

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.03.2015 Patentblatt 2015/13

(51) Int Cl.:
F21S 8/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14193460.4**

(22) Anmeldetag: **06.05.2011**

(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

(71) Anmelder: **OSRAM GmbH**
80807 München (DE)

(72) Erfinder: **Reiners, Thomas**
10587 Berlin (DE)

(30) Priorität: 12.05.2010 DE 102010028949

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
11719235.1 / 2 507 545

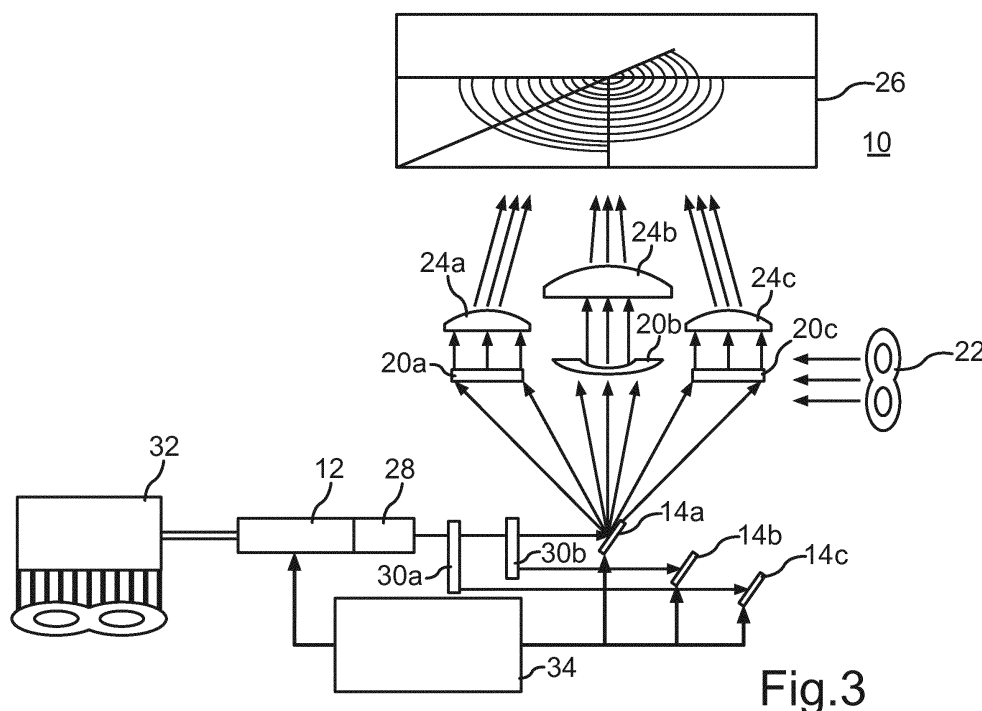
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 17-11-2014 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Scheinwerfermodul**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Scheinwerfermodul (10) mit voneinander getrennt angeordneten Leuchtstoffen (20a, 20b, 20c), die mittels elektromagnetischer Strahlung zur Lichtemission anregbar sind, und mindestens einer Strahlungsquelle (12) zur Anregung der Leuchtstoffe (20a, 20b, 20c), wobei jedem Leuchtstoff (20a, 20b, 20c) eine optische Vorrichtung (24a, 24b, 24c) zugeordnet ist, so dass das von den op-

tischen Vorrichtungen (24a, 24b, 24c) abgegebene Licht zu einem Gesamtbild (26) überlagert ist, und wobei zwecks Zufuhr der elektromagnetischen Strahlung Strahlteilverrichtungen (30a, 30b) und Strahlenkuvorrichtungen (14a, 14b, 14c) sowie eine Steuervorrichtung (34) zur Steuerung der mindestens einen Strahlungsquelle (12) und der Strahlenkuvorrichtungen (14a, 14b, 14c) vorgesehen sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Scheinwerfermodul gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Ein derartiges Scheinwerfermodul ist beispielsweise in der WO 2010/000610 A1 offenbart. Diese Schrift beschreibt eine Beleuchtungseinheit für Fahrzeugscheinwerfer, wobei die Beleuchtungseinheit als Lichtquelle Leuchtdiodenchips besitzt, die mit einer Leuchtstoffbeschichtung (Chip-Layer-Coating) versehen sind, um das von den Leuchtdiodenchips generierte blaue Licht in weißes Licht zu konvertieren. Diese Beleuchtungseinheit ist als Bestandteil eines Fahrzeugscheinwerfers ausgebildet und kann somit als Scheinwerfermodul angesehen werden. Der Begriff Scheinwerfermodul bezeichnet in dieser Patentanmeldung ein Modul, das zum Einsatz in einem Scheinwerfer vorgesehen oder als Bestandteil eines Scheinwerfers ausgebildet ist. Dieses Modul kann im Sinn der Erfindung als Baueinheit, die als Ganzes in einem Scheinwerfer eingesetzt wird, oder als ein System von einzelnen, zusammenwirkenden Komponenten eines Scheinwerfers ausgebildet sein.

[0003] Das erfindungsgemäße Scheinwerfermodul ist vornehmlich ebenfalls für den Einsatz in einem Fahrzeugscheinwerfer vorgesehen, wenngleich auch andere Einsatzgebiete möglich sind.

[0004] Hochwertige Fahrzeugscheinwerfer erzeugen derzeit neben dem gesetzlich vorgeschriebenen Abblend- und Fernlicht zusätzlich variable Lichtverteilungen wie Kurvenlicht und Abbiegelicht basierend auf den Vorgaben der ECE-Regelung 123. In naher Zukunft wird auch adaptives Fernlicht erlaubt sein. Hierbei werden Teile des Fernlichts ausgeblendet, um den vorausfahrenden Verkehr oder Gegenverkehr nicht zu blenden. Zusätzlich müssen alle gegenwärtigen Scheinwerfersysteme um eine horizontale Achse, quer zur Fahrtrichtung schwenkbar ausgebildet sein, um die Reichweiten-Einstellung des Scheinwerfers gewährleisten zu können. In sehr leistungsfähigen Scheinwerfern muss diese Einstellung sogar automatisch in Abhängigkeit vom Beladungszustand des Fahrzeugs vorgenommen werden. Insbesondere bei den in jüngerer Zeit eingesetzten LED-Scheinwerfern bedeutet dies, dass das gesamte System inklusive eines schweren Kühlsystems geschwenkt werden muss.

[0005] Hierzu werden üblicherweise mechanische Systeme mit Schrittmotoren verwendet, um das Scheinwerfermodul um eine horizontale Achse zu schwenken. Zur Realisierung eines dynamischen Kurvenlichts ist es auch bekannt, das Scheinwerfermodul um eine vertikale Achse zu schwenken.

[0006] Für das adaptive Fernlicht und andere variable

Lichtverteilungen werden weiterhin mechanische Systeme mit klappbaren Blenden oder Walzen eingesetzt, mittels derer das Licht von Entladungslampen oder auch Halogenlampen gezielt ausgeblendet wird.

[0007] Bekannt sind überdies so genannte Matrixscheinwerfer auf der Basis von Entladungslampen, welche ein bildgebendes Element enthalten und bei denen jedes Pixel für ein bestimmtes Raumwinkelement zuständig ist. Diese Scheinwerfer sind unter der Bezeichnung Pixel- oder Matrix-AFS (adaptive front lighting system)-Scheinwerfer bekannt. Sie benötigen einerseits eine hohe Leuchtdichte, um die optischen Komponenten klein zu halten, und weiterhin einen hohen Lichtstrom, der anschließend - je nach gewünschter Lichtverteilung - zu einem großen Teil wieder ausgeblendet wird, so dass nur ein kleiner Teil des hohen Lichtstroms tatsächlich genutzt wird.

[0008] Die Vorteile eines solchen intensitätsmodulierten Matrixscheinwerfers sind seine hohe Auflösung und damit die Möglichkeit, ohne Stellmotoren und bewegliche Komponenten auszukommen, während der Nachteil einerseits in den hohen Realisierungskosten, andererseits in der geringen Effizienz aufgrund der Bauart bedingten Lichtvernichtung liegt.

[0009] Multi-LED-Scheinwerfer schalten Licht nur dort, wo es benötigt wird, und können daher prinzipbedingt effizienter sein. Aufgrund der begrenzten Anzahl von LEDs, die mit erträglichen Kosten geschaltet werden können, bieten sie jedoch nicht genügend Auflösung, um den Scheinwerferstrahl fein genug zu justieren. Sie benötigen daher immer noch Stellmotoren und bewegliche Teile.

[0010] Zusammenfassend ist daher festzustellen, dass alle derzeit bekannten Systeme einen Kompromiss aus Effizienz, Kosten und Einsatz von mechanischen Systemen und damit zwangsläufig Zuverlässigkeit darstellen.

Darstellung der Erfindung

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Scheinwerfermodul bereitzustellen, das eine dynamische Lichtverteilung für unterschiedliche Fahrsituationen bei möglichst niedrigen Kosten, hoher Zuverlässigkeit und möglichst hoher Effizienz ermöglicht, ohne mit der Notwendigkeit des Schwenkens des Scheinwerfermoduls einher zu gehen.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Scheinwerfermodul mit den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0013] Das erfindungsgemäße Scheinwerfermodul besitzt mindestens einen Leuchtstoff oder ein Leuchtstoffgemisch, der bzw. das mittels elektromagnetischer Strahlung zur Lichtemission anregbar ist und mindestens eine Strahlungsquelle zur Anregung des mindestens einen Leuchtstoffs bzw. Leuchtstoffgemisches. Das Scheinwerfermodul weist zusätzlich mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung auf, wobei die mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung derart angeordnet oder

ausgebildet ist, dass sie von der mindestens einen Strahlungsquelle abgegebene elektromagnetische Strahlung auf den mindestens einen Leuchtstoff bzw. auf das Leuchtstoffgemisch lenkt. Die mindestens eine Strahl lenkungs vorrichtung eröffnet die Möglichkeit, den Leuchtstoff bzw. das Leuchtstoffgemisch nur an den Positionen anzuregen, die einer aktuell einzustellenden dynamischen Lichtverteilung im Sichtfeld des Fahrers, beispielsweise auf der Fahrbahn, entsprechen. Dabei wird, ähnlich wie bei einem Abtastverfahren eines Scanners, die von der Strahlungsquelle emittierte elektromagnetische Strahlung mittels der Strahl lenkungs vorrichtung über die gesamte oder nur über einen Teil der mit Leuchtstoff versehenen Oberfläche der Trägervorrichtung geführt. Es werden somit nur die Bereiche des Leuchtstoffs bzw. Leuchtstoffgemisches zur Lichtemission angeregt, über welche die elektromagnetische Strahlung geführt wurde. Die Strahlführung erfolgt dabei ausreichend schnell, so dass das menschliche Auge ihr nicht folgen kann. Auf diese Weise wird auf der mit Leuchtstoff versehenen Oberfläche der Trägervorrichtung eine Lichtverteilung erzeugt, die mittels einer Projektionsoptik beispielsweise auf die auszuleuchtende Fahrbahn projiziert wird.

[0014] Bei der mindestens einen Strahlungsquelle handelt es sich vorzugsweise um einen Laser, beispielsweise um eine Laserdiode oder eine Anordnung mehrerer Laserdioden oder eine oder mehrere Leuchtdioden, insbesondere Super-Lumineszenzdioden. Mittels dieser Strahlungsquellen kann auf hoch effiziente Weise elektromagnetische Strahlung aus dem Spektralbereich des sichtbaren Lichts und des Ultravioletten sowie Infraroten Bereichs erzeugt und zur Anregung des Leuchtstoffes bzw. Leuchtstoffgemisches erzeugt werden. Vorzugsweise wird als Strahlungsquelle eine Ultraviolette Strahlung oder blaues Licht emittierende Leuchtdiodenanordnung und besonders bevorzugt Laserdiodenanordnung verwendet, und mittels des Leuchtstoffs bzw. des Leuchtstoffgemisches daraus weißes Licht generiert, um beispielsweise einen weißes Licht emittierenden Fahrzeugscheinwerfer zu ermöglichen.

[0015] Auf der Basis der vorliegenden Erfindung lassen sich eine Vielzahl von Vorteilen erzielen:

Dadurch, dass die Strahlung in der Anregungsstrahlungsquelle moduliert werden kann, wird über das oben angedeutete Abtastverfahren der Leuchtstoff nur dort angeregt, wo es benötigt wird. Dies resultiert in einer hohen Effizienz. Eine Effizienzverschlechterung, wie aus dem Stand der Technik bekannt, durch eine nachgeschaltete Modulation und Ausblendung von Strahlung ist nicht nötig. Dies trägt zur Reduktion des Benzinverbrauchs und der CO₂-Emission des Fahrzeugs bei.

[0016] Durch die vorliegende Erfindung lässt sich eine hohe Auflösung erzielen. Durch die Strahl lenkungs vorrichtung, die beispielsweise als Mikrospiegelvorrichtung

(MEMS, MOEMS, DMD) realisiert sein kann, lässt sich eine Auflösung im Bereich von 1000 x 1000 Pixel erzeugen und damit die gesetzlich verlangte Einstellung der Lichtverteilung ohne Schrittmotoren realisieren. Weiterhin kann über eine dynamische Veränderung der Lichtverteilung Kurvenlicht, adaptives Fernlicht und andere variable Lichtverteilungen gemäß ECE-Regelung 123 erzeugt werden, ohne das komplette Scheinwerfermodul mechanisch zu bewegen. Die Bewegung der Mikrospiegel ist aufgrund ihrer geringen Masse problemlos zu realisieren.

[0017] Mittels der vorliegenden Erfindung lässt sich ein beliebiges Aspektverhältnis einstellen. Die von der Strahl lenkungs vorrichtung überstrichene Fläche des Leuchtstoffs und der Leuchtstoff selbst können bei geringen Kosten in einem beliebigen Längen-Breiten-Verhältnis (am Stück oder gestückelt) erzeugt werden. Damit kann den besonderen Eigenschaften einer Strahlverteilung eines Scheinwerfers Rechnung getragen werden.

[0018] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in ihrer hohen Flexibilität. Die gewünschte Lichtverteilung kann durch Software in beliebiger Form programmiert werden. Damit können mit demselben Scheinwerfermodul hochfunktionale Scheinwerfer, aber auch einfache Lichtverteilungen erzeugt werden. Verwendet man als Anregungsstrahlungsquelle einen Laser, so kann durch Einsatz einer kleineren Laserklasse, das heißt mit geringerer Leistungsaufnahme, eine Lichtquelle für ein genügsames Elektroauto erzeugt werden, während mit höheren Laserleistungen oder mehreren Austrittsflächen, realisiert durch Linsen und Reflektoren, sehr aufwändige und designgetriebene Scheinwerfer möglich sind.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Scheinwerfermodul weiterhin mindestens eine zumindest teilweise transparente optische Vorrichtung, die im Strahlengang der von dem mindestens einen Leuchtstoff bzw. Leuchtstoffgemisch abgegebenen Strahlung angeordnet ist. Dabei kann es sich bevorzugt um eine asphärische Linse und/oder eine Freiformlinse handeln. Hierdurch lässt sich eine Vergrößerung oder eine Projektion des Zwischenbilds auf dem Leuchtstoff ins Unendliche - für Automobilscheinwerfer ist dies typischerweise ab einer Entfernung größer 25 m der Fall - realisieren. Durch Freiformlinsen kann eine gewollte Verzerrung erzielt werden, beispielsweise um eine Streckung der Lichtverteilung in periphere Bereiche zu erzeugen. Dadurch lässt sich die Leuchtstoff-Fläche klein halten und dennoch eine Ausdehnung der Lichtverteilung auf größere Bereiche erzielen.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die mindestens eine Trägervorrichtung transparent ausgebildet und auf einer optischen Filtervorrichtung aufgebracht, die ausgelegt ist, von dem mindestens einen Leuchtstoff abgegebene Strahlung zumindest teilweise zu reflektieren. Bevorzugt ist dabei die mindestens eine Strahl lenkungs vorrichtung derart angeordnet, dass von der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle abge-

gebene Strahlung, bevor sie auf den Leuchtstoff auftrifft, die optische Filtervorrichtung und die Trägervorrichtung durchläuft. Durch diese Ausführungsform trifft von der Anregungsstrahlungsquelle abgegebene Strahlung den Leuchtstoff in einem kleinen Winkel, wodurch nur äußerst geringe Verzerrungen entstehen. Die Maßnahmen für Verzerrungskorrekturen fallen daher sehr gering aus. Der Raum zwischen dem Leuchtstoff und der gegebenenfalls vorgesehenen, zumindest teilweise transparenten optischen Vorrichtung kann frei von weiteren Elementen gehalten werden.

[0021] Bei einer alternativen Realisierung ist mindestens eine Trägervorrichtung reflektierend für von dem mindestens einen Leuchtstoff abgegebene Strahlung und/oder für von der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle abgegebene Strahlung ausgebildet. Dabei ist die mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung bevorzugt derart angeordnet, dass von der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle abgegebene Strahlung auf der von der Trägervorrichtung des Leuchtstoffs abgewandten Seite des Leuchtstoffs auftrifft. Eine derartige Variante resultiert in einer besonders geringen Bautiefe. Sie lässt sich überdies äußerst kostengünstig realisieren, da keine transparente Trägervorrichtung und keine optische Filtervorrichtung gebraucht wird.

[0022] Bevorzugt ist die mindestens eine Trägervorrichtung an einer Kühlvorrichtung thermisch angebunden, wobei die Kühlvorrichtung einen Kühlkörper darstellt. Alternativ kann der Kühlkörper die mindestens eine Trägervorrichtung darstellen. Wird der Kühlkörper reflektierend ausgebildet, beispielsweise durch eine Beschichtung mit Aluminium, Aluminium- oder Titan-Oxid, so kann der Leuchtstoff besonders kostengünstig unmittelbar auf den Kühlkörper aufgebracht sein.

[0023] Die mit dem mindestens einen Leuchtstoff bzw. Leuchtgemisch versehene Oberfläche der Trägervorrichtung kann zumindest bereichsweise planar oder gekrümmt ausgebildet sein. Durch diese Maßnahmen kann eine höhere Bildschärfe erzielt werden, da durch eine gegebenenfalls vorzusehende Krümmung der Oberfläche des mindestens einen Leuchtstoffs erreicht werden kann, dass nahezu alle Bereiche des Leuchtstoffs im Brennpunkt der gegebenenfalls vorzusehenden zumindest teilweise transparenten optischen Vorrichtung liegen. Dies kann durch entsprechende Ausbildung der Oberfläche des Leuchtstoffs oder durch die Ausbildung der Trägervorrichtung erzielt werden.

[0024] Das Scheinwerfermodul umfasst bevorzugt mindestens eine Strahlteilverrichtung, die zwischen der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle und der mindestens einen Strahlenkungsvorrichtung angeordnet ist. Dies eröffnet die Möglichkeit, mehrere Leuchtstoffbereiche, die örtlich voneinander getrennt angeordnet sein können, durch jeweils eine Strahlenkungsvorrichtung optimiert anzustrahlen. Dabei kann für jeden der Leuchtstoffbereiche eine eigene optische Vorrichtung vorgesehen sein, so dass das Licht, das das Scheinwerfermodul verlässt, aus dem Licht mehrerer sich überla-

gernder Einzellichtverteilungen zusammengesetzt ist.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform sind mehrere Leuchtstoffbereiche mit unterschiedlichen Leuchtstoffen vorhanden, wobei die Leuchtstoffe so gewählt sind, dass sie unterschiedliche Sekundärfarben erzeugen. Bevorzugt sind letztere so gewählt, dass sie bei einer anschließenden Überlagerung weiß ergeben. Eine solche Kombination von Leuchtstoffen kann bevorzugt auf Rot-Grün-Blau (RGB)-Farbkoordinaten beruhen; es sind jedoch auch andere, dem Fachmann einschlägig bekannte Farbsysteme möglich.

[0026] Die mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung kann eine Mikrospiegelvorrichtung umfassen. Bevorzugt umfasst Mikrospiegelvorrichtung mindestens einen um zwei Achsen schwenkbaren Mikrospiegel.

[0027] Das Scheinwerfermodul umfasst bevorzugt weiterhin eine Steuervorrichtung für die mindestens eine Anregungsstrahlungsquelle oder bzw. und für die mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung.

[0028] Die Steuervorrichtung ist vorzugsweise ausgelegt, mindestens einen Mikrospiegel der Mikrospiegelanordnung derart anzusteuern, dass dieser vorgebbare räumliche Positionen und Ausrichtungen einnimmt, wobei die Steuervorrichtung weiterhin ausgelegt ist, die Strahlungsquelle in Abhängigkeit der Position oder Ausrichtung des mindestens einen Mikrospiegels einzuschalten oder auszuschalten. Insbesondere kann die Steuervorrichtung derart ausgebildet sein, dass die von der Strahlungsquelle emittierte elektromagnetische Strahlung mittels des mindestens einen Mikrospiegels zeilenweise oder spaltenweise über die mit Leuchtstoff versehene Oberfläche der Trägervorrichtung geführt wird.

[0029] Dabei kann die von der Strahlungsquelle emittierte elektromagnetische Strahlung mittels des mindestens einen Mikrospiegels über die gesamte mit Leuchtstoff versehene Oberfläche der Trägervorrichtung geführt und die Strahlungsquelle beim Erreichen bestimmter Positionen oder Stellungen des Mikrospiegels ausgeschaltet oder eingeschaltet werden, um nur einen Ausschnitt des mit Leuchtstoff versehenen Bereichs anzuregen und so eine gewünschte Lichtverteilung zu erzeugen.

[0030] Alternativ kann die von der Strahlungsquelle emittierte elektromagnetische Strahlung mittels des mindestens einen Mikrospiegels auch nur über Teil der mit Leuchtstoff versehenen Oberfläche der Trägervorrichtung geführt werden, wobei die Strahlungsquelle in diesem Fall ständig eingeschaltet bleibt, um ebenfalls nur einen Ausschnitt des mit Leuchtstoff versehenen Bereichs anzuregen und eine gewünschte Lichtverteilung zu erzeugen.

[0031] Im ersten Fall wird die Modulationsfähigkeit der Anregungsstrahlungsquelle ausgenutzt, wodurch sich eine hohe Effizienz erzielen lässt, da Licht nicht unnötig vernichtet bzw. ausgeblendet werden muss. Im zweiten Fall steht Strahlung der Anregungsstrahlungsquelle länger für den Raumwinkel zur Verfügung, in dem eine Licht-

abstrahlung gewünscht wird. Dadurch kann die Anregungsstrahlungsquelle schwächer dimensioniert werden, was sich ebenfalls in einer Erhöhung der Effizienz sowie in einer Reduktion der Realisierungskosten widerspiegelt. Darüber hinaus wird dadurch eine homogenere Nutzung der Anregungsstrahlungsquelle erzielt.

[0032] Die optische Vorrichtung kann mindestens eine Reflexionsvorrichtung umfassen, die derart angeordnet ist, dass zumindest von dem mindestens einen Leuchtstoff abgegebene Strahlung auf die mindestens eine Reflexionsvorrichtung auftrifft. Hierdurch lässt sich eine bewusste Verzerrung zur Erzielung einer gewünschten Lichtverteilung auf einfache Weise realisieren. Überdies können Vergrößerungseffekte erzielt werden. Reflexionsvorrichtungen bieten den Vorteil, dass die Orientierung des Leuchtstoffs in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs oben, unten oder seitlich erfolgen kann, was einen größeren Freiheitsgrad bei der Realisierung eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls ermöglicht. Überdies können unterschiedliche Längen-Breiten-Verhältnisse der Austrittsfläche realisiert werden, wodurch das Design eines Scheinwerfers mit einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul auf einfache Weise an Vorgaben von Endkunden angepasst werden können.

[0033] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Im Nachfolgenden werden nunmehr Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 in schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls;
- Fig. 2 in schematischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls;
- Fig. 3 in schematischer Darstellung ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls;
- Fig. 4 eine detailliertere Darstellung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem gekrümmten Leuchtstoffträger und einer optischen Vorrichtung;
- Fig. 5 eine detailliertere Darstellung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem planen Leuchtstoffträger und einer Reflexionsvorrichtung; und
- Fig. 6 eine CIE-Normfarbtafel zur Bestimmung der in einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermo-

dul einzusetzenden Anregungsstrahlungsquellen und Leuchtstoffe.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0035] In den unterschiedlichen Figuren werden für gleiche und gleich wirkende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet. Diese werden deshalb nur einmal eingeführt.

[0036] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10. Dieses umfasst mindestens eine Strahlungsquelle 12, die bevorzugt als blaues Licht emittierende Laserdiode, ausgebildet ist. Strahlung der Anregungsstrahlungsquelle 12 trifft auf eine Strahlenkennungsvorrichtung 14, die bevorzugt als Mikrospiegelvorrichtung ausgebildet ist. Die von der Strahlenkennungsvorrichtung 14 abgegebene Strahlung durchläuft zunächst eine optische Filtervorrichtung 16, anschließend eine Trägervorrichtung 18 für den mindestens einen Leuchtstoff sowie schließlich den mindestens einen Leuchtstoff 20. Die Trägervorrichtung 18 besteht vorzugsweise aus hoch wärmeleitfähigem Material. Die optische Filtervorrichtung 16 ist derart ausgebildet, dass sie Strahlung der Strahlungsquelle 12 passieren lässt, während sie vom Leuchtstoff 20 abgegebene Strahlung reflektiert. Die Strahlenkennungsvorrichtung 14 ist ausgebildet, die von der Strahlungsquelle 12 abgegebene Strahlung derart abzulenken, dass zeitlich nacheinander unterschiedliche Bereiche des Leuchtstoffs 20 angeregt werden. Die Trägervorrichtung 18 besteht bevorzugt aus Keramik, beispielsweise aus polykristalliner Aluminiumoxidkeramik (PCA) oder aus Saphir.

[0037] Der Leuchtstoff 20 kann sich aus mehreren unterschiedlichen Leuchtstoffkomponenten zusammensetzen, welche die elektromagnetische Strahlung der Strahlungsquelle 12 in Licht unterschiedlicher Wellenlänge oder Farbe konvertieren. Ferner kann es sich bei dem Leuchtstoff 20 auch um ein Leuchtstoffgemisch handeln. Da im Leuchtstoff 20 ca. 20 % der Energie durch den Stokes-Shift verloren geht und in Wärme umgewandelt wird, wird der Leuchtstoff 20 mittels einer Kühlvorrichtung 22 gekühlt. Diese kann beispielsweise ein Gebläse sein. Eine optische Vorrichtung 24, beispielsweise eine Projektionslinse mit einer Brennweite von 20 mm bis 100 mm, ermöglicht die Leuchtdichteverteilung verzerrungsfrei ins Fernfeld abzubilden.

[0038] Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls zeichnet sich dadurch aus, dass die Strahlung der Strahlungsquelle 12 den Leuchtstoff 20 unter einem kleinen Einfallswinkel trifft, wodurch die Spotgröße, das heißt der Strahldurchmesser des auf den Leuchtstoff 20 auftreffenden Strahls, klein gehalten und eine optimale Anregung des Leuchtstoffs gewährleistet wird. Typische Spotgrößen sind 0,1 mm bis 0,2 mm, um die notwendige Auflösung für die Erzeugung unterschiedlicher Lichtver-

teilungen zu gewährleisten. Der Leuchtstoff 20 und die Strahlungsquelle 12 sind so aufeinander abgestimmt, dass das von dem Scheinwerfermodul 10 abgegebene Licht weiß mit einer Farbtemperatur im Bereich von 3000-6500 Kelvin ist.

[0039] Die in Fig. 2 schematisch dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10 zeichnet sich durch eine deutlich geringere Bautiefe aus als die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform. Dabei ist die Kombination aus Strahlungsquelle 12 und Strahlenkungsvorrichtung 14 so angebracht, dass sie auf einer von der Trägervorrichtung 18 abgewandten Seite des Leuchtstoffs 20 auftritt. Die Trägervorrichtung 18 ist ausgebildet, von dem mindestens einen Leuchtstoff 20 abgegebene Strahlung oder bzw. und von der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle 12 abgegebene Strahlung zu reflektieren. Die Trägervorrichtung 18 kann auch selbst als Kühlkörper ausgebildet sein. Dadurch zeichnet sich die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform durch äußerst geringe Herstellungskosten aus. Eingezeichnet ist überdies die Hell-Dunkel-Grenze HDG. (auch in Fig. 1)

[0040] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10 sind beispielhaft drei voneinander getrennte Leuchtstoffe 20a, 20b, 20c vorgesehen, wobei jedem Leuchtstoff eine optische Vorrichtung 24a, 24b, 24c zugeordnet ist und das von den optischen Vorrichtungen 24a, 24b, 24c abgegebene Licht zu einem Gesamtbild 26 überlagert wird. Beispielhaft ist eingezeichnet, dass der Strahlungsquelle 12 eine optische Vorrichtung 28, beispielsweise eine Linse, nachgeschaltet werden kann. Die die Linse 28 verlassende Strahlung wird mittels zweier Strahlteilverrichtungen 30a, 30b drei Strahlenkungsvorrichtungen 14a, 14b und 14c zugeführt.

[0041] In Figur 3 ist der Einfachheit halber dargestellt, dass die Leuchtstoffe 20a, 20b, 20c nur von der Strahlenkungsvorrichtung bzw. dem Mikrospiegel 14a bedient werden. Es ist aber auch möglich, dass die Leuchtstoffe 20a, 20b, 20c von jeweils einer Strahlenkungsvorrichtung bzw. einem Mikrospiegel 14a, 14b, 14c bedient werden.

[0042] Wie deutlich zu sehen, ist die mit dem Leuchtstoff 20b versehene Oberfläche gekrümmt ausgebildet, während die Leuchtstoffe 20a, 20c auf planaren Oberflächen angeordnet sind. Eine Kühlvorrichtung 32 dient der Kühlung der Strahlungsquelle 12. Weiterhin ist eine Steuervorrichtung 34 eingezeichnet, die der Steuerung der mindestens einen Strahlungsquelle 12 sowie der Strahlenkungsvorrichtungen 14a bis 14c dient. Die Strahlenkungsvorrichtungen 14a bis 14c können insbesondere als um zwei Achsen schwenkbare Mikrospiegel ausgebildet sein. Die Steuervorrichtung 34 ermöglicht eine Ansteuerung der Strahlenkungsvorrichtungen 14a bis 14c und der Strahlungsquelle 12 in einem festen Raster, um beispielsweise eine Lichtverteilung des Scheinwerfers in Raumwinkelbereichen von horizontal plus/minus 50° und vertikal minus 15°/plus 10° zu erreichen. Sie

ermöglicht überdies, die Strahlungsquelle 12 beim Überstreichen der Winkelbereiche, in denen aktuell kein Licht benötigt wird, kurzfristig auszuschalten.

[0043] Eine derartige Ansteuerung ist einfach zu realisieren, weil die Horizontal/Vertikal-Ablenkeinheit einer derartigen Steuervorrichtung 34, die zur horizontalen und vertikalen Ablenkung des Mikrospiegels dient, um dadurch den von der Strahlungsquelle 12 stammenden Lichtstrahl zeilenweise oder spaltenweise über den Leuchtstoff 20 zu führen, immer mit den gleichen Frequenzen arbeitet und die Resonanzfrequenz der Strahlenkungsvorrichtung 14 auf einfache Weise eingestellt werden kann. Da die typische Lichtverteilung aber immer nur einen kleineren Raumwinkel ausfüllt, wird mit einer derartigen Anordnung "duty cycle" verschenkt. Das heißt, die Strahlungsquelle 12 ist an vielen Stellungen des Mikrospiegels bzw. der Strahlenkungsvorrichtung 14 ausgeschaltet und der Leuchtstoff 20 muss während der Einschaltdauer der Strahlungsquelle 12 hoch belastet werden, um die notwendige Lichtmenge zu generieren.

[0044] Eine verbesserte Ansteuerung passt daher die Winkelbereiche für die horizontale und vertikale Ablenkung des Mikrospiegels bzw. der Strahlenkungsvorrichtung 14 an die aktuell gewünschte Lichtverteilung an. Beispielsweise benötigt man bei Abblendlicht lediglich wenige Zeilen oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze HDG für die Asymmetrie des Bündels. Hier genügt also ein entsprechend kleinerer Winkelbereich für die zeilenweise Führung des Mikrospiegels bzw. der Strahlenkungsvorrichtung. Dadurch kann die Strahlungsquelle 12 in einem Abtastzyklus länger im Abblendlicht-Raumwinkel verbleiben. Bei Kurvenlicht werden weniger Spalten benötigt, das heißt die Strahlungsquelle 12 steht länger für die Kernlichtverteilung zur Verfügung. Hier genügt also ein entsprechend kleinerer Winkelbereich für die spaltenweise Führung des Mikrospiegels bzw. der Strahlenkungsvorrichtung 14.

[0045] Für die zuletzt genannte Ausführungsform der Ansteuerung muss die Strahlenkungsvorrichtung 14a, 14b, 14c mit unterschiedlichen Frequenzen für Zeilen und Spalten betrieben werden und benötigt daher eine dynamische Abstimmung des Resonanzkreises. Daraus resultiert zwar ein erhöhter technischer Aufwand, der jedoch zeitlich eine homogenere Nutzung der Anregungsstrahlungsquelle 12 zur Folge hat.

[0046] Fig. 4 zeigt in größeren Detail eine Kombination aus Leuchtstoff 20 und optischer Vorrichtung 24 eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10. Dabei ist beispielhaft die Leuchtstoffoberfläche planar ausgebildet. Dies kann erzielt werden durch entsprechende Ausbildung der Leuchtstoffoberfläche selbst oder durch entsprechende Ausbildung der Trägervorrichtung 18. Die optische Vorrichtung 24 kann eine asphärische Linse sein, um eine Vergrößerung zu erzielen und dadurch das Zwischenbild auf dem Leuchtstoff 20 ins Unendliche zu projizieren. Dies ist bei Automobilscheinwerfern ab einer Entfernung größer 25 m der Fall. Die Fokalebene derar-

tiger asphärischer Linsen, also die Ebene, aus der scharf abgebildet wird, ist nicht plan, sondern typischerweise eine gekrümmte Fläche. Daher ist es besonders bevorzugt, die Oberfläche des Leuchtstoffs 20, beziehungsweise die Trägervorrichtung 18 für den Leuchtstoff 20, bevorzugt als Kugel- oder verallgemeinert als Kegelschnitt auszubilden.

[0047] Die optische Vorrichtung 24 kann auch eine Freiformlinse darstellen, um die Abbildung gewollt zu verzerren. Hierdurch lässt sich beispielsweise eine Streckung der Lichtverteilung in periphere Bereiche erzeugen, um damit die eigentliche Leuchtstoff-Matrix, das heißt die von der Steuervorrichtung 34 einzustellenden Zeilen und Spalten auf dem Leuchtstoff 20, klein zu halten, aber dennoch eine Ausdehnung der Lichtverteilung auf größere Bereiche zu ermöglichen.

[0048] Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel, bei dem die optische Vorrichtung 24 als Reflexionsvorrichtung ausgebildet ist. Die Reflexionsvorrichtung kann parabolisch ausgeformt sein und erfüllt dann einen ähnlichen Zweck wie eine asphärische Linse, das heißt von einem Punkt ausgehende Strahlen werden ins Unendliche abgebildet, also parallel gemacht. Da der Leuchtstoff 20 nur in einen Halbraum abstrahlt, wird maximal eine Viertel-Reflektor-Schale benötigt.

[0049] Freiformreflektoren können wiederum die Lichtverteilung bewusst verzerren, das heißt man kann in den verschiedenen Bereichen der Reflexionsvorrichtung mit unterschiedlichen Vergrößerungs- und Verzerrungsfaktoren arbeiten.

[0050] Reflexionsvorrichtungen haben zusätzlich den Vorteil, dass der Leuchtstoff 20 in Fahrtrichtung oben, unten oder seitlich angebracht sein kann, wodurch sich ein größerer Freiheitsgrad bei der Auslegung eines mit einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 bestückten Systems erreichen lässt. Gleichzeitig können unterschiedliche Längen-Breiten-Verhältnisse der Austrittsfläche realisiert werden, wodurch sich eine große Wahlfreiheit für das Design eines mit einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 ausgestatteten Scheinwerfers erzielen lässt.

[0051] Fig. 6 zeigt eine CIE-Normfarbtafel, in der Kombinationen aus Anregungsstrahlungsquellen 12 und Leuchtstoffen 20, wie sie für ein erfindungsgemäßes Scheinwerfermodul eingesetzt werden können, beispielhaft dargestellt sind. Dabei stellt der Kurvenzug 36 den Spektralfarbenzug dar. Kurvenzug 38 umschließt ein Feld, das nach den ECE-Regelungen als Weiß gilt. Eingezeichnet ist überdies der Weißpunkt 40. Der Kurvenzug 42 gibt die Planckkurve wieder.

[0052] Eine Anwendung eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10 in einem Fahrzeugscheinwerfer verlangt weißes Licht, wobei "weiß" durch die ECE-Regelungen und die CIE-Norm festgelegt ist. Vorzugsweise wird der Farbort in die Nähe des Weißpunktes 40 (ca. 5500 K oder sogar bis 6500 K) gelegt, um tagesähnliche Lichtfarben zu erzeugen. Abhängig von der Pumpwell-

lenlänge des als Strahlungsquelle 12 verwendeten Lasers, die zwischen 400 und 480 nm liegen kann, muss der Leuchtstoff 20 daher seinen Schwerpunkt zwischen 570 und 590 nm haben. Dabei erzeugt 590 nm eher warmweißes Licht und 570 nm mit einer Pumpwellenlänge um die 410 nm kaltweißes Licht. Einige Kombinationen sind als Beispiele in Fig. 6 eingezeichnet. Die Verbindungsgerade geht durch das Weißfeld 38 und der Farbort kann dort eingestellt werden.

[0053] Die effizienteste Lösung ist ein Leuchtstoff mit 570 nm, da dieser am Maximum von V(A) liegt und mit einer Pumpwellenlänge des Lasers von 405 nm erreicht werden kann.

[0054] Zum Einsatz kommen Leuchtstoffe 20 wie sie heute bereits für Leuchtdioden zum Erzeugen von weißem Licht verwendet werden. Beispielsweise handelt es sich bei dem Leuchtstoff 20 um Yttriumaluminiumgranat dotiert mit Zr(YAG:Ce) oder verwandte Granate mit Dotierungen in unterschiedlichen Konzentrationen. Verschiedene Ausführungsformen derartiger Leuchtstoffe 20 können der EP 1 471 775 entnommen werden. Weitere typische Leuchtstoffe sind Calsine, Leuchtstoffe vom Typ SCAP, Nitridosilikate und Chlorosilikate, Oxinitride und Silikate, insbesondere Orthosilikate, wie sie an sich bereits bekannt sind und zur Mischung zwecks Erzeugung von weißem Licht verwendet werden. Typische Beispiele hierfür sind in den Offenlegungsschriften DE 10 2006 036577, DE 201 15 914 U1, US 2003/146690, WO 2001/040403, WO 2004/030109, DE 10 2007 060 199, DE 103 19 091 und DE 10 2005 017 510 offenbart. Mittels dieser Leuchtstoffe lassen sich die Lichtfarben warmweiß, kaltweiß und tageslichtähnliches weiß einstellen und insbesondere lässt sich mit diesen Leuchtstoffen auch weißes Licht mit einer gewünschten Farbtemperatur im Bereich von 3000 Kelvin bis 6500 Kelvin erzeugen. Beispiele hierfür finden sich in der DE 10 2004 038 199, der WO 00/33389 und der EP 1 878 063.

[0055] Durch Verwendung von Leuchtstoffen, die rotes Licht emittieren wie beispielsweise Nitride, in der Leuchtstoffmischung 20 ist zudem gewährleistet, dass das weiße Licht den für Fahrzeugscheinwerfer gesetzlich verlangten Rotanteil von mehr als 5 % enthält. Als Strahlungsquelle 12 zur Anregung des Leuchtstoffgemisch 20 wird hierbei ein Laser bzw. eine Laserdiode verwendet, die ultraviolette Strahlung oder blaues Licht emittiert.

[0056] Prinzipiell kann also bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 als Strahlungsquelle 12 anstelle des blauen Lichts emittierenden Lasers auch eine UV-Strahlungsquelle verwendet werden. In diesem Fall werden für die Weißlichterzeugung mindestens zwei unterschiedliche Leuchtstoffe benötigt, deren Farborte diametral zum Weißpunkt 40 liegen. Dies resultiert in einer erhöhten Farbqualität, da das Spektrum des Lichts unabhängig von der Pumpwellenlänge der Anregungsstrahlungsquelle 12 kontrolliert werden kann.

[0057] Bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 ist das vom Scheinwerfermodul 10 abgegebene Licht bevorzugt aus zwei Farbanteilen zusammenge-

setzt, insbesondere aus der Strahlung der Strahlungsquelle 12 und der von einem oder mehreren Leuchtstoffen abgegebenen Strahlung. Dadurch lässt sich die Wellenlänge des emittierten Lichts sehr gut kontrollieren, wodurch die Farbsteuerung deutlich einfacher ist als bei heutigen weißen LEDs.

[0058] Mit einem 3-Farben-System, beispielsweise Rot, Grün und Blau (RGB), lässt sich die Farbqualität, also der Farbwiedergabeindex, deutlich verbessern und man kann durch unterschiedliche Modulation der verschiedenen Farben den gesamten, durch die Leuchtstoffe aufgespannten Farbraum darstellen.

[0059] Rechtliche Vorgaben verlangen für die Zulassung von Scheinwerfern in einem Kraftfahrzeug die Möglichkeit der Reichweitereinstellung. Dabei wird die Helligkeitsgrenze HDG des Scheinwerfers im Stand der Technik gezielt gegen den Horizont um 1° entsprechend 0,57° nach unten gekippt, wodurch im Scheinwerfer nach dem Stand der Technik elektrische Stellmotoren, zum Teil sogar sehr aufwändige Schrittmotoren, benötigt werden. Bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 können diese Stellmotoren weggelassen, da die HDG im Bereich von 0,1° genau kontrolliert werden kann. Dies lässt sich durch eine entsprechend feine Einstellung des Zeilensignals für die Strahlenkungsvorrichtung erreichen. Da Letzteres ein Analog-Signal ist, sind jedoch bezüglich der Auflösung der HDG bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 prinzipiell keine Grenzen gesetzt. Über eine entsprechende Ansteuerung der Steuervorrichtung 34, beispielsweise durch Verbindung mit einem Bussystem des Kraftfahrzeugs, das mit Neigungssensoren des Kraftfahrzeugs gekoppelt ist, beziehungsweise durch eine manuelle Eingabe im Bedienfeld des Fahrers, kann durch entsprechende Ansteuerung der Strahlenkungsvorrichtung 14 bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 ein Effekt erreicht werden, der einer Kippung entspricht.

[0060] Die Steuervorrichtung 34 ist überdies ausgelegt, die Reichweitereinstellung auf einen vorgegebenen Wert zu setzen, falls die Kommunikation mit dem Kraftfahrzeug ausfällt. Bevorzugt wird dabei gleichzeitig die Ansteuerung der Strahlenkungsvorrichtung 14 durch eine fest gespeicherte Lichtverteilung auf normales Abblendlicht umgestellt, um den Leuchtstoff 20 zu schützen.

[0061] Falls die Strahlungsquelle 12 ausfällt oder fehlerhaft oder mit niedriger Leistung arbeitet, ist überdies vorgesehen, dem Fahrer zu signalisieren, dass ein Defekt vorliegt, typischerweise durch eine entsprechende Warnlampe am Armaturenbrett. Dadurch wird der Fahrer auf die eingeschränkte Funktionalität und den nötigen Besuch einer Werkstatt hingewiesen.

[0062] Falls die Strahlenkungsvorrichtung 14 ausfällt, wird ebenfalls ein Warnsignal an den Fahrer erzeugt und die Strahlungsquelle 12 abgeschaltet. Schließlich ist vorgesehen, die Strahlungsquelle 12 zu deaktivieren, falls das Fahrzeug zur Wartung in einer Werkstatt ist und das Scheinwerfermodul 10 geöffnet werden muss. Hierdurch wird das Wartungspersonal zuverlässig geschützt.

Ebenso kann auch eine Sicherheitsvorrichtung vorgesehen sein, welche die Strahlungsquelle 12 im Fall eines offenen Scheinwerfergehäuses oder im Fall eines Unfalls, insbesondere bei geborstenem Scheinwerfergehäuse, abschaltet.

[0063] Bevorzugt liegt die Leistung der Anregungsstrahlungsquelle 12 zwischen 5 und 20 W.

10 Patentansprüche

1. Scheinwerfermodul (10) mit voneinander getrennt angeordneten Leuchtstoffen (20a, 20b, 20c), die mittels elektromagnetischer Strahlung zur Lichtemission anregbar sind, und mindestens einer Strahlungsquelle (12) zur Anregung der Leuchtstoffe (20a, 20b, 20c), wobei jedem Leuchtstoff (20a, 20b, 20c) eine optische Vorrichtung (24a, 24b, 24c) zugeordnet ist, so dass das von den optischen Vorrichtungen (24a, 24b, 24c) abgegebene Licht zu einem Gesamtbild (26) überlagert ist, und wobei zwecks Zufuhr der elektromagnetischen Strahlung Strahlteilverrichtungen (30a, 30b) und Strahlenkungsvorrichtungen (14a, 14b, 14c) sowie eine Steuervorrichtung (34) zur Steuerung der mindestens einen Strahlungsquelle (12) und der Strahlenkungsvorrichtungen (14a, 14b, 14c) vorgesehen sind.
2. Scheinwerfermodul nach Anspruch 1, wobei die Strahlenkungsvorrichtungen (14a, 14b, 14c) als um zwei Achsen schwenkbare Mikrospiegel ausgebildet sind.
3. Scheinwerfermodul nach Anspruch 2, wobei die Steuervorrichtung (34) eine Horizontal/Vertikal-Ablenkeinheit zur horizontalen und vertikalen Ablenkung der Mikrospiegel (14a, 14b, 14c) umfasst.
4. Scheinwerfermodul nach Anspruch 3, wobei die Ansteuerungsvorrichtung (34) derart ausgebildet ist, dass die Winkelbereiche für die horizontale und vertikale Ablenkung der Mikrospiegel (14a, 14b, 14c) an die gewünschte Lichtverteilung angepasst sind.
5. Scheinwerfermodul nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Ansteuerungsvorrichtung (34) derart ausgebildet ist, dass die Ansteuerung der Mikrospiegel (14a, 14b, 14c) mit unterschiedlichen Frequenzen für Zeilen und Spalten betrieben werden.
6. Scheinwerfermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuervorrichtung (34) derart ausgebildet ist, dass eine Ansteuerung der Strahlenkungsvorrichtungen (14a, 14b, 14c) in einem festen Raster ermöglicht ist, um eine Lichtverteilung des Scheinwerfers in Raumwinkelbereichen von horizontal plus/minus 50° und vertikal minus 15° / plus 10° zu erreichen.

7. Scheinwerfermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuervorrichtung (34) ausgebildet ist, die mindestens eine Strahlungsquelle (12) beim Überstreichen von Raumwinkelbereichen, in denen aktuell kein Licht benötigt wird, kurzfristig auszu-schalten. 5
8. Scheinwerfermodul nach Anspruch 1, wobei zumin-dest ein Leuchtstoff (20b) auf einer gekrümmten Oberfläche angeordnet ist. 10
9. Scheinwerfermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Leuchtstoffe (20a, 20b, 20c) jeweils von einer Strahlenlenkuvorrichtung (14a, 14b, 14c) be-dient werden. 15

20

25

30

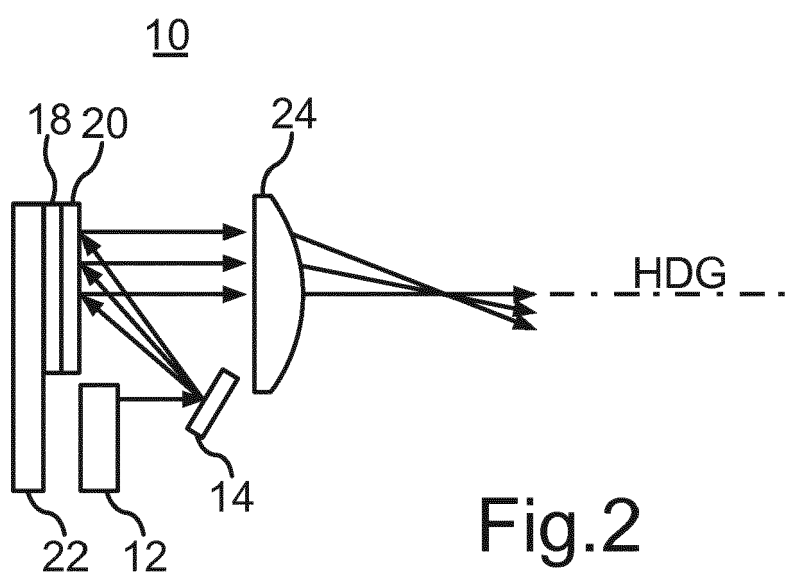
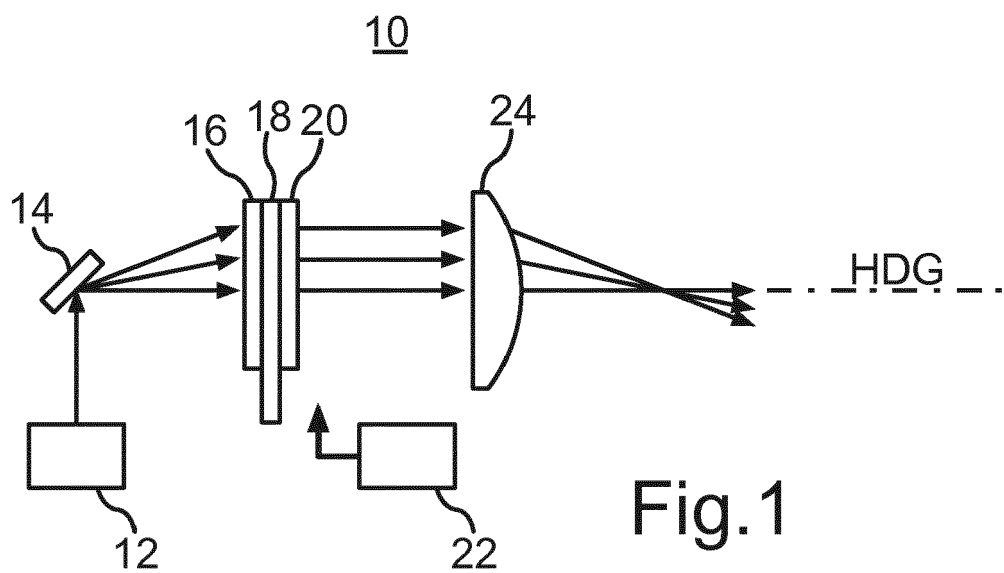
35

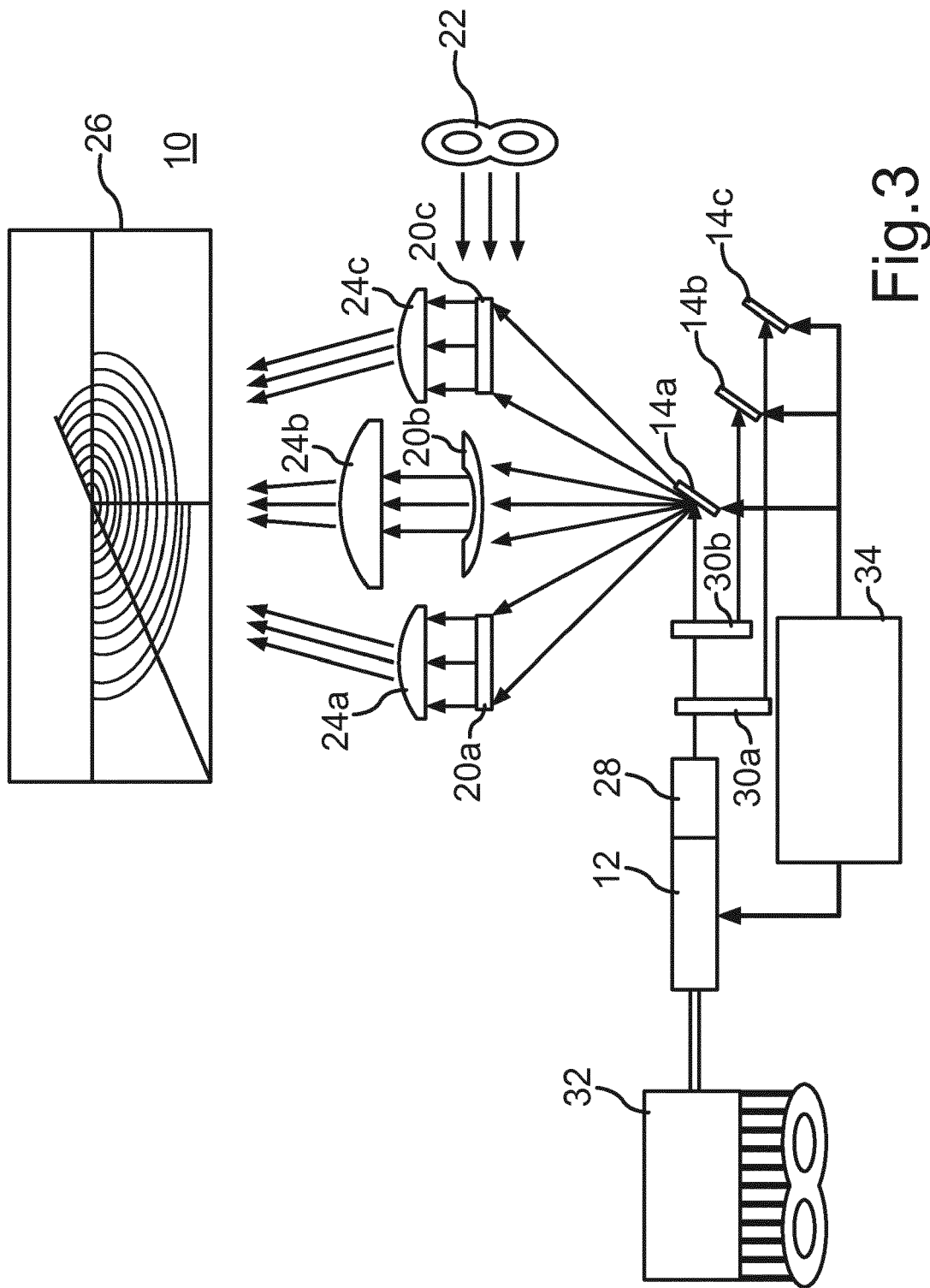
40

45

50

55





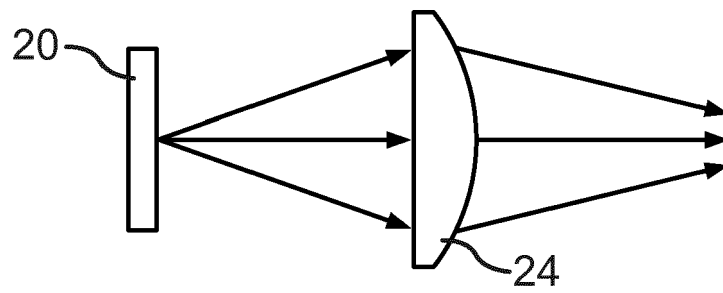


Fig.4

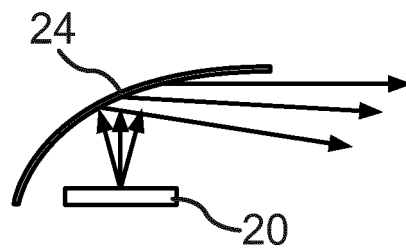


Fig.5

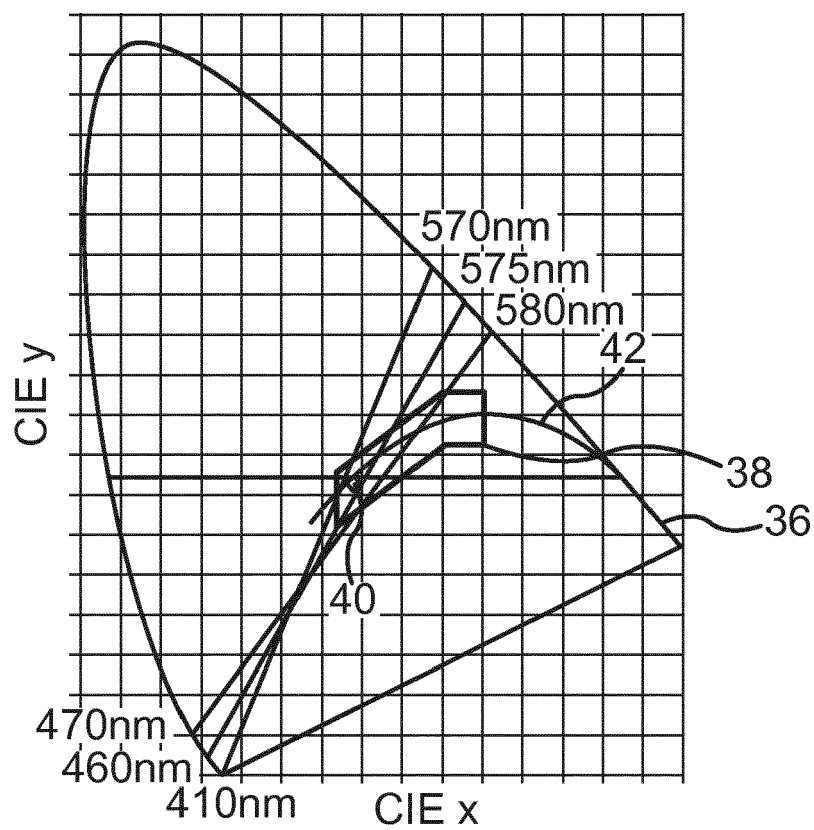


Fig.6

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

- WO 2010000610 A1 [0002]
- EP 1471775 A [0054]
- DE 102006036577 [0054]
- DE 20115914 U1 [0054]
- US 2003146690 A [0054]
- WO 2001040403 A [0054]
- WO 2004030109 A [0054]
- DE 102007060199 [0054]
- DE 10319091 [0054]
- DE 102005017510 [0054]
- DE 102004038199 [0054]
- WO 0033389 A [0054]
- EP 1878063 A [0054]