



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.05.2013 Patentblatt 2013/18

(51) Int Cl.:
F21V 7/04 ^(2006.01) **F21Y 101/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12189928.0**

(22) Anmeldetag: **25.10.2012**

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

(30) Priorität: **28.10.2011 DE 102011085418**

(71) Anmelder: **Trilux GmbH & Co. KG**
59759 Arnsberg (DE)

(72) Erfinder:
• **Rudolph, Horst**
59067 Hamm (DE)
• **Dudel, Heinrich**
59846 Sundern (DE)
• **Langen, Uli**
51069 Köln (DE)

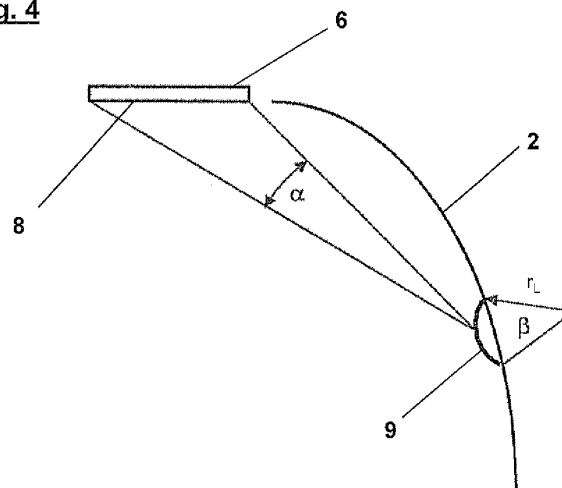
(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner**
Patentanwälte
Postfach 30 02 08
51412 Bergisch Gladbach (DE)

(54) **Reflektor für Halbleiterlichtquellen**

(57) Um bei einem Reflektor für Halbleiterlichtquellen, insbesondere für ein Downlight, der einen durch eine Reflektorumwandung begrenzten Innenraum sowie eine Lichtaustrittsseite umfasst, die an einem Längsende des Reflektors angeordnet ist und an der der Innenraum offen ist, wobei in dem Innenraum und in Querrichtung des Reflektors umfänglich von der Reflektorumwandung umgeben ein Lichtquellenpunkt (5) vorgesehen ist, an dem ein Mittelpunkt einer emittierenden Fläche (8) einer Lichtquelle (6) in dem Reflektor anordenbar ist, wobei die Reflektorumwandung eine Aussparung aufweist, durch die eine in dem Reflektor angeordnete Lichtquelle elektrisch kontaktierbar und fixierbar ist, wobei an der dem Innen-

raum zugewandten Innenseite der Reflektorumwandung Facetten (9) angeordnet sind, die eine reflektierende und in Längsrichtung und/oder Querrichtung gewölbte Oberfläche aufweisen, zu vermeiden, dass die Lichtdurchmischung in dem Reflektor gerade durch die Aufweitung des von der Halbleiterlichtquelle emittierten Lichtstrahls über die Streuung an den Facettenoberflächen erreicht wird schlägt die Erfindung vor, dass der der Wölbung in Längsrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten, gemittelt über sämtliche Facetten, deren Oberflächenmittelpunkt denselben Abstand von dem Lichtquellenpunkt hat, in Abhängigkeit von diesem Facettenabstand variiert.

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Reflektor für Halbleiterlichtquellen, insbesondere für ein Downlight, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Gattungsgemäße Reflektoren werden herkömmlich in Modulen für Halbleiterlichtquellen, insbesondere für Leuchtmittel wie etwa Downlight-Strahler, eingesetzt, um die Qualität des von entsprechenden Lichtquellen emittierten Lichts zu erhöhen. Als Lichtquelle werden beispielsweise LED-Module oder Hochdruckentladungslampen verwendet. Es ist ein bekanntes Problem, dass das von Halbleiterlichtquellen emittierte Licht aufbereitet werden muss, damit durch die Leuchtmittel, in denen die Halbleiterlichtquellen eingesetzt werden, eine für den Benutzer angenehme Ausleuchtung erzeugt werden kann. Beispielsweise ist sowohl die Lichtfarbe als auch die Leuchtdichteverteilung bei Halbleiterlichtquellen über den Öffnungswinkel des von der Lichtquelle emittierten Lichtstrahls üblicherweise inhomogen. Deshalb muss in Leuchtmitteln, wie beispielsweise einem Downlight-Strahler, eine Lichtdurchmischung des von der Halbleiterlichtquelle emittierten Lichts erfolgen, damit ein homogener Lichtstrahl erzeugt wird, mit dem eine angenehme Beleuchtung erreicht werden kann. Dabei ist es zumeist wünschenswert, dass von dem Leuchtmittel ein gebündelter Strahl zur Beleuchtung emittiert wird, wobei je nach Anwendungsgebiet ein Strahl einer bestimmten Breite vorteilhaft sein kann.

[0003] Eine herkömmliche Maßnahme, eine Lichtdurchmischung des von einer Halbleiterlichtquelle emittierten Lichts in einem Leuchtmittel zu erreichen und somit ein homogenes Strahlenbündel zu erzeugen, besteht darin, dass auf die Halbleiterlichtquelle ein optisches Medium, wie etwa eine lichtstreuende oder microfacettierte Halbkugel aufgesetzt wird. Auch werden teilweise in der Nähe der Halbleiterlichtquelle Streuscheiben angeordnet, um eine solche Lichtdurchmischung in dem Leuchtmittel zu erreichen. Sämtliche dieser Maßnahmen haben jedoch den Nachteil, dass hohe Wirkungsgradverluste durch zusätzliche Absorption in den entsprechenden optischen Medien zur Gewährleistung der Lichtstreuung bzw. Lichtdurchmischung auftreten.

[0004] Weiterhin kommen in herkömmlichen Leuchtmitteln mit Halbleiterlichtquellen Reflektoren zum Einsatz, mit denen eine Lichtdurchmischung erreicht werden soll. Solche Reflektoren weisen herkömmlicherweise einen durch eine Reflektorwandung begrenzten Innenraum auf, innerhalb dessen ein Lichtquellenpunkt vorgesehen ist, an dem ein Mittelpunkt einer emittierenden Fläche einer oder mehrerer Lichtquellen in dem Reflektor anordenbar ist. Der Reflektor weist eine Längsrichtung und eine Querrichtung auf, wobei der Lichtquellenpunkt so in dem Innenraum angeordnet ist, dass die Reflektorwandung den Lichtquellenpunkt in Querrichtung umfänglich umgibt. An einem Längsende weist der Reflektor eine Lichtaustrittsseite auf, an der der Innenraum offen ist und somit keine Reflektorwandung an-

geordnet ist. Weiterhin weist die Reflektorwandung eine Aussparung auf, durch die eine in dem Reflektor angeordnete Lichtquelle elektrisch kontaktierbar und fixierbar ist.

[0005] Die Lichtdurchmischung erfolgt in herkömmlichen Reflektoren dadurch, dass an der dem Innenraum zugewandten Innenseite der Reflektorwandung Facetten angeordnet sind, die eine reflektierende und in Längsrichtung und/oder in Querrichtung gewölbte Oberfläche aufweisen. Üblicherweise wird bei der Herstellung der Facetten Metall oder metallisierter Kunststoff eingesetzt. In herkömmlichen Reflektoren sind die Facetten beispielsweise nach Art von Kugelabschnitten gestaltet, so dass sie einen Kreisabschnitt als Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der Facetten kann jedoch beispielsweise auch die Form eines Polygons aufweisen. Dabei besteht die wesentliche Eigenschaft der in herkömmlichen Reflektoren eingesetzten Facetten darin, dass die Facetten zueinander geneigte Oberflächenabschnitte aufweisen, so dass eine Streuung des auf die Facettenoberfläche auftreffenden Lichts, insbesondere eine Aufweitung des Lichtstrahls, der auf die Facettenoberfläche auftritt, sichergestellt ist. Solchen Facetten ist somit ein Krümmungsradius zuordenbar: Der Krümmungsradius entspricht beispielsweise bei Facetten mit kreisabschnittförmigem Querschnitt dem Radius des entsprechenden Kreises, bei Facetten mit polygonförmigem bzw. polygonabschnittförmigem Querschnitt dem Radius des Kreises, der das Polygon umhüllt.

[0006] Um einen möglichst hohen Wirkungsgrad und damit eine möglichst hohe Lichtausbeute von der Lichtquelle für die Beleuchtung zu erlangen, werden in herkömmlichen Reflektoren üblicherweise Facetten mit hochreflektierender Oberfläche eingesetzt, so dass die Lichtabsorption an den Facetten vernachlässigbar ist. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Lichtdurchmischung in herkömmlichen Reflektoren unzureichend ist. Entsprechend sind solche Reflektoren nur unzureichend dafür geeignet, einen sehr homogenen Lichtstrahl ohne farbige Artefakte oder störende Hell-Dunkel-Bereiche zur Beleuchtung bereitzustellen. Dem wird zwar teilweise in herkömmlichen Reflektoren dadurch Rechnung getragen, dass die Facetten Oberflächen aufweisen, an denen eine diffuse Reflektion von Licht erfolgt, so dass die Lichtdurchmischung verbessert ist. Allerdings wird durch die diffuse Reflektion ein beachtlicher Teil des Lichts in den Reflektor zurückgestreut, was eine geringere Systemeffizienz zur Folge hat.

[0007] Darüber hinaus hat sich in herkömmlichen Reflektoren als problematisch herausgestellt, dass die Lichtdurchmischung in dem Reflektor gerade durch die Aufweitung des von der Halbleiterlichtquelle emittierten Lichtstrahls über die Streuung an den Facettenoberflächen erreicht wird. Entsprechend wird an der Lichtaustrittsseite des Reflektors Licht in einem sehr großen Öffnungswinkel emittiert, so dass mit herkömmlichen Reflektoren nur unzureichend ein Strahlenbündel einer bestimmten Breite bzw. mit einem bestimmten Öffnungs-

winkel erzeugbar ist.

[0008] Ausgehend von dem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Reflektor für Halbleiterlichtquellen bereitzustellen, durch den die oben beschriebenen Probleme bei herkömmlichen Reflektoren zumindest teilweise behoben werden.

[0009] Als eine Lösung der genannten technischen Aufgabe schlägt die Erfindung einen Reflektor für Halbleiterlichtquellen mit den Merkmalen von Anspruch 1 vor.

[0010] Der entsprechende erfindungsgemäße Reflektor zeichnet sich dadurch aus, dass der der Wölbung in Längsrichtung des Reflektors zugeordnete Krümmungsradius der Facetten, gemittelt über sämtliche Facetten, deren Oberflächenmittelpunkt denselben Abstand von dem Lichtquellenpunkt hat, in Abhängigkeit von diesem Facettenabstand variiert. Die Krümmung kann auch gegen 0 gehen, womit der Krümmungsradius auch gegen Unendlich streben kann.

[0011] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Reflektors ermöglicht es, eine möglichst gute Lichtdurchmischung in dem Reflektor und gleichzeitig einen möglichst kleinen Öffnungswinkel des von dem Reflektor an der Lichtaustrittsseite emittierten Lichts zu realisieren. Aus den erfindungsgemäßen Merkmalen des Reflektors ergibt sich dies wie folgt:

[0012] Die Lichtquelle ist an dem Lichtquellenpunkt in dem Reflektor angeordnet und weist eine emittierende Fläche auf, von der aus Licht in den Innenraum des Reflektors emittiert wird. Die Fläche der Lichtquelle kann beispielsweise rechteckig, polygonförmig oder kreisförmig sein. Die Reflektorumwandung mit den Facetten umgibt die Lichtquelle in Querrichtung umfänglich und weist darüber hinaus eine Längserstreckung auf. Die Reflektorumwandung kann dabei beispielsweise einen rotationssymmetrischen Querschnitt aufweisen, es ist jedoch auch ein Querschnitt in anderer Form, wie beispielsweise quadratisch oder polygonförmig, möglich. Insbesondere kann der Querschnitt des Reflektors auch entlang der Längsrichtung des Reflektors variieren. Auch die Öffnung an der Lichtaustrittsseite des Reflektors kann beispielsweise rotationssymmetrisch, quadratisch oder polygonförmig sein.

[0013] Von der emittierenden Fläche der Lichtquelle gelangen die Lichtstrahlen zumindest teilweise an die Oberflächen der Facetten der Reflektorumwandung. Der Winkel τ , den ein Lichtstrahl, der von der emittierenden Fläche der Lichtquelle zu einer Facette gelangt, mit der Längsachse des Reflektors bildet, hängt in jedem Fall von dem Facettenabstand ab. Weiterhin kann dieser Winkel τ , insbesondere bei Reflektoren mit nichtrotationssymmetrischem Querschnitt, auch von dem Längsabstand der Facette, d. h. dem Abstand in Längsrichtung von der Facette zu der emittierenden Fläche der Lichtquelle, abhängen.

[0014] Der auf die Facettenoberfläche auftreffende Lichtstrahl wird dann von der Facettenoberfläche reflektiert, wobei der Winkel ψ , den der reflektierte Lichtstrahl mit der Längsachse des Reflektors bildet, von dem Win-

kel τ und der Neigung der Facettenoberfläche zur Längsachse des Reflektors an dem Punkt, an dem Lichtstrahl auf die Facettenoberfläche trifft und von ihr reflektiert wird, abhängt.

[0015] Bei Facetten mit einem kleinen Krümmungsradius in Längsrichtung, d. h. mit einer starken Oberflächenkrümmung in Längsrichtung, ist der Winkel ψ , den der von der Facette reflektierte Lichtstrahl mit der Längsachse des Reflektors bildet, stark von der Position in Längsrichtung auf der Facettenoberfläche abhängig, in der die Lichtstrahlen auf die Facettenoberfläche treffen. Zwei Lichtstrahlen, die mit annähernd demselben Winkel τ zur Längsachse des Reflektors auf eine solche Facette mit kleinem Krümmungsradius treffen und hierbei in Längsrichtung voneinander beabstandet auf die Facettenoberfläche treffen, werden somit mit deutlich unterschiedlichen Winkeln ψ von der Facettenoberfläche reflektiert.

[0016] Daraus ergibt sich, dass über den Krümmungsradius der Facette die Aufweitung des Lichtstrahls, der auf die Facette auftrifft, beeinflusst werden kann. Der Krümmungsradius kann dabei positiv oder negativ gewählt werden, die Facette somit konvex oder konkav gewölbt sein, und der Krümmungsradius kann in seinem Betrag verändert werden. Davon umfasst ist auch eine vollkommen ebene Facettenoberfläche als Grenzwert einer Fläche mit gegen unendlich gehendem Krümmungsradius darstellt.

[0017] In Abhängigkeit von dem Winkel τ den ein Lichtstrahl zur Längsachse des Reflektors bildet, kann eine Aufweitung des Lichtstrahls jedoch gerade erwünscht oder nicht erwünscht sein. Eine Aufweitung ist solange erwünscht, wie eine Lichtdurchmischung in dem Reflektor erreicht werden soll, ohne dass dadurch der Öffnungswinkel des aus der Lichtaustrittsseite des Reflektors austretenden Strahlenbündels zu groß wird. Entsprechend kann eine Aufweitung des Lichtstrahls an der Facettenoberfläche dann unerwünscht sein, wenn durch die Aufweitung ein zu großer Öffnungswinkel des Strahlenbündels verursacht wird.

[0018] Beispielsweise kann eine erfindungsgemäßer Reflektor so vorgesehen sein, dass ein Lichtstrahl, der von der emittierenden Fläche der Lichtquelle in Richtung zur Facette emittiert wird, an der Facettenoberfläche reflektiert wird und dann an der Lichtaustrittsseite aus dem Reflektor auftritt. In diesem einfachen Beispiel ist der Winkel ψ , den der von der Facettenoberfläche reflektierte Strahl mit der Längsachse des Reflektors bildet, auch der Winkel zur Längsachse des Reflektors, mit dem der Strahl aus dem Reflektor austritt. Entsprechend muss der Winkel ψ für sämtliche Lichtstrahlen, die aus dem Reflektor austreten, kleiner als die Hälfte des gewünschten Öffnungswinkels des den Reflektor umfassenden Leuchtmittels sein. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Reflektors kann der Winkel ψ effektiv vorbestimmt werden. Entsprechend kann in dem erfindungsgemäßen Reflektor in Abhängigkeit von dem Facettenabstand ein kleiner Krümmungsradius der Facette

gewählt werden, um eine hohe Lichtdurchmischung in dem Reflektor zu realisieren, wobei dies dadurch beschränkt ist, dass zur Einhaltung eines bestimmten Öffnungswinkels des aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündels der Krümmungsradius in Abhängigkeit von dem Facettenabstand variiert wird. Für die Einstellung des Krümmungsradius der Facetten in Abhängigkeit von dem Facettenabstand lässt sich somit der Öffnungswinkel des aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündels einstellen.

[0019] Es kann sinnvoll sein, insbesondere bei Reflektoren mit rotationssymmetrischem Querschnitt, dass sämtliche Facetten mit demselben Facettenabstand einen identischen Krümmungsradius aufweisen. Es kann jedoch auch sinnvoll sein, insbesondere bei Reflektoren mit nichtrotationssymmetrischem Querschnitt, dass der Krümmungsradius von Facetten, die jeweils denselben Facettenabstand aufweisen, untereinander variiert. Je nach Geometrie des Reflektors, wie etwa Reflektorquerschnitt, Reflektorlängsschnitt und Facettengröße, kann durch eine Variation des Krümmungsradius bei Facetten mit demselben Facettenabstand jeweils eine möglichst gute Lichtdurchmischung bei einer möglichst präzisen Einstellung eines Öffnungswinkels möglich sein. Der Mittelwert des Krümmungsradius in Längsrichtung der Facetten mit demselben Facettenabstand variiert dabei in dem erfindungsgemäßen Reflektor in Abhängigkeit von dem Facettenabstand.

[0020] In einer vorteilhaften Ausführungsform variiert der der Wölbung in Querrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten, gemittelt über sämtliche Facetten, deren Oberflächenmittelpunkt denselben Abstand in Querrichtung von der durch den Lichtquellenpunkt in Längsrichtung verlaufenden Achse hat, in Abhängigkeit von diesem Querabstand. Durch die entsprechende Variation der Wölbung in Querrichtung der Facetten kann sichergestellt sein, dass auch in Bezug auf eine Reflektion in Querrichtung an den Facetten eine möglichst gute Lichtdurchmischung in dem Reflektor bei gleichzeitig möglichst gut einstellbarem Öffnungswinkel des aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündels realisiert ist. Der Querabstand bezieht sich dabei auf den Abstand von dem Oberflächenmittelpunkt einer Facette zu der Längsachse des Reflektors, die durch den Mittelpunkt der lichtemittierenden Fläche der Lichtquelle in dem Reflektor verläuft. In Abhängigkeit von dem Querabstand der Facette kann eine stärkere oder schwächere Aufweitung eines auf die Facette auftreffenden Lichtstrahls in Querrichtung erwünscht sein, um eine möglichst gute Lichtdurchmischung im Reflektor bei gleichzeitig einstellbarem Öffnungswinkel zu realisieren. Die Variation des Krümmungsradius in Querrichtung der Facetten kann dabei analog zu der oben beschriebenen Variation des Krümmungsradius in Längsrichtung der Facetten erfolgen.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform nimmt der der Wölbung in Längsrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten mit zunehmendem Facetten-

abstand zu. Dadurch kann bei bestimmten Geometrien des Reflektors eine Aufweitung des Öffnungswinkels effektiv innerhalb eines vorgegebenen Öffnungswinkels δ des aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündels effektiv auf einen vorgegebenen Öffnungswinkel beschränkt sein.

[0022] Weiterhin kann in einer vorteilhaften Ausführungsform der der Wölbung in Querrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facette mit zunehmendem Querabstand abnehmen. Dadurch kann bei bestimmten Reflektorgeometrien eine Lichtdurchmischung durch entsprechende Wölbungen der Facetten in Querrichtung gewährleistet sein, während gleichzeitig der Öffnungswinkel des aus dem Reflektor austretenden Strahls effektiv begrenzt sein kann.

[0023] Außerdem kann die Reflektorumwandung rotationssymmetrisch um die Längsachse des Reflektors sein. Dadurch kann eine symmetrische Beleuchtung durch das aus dem Reflektor austretende Strahlenbündel sowie eine homogene Lichtdurchmischung in dem Strahlenbündel begünstigt sein. Zudem kann wegen der Rotationssymmetrie die Herstellung des Reflektors und der darin enthaltenen Facetten besonders einfach und kostengünstig erfolgen.

[0024] Die Reflektorumwandung kann auch einen polygonförmigen Querschnitt aufweisen. Dies kann beispielsweise für die Lichtdurchmischung in dem Reflektor vorteilhaft sein, da dabei in einer Längsebene des Reflektors Facetten jeweils einen unterschiedlichen Facettenabstand zum Lichtquellenpunkt aufweisen, so dass beispielsweise der Krümmungsradius in Querrichtung und/oder Längsrichtung der Facetten in einer Längsebene variiert werden kann, ohne dass dadurch der Öffnungswinkel vergrößert wird, was für Lichtdurchmischung vorteilhaft sein kann.

[0025] Darüber hinaus können sämtliche Facetten mit demselben Facettenabstand im Wesentlichen denselben Krümmungsradius in Bezug auf die Wölbung in Längsrichtung aufweisen. Dies kann für eine gleichmäßige Lichtdurchmischung und Lichtstärkeverteilung in dem aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündel besonders vorteilhaft sein.

[0026] Auch können sämtliche Facetten mit demselben Querabstand denselben Krümmungsradius in Bezug auf die Wölbung in Längsrichtung aufweisen. Dies kann für eine besonders homogene Lichtdurchmischung und Lichtstärkeverteilung in dem aus dem Reflektor austretenden Strahl vorteilhaft sein.

[0027] Weiterhin kann in dem Reflektor eine Lichtquelle so angeordnet sein, dass der Mittelpunkt der emittierenden Fläche einer Lichtquelle mit dem Lichtquellenpunkt zusammenfällt. Das Zusammenfallen des Mittelpunkts der emittierenden Fläche der Lichtquelle mit dem Lichtquellenpunkt ermöglicht eine besonders präzise Realisierung der Lichtdurchmischung bei gleichzeitig vorbestimmtem Öffnungswinkel des aus dem Reflektor austretenden Strahlenbündels. Denn sowohl Facettenabstand als auch Querabstand sind in Bezug auf den

Lichtquellenpunkt in dem erfindungsgemäßen Reflektor berechnet, so dass die Vorteile des erfindungsgemäßen Reflektors, die sich daraus ergeben, dass der Krümmungsradius der Facetten in Abhängigkeit von dem Facettenabstand und möglicherweise auch von dem Querabstand eingestellt wird, besonders gut zur Geltung kommen.

[0028] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Strahler, der einen wie oben beschriebenen erfindungsgemäßen Reflektor umfasst. Der Strahler umfasst weiterhin ein elektronisches Vorschaltgerät sowie eine Lichtquelle, die in dem Reflektor mittels einer an der Aussparung in der Reflektorumwandung vorgesehene Montagevorrichtung so angeordnet ist, dass der Mittelpunkt der emittierenden Fläche der Lichtquelle mit dem Lichtquellenpunkt zusammenfällt. Die Lichtquelle ist dabei mit dem elektronischen Vorschaltgerät elektrisch gekoppelt. Durch den erfindungsgemäßen Strahler ist ein Leuchtmittel bereitgestellt, das besonders gut zur Beleuchtung geeignet ist, da wegen der erfolgten Lichtdurchmischung in dem Reflektor in dem Strahler durch den Strahler ein angenehmes Licht erzeugt wird und weiterhin durch den Strahler ein Strahlenbündel mit einem gewünschten Öffnungswinkel bereitgestellt wird.

[0029] Die Erfindung wird im folgenden durch die Beschreibung von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher erläutert.

[0030] Es zeigt:

- Figur 1: eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Reflektors, in dem eine Lichtquelle angeordnet ist;
- Figur 2: eine schematische Darstellung des Öffnungswinkels δ der Lichtverteilung eines aus einem erfindungsgemäßen Reflektor austretenden Strahlenbündels;
- Figur 3: eine Prinzipdarstellung eines Ausschnitts eines erfindungsgemäßen Reflektors;
- Figur 4: eine Prinzipdarstellung eines Ausschnitts eines erfindungsgemäßen Reflektors mit gewölbter Facette;
- Figur 5: eine Prinzipdarstellung eines Querschnitts eines erfindungsgemäßen Reflektors mit Lichtquelle.

[0031] In Figur 1 ist in einer Prinzipdarstellung der Längsschnitt eines erfindungsgemäßen Reflektors 1 dargestellt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle 6 in der Aussparung 7 des Reflektors 1 so angeordnet, dass der Mittelpunkt der emittierenden Fläche 8 der Lichtquelle 6 mit dem Lichtquellenpunkt 5 des Reflektors 1 zusammenfällt. Die Reflektorumwandung 2 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel rotations-symmetrisch ausgebildet und weist als Querschnitt in je-

der ihrer Querebenen einen kreisförmigen Querschnitt auf. Die lichtemittierende Fläche 8 der Lichtquelle 6 weist zum Innenraum 3 des Reflektors 1. In Figur 1 sind der Übersichtlichkeit halber keine Facetten an der dem Innenraum 3 zugewandten Innenseite der Reflektorumwandung 2 dargestellt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel liegt die Lichtaustrittsseite 4 des Reflektors 1 der lichtemittierenden Fläche 8 der Lichtquelle 6 gegenüber.

[0032] In Figur 2 ist der Öffnungswinkel δ der Lichtverteilung in einem Strahlenbündel, das von einem erfindungsgemäßen Reflektor 1 an der Lichtaustrittsseite 4 austritt, dargestellt. Dabei ist in Figur 2 die Lichtintensität in Abhängigkeit von dem Öffnungswinkel dargestellt. Aus Figur 2 geht hervor, dass aus dem erfindungsgemäßen Reflektor 1 ein Strahlenbündel an der Lichtaustrittsseite 4 austritt, das fast über den gesamten Öffnungswinkel δ eine gleichmäßig hohe Lichtintensität aufweist. Durch die Lichtdurchmischung in einem erfindungsgemäßen Reflektor 1 ist weiterhin sichergestellt, dass das aus dem Reflektor 1 austretende Strahlenbündel über den gesamten Öffnungswinkel δ eine homogene, für den Betrachter angenehme Farbe aufweist.

[0033] In den Figuren 3 bis 5 ist das Prinzip eines erfindungsgemäßen Reflektors 1 näher erläutert. Der Einfachheit halber wird dabei von einem Reflektor 1 ausgegangen, dessen Umwandung 2 einen rotationssymmetrischen Querschnitt aufweist, und die glockenförmig ausgebildet ist, wobei die Reflektorumwandung 2 an der Lichtaustrittsseite 4 über die gesamte Quererstreckung offen ist. An der im Innenraum 3 zugewandten Innenseite der Reflektorumwandung 2 sind Facetten 9 angeordnet.

[0034] In Figur 3 ist beispielhaft eine Facette 9 an der Innenseite der Reflektorumwandung 2 dargestellt. In dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Krümmungsradius der dargestellten Facette 9 annähernd unendlich, so dass die Facette 9 als ebene Facette 9 ausgebildet ist. Weiterhin umfasst der Reflektor 1 nach Figur 3 eine Lichtquelle 6, die einen Durchmesser D aufweist und ebenfalls rotationssymmetrisch ist. Der Mittelpunkt der emittierenden Fläche 8 der Lichtquelle 6 fällt mit dem Lichtquellenpunkt 5 zusammen. In Figur 3 ist der Winkel γ dargestellt, den ein Lichtstrahl, der von dem Lichtquellenpunkt 5 aus zum Oberflächenmittelpunkt der Facette 9 verläuft, mit der Längsachse des Reflektors 1 bildet. Der Facettenabstand, der dem Abstand zwischen dem Oberflächenmittelpunkt der Facette 9 und dem Lichtquellenpunkt 5 entspricht, ist in Figur 3 mit r eingezeichnet. Weiterhin ist in Figur 3 der Winkel α eingezeichnet, der den spitzen Winkel definiert, den zwei Strahlen miteinander bilden, die von einem jeweils entgegengesetzten Querende der emittierenden Fläche 8 aus zum Oberflächenmittelpunkt der Facette 9 verlaufen.

[0035] In dem in Figur 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel wird die Abhängigkeit des Krümmungsradius r_L in Längsrichtung der Facette 9 von dem Abstand r wie folgt bestimmt: Es wird angenommen, dass aus dem er-

findungsgemäßen Reflektor 1 ein Strahlenbündel mit dem Öffnungswinkel δ austreten soll. Zur Erreichung einer Lichtdurchmischung sind dabei Facetten 9 mit einem Krümmungswinkel β , der zu einem Krümmungsradius r_L korrespondiert, an der Reflektorumwandung 2 vorgesehen. Die Krümmung der Facette 9 bezieht sich in Figur 4 auf die Längsrichtung. Es kann angenommen werden, dass der Krümmungswinkel β nicht größer sein soll als $\delta - \alpha$, wenn der Öffnungswinkel des aus dem Reflektor 1 austretenden Strahlenbündels auf den Winkel δ beschränkt sein soll. Entsprechend ist der Krümmungswinkel β bei festgelegtem δ von α abhängig. Der Winkel α ist hingegen, wie aus Figur 3 zu entnehmen, von dem Facettenabstand r abhängig. Beispielsweise kann der Winkel α über die Gleichung

$$\alpha = 2 \cdot \arctan \left[\frac{D \cdot \cos \gamma}{2 \cdot r} \right] \quad \text{angenähert werden.}$$

Entsprechend kann der Krümmungswinkel β in Längsrichtung der Facette 9 über einfache geometrische Berechnungen in Abhängigkeit von dem Facettenabstand r ausgerückt werden. Somit kann auch der Krümmungsradius r_L der Facette 9 in Längsrichtung in Abhängigkeit von dem Facettenabstand r bestimmt werden. Falls α größer als δ ist, ist eine Wölbung der Facette 9 in Längsrichtung zu vermeiden und somit ein Krümmungsradius r_L gegen unendlich vorzusehen, so dass die Oberfläche der Facette 9 eben ausgestaltet ist.

[0036] In Figur 5 ist dargestellt, wie sich der Krümmungsradius r_Q der Facette 9 in Querrichtung in Abhängigkeit von dem Querabstand x zwischen dem Oberflächenmittelpunkt der Facette 9 und dem Lichtquellenpunkt 5 beispielhaft bestimmen lässt. In Figur 5 ist der kreisförmige Querschnitt eines des beschriebenen erfindungsgemäßen Reflektors 1 dargestellt.

[0037] Es wird vorausgesetzt, dass der Öffnungswinkel δ des aus dem erfindungsgemäßen Reflektor 1 austretenden Strahlenbündels nicht durch die Wölbung der Facette 9 in Querrichtung vergrößert werden soll. Hierzu wird angenommen, dass der Krümmungswinkel ε in Querrichtung der Facette 9 nicht größer sein soll als $\delta - \varphi$, wobei φ der Winkel ist, den zwei Strahlen miteinander bilden, die von jeweils gegenüberliegenden Querenden der emittierenden Fläche 8 der Lichtquelle 6 zum Oberflächenmittelpunkt der Facette 9 verlaufen. Aus Figur 5 ist ersichtlich, dass der Winkel φ von dem Querabstand x abhängt. Beispielsweise kann der Winkel φ über die

$$\text{Gleichung } \varphi = 2 \cdot \arctan \left[\frac{D}{2 \cdot x} \right] \quad \text{bestimmt werden.}$$

Entsprechend lässt sich durch einfache geometrische Berechnung eine Abhängigkeit des Krümmungswinkels ε und damit des Krümmungsradius r_Q in Querrichtung der Facette 9 von Querabstand x ermitteln. In dem angegebenen Ausführungsbeispiel ist eine Krümmung in Querrichtung der Facette 9 immer dann zu vermeiden,

wenn der Winkel φ größer als der einzuhaltende Öffnungswinkel δ ist.

[0038] Durch entsprechende Berechnung der Krümmungsradien in Längsrichtung r_L und der Krümmungsradien in Querrichtung r_Q der Facetten 9 in einem erfindungsgemäßen Reflektor 1 kann sichergestellt sein, dass an der Innenseite der Reflektorumwandung 2 Facetten 9 mit gewölbten Oberflächen angeordnet sind, so dass eine Lichtdurchmischung in dem Reflektor 1 stattfinden kann. Dabei ist über die Berechnung der jeweiligen Krümmungsradien in Abhängigkeit von dem Facettenabstand bzw. dem Querabstand sichergestellt, dass die Facetten 9 nur in einem solchen Maße gewölbt sind, dass keine Aufweitung des Öffnungswinkels des aus dem Reflektor 1 austretenden Strahlenbündels über einen vorbestimmbaren Öffnungswinkel δ hinaus erfolgt.

Bezugszeichenliste

[0039]

- 1 Reflektor
- 2 Reflektorumwandung
- 3 Innenraum
- 4 Lichtaustrittsseite
- 5 Lichtquellenpunkt
- 6 Lichtquelle
- 7 Aussparung
- 8 emittierende Fläche
- 9 Facette

Patentansprüche

1. Reflektor für Halbleiterlichtquellen, insbesondere für ein Downlight, der einen durch eine Reflektorumwandung begrenzten Innenraum sowie eine Lichtaustrittsseite umfasst, die an einem Längsende des Reflektors angeordnet ist und an der der Innenraum offen ist, wobei in dem Innenraum und in Querrichtung des Reflektors umfänglich von der Reflektorumwandung umgeben ein Lichtquellenpunkt vorgesehen ist, an dem ein Mittelpunkt einer emittierenden Fläche einer Lichtquelle in dem Reflektor anordenbar ist, wobei die Reflektorumwandung eine Aussparung aufweist, durch die eine in dem Reflektor angeordnete Lichtquelle elektrisch kontaktierbar und fixierbar ist, wobei an der dem Innenraum zugewandten Innenseite der Reflektorumwandung Facetten angeordnet sind, die eine reflektierende und

in Längsrichtung und/oder Querrichtung gewölbte Oberfläche aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Wölbung in Längsrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten, gemittelt über sämtliche Facetten, deren Oberflächenmittelpunkt denselben Abstand von dem Lichtquellenpunkt hat, in Abhängigkeit von diesem Facettenabstand variiert.

5

2. Reflektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Wölbung in Querrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten, gemittelt über sämtliche Facetten, deren Oberflächenmittelpunkt denselben Abstand in Querrichtung von der durch den Lichtquellenpunkt in Längsrichtung verlaufenden Achse hat, in Abhängigkeit von diesem Querabstand variiert. 10
15
3. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Wölbung in Längsrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten mit zunehmendem Facettenabstand zunimmt. 20
4. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Wölbung in Querrichtung zugeordnete Krümmungsradius der Facetten mit zunehmendem Querabstand abnimmt. 25
30
5. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reflektorumwandung rotationssymmetrisch um die Längsachse des Reflektors ist. 35
6. Reflektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reflektorumwandung einen polygonförmigen Querschnitt aufweist. 40
7. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Facetten mit demselben Facettenabstand im Wesentlichen denselben Krümmungsradius im Bezug auf die Wölbung in Längsrichtung aufweisen. 45
8. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Facetten mit demselben Querabstand denselben Krümmungsradius im Bezug auf die Wölbung in Längsrichtung aufweisen. 50
9. Reflektor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Reflektor eine Lichtquelle so angeordnet ist, dass der Mittelpunkt der emittierenden Fläche einer Lichtquelle mit dem Lichtquellenpunkt zusammenfällt. 55
10. Strahler umfassend einen Reflektor nach einem der

Ansprüche 1 bis 8, ein elektronisches Vorschaltgerät sowie eine Lichtquelle, die in dem Reflektor mittels einer an der Aussparung in der Reflektorumwandung vorgesehenen Montagevorrichtung so angeordnet ist, dass der Mittelpunkt der emittierenden Fläche der Lichtquelle mit dem Lichtquellenpunkt zusammenfällt, wobei die Lichtquelle mit dem elektronischen Vorschaltgerät elektrisch gekoppelt ist.

Fig. 1

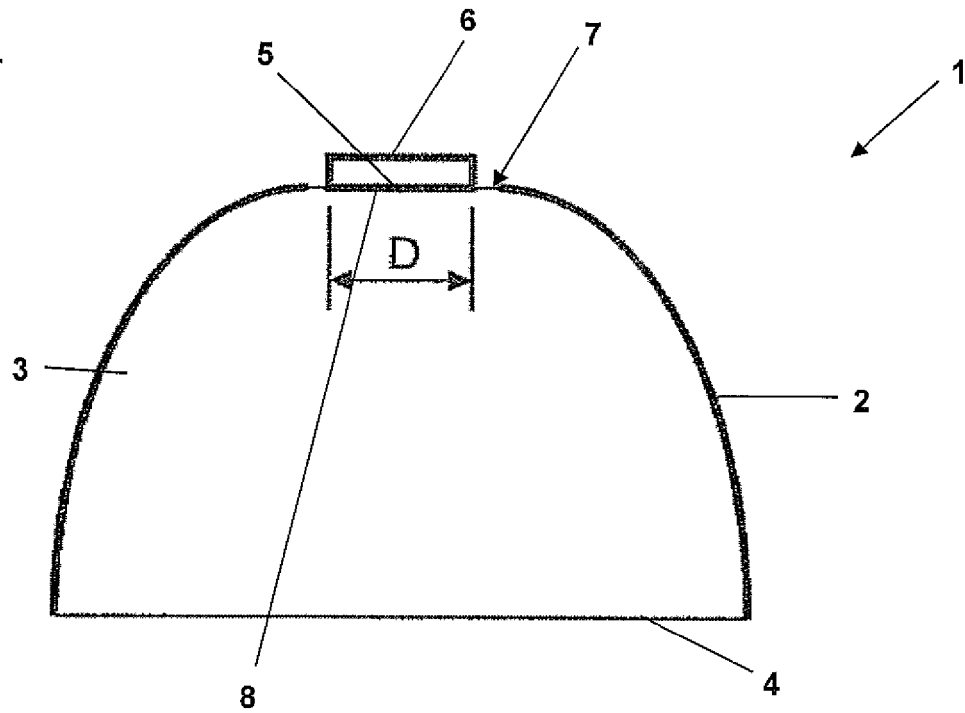


Fig. 2

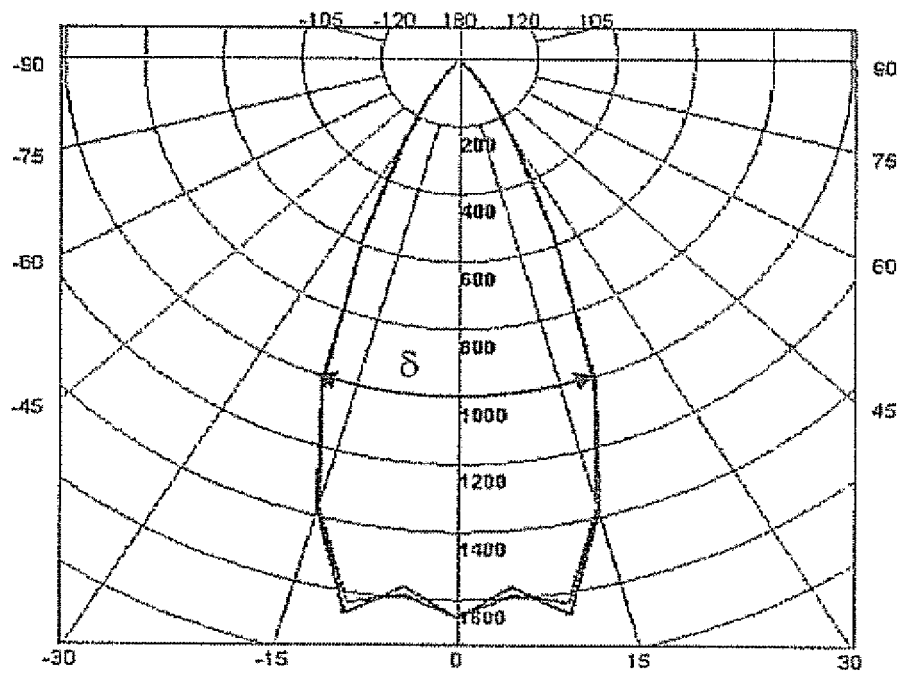


Fig. 3

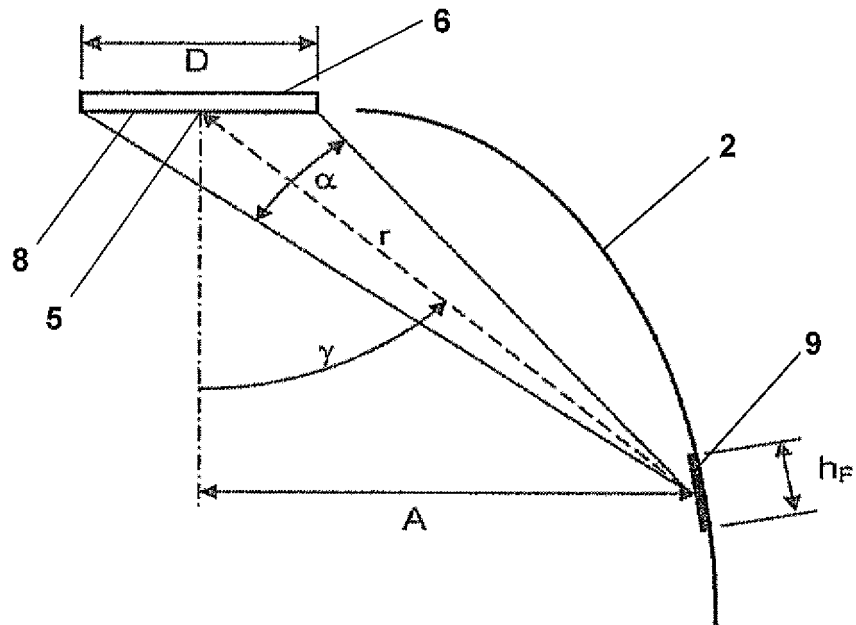


Fig. 4

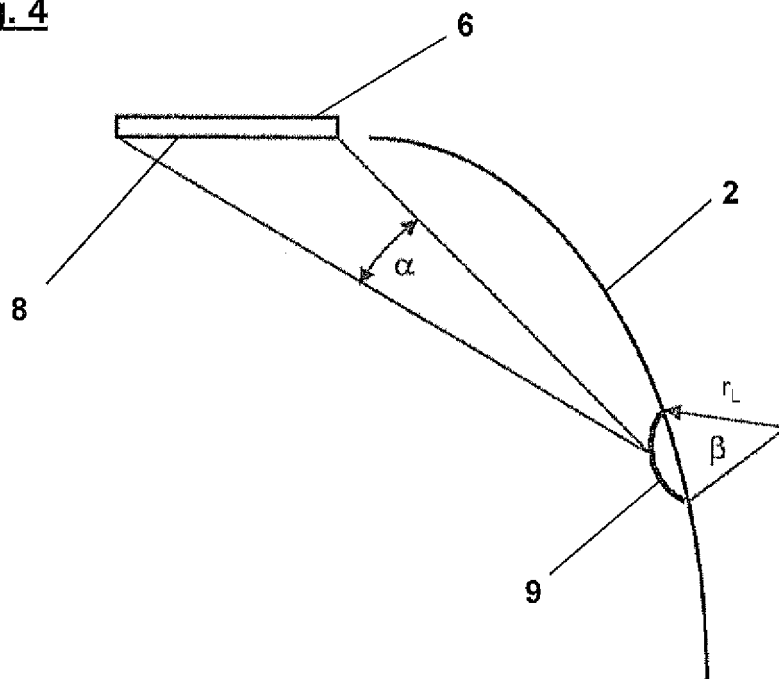


Fig. 5

