



(11) **EP 2 507 545 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.02.2015 Patentblatt 2015/09

(51) Int Cl.:
F21V 14/04 ^(2006.01) **F21V 19/06** ^(2006.01)
F21S 8/12 ^(2006.01) **F21S 8/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11719235.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/057314

(22) Anmeldetag: **06.05.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/141377 (17.11.2011 Gazette 2011/46)

(54) **SCHEINWERFERMODUL**

LIGHT UNIT FOR VEHICLE

MODULE D'UN PHARE DE VÉHICULE

(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

(73) Patentinhaber: **OSRAM GmbH**
80807 München (DE)

(30) Priorität: **12.05.2010 DE 102010028949**

(72) Erfinder: **REINERS, Thomas**
89429 Bachhagel (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.10.2012 Patentblatt 2012/41

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 460 913 EP-A2- 1 270 324
EP-A2- 2 063 170 DE-A1- 10 161 177
DE-A1-102004 040 990

(60) Teilanmeldung:
13192971.3 / 2 725 293
14193460.4

EP 2 507 545 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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] Die EP 2 063 170 A2 offenbart eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit einem im Strahlengang einer Lichtquelle angeordneten optischen Abbildungselement, wobei zwischen Lichtquelle und dem Abbildungselement ein Flächenelement angeordnet ist, das zur Ausleuchtung der Brennebene des Abbildungselements ausgebildet ist.

[0004] Die DE 101 61 177 A1 offenbart eine Leuchteinheit für Fahrzeuge mit einer Lichtquelle, die durch eine Elektronenstrahleinrichtung gebildet ist, in der eine Elektronenstrahlquelle zur Erzeugung eines Elektronenstrahls und eine Umwandlungsfläche zur Umwandlung des Elektronenstrahls in einen Lichtstrahl angeordnet ist.

[0005] Das erfindungsgemäße Scheinwerfermodul ist vornehmlich ebenfalls für den Einsatz in einem Fahrzeugscheinwerfer vorgesehen, wenngleich auch andere Einsatzgebiete möglich sind.

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.

[0006] 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.

[0007] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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

[0012] 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.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Schein-

werfermodul mit den Merkmalen von Patentanspruch 1.

[0014] 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. Erfindungsgemäß weist das Scheinwerfermodul zusätzlich mindestens eine Trägervorrichtung für den mindestens einen Leuchtstoff und mindestens eine Strahlenkennungsvorrichtung auf, wobei die mindestens eine Strahlenkennungsvorrichtung 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 Strahlenkennungsvorrichtung 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 Strahlenkennungsvorrichtung 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 auszu-leuchtende Fahrbahn projiziert wird.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Durch die vorliegende Erfindung lässt sich eine hohe Auflösung erzielen. Durch die Strahlenkennungsvorrichtung, 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.

[0018] Mittels der vorliegenden Erfindung lässt sich ein beliebiges Aspektverhältnis einstellen. Die von der Strahlenkennungsvorrichtung 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.

[0019] 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.

[0020] Erfindungsgemäß 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 Strahlenkennungsvorrichtung derart angeordnet, dass von der mindestens einen Anregungsstrahlungsquelle abgegebene 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 Verzerrungskorrektur

turen 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] 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

[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 überlagernder 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 Lichtabstrahlung gewünscht wird. Dadurch kann die Anregungsstrahlungsquelle schwächer dimensioniert werden, was sich ebenfalls in einer Erhöhung der Effizienz sowie in einer Reduktion der Realisierungskosten wider-

spiegelt. 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 eine detailliertere Darstellung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem gekrümmten Leuchtstoffträger und einer optischen Vorrichtung;
- Fig. 3 eine detailliertere Darstellung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem planen Leuchtstoffträger und einer Reflexionsvorrichtung; und
- Fig. 4 eine CIE-Normfarbtafel zur Bestimmung der in einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 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 ei-

ne Strahlungsquelle 12, die bevorzugt als blaues Licht emittierende Laserdiode, ausgebildet ist. Strahlung der Anregungsstrahlungsquelle 12 trifft auf eine Strahl-
5 lenkungs-
vorrichtung 14, die bevorzugt als Mikrospiegelvorrichtung ausgebildet ist. Die von der Strahl-
lenkungs-
vorrichtung 14 abgegebene Strahlung durchläuft zunächst eine optische Filtervorrichtung 16, anschließend eine
10 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
15 Strahlungsquelle 12 passieren lässt, während sie vom Leuchtstoff 20 abgegebene Strahlung reflektiert. Die Strahl-
lenkungs-
vorrichtung 14 ist ausgebildet, die von der Strahlungsquelle 12 abgegebene Strahlung derart abzu-
lenken, dass zeitlich nacheinander unterschiedliche Be-
20 reiche des Leuchtstoffs 20 angeregt werden. Die Träger-
vorrichtung 18 besteht bevorzugt aus Keramik, beispiels-
weise aus polykristalliner Aluminiumoxidkeramik (PCA) oder aus Saphir.

[0037] Der Leuchtstoff 20 kann sich aus mehreren unterschiedlichen Leuchtstoffkomponenten zusammen-
25 setzen, 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
30 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 Leuchtdichte-
35 verteilung verzerrungsfrei ins Fernfeld abzubilden.

[0038] Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls zeichnet sich dadurch aus, dass die Strahlung der Strahlungs-
40 quelle 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
45 Auflösung für die Erzeugung unterschiedlicher Lichtverteilungen zu gewährleisten. Der Leuchtstoff 20 und die Strahlungsquelle 12 sind so aufeinander abgestimmt, dass das von dem Scheinwerfermodul 10 abgegebene
50 Licht weiß mit einer Farbtemperatur im Bereich von 3000-6500 Kelvin ist.

[0039] Fig. 2 zeigt in größerem Detail eine Kombination aus Leuchtstoff 20 und optischer Vorrichtung 24 eines erfindungsgemäßen Scheinwerfermoduls 10. Dabei ist
55 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 derartiger 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 Sphäre oder verallgemeinert als Kegelschnitt auszubilden.

[0040] 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.

[0041] Fig. 3 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.

[0042] Freiformreflektoren können wiederum die Lichtverteilung bewusst verzerren, das heißt man kann in den verschiedenen Bereichen der Reflexionsvorrichtung mit unterschiedlichen Vergrößerungs- und Verzerrungsfaktoren arbeiten.

[0043] 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.

[0044] Fig. 4 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.

[0045] 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 Pumpwellenlänge 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.

[0046] Die effizienteste Lösung ist ein Leuchtstoff mit 570 nm, da dieser am Maximum von $V(\lambda)$ liegt und mit einer Pumpwellenlänge des Lasers von 405 nm erreicht werden kann.

[0047] 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 Zer (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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] Bei einem erfindungsgemäßen Scheinwerfermodul 10 ist das vom Scheinwerfermodul 10 abgegebene Licht bevorzugt aus zwei Farbanteilen zusammengesetzt, 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.

[0051] 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.

[0052] Rechtliche Vorgaben verlangen für die Zulassung von Scheinwerfern in einem Kraftfahrzeug die Möglichkeit der Reichweiteneinstellung. 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 wegfallen, 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.

[0053] Die Steuervorrichtung 34 ist überdies ausgelegt, die Reichweiteneinstellung 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] Bevorzugt liegt die Leistung der Anregungsstrahlungsquelle 12 zwischen 5 und 20 W.

15 Patentansprüche

1. Scheinwerfermodul (10) mit

- mindestens einem Leuchtstoff (20), der mittels elektromagnetischer Strahlung zur Lichtemission anregbar ist, und
- mindestens eine Strahlungsquelle (12) zur Anregung des mindestens einen Leuchtstoffs (20);

wobei das Scheinwerfermodul (10) weiterhin umfasst:

- mindestens eine Trägervorrichtung (18) für den mindestens einen Leuchtstoff (20) und
- mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung (14), die derart angeordnet ist, dass sie von der mindestens einen Strahlungsquelle (12) abgegebene elektromagnetische Strahlung auf den mindestens einen Leuchtstoff (20) lenkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Trägervorrichtung (18) transparent ausgebildet und auf einer optischen Filtervorrichtung (16) aufgebracht ist, die ausgelegt ist, von dem mindestens einen Leuchtstoff (20) abgegebene Strahlung zumindest teilweise zu reflektieren.

2. Scheinwerfermodul (10) nach Anspruch 1, wobei das Scheinwerfermodul (10) weiterhin mindestens eine zumindest teilweise transparente optische Vorrichtung (24) umfasst, die im Strahlengang der von dem mindestens einen Leuchtstoff (20) abgegebene Strahlung angeordnet ist.

3. Scheinwerfermodul (10) nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Strahlenkungsvorrichtung (14) derart angeordnet ist, dass von der mindestens einen Strahlungsquelle (12) abgegebene Strahlung, bevor sie auf den Leuchtstoff (20) auftrifft, die optische Filtervorrichtung (16) und die Trägervorrichtung (18) durchläuft.

4. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, wobei die mindestens eine Strahlenkennungsvorrichtung (14) eine Mikrospiegelvorrichtung umfasst.

5. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Leuchtstoff (20) als Beschichtung auf einer Oberfläche der Trägervorrichtung (22) aufgebracht ist.
6. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Scheinwerfermodul (10) mindestens eine Strahlteilervorrichtung (30) umfasst, die zwischen der mindestens einen Strahlungsquelle (12) und der mindestens einen Strahlenkennungsvorrichtung (14) angeordnet ist.
7. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Scheinwerfermodul (10) weiterhin eine Steuervorrichtung (34) für die mindestens eine Strahlungsquelle (12) oder bzw. und die mindestens eine Strahlenkennungsvorrichtung (14) umfasst.
8. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optische Vorrichtung (24) mindestens eine Reflexionsvorrichtung umfasst, die derart angeordnet ist, dass zumindest von dem mindestens einen Leuchtstoff (20) abgegebene Strahlung auf die mindestens eine Reflexionsvorrichtung auftrifft.
9. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die optische Vorrichtung (24) mindestens eine asphärische Linse oder bzw. und eine Freiformlinse umfasst.
10. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strahlungsquelle (12) mindestens eine Laserdiode oder eine Laserdiodenanordnung ist.
11. Scheinwerfermodul (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Sicherheitsvorrichtung zur automatischen Abschaltung der Strahlungsquelle (12) im Fall eines offenen Scheinwerfergehäuses vorgesehen ist.
12. Fahrzeugscheinwerfer mit einem Scheinwerfermodul nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11.

Claims

1. Headlight module (10) comprising
 - at least one phosphor (20) which can be excited to emit light by means of electromagnetic radiation, and

- at least one radiation source (12) for exciting the at least one phosphor (20);

wherein the headlight module (10) furthermore comprises:

- at least one carrier device (18) for the at least one phosphor (20) and
- at least one beam directing device (14) which is arranged in such a way that it directs electromagnetic radiation emitted by the at least one radiation source (12) onto the at least one phosphor (20), **characterized in that** the at least one carrier device (18) is embodied as transparent and is applied on an optical filter device (16) designed to at least partly reflect radiation emitted by the at least one phosphor (20).

2. Headlight module (10) according to Claim 1, wherein the headlight module (10) furthermore comprises at least one at least partly transparent optical device (24) arranged in the beam path of the radiation emitted by the at least one phosphor (20).
3. Headlight module (10) according to Claim 1, wherein the at least one beam directing device (14) is arranged in such a way that radiation emitted by the at least one radiation source (12) passes through the optical filter device (16) and the carrier device (18) before it impinges on the phosphor (20).
4. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the at least one beam directing device (14) comprises a micromirror device.
5. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the at least one phosphor (20) is applied as a coating on a surface of the carrier device (22).
6. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the headlight module (10) comprises at least one beam splitter device (30) arranged between the at least one radiation source (12) and the at least one beam directing device (14).
7. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the headlight module (10) furthermore comprises a control device (34) for the at least one radiation source (12) or/and the at least one beam directing device (14).
8. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the optical device (24) comprises at least one reflection device arranged in such a way that at least radiation emitted by the at least one phosphor (20) impinges on the at least one reflection device.

9. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the optical device (24) comprises at least one aspherical lens or/and a freeform lens.
10. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein the radiation source (12) is at least one laser diode or a laser diode arrangement.
11. Headlight module (10) according to any of the preceding claims, wherein provision is made of a safety device for automatically switching off the radiation source (12) in the case of an open headlight housing.
12. Vehicle headlight comprising a headlight module according to one or more of Claims 1 to 11.

Revendications

1. Bloc optique (10) comprenant

- au moins une substance luminescente (20) qui est excitable, pour l'émission de lumière, au moyen d'un rayonnement électromagnétique, et
- au moins une source de rayonnement (12) servant à l'excitation de l'au moins une substance luminescente (20) ;

où le bloc optique (10) comprend en outre :

- au moins un dispositif support (18) pour l'au moins une substance luminescente (20) et
- au moins un dispositif de direction du faisceau (14) qui est disposé de manière telle, qu'il dirige sur l'au moins une substance luminescente (20), un rayonnement électromagnétique émis par l'au moins une source de rayonnement (12),

caractérisé en ce que l'au moins un dispositif support (18) est configuré en étant transparent et appliqué sur un dispositif à filtre optique (16) qui est conçu pour réfléchir au moins partiellement un rayonnement émis par l'au moins une substance luminescente (20).

2. Bloc optique (10) selon la revendication 1, où le bloc optique (10) comprend en outre au moins un dispositif optique (24) au moins partiellement transparent qui est disposé dans la trajectoire du faisceau du rayonnement émis par l'au moins une substance luminescente (20).
3. Bloc optique (10) selon la revendication 1, où l'au moins un dispositif de direction du faisceau (14) est disposé de manière telle, que le rayonnement émis par l'au moins une source de rayonnement (12), avant qu'il soit incident sur la substance luminescente (20), traverse le dispositif à filtre optique (16) et le dispositif support (18).

4. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où l'au moins un dispositif de direction du faisceau (14) comprend un dispositif à micromiroir.
5. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où l'au moins une substance luminescente (20) est appliquée, comme un revêtement, sur une surface du dispositif support (22).
6. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où le bloc optique (10) comprend au moins un dispositif séparateur de faisceaux (30) qui est disposé entre l'au moins une source de rayonnement (12) et l'au moins un dispositif de direction du faisceau (14).
7. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où le bloc optique (10) comprend en outre un dispositif de commande (34) pour l'au moins une source de rayonnement (12) ou respectivement pour l'au moins un dispositif de direction du faisceau (14).
8. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où le dispositif optique (24) comprend au moins un dispositif de réflexion qui est disposé de manière telle, que le rayonnement émis par l'au moins une substance luminescente (20) soit incident sur l'au moins un dispositif de réflexion.
9. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où le dispositif optique (24) comprend au moins une lentille asphérique ou respectivement une lentille à forme libre.
10. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où la source de rayonnement (12) est au moins une diode laser ou un agencement de diodes laser.
11. Bloc optique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, où il est prévu un dispositif de sécurité servant à l'arrêt automatique de la source de rayonnement (12), dans le cas d'un boîtier de projecteur ouvert.
12. Projecteur d'un véhicule comprenant un bloc optique selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications 1 à 11.

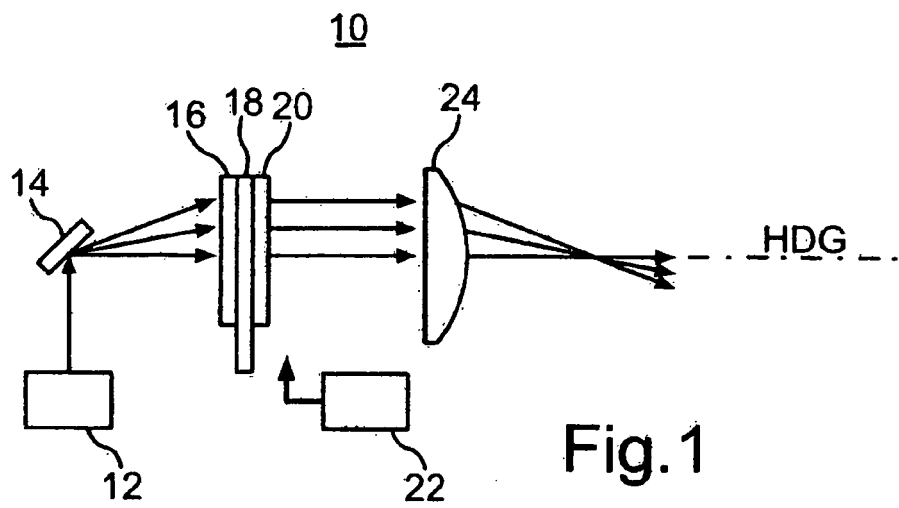


Fig.1

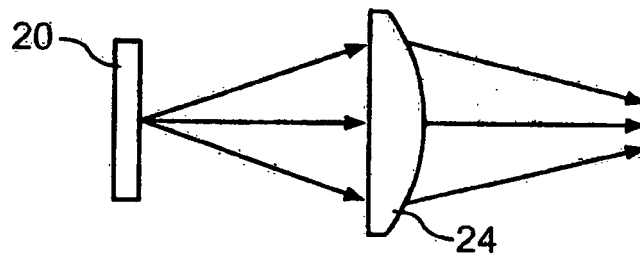


Fig.2

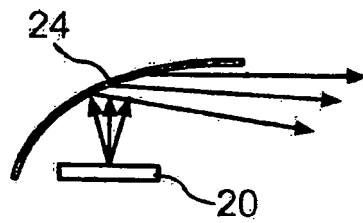


Fig.3

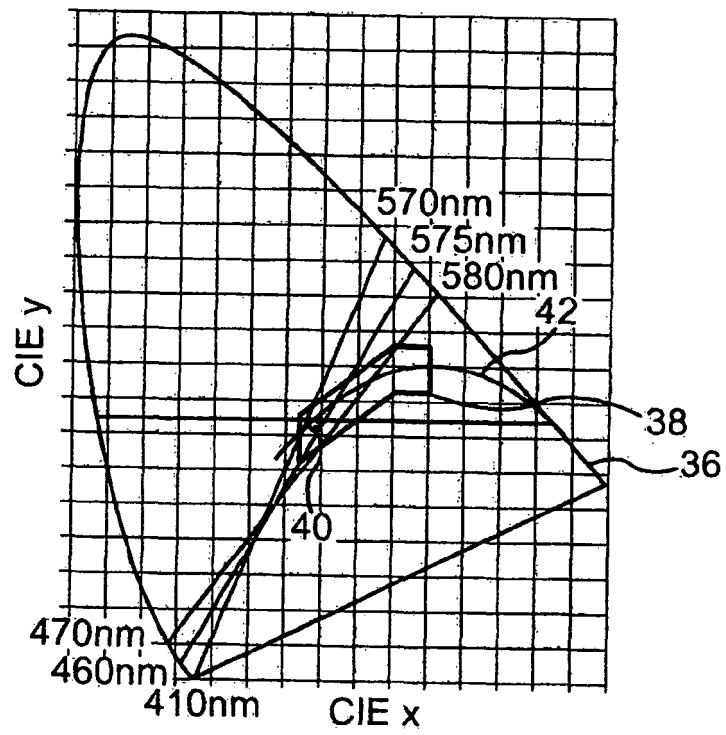


Fig.4

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 2063170 A2 [0003]
- DE 10161177 A1 [0004]
- EP 1471775 A [0047]
- DE 102006036577 [0047]
- DE 20115914 U1 [0047]
- US 2003146690 A [0047]
- WO 2001040403 A [0047]
- WO 2004030109 A [0047]
- DE 102007060199 [0047]
- DE 10319091 [0047]
- DE 102005017510 [0047]
- DE 102004038199 [0047]
- WO 0033389 A [0047]
- EP 1878063 A [0047]