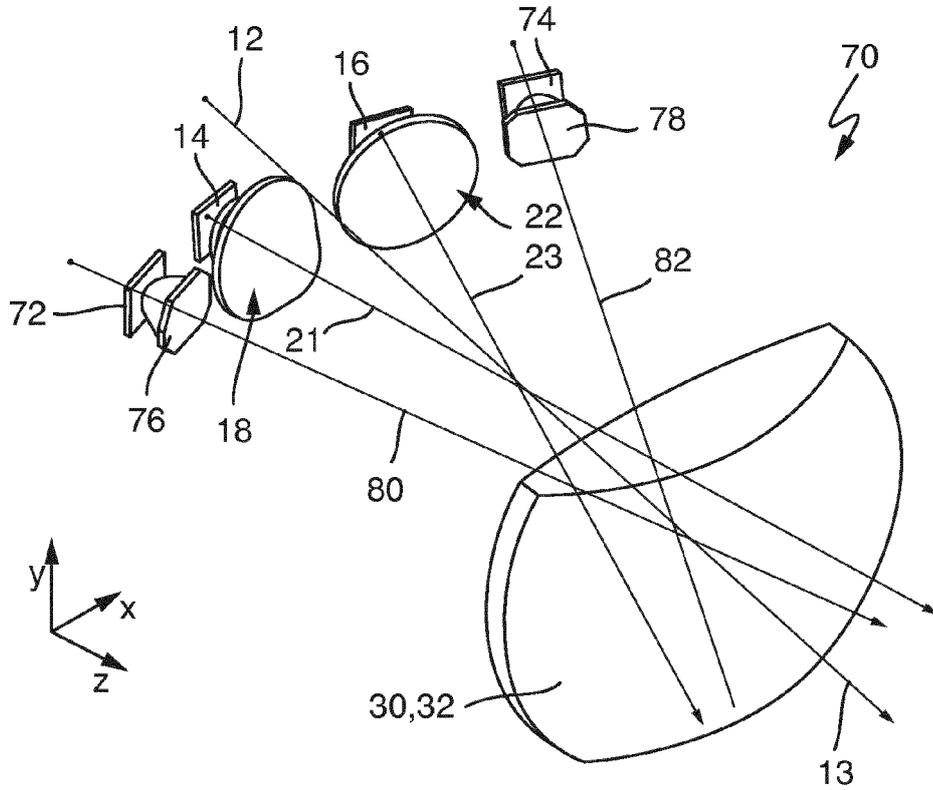


Fig. 9

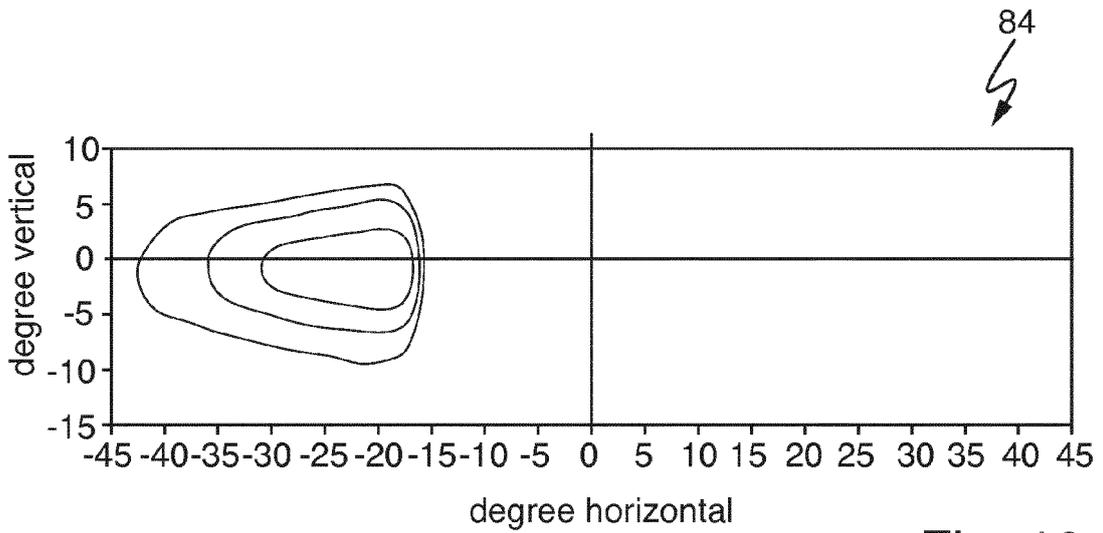
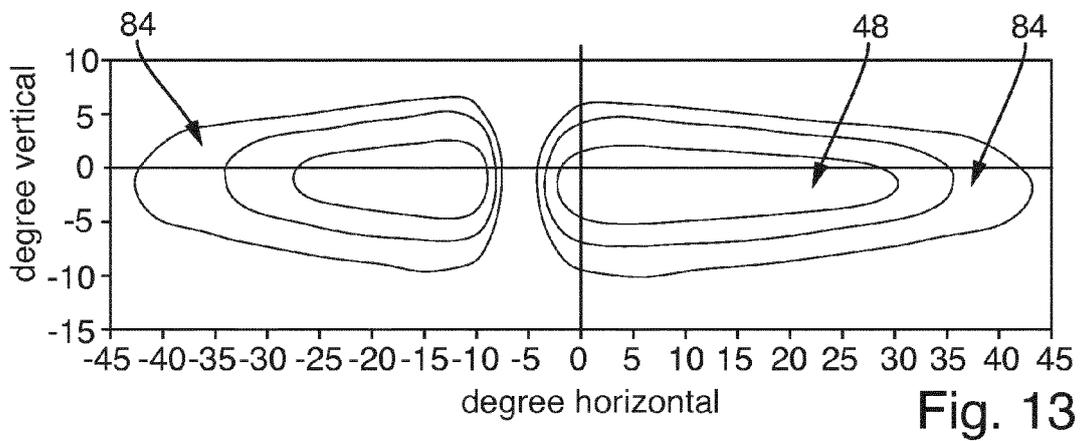
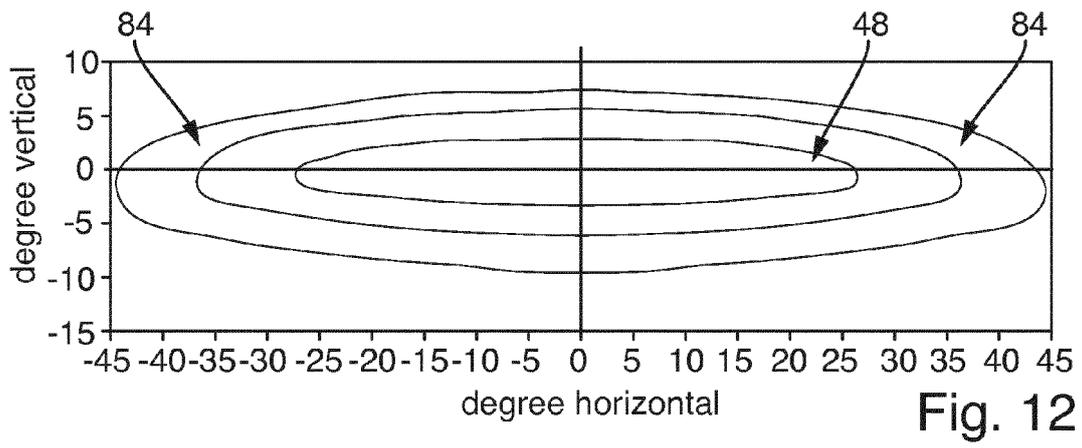
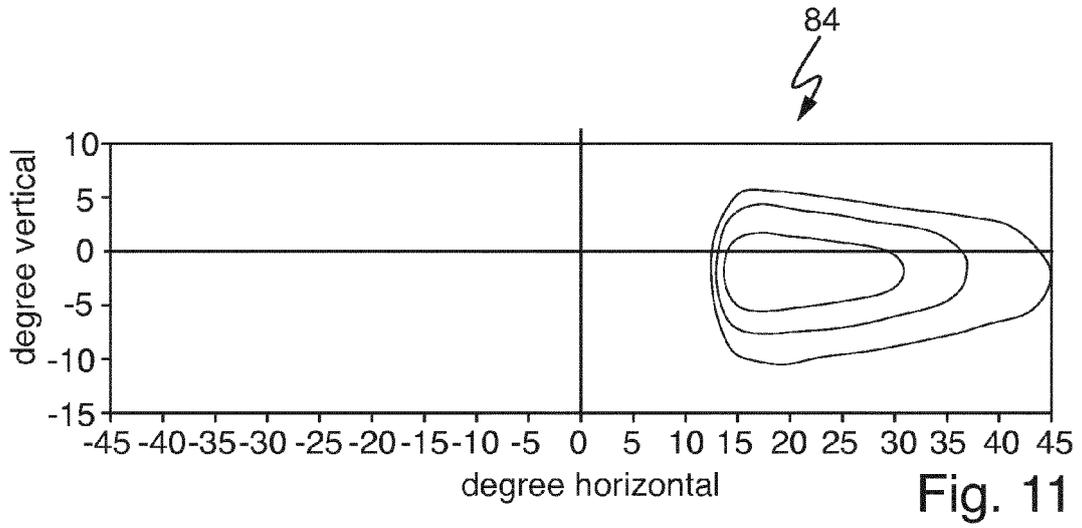


Fig. 10



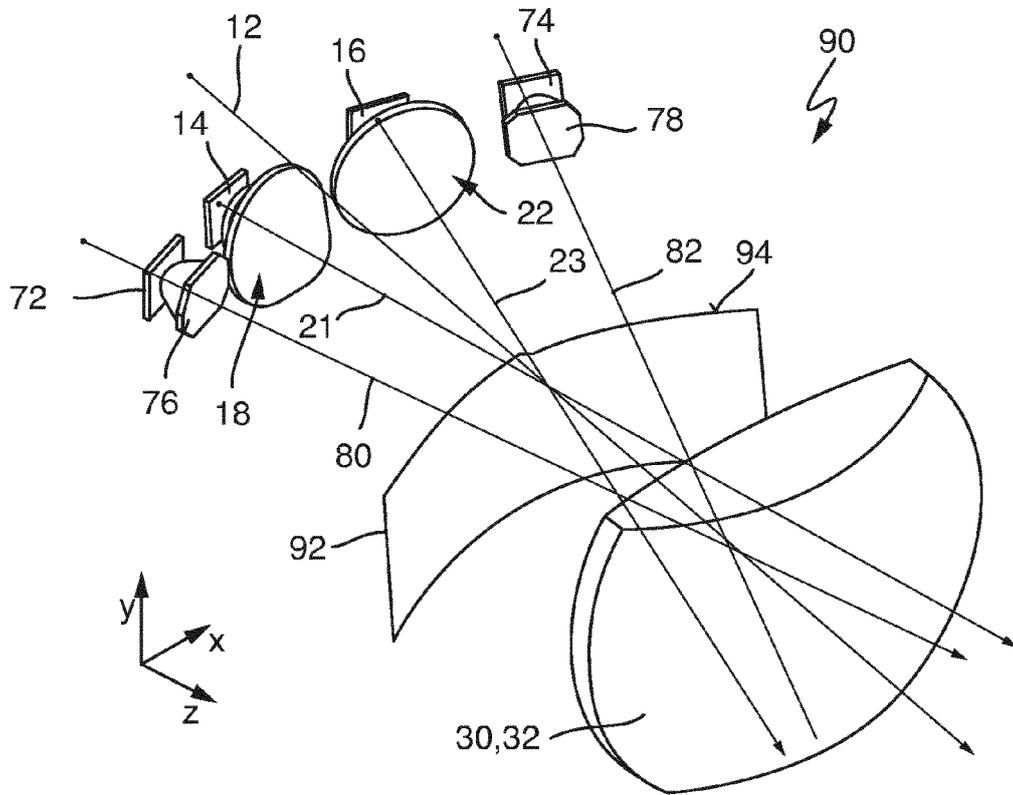


Fig. 14

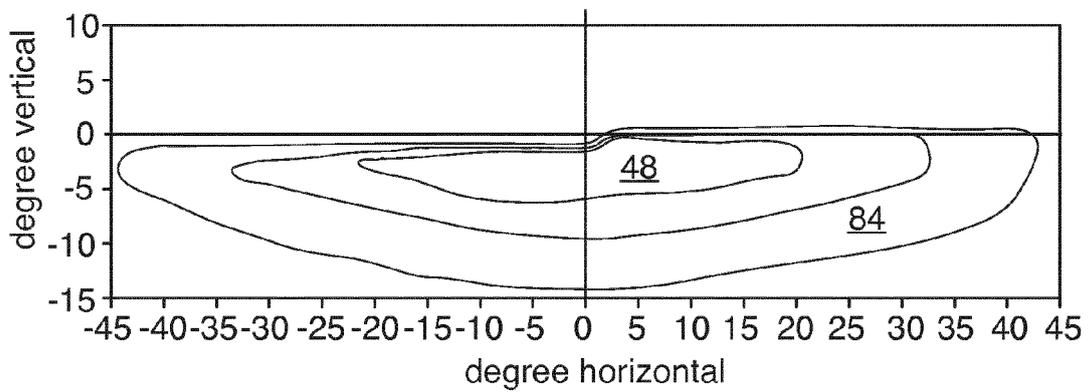
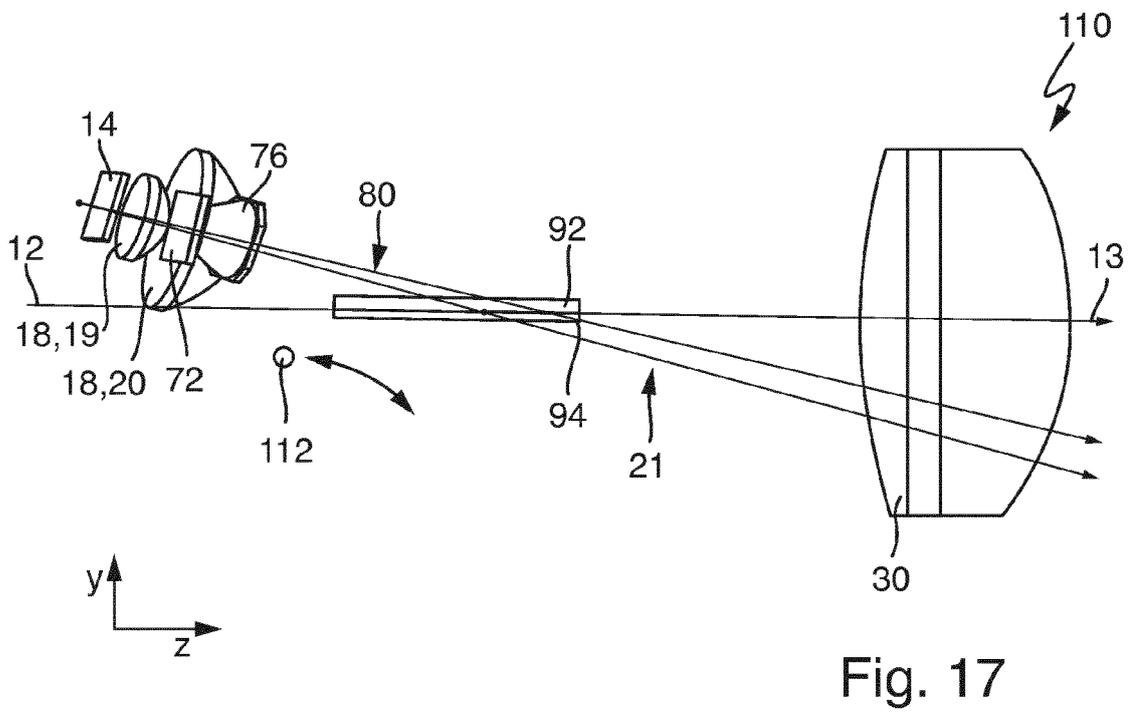
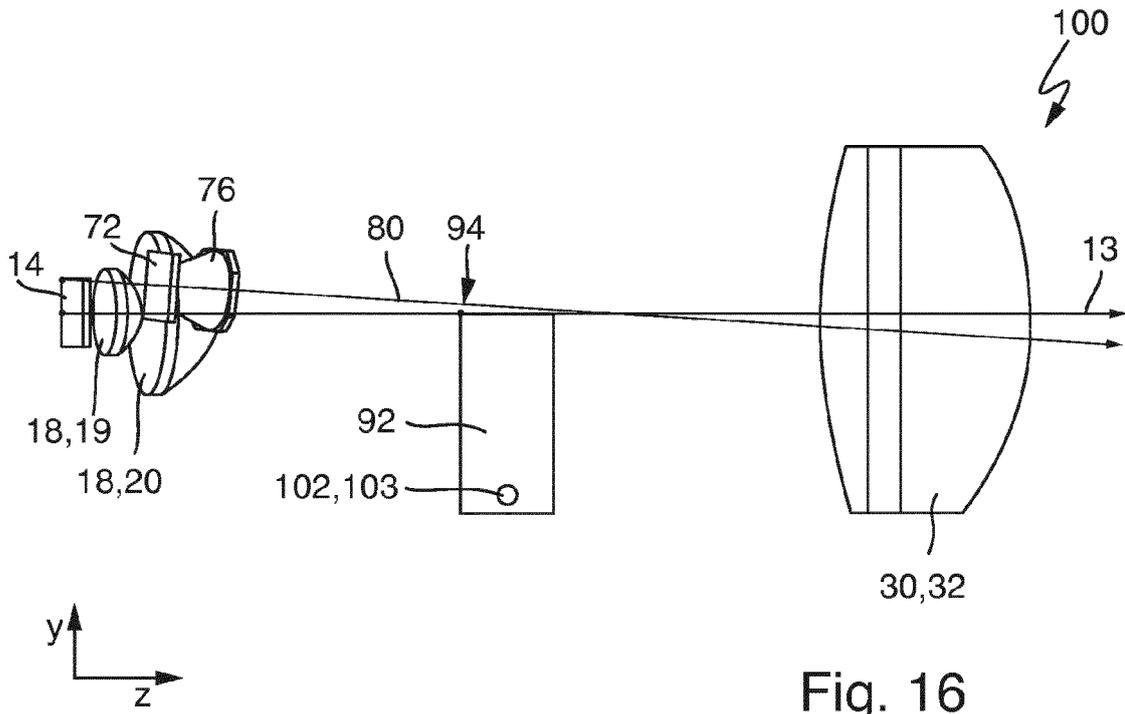


Fig. 15



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2280215 A2 [0003]
- JP 2010132170 B [0004]
- DE 486303 [0031]