(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2012 (02.02.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/013533 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F21K 99/00 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/062285

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2011 (18.07.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 038 659.6 29. Juli 2010 (29.07.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **OSRAM GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG** [DE/DE]; Hellabrunner Straße 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MUSCHAWECK, Julius** [DE/DE]; Zugspitzstr. 66, 82131 Gauting (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHTING UNIT

(54) Bezeichnung : LICHTEINHEIT

(57) Abstract: The invention relates to a lighting unit having a light source and a reflector. The light source has a primary light source, the radiance thereof being guided via a scattering optic to an optical converter. There a secondary radiance is radiated back and output by the scattering optic acting as a secondary light source.

(57) Zusammenfassung: Die Lichteinheit besitzt eine Lichtquelle und einen Reflektor. Die Lichtquelle hat eine primäre Lichtquelle, deren Strahlung über eine Streuoptik zu einem optischen Wandler geleitet wird. Dort wird eine sekundäre Strahlung zurückgestrahlt, die von der Streuoptik, die als sekundäre Lichtquelle wirkt, ausgekoppelt wird.

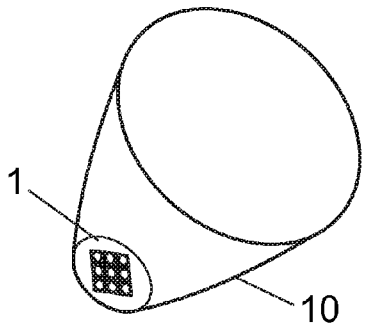


FIG 2a

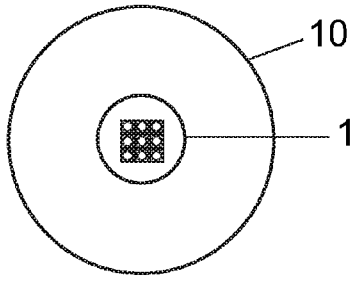


FIG 2b

WO 2012/013533 A2

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Lichteinheit

Technisches Gebiet

Die Erfindung geht aus von einer Lichteinheit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um Reflektorlampen oder Module oder sog. light engines o.ä. auf Basis einer Primärlichtquelle, die aus einer LED oder auch aus einem Array von Lichtelementen wie beispielsweise LEDs besteht.

Stand der Technik

Aus der US 2010060130 ist eine LED-behaftete Lichteinheit bekannt. Dabei sind LED-Arrays die Primärlichtquelle für eine Retrofit-Reflektorlampe. Dieser Lichtquelle können auch Leuchtstoffe direkt oder entfernt vorgeschaltet sein.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lichteinheit, insbesondere eine Reflektorlampe, anzugeben, die sich durch hohe Effizienz und/oder hohe Kompaktheit auszeichnet.

Diese Aufgabe wird gelöst durch kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Bekannte Reflektorlampen mit relativ flacher Bauweise, bei der die Bautiefe des Reflektors kleiner als der Durchmesser des Reflektors ist, haben unbefriedigende

Wirkungsgrade, obwohl der Reflektor selbst sehr effizient ist. Der Grund dafür liegt in den zusätzlichen Komponenten, die zur Entblendung und Strahlformung verwendet werden müssen. Dabei handelt es sich in der Regel um Abdeckungen über den Lampen, die einen relativ großen Anteil des Lichtes absorbieren bzw. diffus in Richtung Lampensockel reflektieren, wo dann ebenfalls vorwiegend Absorption stattfindet.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines optischen Designs für eine reflektorbehaftete Lichteinheit, sei es eine Lampe oder Leuchte, das wesentlich effizienter ist und trotzdem eine vergleichbare Lichtverteilung ermöglicht, wobei auch die geforderten Abschirmungswinkel eingehalten werden.

Bisher wird bei Reflektorlampen in flacher Bauweise die Lichtquelle in Richtung zur Reflektoraustrittsseite hin mit einer Kappe abgedeckt, die zwei wesentliche Aufgaben erfüllt: zum einen ist dadurch die Lichtquelle nicht direkt sichtbar, so dass die Blendung reduziert wird; zum anderen wird eine gewünschte, meist eng gebündelte, Abstrahlcharakteristik oder Lichtverteilungskurve dadurch gewährleistet, dass das Licht, das nach vorne, also ungebündelt, abgestrahlt wird und daher nicht auf den Reflektor trifft, absorbiert bzw. -relativ diffus- auf den Reflektor zurückgeworfen wird. Damit lassen sich zwar sehr gute, auch stark gebündelte Lichtverteilungen realisieren, allerdings lässt die Effizienz dieses Systems zu wünschen übrig. Es ist typisch, dass der Wirkungsgrad bei lediglich 50% liegt, das heißt, ca. 50% des Lampenlichtstroms werden im Reflektorsystem absorbiert.

Erfindungsgemäß wird das Problem der schlechten Effizienz durch einen völlig neuartigen Ansatz gelöst. Er orientiert sich nicht an konventionellen Lichtquellen, und überträgt dann dieses Konzept mehr oder weniger erfolgreich auf LED-behaftete Lichtquellen, wie dies beim eingangs zitierten Stand der Technik der Fall ist.

Vielmehr nutzt das neue Konzept die einzigartigen Eigenschaften von LED-behafteten Lichtquellen, um eine weit höhere Effizienz zu ermöglichen. Dazu werden eine oder mehrere LEDs als primäre Lichtquelle verwendet, der eine streuende Optik, im folgenden Streuoptik genannt, vorgeschaltet ist. Beides zusammen ist die eigentliche Lichtquelle der Lichteinheit.

Weitere Bauteile der Lichteinheit sind eine Reflektorkontur oder sonstige umlenkende Optik, beispielsweise sind diese einer Reflektorlampe oder Leuchte zugeordnet.

Insgesamt besitzt die Lichteinheit vorteilhaft eine Lichtquelle und einen Reflektor. Die Lichtquelle hat eine primäre Lichtquelle, deren Strahlung über eine Streuoptik zu einem optischen Wandler geleitet wird. Dort wird eine sekundäre Strahlung zurückgestrahlt, die von der Streuoptik, die als sekundäre Lichtquelle wirkt, ausgekoppelt wird.

Ein weiteres optionales Element der Lichteinheit ist eine Leuchtstoffschicht, die entfernt von der primären Lichtquelle im Bereich der Streuoptik der primären Lichtquelle vorgelagert ist. Diese kann dazu dienen, zusammen mit der primären Lichtquelle weißes Licht oder farbiges Licht zu erzeugen, das dann die sekundäre Lichtquelle verlässt, um zum Reflektor oder der Umlenkoptik zu gelangen.

Durch das Design des neuen optischen Gestaltungselements wird insbesondere der für Reflektorlampen in einer Norm vorgeschriebene Abschirmungswinkel von mindestens 30° relativ zur Reflektoraustrittsfläche eingehalten.

Weitere Vorteile durch die erfindungsgemäßen Merkmale sind: deutlich höhere Effizienz des Lampensystems, sowie wesentliche Erhöhung der Achslichtstärke, und Möglichkeit einer engeren Lichtverteilung, sowie Möglichkeit der Farbmischung bei Verwendung von mehreren Lichtquellen mit verschiedenen Emissionsspektren (z.B. bei verschiedenfarbigen LEDs), und weniger thermische Probleme durch den Wärmestau, den konventionelle Techniken, insbesondere auch eine Kappe verursachen.

Bei Reflektorlampen ist es wichtig, das sich der Lichtschwerpunkt des eingebauten Brenners bzw. der Lampe im Fokus des Reflektors befindet. Bei Abweichungen ändern sich Parameter wie z.B Ausstrahlwinkel, Mittenstrahlstärke, gleichmäßige Ausleuchtung etc.

Insbesondere wird eine Lichteinheit vorgestellt mit einem konkaven Reflektor, der mit einer Austrittsöffnung, einem Hals und einer Achse ausgestattet ist, wobei der Reflektor insbesondere eine in Achsrichtung längsgestreckte sekundäre Lichtquelle, die insbesondere mit einem quer dazu angeordneten primären Lichtquelle, einem LED-Array, ausgestattet ist, umgibt.

Insbesondere ist die primäre Lichtquelle ein LED-Array von blauen LEDs oder auch UV-LEDs, ggf. auch mehrfarbigen LED-Arrays.

Die Streuoptik ist der primären Lichtquelle so vorgeschaltet, dass sie das davon emittierte Licht bzw. Strahlung möglichst effizient sammelt und weiterleitet. Die Streuoptik ist rohrartig und konusartig. Das bedeutet, dass sie sich von einer Eingangsöffnung zu einer Ausgangsöffnung erstreckt, wobei der Durchmesser DE der Eingangsöffnung mindestens dreimal so klein wie der Durchmesser DA der Ausgangsöffnung ist.

Der Abstand A der primären Lichtquelle von der Eingangsöffnung soll möglichst klein, aber gegeben sein. Ein bevorzugter Abstand A ist 50 bis 300 µm.

Der Abstand L zwischen Eingangsöffnung und Ausgangsöffnung ist bevorzugt mindestens zweimal, besonders bevorzugt mindestens viermal, so groß wie der Außendurchmesser DA.

Bevorzugt ist der Konus entlang seiner Aufweitung ein gerader Konus wie ein Pyramidenstumpf, oder aber die Kontur ist parabolisch, hyperbolisch, elliptisch oder gemäß einer an sich bekannten Freifläche geformt. Dies kommt auf den Anwendungszweck an. Das Material des Konus ist entweder ein durchsichtiger Hohlkörper, der teilreflektierende Seitenwände aufweist. Bevorzugt ist es aber ein Vollkörper aus durchsichtigem Material, beispielsweise Glas oder Kunststoff. Dabei kommt der Eigenschaft der Totalreflexion herausragende Bedeutung zu.

Die Ausgangsöffnung ist mit einem optischen Wandler verschlossen. Dieser kann entweder ein rein streuendes Mittel, beispielsweise TiO2-Schicht, aufweisen. Er kann auch ein konvertierendes Mittel, häufig ist das ein oder meh-

rere Leuchtstoffe, wie sie an sich bekannt sind, für die Konversion, voll oder teilweise, der Strahlung der primären Lichtquelle. Wesentlich ist die Eigenschaft des optischen Wandlers, das Licht der primären Lichtquelle zurückzuwerfen, wobei es die Strahlrichtung durch Streuung oder durch Absorption und Reemission verändert. Diese sekundäre Strahlung kann dann die Streuoptik durch die Seitenwände verlassen, was im Endeffekt die sekundäre Lichtquelle erzeugt. Dagegen soll das Licht der primären Lichtquelle innerhalb der Streuoptik gehalten werden, was bei geschickter Wahl der Materialen und geometrischen Relationen durch Totalreflexion weitestgehend gelingt.

Das erfindungsgemäße System ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn ein außen an der sekundäre Lichtquelle zugeordneter Reflektor extrem flach konzipiert ist, insbesondere wenn die Tiefe T der Reflektorkontur höchstens halb so groß wie der Durchmesser DO der Öffnung des Reflektors ist. Eine bevorzugte Form der Kontur des Reflektors in einem ersten Abschnitt in der Nähe der Lichtquelle, insbesondere im Bereich der ersten inneren Hälfte des Radius des Reflektors, ist hier eine Involute. Diese Formgebung hat den Zweck zu vermeiden, dass Licht auf die Lichtquelle zurückgeworfen wird. Weiter beabstandet von der Lichtquelle hat die Kontur in einem zweiten Abschnitt bevorzugt eine parabolische, elliptische oder näherungsweise parabolische Gestalt. Damit wird der austretende Strahl geformt.

Die Streuoptik als Element zur Strahlformung ist axialsymmetrisch oberhalb der primären Lichtquelle im Reflektor, zur Öffnung des Reflektors hin zeigend, eingebaut.

Ein typisches Volumen einer strahlenden Lichtquelle (konkret realisiert als sekundäre Lichtquelle) ist 10 bis 20 mm axiale Länge und 1 bis 5 mm maximaler Durchmesser. Das LED-Array kann einen Durchmesser von typisch 2 mm im Falle eines Mini-Spot mit typisch 300 lm Lichtstrom bis hin zu einem Durchmesser von typisch 15 mm im Falle eines Maxi-Spot mit typisch 10000 lm Lichtstrom aufweisen.

Dementsprechend hat eine typische Streuoptik einen Außendurchmesser von 6 bis 50 mm, und die axiale Länge ist typisch 12 bis 100 mm.

Dabei kann die Streuoptik über die Öffnung des Reflektors nach außen ragen.

Dabei kann die zweifache Aufgabe der Streuoptik, nämlich die Weiterleitung der primären Strahlung hin zum optischen Wandler mit nahezu 100% Effizienz, und die Auskopplung der vom optischen Wandler zurückgestrahlten Strahlung mit ebenfalls höchster Effizienz von typisch 80 bis 98%, auch von separaten Teilen der Streuoptik wahrgenommen werden. Ein besonders hoher Wert der Effizienz kann dadurch erzielt werden, dass der optische Wandler erheblich größer als die primäre Lichtquelle ist, und wenn außerdem die primäre Lichtquelle gut reflektiert. Insbesondere gelingt dies im Falle bei Verwendung blauer LEDs als primäre Lichtquelle, wobei der Untergrund des Array weiß beschichtet ist, insbesondere mit TiO2.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich diese beiden Aufgaben scheinbar widersprechen. Dabei ist es der optische Wandler, der aus der gut weiterleitbaren primären Strahlung eine gut auskoppelbare sekundäre Strahlung macht.

Grundsätzlich hat eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, die entfernt von der primären Lichtquellen im optischen Wandler angebrachte Leuchtstoffe verwendet, erhebliche Vorteile gegenüber der bisher meist verwendeten transmissiven Konversion: bessere Homogenität der Farbverteilung über den Winkel, der Weißpunkt ist nahezu unabhängig von der Dicke der Schicht des Leuchtstoffs, wenn diese Schicht optisch dick gewählt wird, also mindestens so dick, dass kaum noch Strahlung hindurchtreten kann.

Hinzu kommt die leichtere Kühlung im Bereich der Leuchtstoffschicht. Dabei ist der besondere Witz dieser Ausführungsform, dass die Leuchtstoff-Schicht praktisch nicht den Weg der optisch emittierten Strahlung versperrt. Kühlungselemente können daher ohne Zwang zur Minimierung der Fläche hinter dem optischen Wandler angebracht werden. Es können an sich bekannte Elemente zur Kühlung benutzt werden, wie beispielsweise Kühlrippen oder Wasserkühlung oder auch sog. Heat-Pipes.

Der große Nachteil von reflektiven Konzepten der Konversion ist optischer Natur: die primär emittierende LED ist der sekundären Strahlung im Weg. Dieses Problem wird jetzt durch die Auskopplung über das Streuoptik elegant umgangen. Üblicherweise erfolgt diese Auskopplung weit überwiegend über die konischen Seitenwände der Streuoptik. Bisher konnte man diesen Punkt nur dadurch in den Griff bekommen, dass man die Fläche der primären Lichtquelle möglichst klein wählte. Diese Einschränkung ist jetzt nicht mehr erforderlich.

Die Streuoptik, meist ein Vollmaterial-Konus, beispielsweise aus Glas, entspricht in ihrer Funktion einer Art optischen Diode. Diese nutzt den Etendue-Mismatch zwischen der Fläche der primären Lichtquelle und der Fläche des optischen Wandlers. Grundsätzlich alle Strahlung aus den LEDs (es können auch Laserdioden o.ä sein) wird zum wesentlich größeren optischen Wandler geleitet. Dabei gibt es keine nennenswerten Verluste, beispielsweise bei der Transmission, weil die Weiterleitung das Konzept der Totalreflexion ausnützt. Dabei sind die Einfallswinkel auf den optischen Wandler nahezu senkrecht. Die Strahlung wird dort in ein viel größeres Etendue aufgelöst. Nur ein sehr kleiner Teil der sekundären Strahlung wird letztlich wieder zur primären Lichtquelle zurückreflektiert. Der große Rest wird aus dem Konus, oder allgemeiner der Streuoptik, nach außen gelenkt, meist durch Brechung.

Eine besonders hohe Effizienz wird durch Verwendung von Silikon, meist als Gel, zwischen primären Lichtquelle und Streuoptik erreicht. Dabei wird der Brechungsindex beider Materialien möglichst nahe zueinander gewählt. Übliche Werte liegen bei n=1,4 bis 1,5, maximal 1,6, wobei eine Differenz von 10 bis 20% kaum ins Gewicht fällt.

Mit Freiformflächen sind besonders breite Abstrahlcharakteristiken möglich. Auch ist es möglich, damit bei Verwendung mehrerer Lichtquellen, die insbesondere in verschiedenen Farben emittieren, insbesondere LEDs mit der Farbpalette RGB, die verschiedenen Farben optimal zu mischen.

Totalreflexion sichert eine volle Transmission von blauer Strahlung im Bereich des optischen Wandlers, der mit konvertierenden Leuchtstoffen bestückt ist.

Verwendung von streuenden Materialen wie TiO2 im Bereich von Leerflächen der primären Lichtquelle sichert eine hohe Reflektivität für auf die primären Lichtquelle zurückgeworfene Reststrahlung.

Die Streuoptik ist bevorzugt ein Konus, dessen wirksame Kontur eine optimierte Form wie beispielsweise parabolisch aufweisen kann. Die Streuoptik kann auch absichtlich Kerben in axialer Richtung aufweisen um die Rotationssymmetrie zu brechen und damit die Homogenität der sekundär emittierten Strahlung zu verbessern, ohne die Weiterleitung der primären Strahlung durch Totalreflexion zu gefährden.

Die Streuoptik kann optional mit einem Antireflex-Coating beschichtet sein, um die Auskopplung zu verbessern.

Die Streuoptik kann außerdem optional mit einem dichroitischen Coating in der Nähe der Eingangsöffnung versehen sein, bevorzugt maximal über 10% ihrer Länge. Dies minimiert die Rücktransmission zur primären Lichtquelle.

Die mittlere Partikelgröße des verwendeten Leuchtstoffs beim optischen Wandler sollte in einer bevorzugten Ausführungsform relativ klein gewählt sein, insbesondere sollte d50 kleiner als 5 µm, insbesondere kleiner als 2 µm, gewählt werden. Der optische Wandler kann auch insbesondere gleichzeitig Leuchtstoffe und Streupartikel wie TiO2 enthalten. Auf diese Weise lässt sic das Verhältnis zwischen konvertiertem Licht und durch Streuung reflek-

tiertem Licht einstellen, und damit der Farbort der vom optischen Wandler abgegebenen Strahlung festlegen.

Die Leuchtstoffe und Streupartikel können in einer Schicht des optischen Wandlers inhomogen verteilt sein, insbesondere dem Grundprinzip einer Schachbrett-Anordnung oder einer anderen Parkettierung im mathematischen Sinne folgend. Dabei können einzeln Felder nur von einem Leuchtstoff, nur von Streumedium, oder von einem weiteren Leuchtstoff bedeckt sein.

Die Kühlung des optischen Wandlers kann auch mittels Heatpipe erfolgen.

Eine übliche Dicke der Schicht im optischen Wandler, die den oder die Leuchtstoffe enthält ist 0,2 bis 2 mm. Wenn die Schicht zur Kostensenkung sehr dünn gewählt wird, dann sollte der Untergrund sehr gut reflektieren, insbesondere durch Verwendung einer Schicht aus Aluminium, Silber oder TiO2. damit wird die Effizienz möglichst hoch gehalten, oder sie wird damit sogar verbessert gegenüber einer dickeren Schicht. Allerdings kann dabei der Farbort abhängig von der Schichtdicke werden.

Die genaue Form der Streuoptik ist mittels ray tracing optimierbar. Wichtig ist im Grunde die konische Form mit ausreichend großem Etendue-Verhältnis zwischen Primärstrahlung und Sekundärstrahlung.

Ein geeignetes Glas für den konischen Vollkörper ist beispielsweise B270 von Schott. Geeignet ist insbesondere ein Pressglas. Ein derartiges Glas ist als Vollkörper gut formbar und kann daher der gewünschten Kontur gut angepasst werden. Die Seitenwände des Konus sollten dabei be-

vorzugt poliert sein, dagegen sollten die Eingangsöffnung und Ausgangsöffnung des Konus einfach gesägt und damit durchaus rauh sein, weil dies letztlich vorteilhaft für Einkopplung und Streuung ist.

Die Grenzflächen im Bereich Eingangsöffnung und Ausgangsöffnung können mit Silikon als Ankoppelschicht versehen sein. Es kann auch ein anderes kurzwellige Strahlung ertragendes Medium benutzt werden. Ein Silikonverguss auf der primären Lichtquelle ermöglicht eine sehr gute Ankopplung an die Streuoptik praktisch ohne Verluste.

Typische Flächen der primären Lichtquelle sind 10 mm^2, typische Flächen des optischen Wandlers sind 100 mm^2, wobei die Aufweitung der Strahlung ca. einen Faktor 5 bis 20 betragen sollte.

Das Konzept der optischen Diode ermöglicht es, nahezu 100% der primären Strahlung auf den optischen Wandler u bringen und davon wiederum typisch 90% über die Streuoptik auszukoppeln, eine derartige Effizienz kann von konventionellen Konzepten wie im Stand der Technik beschrieben nicht annähernd erreicht werden.

Die Kontur des reflektierenden Tertiärelements kann parabolisch sein, bevorzugt ist sie eine Freifläche, oder eine Fläche mit einem Minimum in der Nähe der primären Lichtquelle. Sehr gute Werte liefert eine Involute. Diese ist die kleinste Form eines Reflektors, der Rückreflexion zurück auf die Lichtquelle vermeidet.

Die Kontur der Seitenwände des Streuoptik wird bevorzugt so gewählt, dass Totalreflexion frustriert wird.

dabei sollte die Eingangsöffnung wenigstens 1,1-fach dem Durchmesser der primären Lichtquelle entsprechen. Die Ausgangsöffnung sollte mindestens dem 5-fachen des Durchmessers der Eingangsöffnung entsprechen.

Der Konus kann eine Kontur insbesondere ausgewählt aus der Gruppe parabolisch, hyperbolisch, elliptisch, geradlinig als Kegelstumpf und Freiflächenartig aufweisen.

Im Falle der Verwendung mindestens eines Konvertermaterials kann ein Konzept der Erzeugung von weiß mittels Mischung von blau-gelb oder auch RGB bevorzugt verwendet werden. Dabei kann die primären Lichtquelle ein LED-Array von blauen oder auch UV- LEDs sein. Beachtenswert ist dabei der Aspekt, dass die primäre Strahlung im Falle der Verwendung einer blauen LED nicht direkt über den Konus ausgekoppelt wird, sondern erst nach passieren des optischen Wandlers.

Dementsprechend kann die Lichteinheit auch nur eine primären Lichtquelle enthalten, deren Strahlung über einen rein streuenden optischen Wandler und dann die Streuoptik ausgekoppelt wird.

Die Lichteinheit kann für die Abstrahlung von weißem Licht oder auch farbigem Licht verwendet werden, beispielsweise mittels Vollkonversion.

Der Leuchtstoff kann auf einen Trägers des optischen Wandlers aufgedruckt sein. Damit lassen sich einzelne Bereiche der Fläche des optischen Wandlers sehr einfach unterschiedlich bedrucken, mit verschiedenen Leuchtstoffen beispielsweise, so dass eine gegenseitige Absorption vermieden wird.

Jegliches Problem der Farbstreuung, wie es von üblichen Konversions-LEDs her bekannt ist, wird durch das neuartige Konzept zuverlässig vermieden.

Bei farbig emittierenden Lichteinheiten, beispielsweise im Bereich 550 bis 50 nm Peakemission, häufig ist dabei eine blaue primäre Strahlung im Bereich 440 bis 470 nm verwendet, können schmalbandige Leuchtstoffe verwendet werden, mit einer FWHM von weniger als 40 nm ????

Der Abstand A ist bevorzugt mindestens 100 µm. Damit werden die LEDs und deren Bonddrähte geschützt.

Die primären Lichtquelle ist bevorzugt auf einem keramischen Substrat oder sonstigen Submount montiert, das eine Grundfläche für die primären Lichtquelle, hier dem LED-Array, und einen zweistufigen Rand aufweist. Die erste innere Stufe dient als Anschlag für die Streuoptik, die zweite äußere und höhere Stufe dient der Positionierung der Streuoptik.

Der Spalt zwischen primären Lichtquelle und der Eingangsöffnung kann bevorzugt entweder mit Silikon oder mit Luft gefüllt sein.

Die Verwendung von Silikon ist gut für eine möglichst hohe Effizienz, da praktisch keine Verluste durch Reflexion auftreten. Eine Brechung der in die Streuoptik eintretenden Strahlung trifft praktisch nicht auf.

Eine Alternative ist die Verwendung von Luft. Hier ist gerade die Brechung wegen des Mismatch der Brechungsindices (n=1,0 gegen n=1,4 bis 1,5) absichtlich sehr groß gewählt. Dieser Brechungsindexunterschied wirkt erleich-

ternd als Faktor für die Etendue. Mit anderen Worten kann der relative Größenunterschied zwischen der Fläche der primären Lichtquelle und der Fläche des optischen Wandlers entsprechend reduziert werden. Eine derartige Anordnung ist daher für Anwendungen gut geeignet, bei denen eine enge Kollimation oder eine große Spotwirkung gewünscht ist.

Wesentliche Merkmale der Erfindung in Form einer numerierten Aufzählung sind:

1. Lichteinheit mit einer primären Lichtquelle, die primäre Strahlung emittiert, einer davorgeschalteten Streuoptik die eine Längsachse definiert, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik die primäre Strahlung zu einem optischen Wandler weiterleitet, wobei die Streuoptik die primäre Strahlung mittels einer Eingangsöffnung aufnimmt, wobei die Streuoptik die primäre Strahlung an den optischen Wandler mittels einer Ausgangsöffnung weitergibt, wobei der optische Wandler sekundäre Strahlung in Gegenrichtung der Längsachse zurückstrahlt, wobei die sekundäre Strahlung vom Streuoptik nach außen abgestrahlt wird, wodurch eine sekundäre Lichtquelle gebildet ist.

2. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primären Lichtquelle eine LED oder ein LED-Array ist.

3. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik nach Art eines Konus geformt ist, dessen Durchmesser der Eingangsöffnung mindestens fü-

nfmal kleiner als der Durchmesser der Ausgangsöffnung ist.

4. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik aus Vollglas besteht, mit Seitenwänden und eingangsseitiger und ausgangsseitiger Frontfläche.

5. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler eine Schicht mit mindestens einem Leuchtstoff zur teilweisen oder vollen Konversion der primären Strahlung besitzt.

6. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler ein als Streumedium wirkendes Material aufweist.

7. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler mit einem Kühlelement versehen ist.

8. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primären Lichtquelle auf einem Substrat montiert ist, das einen Anschlag für die Eingangsöffnung der Streuoptik besitzt, der als Stufe gestaltet ist und einen Abstand A zwischen Eingangsöffnung und primären Lichtquelle definiert.

9. Lichteinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat teilweise mit streuendem Medium bedeckt ist.

10. Lichteinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand A mit Silikon oder mit Luft gefüllt ist.

11. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteinheit des weiteren eine Reflektorkontur für die sekundäre Lichtquelle umfasst.

12. Lichteinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontur parabelartig oder als Involute geformt ist.

13. Lichteinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteinheit eine Reflektorlampe bildet.

14. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Leuchtstoffe auf dem optischen Wandler inhomogen verteilt ist oder sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 eine primäre Lichtquelle;

Fig. 2 die primären Lichtquelle mit davorgesetzter Streuoptik, seitlich (a) und in Perspektive (b);

Fig. 3 die Streuoptik mit davorgesetzten optischen Wandler und Darstellung des Strahlengang der primären Strahlung;

Fig. 4 eine Darstellung des Strahlengangs der sekundären Strahlung;

Fig. 5 eine Prinzipdarstellung einer sekundären Lichtquelle;

Fig. 6 ein Detail eines optischen Wandlers;

Fig. 7 eine Lichtverteilungskurve einer sekundäre Lichtquelle;

Fig. 8 eine Intensitätsverteilung der sekundäre Lichtquelle;

Fig. 9 eine Lichteinheit mit Reflektor in zwei Ansichten, seitlich (a) und in Perspektive (b);

Fig. 10 eine Reflektorlampe mit Involute;

Fig. 11 eine Lichtverteilungskurve einer sekundäre Lichtquelle;

Fig. 12 eine Intensitätsverteilung einer Lichteinheit;

Fig. 13 eine Leuchte mit sekundärer Lichtquelle;

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

In Fig. 1 ist ein LED-Array 1 gezeigt, bestehend aus neun LEDs 2, die blau emittieren, Peakemission ist 460 nm. Der Abstand zwischen den einzelnen LEDs ist typisch 200 µm, die Fläche jeder LED ist typisch 1 mm^2. Das LED-Array ist

in klarem Silikon eingebettet, die Schiebe der primären Lichtquelle hat insgesamt einen Durchmesser von 6 mm. Der Brechungsindex von Silikon beträgt n= 1,41. der freie Raum der primären Lichtquelle in den Zwischenräumen und and den Rändern ist mit TiO2 ausgefüllt.

Die diffuse Reflexivität der primären Lichtquelle ist damit auf 70 bis 80% eingestellt.

Figur 2 zeigt eine Einheit aus primären Lichtquelle und Streuoptik. Die Streuoptik hat einen Abstand A von 150 µm zur primären Lichtquelle. Dieser Abstand ist mit Silikon gefüllt. Die primären Lichtquelle sitzt auf einem keramischen Substrat, das eine Basisfläche für die LEDs, eine erste Stufe als Anschlag für die Streuoptik und eine zweite Stufe zur Positionierung der Streuoptik aufweist.

Die Streuoptik ist ein Konus aus Vollglas, dessen Brechungsindex ist n= 1,52. die Länge L ist typisch 20 mm. Der Konus hat eine Eingangsöffnung mit 7 mm Durchmesser??? Und eine Ausgangsöffnung mit 20 mm Durchmesser. Die Seitenwände des Konus sind poliert, aber nicht beschichtet. Die Frontflächen der Öffnungen sind bevorzugt einfach nur gesägt und damit rauh.

Eine Alternative ist in Figur 5 gezeigt, hier ist der Zwischenraum zwischen LED-Array und Eingangsöffnung nur mit Luft gefüllt.

In Figur 4 ist auch der optische Wandler gezeigt. Er sitzt auf der Ausgangsöffnung der Streuoptik und ist mit dieser bevorzugt über eine Silikonschicht verbunden. Der optische Wandler ist beispielsweise ein scheibenartiges Substrat, auf dem eine Schicht, die streuend oder konvertierend wirkt, aufgebracht ist. Oft ist es eine 1 bis 5 mm dicke Schicht, die ein bis drei Leuchtstoffe enthält.

Bevorzugt ist auch ein Streu-Medium wie TiO2 beigemischt. Der Leuchtstoff ist bevorzugt gelb emittierend und ist beispielsweise YAG:Ce oder ein anderer Granat, oder ein Si-on, Sialon oder Calsin o.ä. Hinter dem Substrat sitzt ein Kühlelement aus Aluminium, dessen Durchmesser 20 mm beträgt. Der Leuchtstoff hat eine diffuse Streuung von 80%

Der Leuchtstoff ist in einem anderen Ausführungsbeispiel bevorzugt eine Mischung grün, rot, die mit einer blauen LED als primären Lichtquelle zusammenwirkt. Dabei sind die beiden Leuchtstoffe auf dem Substrat schachbrettartig nebeneinander gesetzt, siehe Figur 6.

Figur 4 zeigt zudem die Auskopplung der Strahlung aus der Streuoptik. Diese Auskopplung erfolgt über die Seitenwände des Konus.

Figur 7 zeigt die Lichtverteilungskurve einer sekundären Lichtquelle gemäß Figur 5. Sie zeigt die typische Fledermausflügel-Form, die für derartige Lichtquellen eigentlich optimal ist.

Figur 8 zeigt die aufsummierte Energie, die von der sekundären Lichtquelle abgestrahlt wird, als Funktion des Winkels. Es zeigt sich, dass in einem Winkelbereich von etwa 100° praktisch alle Energie enthalten ist.

Figur 9 zeigt eine Reflektorlampe auf Basis der neuartigen Lichtquelle. Sie verwendet eine Kontur für den Reflektor, die parabolisch ist. Inder Achse des Reflektors sitzt die sekundäre Lichtquelle.

Figur 10 zeigt eine Reflektorlampe auf Basis der neuartigen Lichtquelle, die eine Kontur verwendet, die einer Involute entspricht. Diese hat nahe der sekundäre Lichtquelle ein Minimum.

Figur 11 zeigt die Intensitätsverteilung der Reflektorlampe gemäß Figur 9, und zwar die Lichtverteilungskurve als Funktion des Winkels.

Figur 12 zeigt die aufsummierte Energie, die von der Reflektorlampe abgestrahlt wird, als Funktion des Winkels. Es zeigt sich, dass eine Verteilung erreicht werden kann, die einem konventionellen 38° Spotlicht ähnelt. Feinheiten der Verteilung können hier leicht mit einer Änderung der Reflektorkontur optimiert werden. Dabei ist aber die gesamte Effizienz der Lichteinheit, hier Reflektorlampe , um mindestens 20 bis 40%?????? höher als bei konventioneller Technik.

Figur 13 zeigt als Lichteinheit eine Leuchte mit konventionellem Gehäuse, das reflektierend wirkt. Dabei ist die Lichtquelle eine sekundäre Lichtquelle wie hier beschrieben.

Ansprüche

1. Lichteinheit mit einer primären Lichtquelle, die primäre Strahlung emittiert, einer davorgeschalteten Streuoptik die eine Längsachse definiert, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik die primäre Strahlung zu einem optischen Wandler weiterleitet, wobei die Streuoptik die primäre Strahlung mittels einer Eingangsöffnung aufnimmt, wobei die Streuoptik die primäre Strahlung an den optischen Wandler mittels einer Ausgangsöffnung weitergibt, wobei der optische Wandler sekundäre Strahlung im wesentlichen in Gegenrichtung zurückstrahlt, wobei zumindest die sekundäre Strahlung von der Streuoptik nach außen abgestrahlt wird, wodurch eine sekundäre Lichtquelle gebildet ist.

2. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Lichtquelle eine LED oder ein LED-Array ist.

3. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik nach Art eines Konus geformt ist, dessen Durchmesser der Eingangsöffnung mindestens fünfmal kleiner als der Durchmesser der Ausgangsöffnung ist.

4. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Streuoptik aus Vollglas besteht, mit Seitenwänden und wobei der Eingangsöffnung und d er Ausgangsöffnung eine eingangsseitige und ausgangsseitige Frontfläche zugeordnet ist.

5. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler eine Schicht mit mindestens einem Leuchtstoff zur teilweisen oder vollen Konversion der primären Strahlung besitzt.

6. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler ein als Streumedium wirkendes Material aufweist.

7. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Wandler mit einem Kühlelement versehen ist.

8. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primären Lichtquelle auf einem Substrat montiert ist, das einen Anschlag für die Eingangsöffnung der Streuoptik besitzt, der als Stufe gestaltet ist und einen Abstand A zwischen Eingangsöffnung und primärer Lichtquelle definiert, wobei insbesondere eine zweite Stufe zur Positionierung der Streuoptik vorgesehen ist.

9. Lichteinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat teilweise mit einem streuenden Medium bedeckt ist.

10. Lichteinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand A zumindest teilweise mit Silikon oder mit Luft gefüllt ist.

11. Lichteinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteinheit des weiteren eine Reflektorkontur für die sekundäre Lichtquelle umfasst, wobei diese Kontur insbesondere die sekundäre Lichtquelle zumindest teilweise umgibt.

12. Lichteinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontur parabelartig oder als Involute geformt ist.

13. Lichteinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteinheit eine Reflektorlampe oder einen Teil davon bildet.

14. Lichteinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Leuchtstoffe auf dem optischen Wandler inhomogen verteilt ist oder sind.

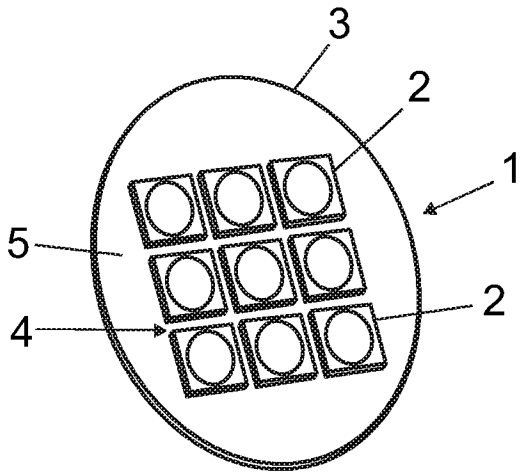


FIG 1

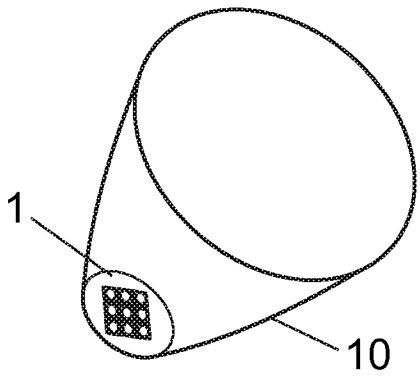


FIG 2a

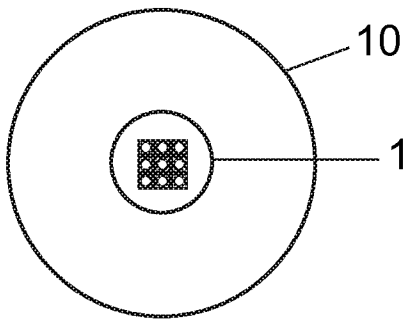


FIG 2b

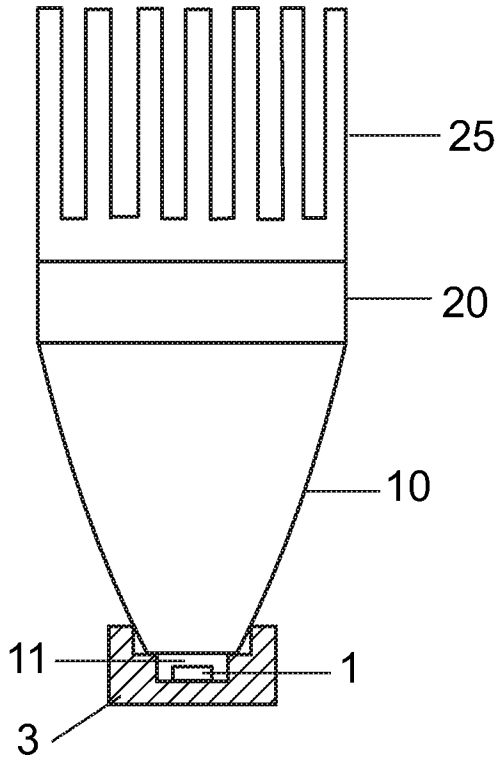


FIG 3

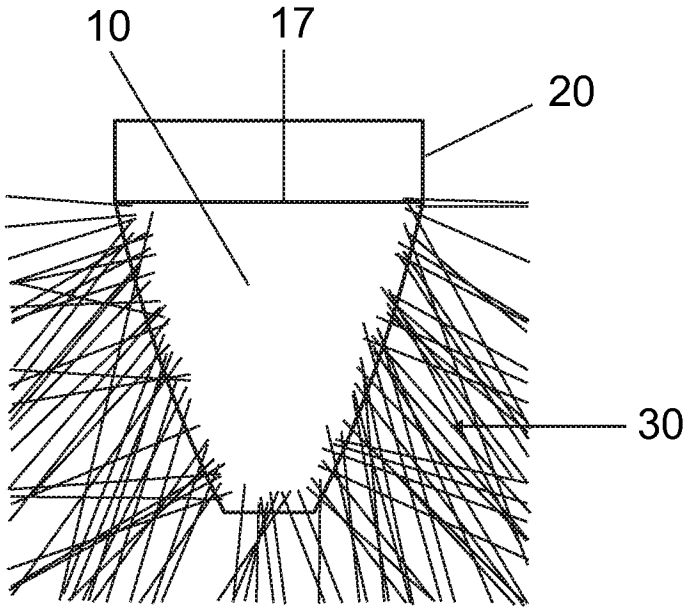


FIG 4

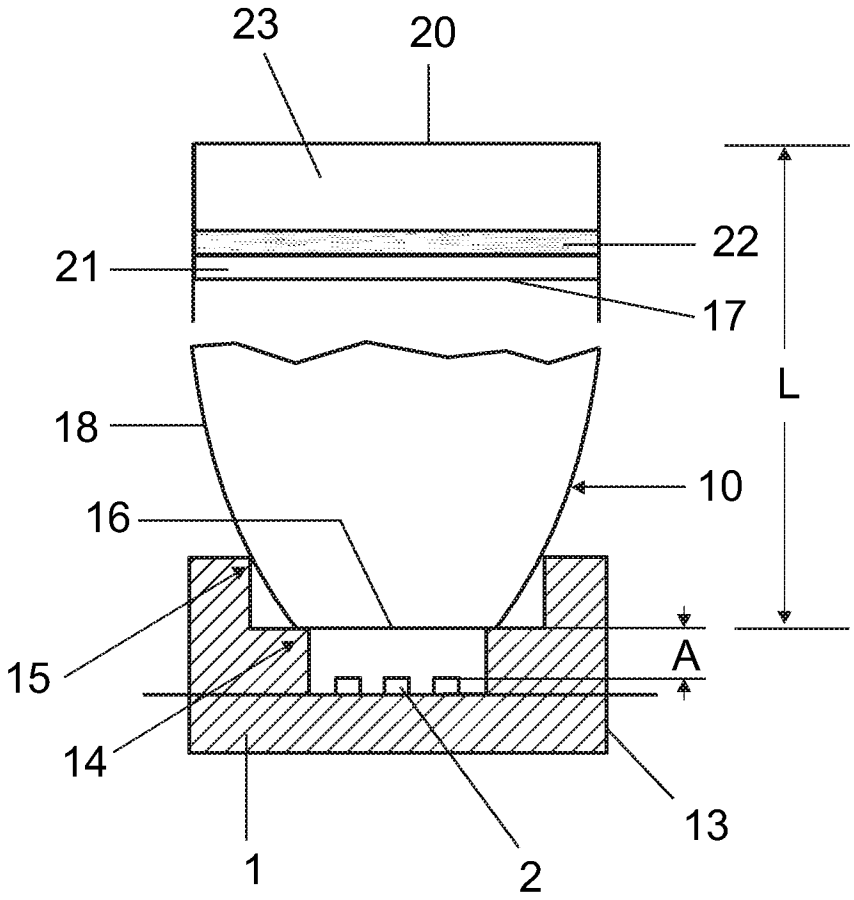

23
20
22
21
17
L
18
10
16
A
15
14
13
1
2

FIG 5

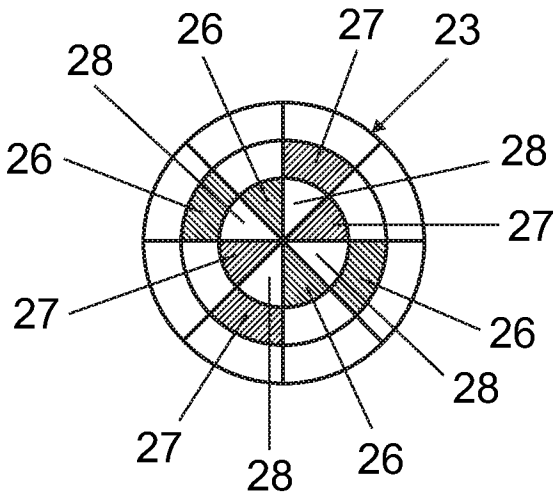

26
27
23
28
26
28
27
27
26
28
27
28
26

FIG 6

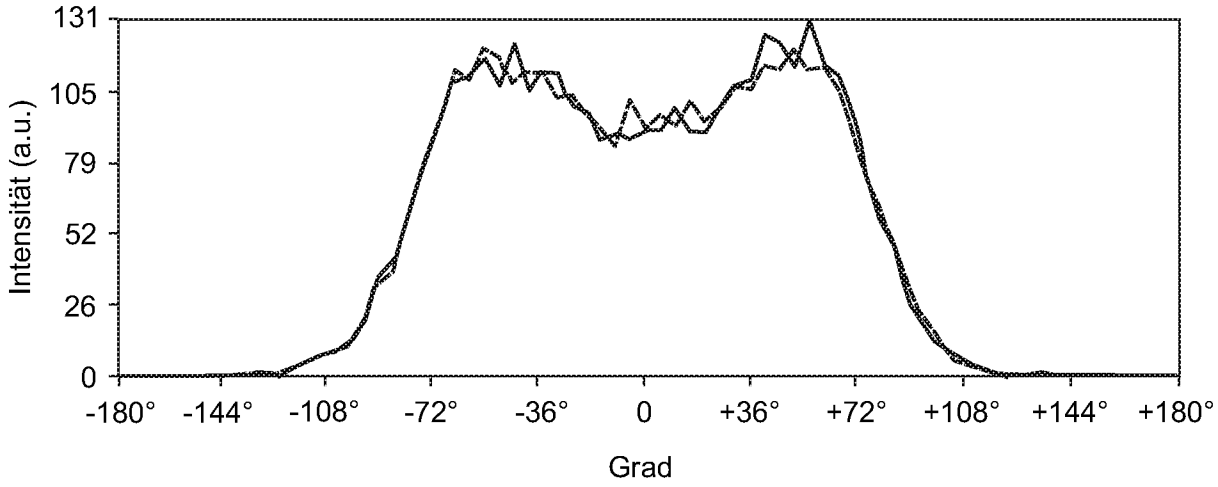

131
105
79
52
26
0
Intensität (a.u.)
-180°
-144°
-108°
-72°
-36°
0
+36°
+72°
+108°
+144°
+180°
Grad

FIG 7

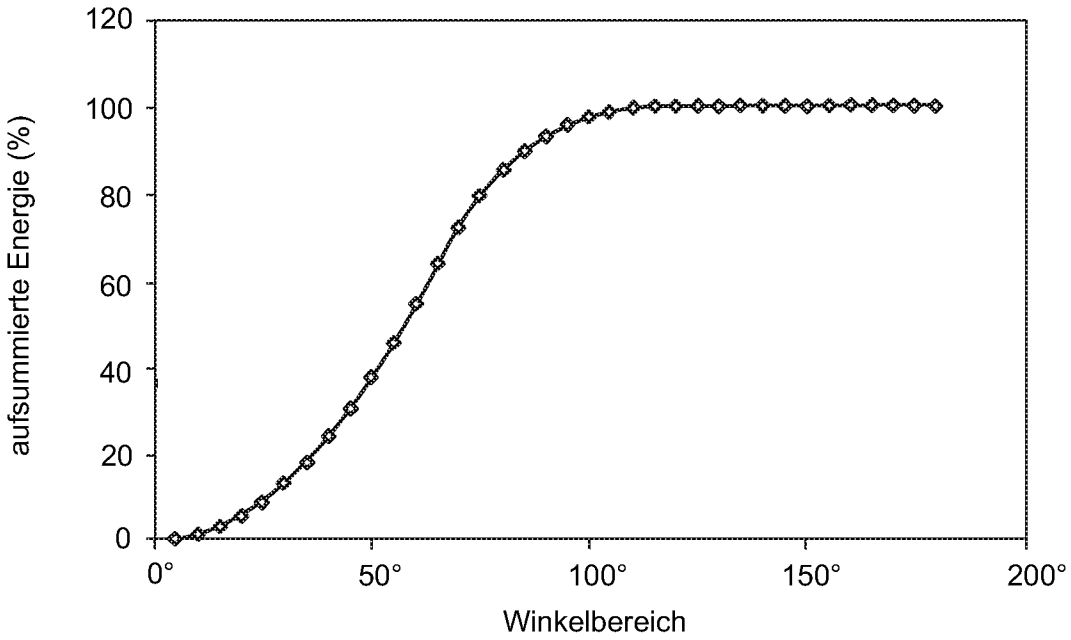

120
100
80
60
40
20
0
aufsummierte Energie (%)
0°
50°
100°
150°
200°
Winkelbereich

FIG 8

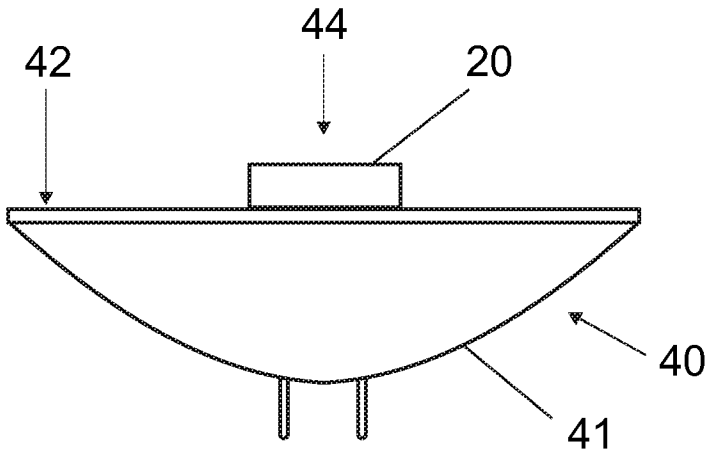


FIG 9a

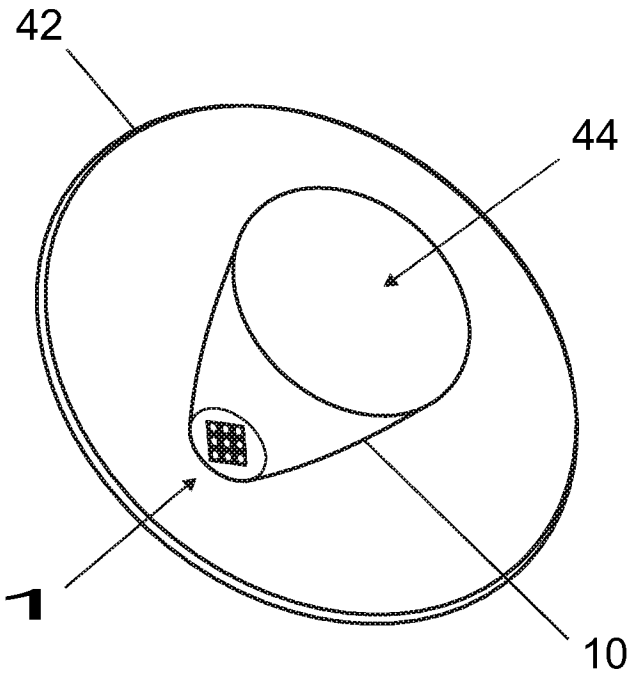


FIG 9b

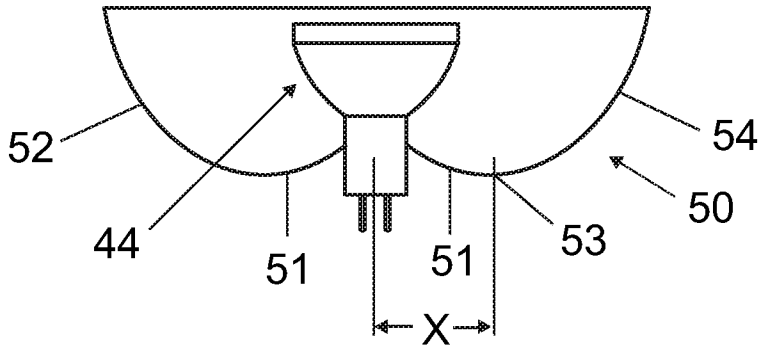


FIG 10

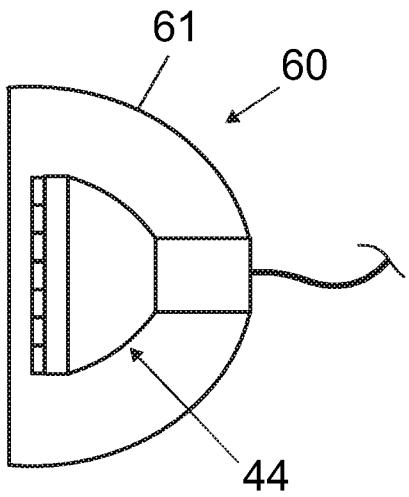


FIG 13

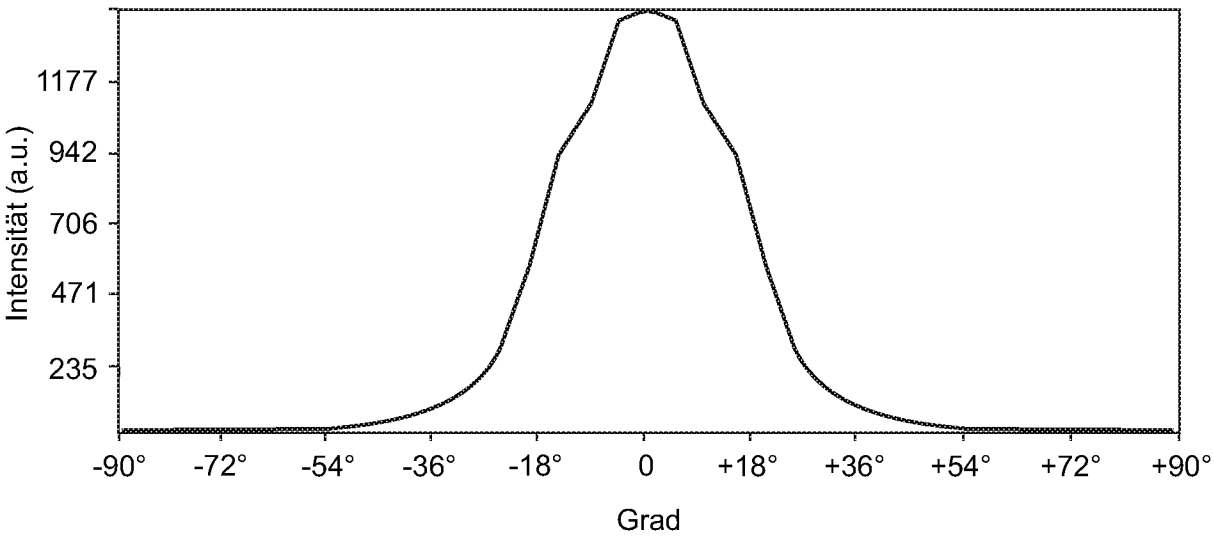

Intensität (a.u.)
1177
942
706
471
235
-90°
-72°
-54°
-36°
-18°
0
+18°
+36°
+54°
+72°
+90°
Grad

FIG 11

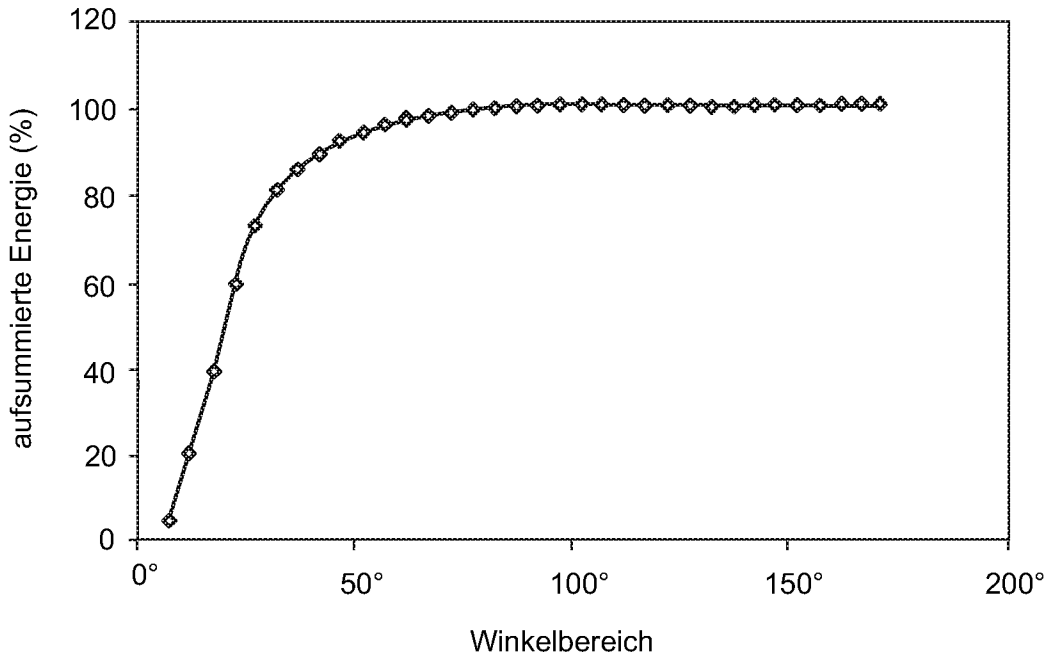

aufsummierte Energie (%)
120
100
80
60
40
20
0
0°
50°
100°
150°
200°
Winkelbereich

FIG 12