



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.10.2012 Patentblatt 2012/43

(51) Int Cl.:
F21K 99/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **11163438.2**

(22) Anmeldetag: **21.04.2011**

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

(72) Erfinder: **Oberreuther, Ludwig**
93049 Regensburg (DE)

(74) Vertreter: **Reitstötter - Kinzebach**
Patentanwälte
Sternwartstrasse 4
81679 München (DE)

(71) Anmelder: **Oberreuther, Ludwig**
93049 Regensburg (DE)

(54) **Leuchtvorrichtung mit mehreren Modulen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leuchte 10 mit mehreren Modulen 1, die in einer Reihe oder Matrix angeordnet sind. Die Module 1 weisen jeweils einen Reflektor 2-1, 2-2 mit einer ersten Reflektorfläche 3-1, 3-2 und eine Halbleiterlichtquelle 7-1, 7-2 auf. Die Halbleiterlichtquelle 7-1, 7-2 ist jeweils beabstandet von einem Brennpunkt 5-1, 5-2 der ersten Reflektorfläche 3-1, 3-2 des zugeordneten Moduls 1-1, 1-2 angeordnet. Die erfindungsgemäße Leuchte 10 ist dadurch gekennzeichnet, dass die Module 1 mehrere verschiedene Modultypen A, B, C bilden und die Modultypen A, B, C zum Erzeugen einer homogenen Abstrahlcharakteristik der Leuchte 10 sich jeweils hinsichtlich des Abstands der Halbleiterlichtquelle 7-1, 7-2 von dem Brennpunkt 5-1, 5-2 des zugeordneten Moduls 1-1, 1-2 unterscheiden. Bei der Leuchte handelt es sich insbesondere um eine Innenraumleuchte, bevorzugt um eine Deckenleuchte.

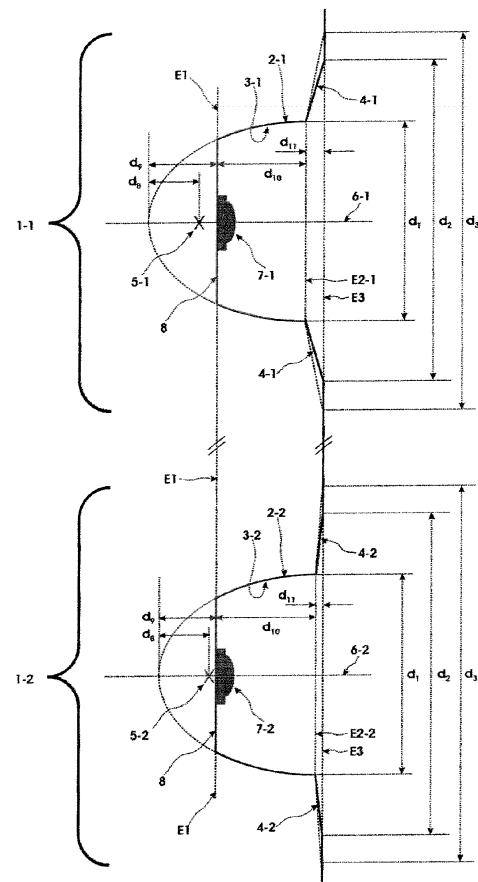


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leuchte mit mehreren Modulen, die in einer Reihe oder Matrix angeordnet sind. Die Module weisen jeweils einen Reflektor mit einer ersten Reflektorfläche und eine Halbleiterlichtquelle auf. Die Halbleiterlichtquelle ist jeweils beabstandet von einem Brennpunkt der ersten Reflektorfläche des zugeordneten Moduls angeordnet. Bei der Leuchte handelt es sich insbesondere um eine Innenraumleuchte, bevorzugt um eine Deckenleuchte.

[0002] Leuchten, welche Halbleiterlichtquellen einsetzen, werden in zunehmendem Maße zur Beleuchtung von Innenräumen eingesetzt. Die Halbleiterlichtquellen haben dabei den Vorteil, dass sie die zugeführte Energie sehr effizient in Licht umwandeln. Ferner ist die Lebensdauer der Halbleiterlichtquellen sehr groß. Da die Intensität der Lichtemission einer einzelnen Halbleiterlichtquelle vielfach für den gewünschten Einsatz der Leuchte nicht groß genug ist, umfassen die Leuchten häufig eine Vielzahl von Halbleiterlichtquellen, die in einer Matrix angeordnet sind und welche insgesamt die gewünschte Lichtintensität bereitstellen können. Die Halbleiterlichtquellen sind dabei beabstandet voneinander angeordnet. Der Grund hierfür liegt zum einen im Aufbau der einzelnen Halbleiterlichtquellen begründet. Zum anderen werden an Halbleiterlichtquellen besondere Anforderungen an die Wärmeableitung gestellt, die einfacher erfüllt werden können, wenn die Halbleiterlichtquellen in einem gewissen Abstand voneinander angeordnet sind. Bei Leuchten, deren Abstrahlcharakteristik jedoch von einer Vielzahl von beabstandet angeordneten Halbleiterlichtquellen bereitgestellt wird, ergibt sich das Problem, dass sichergestellt werden muss, dass die Ausleuchtung einer Beleuchtungsfläche so homogen wie möglich ist.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine Leuchte der eingangs genannten Art bereitzustellen, welche zum einen eine möglichst homogene Ausleuchtung einer Beleuchtungsfläche bereitstellen kann und die zum anderen ein einheitliches Erscheinungsbild hat. Es ist insbesondere gewünscht, dass die einzelnen Module für den Betrachter der Leuchte identisch, zumindest fast identisch erscheinen.

[0004] Erfindungsgemäß wird dieses technische Problem durch eine Leuchte mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Die erfindungsgemäße Leuchte ist dadurch gekennzeichnet, dass die Module mehrere verschiedene Modultypen bilden und die Modultypen zum Erzeugen einer homogenen Abstrahlcharakteristik der Leuchte sich jeweils hinsichtlich des Abstands der Halbleiterlichtquelle von dem Brennpunkt des zugeordneten Moduls unterscheiden.

[0006] Durch die Variabilität des Abstands der Halbleiterlichtquellen von den Brennpunkten der Reflektorflächen erreicht man zum einen, dass die Homogenität der Gesamtabstrahlcharakteristik der Leuchte optimiert werden kann. Zum anderen beeinflusst die Variabilität des Abstands der Halbleiterlichtquelle von dem zugehörigen Brennpunkt das Erscheinungsbild der Module nicht bzw. nicht merklich. Die Veränderung dieses Abstands wird im Wesentlichen in Betrachtungsrichtung auf die Leuchte vorgenommen. Veränderungen in Betrachtungsrichtung kann ein Betrachter kaum wahrnehmen, wohingegen Unterschiede der Module in einer Richtung senkrecht zur Betrachtungsrichtung gut wahrnehmbar sind. In dieser Richtung senkrecht zur Betrachtungsrichtung sind die Module jedoch im Wesentlichen identisch, so dass ein sehr einheitliches Erscheinungsbild der Leuchte bereitgestellt wird. Die Leuchte erscheint für den Betrachter als Matrix oder als Reihe aus einheitlichen Modulen.

[0007] Die erste Reflektorfläche kann beispielsweise auf einem Rotationsellipsoid liegen. Der Brennpunkt einer Ellipse, auf welcher der Rotationsellipsoid beruht, ist dabei der Punkt, bei dem ausgehende Lichtstrahlen so an der Ellipse reflektiert werden, dass sie sich in dem anderen Brennpunkt der Ellipse treffen.

[0008] Ferner kann die erste Reflektorfläche auf einem Rotationsparaboloid liegen. Die Parabel, welche dem Rotationsparaboloid zugrunde liegt, stellt den Grenzfall der Ellipse dar, bei welchem der zweite Brennpunkt im Unendlichen liegt. Lichtstrahlen, die vom Brennpunkt des Rotationsparaboloids ausgehen, werden von dem Rotationsparaboloid so reflektiert, dass sich ein paralleles Lichtbündel ergibt.

[0009] Als weiterer Grenzfall des Rotationsellipsoids bzw. Rotationsparaboloids kann die erste Reflektorfläche auch auf einer Hohlkugel liegen.

[0010] Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte sind die Halbleiterlichtquellen der Module in einer ersten, zu den optischen Achsen der Module senkrechten, d. h. gemeinsamen, Ebene angeordnet. Bei jedem Modultyp erstreckt sich die erste Reflektorfläche in Richtung der optischen Achse bis zu einer zweiten, zu der optischen Achse des Moduls senkrechten Ebene. Die Modultypen unterscheiden sich in diesem Fall dahingehend, dass sich der Abstand der ersten Ebene von der zweiten Ebene eines Modultyps von dem Abstand der ersten Ebene von der zweiten Ebene eines anderen Modultyps unterscheidet. Die Modultypen unterscheiden sich somit nicht nur hinsichtlich der Positionierung der Halbleiterlichtquellen, sondern auch hinsichtlich der Tiefe der ersten Reflektorfläche. Durch diese Variabilität der eingesetzten Module kann die Abstrahlcharakteristik der Leuchte noch besser angepasst werden, um eine möglichst homogene Abstrahlcharakteristik zu erreichen. Der Unterschied der Modultypen wird vom Betrachter jedoch kaum wahrgenommen, da er im Wesentlichen in paralleler Richtung zur Betrachtungsrichtung liegt.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung umfasst der Reflektor bei zumindest einem Modultyp eine zweite Fläche, welche sich an die erste Reflektorfläche anschließt, auf welche keine von der Halbleiterlichtquelle des zugehörigen Moduls emittierten Lichtstrahlen direkt auftreffen und welche sich in Richtung der optischen Achse des

zugehörigen Modultyps bis zu einer dritten, zu den optischen Achsen der Module senkrechten Ebene erstreckt. Bei der zweiten Fläche handelt es sich insbesondere um eine zweite Reflektorfläche oder um eine Blende. Bevorzugt ist die zweite Fläche eines Moduls trichterförmig ausgebildet. Die Reflektoren aller Module in Richtung der optischen Achsen der Module enden bevorzugt bei der dritten Ebene. Die unterschiedliche Tiefe der ersten Reflektorflächen der einzelnen Module kann somit durch die zweite Fläche ausgeglichen werden, so dass alle Reflektoren bei der dritten Ebene abschließen. Hierdurch wird ein einheitliches Erscheinungsbild der Module hergestellt. Da die zweite Fläche jedoch lichttechnisch nicht wirksam ist, da die Lichtstrahlen der Halbleiterlichtquelle nicht auf diese Flächen treffen, behindern diese zweiten Flächen nicht die Abstrahlcharakteristik der einzelnen Module, welche somit nur von der Geometrie der ersten Reflektorfläche und der Positionierung der Halbleiterlichtquelle bestimmt wird.

[0012] Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte ist bei den Modultypen der Abstand der zweiten Ebene von der dritten Ebene um so größer, desto größer der Abstand der ersten Ebene vom Brennpunkt der zugehörigen ersten Reflektorfläche ist. Auf diese Weise kann die Veränderung des Abstands der Halbleiterlichtquelle vom Brennpunkt so ausgeglichen werden, dass die Module für den Betrachter einheitlich erscheinen.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte bilden bei allen Modultypen bei einem Schnitt der zweiten Ebene durch die Reflektoren die Ränder der ersten Reflektorflächen dieselbe geometrische Form, insbesondere einen Kreis mit demselben Durchmesser. Ferner können bei allen Modultypen bei einem Schnitt der dritten Ebene durch die Reflektoren die Ränder der ersten Reflektorflächen oder der zweiten Flächen dieselbe geometrische Form bilden, insbesondere jeweils einen Kreis mit demselben Durchmesser, der jedoch größer ist als der Kreis, welcher bei einem Schnitt der zweiten Ebene durch die Reflektoren gebildet wird. Ein Betrachter erkennt Unterschiede in einer senkrechten Ebene zur Betrachtungsrichtung besonders gut. In dieser senkrechten Ebene erscheinen die sich unterscheidenden Modultypen jedoch identisch. Der Betrachter erkennt insbesondere zwei konzentrische Kreise, die von den Randflächen der ersten Reflektorflächen und der zweiten Flächen gebildet werden.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte sind die Anordnung der Modultypen in der Reihe oder der Matrix und der Abstand der Halbleiterlichtquellen vom Brennpunkt der zugehörigen ersten Reflektorfläche bei den Modultypen so gewählt, dass die Inhomogenitäten der Ausleuchtung einer Bilanzraumfläche in einer von der Leuchte beabstandeten Beleuchtungsebene durch die Lichtemission der Halbleiterlichtquellen minimal sind. Bei der Optimierung der Abstrahlcharakteristik der Leuchte werden somit zunächst die Modultypen durch die Wahl des Abstands der Halbleiterlichtquelle vom Brennpunkt der ersten Reflektorfläche und durch die Ausgestaltung der ersten Reflektorfläche festgelegt. Beispielsweise können drei verschiedene Modultypen definiert werden. Anschließend wird die Anordnung der einzelnen Modultypen in einer Matrix oder einer Reihe so optimiert, dass eine möglichst homogene Abstrahlcharakteristik in einem bestimmten Abstand von der Leuchte bereitgestellt werden kann.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Leuchte treffen auf jedes Flächenelement einer Bilanzraumfläche Lichtstrahlen, die von den Halbleiterlichtquellen jedes Moduls der Leuchte emittiert werden. Die Bilanzraumfläche ist dabei in einer von der Leuchte beabstandeten Beleuchtungsebene angeordnet. Diese Beleuchtungsebene ist insbesondere parallel zu der ersten Ebene. Ferner ist die Bilanzraumfläche in der Beleuchtungsebene mittig zu der Leuchte angeordnet. Die Erstreckung der Bilanzraumfläche ist durch einen maximalen Winkel von 70 Grad, insbesondere 50 Grad, festgelegt. Dieser Winkel ist zwischen einem von einem Punkt der Leuchte ausgehenden Lot auf die Bilanzraumfläche und einem von dem Punkt der Leuchte ausgehenden Schenkel zu einem seitlich äußeren Flächenelement der Bilanzraumfläche gebildet. Gemäß dieser Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte wird die zu beleuchtende Fläche somit nicht dadurch ausgeleuchtet, dass sich von den Halbleiterlichtquellen erzeugte Lichtflecken aneinanderreihen. Jedes Flächenelement der zu beleuchtenden Fläche wird vielmehr von den Lichtemissionen aller Halbleiterlichtquellen beleuchtet. Auf diese Weise kann eine besonders homogene Ausleuchtung der Bilanzraumfläche bereitgestellt werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Leuchte bilden die Module mehrere verschiedenen Farbtypen. Es ist möglich, dass die unterschiedlichen Modultypen auch die unterschiedlichen Farbtypen bilden. Es ist jedoch auch möglich, dass jeder Modultyp unterschiedliche Farbtypen umfasst. Die Farbtypen unterscheiden sich hinsichtlich der Wellenlänge der Lichtemission der zugehörigen Halbleiterlichtquelle. Die Anordnung der Farbtypen in der Reihe oder der Matrix ist dabei so gewählt, dass in der Beleuchtungsebene eine Lichtemission erzeugt wird, die sich aus der Mischung der Lichtemissionen verschiedener Farbtypen ergibt. Es ist z. B. möglich weißes bzw. warmweißes Licht zu erzeugen, indem Halbleiterlichtquellen verwendet werden, die jeweils nur rotes, nur grünes oder nur blaues Licht emittieren. Zum anderen kann weißes bzw. warmweißes Licht durch Mischung von mintgrünem und rotem Licht erzeugt werden. Um den Farbort des Mischlichts noch besser festlegen zu können, können optional zusätzlich noch Halbleiterlichtquellen eingesetzt werden, die kaltweißes Licht emittieren. Die Halbleiterlichtquelle ist insbesondere eine Leuchtdiode (light emitting diode, LED), bevorzugt eine sogenannte Hochleistungs-LED. Derartige Leuchtdioden haben den Vorteil, dass sie die zugeführte Energie sehr effizient in Licht umsetzen und außerdem eine sehr hohe Lebensdauer haben.

[0017] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug zu den Zeichnungen erläutert.

Figur 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leuchte,

Figur 2 zeigt die Anordnung der zu beleuchtenden Bilanzraumfläche in der x-y-Ebene,

5 Figur 3 zeigt die Anordnung der Bilanzraumfläche in der x-z-Ebene,

Figur 4 zeigt einen Schnitt durch zwei Module des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leuchte und

10 Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Elements des Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leuchte.

[0018] Wie in Figur 1 gezeigt, umfasst die Leuchte 10 mehrere Elemente 11. Die Elemente 11 setzen sich wiederum aus mehreren Modulen 1 zusammen. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel umfasst die Leuchte 10 drei Elemente 11, die wiederum jeweils 16 Module 1 umfassen, die in einer 4x4-Matrix angeordnet sind. Die Module 1 bilden zumindest zwei verschiedene Modultypen. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel sind drei Modultypen gebildet, die in Figur 1 mit A, B und C bezeichnet sind. Die Unterschiede der einzelnen Modultypen werden später im Detail erläutert.

[0019] Mit Bezug zu den Figuren 2 und 3 wird eine sogenannte Bilanzraumfläche 12 erläutert, die von einem Element 11 der Leuchte 10 homogen ausgeleuchtet werden soll. Es sei angenommen, dass das Element 11 an der Decke eines Raums befestigt ist. Der Boden des Raums liegt dann in der x-y-Ebene. Die z-Richtung des kartesischen Koordinatensystems zeigt dann in Richtung der Höhe des Raums. Das Element 11 ist so ausgerichtet, dass die optische Achse der Module 1 parallel zur z-Richtung ausgerichtet ist, d.h. senkrecht zum Boden des Raums ausgerichtet ist. Unterhalb des Elements 11 wird eine Bilanzraumfläche 12 definiert. Es handelt sich dabei um ein Quadrat mit der Seitenlänge d. Der Abstand h des Elements 11 von der Bilanzraumfläche 12 sei 3 Meter. Die Seitenlänge d der Bilanzraumfläche ist in diesem Fall 9,5 m. Das Element 11 ist mittig über der Bilanzraumfläche 12 angeordnet. Der in Figur 3 bezeichnete Winkel α , welcher zwischen dem Lot 17 und dem Schenkel 14 von dem Element 11 zu einem seitlich äußeren Flächenelement der Bilanzraumfläche 12 gebildet wird, ist in diesem Fall 56,3 Grad.

[0020] Falls die Module 1 des Elements 11 der Leuchte 10 in einer anderen Geometrie angeordnet sind, kann auch eine andere Fläche, beispielsweise eine Scheibe, als Bilanzraumfläche 12 betrachtet werden. Durch die einzelnen Elemente 11 der Leuchte 10 wird erreicht, dass die zu bestrahlende Fläche, insbesondere die vorstehend erläuterte Bilanzraumfläche, so homogen wie möglich ausgeleuchtet wird, die unterschiedlichen Modultypen der Module 1 der Leuchte 10 in ihrer Abweichung voneinander jedoch für den Betrachter vernachlässigbare Unterschiede aufweisen. Um dieser idealen Lichtlösung möglichst nahe zu kommen, werden die Module 1 in ihrer Ausdehnung in einer x-y-Ebene so konzipiert, dass sie möglichst insignifikante Unterschiede aufweisen und die Unterschiede der Modultypen in der z-Richtung liegen. Durch diese geometrische Anordnung erreicht man nämlich, dass die Unterschiede kaum wahrnehmbar sind. Das menschliche Auge kann nämlich Variationen in Betrachtungsrichtung, d.h. in z-Richtung, aufgrund der geringen Tiefenschärfe wesentlich schlechter wahrnehmen als Unterschiede in der x-y-Ebene, d.h. in Richtungen senkrecht zur Betrachtungsrichtung.

[0021] Mit Bezug zur Figur 4 werden die Unterschiede der Modultypen A, B, C im Detail erläutert:

40 Die Figur 4 zeigt zwei Module 1-1 und 1-2, die zu verschiedenen Modultypen gehören. Beispielsweise kann das Modul 1-1 vom Modultyp A und das Modul 1-2 vom Modultyp B sein. Enthält im Folgenden ein Bezugszeichen zwei durch einen Strich getrennte Ziffern, so bezeichnet die erste Ziffer das Element und die zweite Ziffer die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Modultyp.

45 **[0022]** Das erste Modul 1-1 umfasst einen Reflektor 2-1 mit einer ersten Reflektorfläche 3-1. Die Reflektorfläche 3-1 liegt auf einem Rotationsellipsoid. Der Brennpunkt der ersten Reflektorfläche 3-1 ist mit 5-1 bezeichnet. Innerhalb der ersten Reflektorfläche 3-1 ist als Halbleiterlichtquelle eine Leuchtdiode 7-1 angeordnet. Die Leuchtdiode 7-1 ist auf der optischen Achse 6-1 des Moduls 1-1 beabstandet von dem Brennpunkt 5-1 der ersten Reflektorfläche 3-1 angeordnet. Die Leuchtdiode 7-1 befindet sich somit auf einer Ebene E1, welche sich senkrecht zu der optischen Achse 6-1 erstreckt. Die Leuchtdiode 7-1 ist auf einer Platine 8 befestigt. Im Folgenden sei angenommen, dass die in Lichtemissionsrichtung gerichtete Oberfläche der Platine 8 in der Ebene E1 liegt und auch die Lichtemission der Leuchtdiode 7-1 von einem Punkt auf der Ebene E1 aus erfolgt. Dabei wird angenommen, dass die von der Lichtemissionsrichtung abgewandte Seite der Leuchtdiode 7-1 in der Ebene E1 liegt. In Figur 4 ist die Leuchtdiode 7-1 nur zur besseren Darstellung vergrößert wiedergegeben.

55 **[0023]** Der Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-1 ist bei der Ebene E1 abgeschnitten, da die Leuchtdiode 7-1 nur Licht nach vorne bzw. zur Seite emittiert, so dass der Teil des Rotationsellipsoids, der hinter der Ebene E1 (d.h. links in Figur 4) liegt, nicht benötigt wird. In Abstrahlrichtung ist der Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-1 bei einer zweiten Ebene E2-1 abgeschnitten. Diese Ebene E2-1 verläuft senkrecht zur optischen Achse 6-1 und parallel zu

der Ebene E1. Sie verläuft außerdem durch den Scheitelpunkt der Ellipse, welche den Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-1 bildet.

[0024] An die erste Reflektorfläche 3-1 schließt sich eine zweite Fläche 4-1 des Reflektors 2-1 an. Bei der zweiten Fläche 4-1 kann es sich um eine weitere Reflektorfläche oder eine Blende handeln. Die zweite Fläche 4-1 ist trichterförmig ausgebildet, wobei der Öffnungswinkel des Trichters so gewählt ist, dass Lichtstrahlen, die von der Leuchtdiode 7 emittiert werden, nicht direkt auf die zweite Fläche 4-1 treffen können. Die zweite Fläche 4-1 beeinflusst somit die Abstrahlcharakteristik des Moduls 1-1 der Leuchte 10 nicht. Die zweite Fläche 4-1 erstreckt sich bis zu einer dritten Ebene E3, welche parallel zur Ebene E1 und Ebene E2-1 ist.

[0025] Der vordere Rand der ersten Reflektorfläche 3-1 in der Ebene E2-1 beschreibt einen Kreis mit dem Durchmesser d_1 . Der vordere Rand der zweiten Fläche 4-1 in der Ebene E3 beschreibt auch einen Kreis, dessen Durchmesser mit d_2 bezeichnet ist. An die zweite Fläche 4-2 kann sich noch ein Abschnitt anschließen, welcher in der Ebene E3 verläuft. Der Durchmesser dieses Abschnitts in der Ebene E3 ist mit d_3 bezeichnet.

[0026] Der Abstand des Brennpunkts 5-1 von dem Hauptscheitel der Ellipse, welche den Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-1 bildet, der auf der optischen Achse 6-1 liegt, ist mit d_8 bezeichnet. Der Abstand der Leuchtdiode 7-1 von dem Hauptscheitel der Ellipse, welche den Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-1 bildet, ist mit d_9 bezeichnet. Der Abstand der Ebene E1 von der Ebene E2-1 ist mit d_{10} bezeichnet und der Abstand der Ebene E2-1 von der Ebene E3 ist mit d_{11} bezeichnet. Der Abstand der Leuchtdiode 7-1 von dem Brennpunkt 5-1 auf der optischen Achse 6-1 ergibt sich somit aus der Differenz d_9 minus d_8 .

[0027] Im unteren Teil der Figur 4 ist ein Modul 1-2 eines anderen Typs gezeigt. Dieser Modultyp unterscheidet sich vom Typ des Moduls 1-1 hinsichtlich des Abstands d_9 , d.h. den Abstand der Leuchtdiode 7-2 vom Hauptscheitel der Ellipse, welche den Rotationsellipsoid der zweiten Reflektorfläche 3-2 bildet, d. h. hinsichtlich des Abstands der Leuchtdiode 7-2 vom Brennpunkt 5-2 der ersten Reflektorfläche 3-2 des Moduls 1-2. Wie aus Figur 4 ersichtlich, ist der Abstand d_9 des Moduls 1-2 geringer als der Abstand d_9 des Moduls 1-1. Die Parameter der Ellipse, welche den Rotationsellipsoid der ersten Reflektorfläche 3-2 des Moduls 1-2 bilden, sind identisch zu der entsprechenden Ellipse des Moduls 1-2. Ferner ist die Leuchtdiode 7-2 auf derselben Ebene E1 wie die Leuchtdiode 7-1 des Moduls 1-1 angeordnet. Die erste Reflektorfläche 3-2 erstreckt sich somit im Vergleich zu der ersten Reflektorfläche 3-1 des Moduls 1-1 weiter in Richtung des auf der optischen Achse 6-2 liegenden Hauptscheitelpunkts der Ellipse. Der vordere Rand der ersten Reflektorfläche 3-2 des Moduls 1-2 ist wiederum so gebildet, dass sich bei der zweiten Ebene E2-2 ein Kreisdurchmesser d_1 ergibt, welcher identisch mit dem entsprechenden Kreisdurchmesser d_1 des Moduls 1-1 ist. Dies bedeutet jedoch, dass sich die Lage der Ebene 2-2 des Moduls 1-2 von der Lage der Ebene E2-1 des Moduls 1-1 unterscheidet. Der Abstand d_{10} der Ebene E2-2 von der Ebene E1 ist größer als der Abstand der Ebene E2-1 von der Ebene E1.

[0028] Ferner ist der Reflektor 2-2 so gebildet, dass er in Abstrahlrichtung auch bei der Ebene E3 abschließt und die zweite Fläche 4-2 bei der Ebene E3 denselben Durchmesser d_2 hat, wie der entsprechende Kreis der zweiten Fläche 4-1 des Moduls 1-1. Dies hat zur Folge, dass der Öffnungswinkel des Trichters der zweiten Fläche 4-2 des Moduls 1-2 größer ist als der entsprechende Öffnungswinkel des Trichters der zweiten Fläche 4-1 des Moduls 1-1. Ferner ergibt sich daraus, dass der Abstand d_{11} der Ebene E2-2 des Moduls 1-2 von der Ebene E3 kleiner ist als der entsprechende Abstand d_{11} der Ebene E2-1 des Moduls 1-1 von der Ebene E3.

[0029] Bei der Anordnung des Elements 11 der Leuchte 10 entsprechend den Darstellungen in Figuren 2 und 3 liegen die Ebenen E1, E2-1, E2-2 und E3 parallel zur x-y-Ebene. Die optischen Achsen 6-1 und 6-2 erstrecken sich parallel zur z-Richtung. Es ergibt sich somit, dass die verschiedenen Modultypen, zu denen die Module 1-1 und 1-2 gehören, sich in der Geometrie in x-y-Richtung nicht unterscheiden, da die Durchmesser d_1 , d_2 und d_3 identisch sind. Diese Geometrie kann der Betrachter besonders gut erkennen. Die Modultypen unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Geometrie in Richtung der optischen Achsen 6-1 bzw. 6-2, d.h. in z-Richtung. Insbesondere die Abstände d_9 , d_{10} und d_{11} sind unterschiedlich.

[0030] Wie in Figur 1 gezeigt, umfasst die Leuchte 10 bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel drei Modultypen. Die Geometrien der Modultypen sind als Beispiel in der folgenden Tabelle angegeben, wobei die absoluten Größenangaben nur beispielhaft sind. Wesentlich sind die Verhältnisse der Parameter, welche die Modultypen voneinander unterscheiden.

	A	B	C
d_1	12,08 mm	12,08 mm	12,08 mm
d_2	20,00 mm	20,00 mm	20,00 mm
d_3	28,28 mm	28,28 mm	28,28 mm
d_8	2,25 mm	2,25 mm	2,25 mm
d_9	1,00 mm	1,70 mm	2,50 mm

(fortgesetzt)

	A	B	C
d ₁₀	7,00 mm	6,30 mm	5,50 mm
d ₁₁	0,80 mm	1,50 mm	2,30 mm

[0031] Bei der Wahl der Modultypen A, B, C gemäß vorstehender Tabelle wird die Anordnung der Modultypen in jedem Element 11 der Leuchte 10, wie in Figur 1 gezeigt, gewählt, durch diese Anordnung in der Matrix erreicht man eine sehr homogene Ausleuchtung der Bilanzraumfläche 12. Des Weiteren erreicht man durch die Wahl der Reflektortypen der Modultypen A, B, C eine erhebliche Steigerung der Entblendungsqualität. Die Intensität des Streulichts, welches nicht auf die Bilanzraumfläche 12 trifft, wird somit reduziert.

[0032] Die Wahl der Parameter der vorstehenden Tabelle und die Anordnung der Modultypen der Module 1 in der Matrix gemäß Figur 1 wurde wie folgt ermittelt:

Die verschiedenen Modultypen werden im Folgenden mit $v_1, v_2, \dots, v_n$ bezeichnet. Die Menge der Modultypen ist wie folgt definiert:

$$\vec{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$$

Die Bestrahlungsstärke ist mit B bezeichnet. Das auf die Bilanzraumfläche 12 fallende Licht pro Flächeneinheit ist mit $B_F, \vec{v}$ bezeichnet.

Die spezifische Gesamtabstrahlung ist mit $B_G, \vec{v}$ bezeichnet.

[0033] Zur Ermittlung der Parameter der Module 1 und der Anordnung der Modultypen in der Matrix wird folgende Minimierungsfunktion verwendet:

$$\underset{\vec{v}}{MIN} = \left\{ \frac{1}{\langle B_{F,\vec{v}} \rangle^2} \cdot \left(\langle B_{F,\vec{v}}^2 \rangle - \langle B_{F,\vec{v}} \rangle^2 \right) + \beta \left(1 - \frac{\langle B_{F,\vec{v}} \rangle}{B \langle B_{G,\vec{v}} \rangle} \right)^2 \right\}$$

[0034] Die einzelnen Terme können wie folgt interpretiert werden:

[0035] Die Intensität des auf die Bilanzraumfläche 12 auftreffenden Lichts ergibt sich wie folgt:

$$\langle B_{F,\vec{v}} \rangle = \frac{1}{F} \int_F dx dy B_{F,\vec{v}}(x, y)$$

[0036] Das Moment der Intensität ergibt sich wie folgt:

$$\langle B_{F,\vec{v}}^2 \rangle = \frac{1}{F} \int_F dx dy B_{F,\vec{v}}^2(x, y)$$

[0037] Die abgestrahlte Intensität ergibt sich wie folgt:

$$\langle B_{\theta\theta} \rangle = \frac{1}{F} \int_{x=x_0}^{x=x_0+\Delta x} \int_{y=y_0}^{y=y_0+\Delta y} B_{\theta}(x,y)$$

[0038] Die von den ersten Reflektorflächen 3-1, 3-2 erzeugten Intensitäten ergeben sich wie folgt:

$$B_{\theta}(x,y) = \sum_{i=1}^N B_{\theta}(x + \underbrace{x_i}_{x_i = x_0 + i\Delta x}, y)$$

[0039] Die Abstrahlcharakteristik und -intensität eines bestimmten Modultyps in einer Höhe H über der Bilanzraumfläche 12 ergibt sich wie folgt:

$$B_{\theta}(x,y) = Cf(\alpha) \cos^3 \alpha ,$$

wobei C eine Konstante ist.

[0040] Ferner wird in der Minimierungsfunktion ein Gewichtungsfaktor β verwendet. Hierdurch wird eine Gewichtung zwischen der Homogenität der Bestrahlungsstärke innerhalb der Bilanzraumfläche 12 und der Maximierung der Summe der Bestrahlung innerhalb der Bilanzraumfläche erzeugt. Ein großer Wert für den Gewichtungsfaktor β entspricht dabei einer stärkeren Gewichtung der Maximierung der Summe der Bestrahlung innerhalb der Bilanzraumfläche 12 und umgekehrt.

[0041] Die Modultypen A, B, C unterscheiden sich ferner noch hinsichtlich der Lichtemission der Leuchtdioden 7: Die Leuchtdiode 7 des Modultyps A emittiert Licht in einem rotem Wellenlängenbereich, die Leuchtdiode 7 des Modultyps B emittiert Licht in einem grünem Wellenlängenbereich und die Leuchtdiode 7 des Modultyps C emittiert Licht in einem blauem Wellenlängenbereich. Auf diese Weise kann die Bilanzraumfläche 12 mit warmweißem Licht homogen ausgeleuchtet werden. Alternativ kann auch die Leuchtdiode 7 des Modultyps A Licht in einem mintgrünem Wellenlängenbereich, die Leuchtdiode 7 des Modultyps B Licht in einem rotem Wellenlängenbereich und die Leuchtdiode 7 des Modultyps C Licht in einem kaltweißem Wellenlängenbereich emittieren.

[0042] In Figur 5 ist perspektivisch ein Teil der Leuchte 10 dargestellt, bei welcher die Leuchtdioden 7 in einer Reihe angeordnet sind. Zur Befestigung der Module 1 umfasst die Leuchte 10 einen Grundkörper 15. Auf diesem Grundkörper ist eine Platine 8 befestigt, auf welcher die Leuchtdioden 7 beabstandet voneinander ausgebildet sind. Ferner sind an dem Grundkörper 15 die Reflektoren 2-1 und 2-2 befestigt. In Figur 5 ist nur ein Teil dieser Reflektoren 2-1 und 2-2 gezeigt, um die darunter liegende Platine 8 sichtbar zu machen.

[0043] Bei der Leuchte 10 ist es besonders wichtig, dass die Reflektoren 2-1 und 2-2 relativ zu den Leuchtdioden 7 exakt justiert sind. Für diese Justierung sind die Passungsstifte 16 in den Grundkörper 15 eingeschoben. Auf diese Weise lassen sich die Platine 8 und auch die Reflektoren 2-1 und 2-2, welche in diesem Fall bevorzugt einteilig ausgestaltet sind, an ihre gewünschte Position exakt fixieren. Es hat sich herausgestellt, dass diese Art der Fixierung vorteilhaft gegenüber einer Fixierung ist, bei welcher man die Passungsstifte in den Reflektor steckt und dann die Platine 8 auf den Reflektor klebt.

Patentansprüche

1. Leuchte (10) mit mehreren Modulen (1), die in einer Reihe oder Matrix angeordnet sind, wobei die Module (1) jeweils einen Reflektor (2-1, 2-2) mit einer ersten Reflektorfläche (3-1, 3-2) und eine Halbleiterlichtquelle (7-1, 7-2) aufweisen und wobei die Halbleiterlichtquelle (7-1, 7-2) jeweils beabstandet von einem Brennpunkt (5-1, 5-2) der ersten Reflektorfläche (3-1, 3-2) des zugeordneten Moduls (1-1, 1-2) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Module (1) mehrere verschiedene Modultypen (A, B, C) bilden und die Modultypen (A, B, C) zum Erzeugen einer homogenen Abstrahlcharakteristik der Leuchte (10) sich jeweils hinsichtlich des Abstands der Halbleiterlichtquelle (7-1, 7-2) von dem Brennpunkt (5-1, 5-2) des zugeordneten Moduls (1-1, 1-2) unterscheiden.

2. Leuchte (10) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Halbleiterlichtquellen (7-1, 7-2) der Module (1) in einer ersten zu den optischen Achsen (6-1, 6-2) der Module (1) senkrechten Ebene angeordnet sind,
- **dass** sich bei jedem Modultyp (A, B, C) die erste Reflektorfläche (3-1, 3-2) in Richtung der optischen Achse (6-1, 6-2) bis zu einer zweiten, zu der optischen Achse (6-1, 6-2) des Moduls (1-1, 1-2) senkrechten Ebene (E2-1, E2-2) erstreckt und
- **dass** sich die Modultypen (A, B, C) dahingehend unterscheiden, dass sich der Abstand (d_{10}) der ersten Ebene (E1) von der zweiten Ebene (E2-1) eines Modultyps (A) von dem Abstand (d_{10}) der ersten Ebene (E1) von der zweiten Ebene (E2-2) eines anderen Modultyps (B) unterscheidet.

3. Leuchte (10) nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei zumindest einem Modultyp (A, B, C) der Reflektor (2-1, 2-2) eine zweite Fläche (4-1, 4-2) umfasst, welche sich an die erste Reflektorfläche (3-1, 3-2) anschließt, auf welche keine von der Halbleiterlichtquelle (7-1, 7-2) des zugehörigen Moduls (1-1, 1-2) emittierten Lichtstrahlen direkt auftreffen und welche sich in Richtung der optischen Achse (6-1, 6-2) des zugehörigen Modultyps (A, B, C) bis zu einer dritten, zu den optischen Achsen (6-1, 6-2) der Module (1-1, 1-2) senkrechten Ebene (E3) erstreckt.

4. Leuchte (10) nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Fläche (4-1, 4-2) eine zweite Reflektorfläche oder eine Blende ist.

5. Leuchte (10) nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Fläche (4-1, 4-2) eines Moduls (1-1, 1-2) trichterförmig ist.

6. Leuchte (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Reflektoren (2-1, 2-2) aller Module (1) in Richtung der optischen Achsen (6-1, 6-2) der Module (1) bei der dritten Ebene (E3) enden.

7. Leuchte (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei den Modultypen (A, B, C) der Abstand (d_{11}) der zweiten Ebene (E2-1, E2-2) von der dritten Ebene (E3) umso größer ist, desto größer der Abstand der ersten Ebene (E1) vom Brennpunkt (5-1, 5-2) der zugehörigen ersten Reflektorfläche (3-1, 3-2) ist.

8. Leuchte (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei allen Modultypen (A, B, C) bei einem Schnitt der zweiten Ebene (E2-1, E2-2) durch die Reflektoren (1-2, 2-2) die Ränder der ersten Reflektorflächen (3-1, 3-2) dieselbe geometrische Form bilden.

9. Leuchte (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei allen Modultypen (A, B, C) bei einem Schnitt der dritten Ebene (E3) durch die Reflektoren (1-2, 2-2) die Ränder der ersten Reflektorflächen (3-1, 3-2) oder der zweiten Flächen (4-1, 4-2) dieselbe geometrische Form bilden.

10. Leuchte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anordnung der Modultypen (A, B, C) in der Reihe oder der Matrix und der Abstand der Halbleiterlichtquellen (7-1, 7-2) vom Brennpunkt (5-1, 5-2) der zugehörigen ersten Reflektorfläche (3-1, 3-2) bei den Modultypen (A, B, C) so gewählt sind, dass die Inhomogenitäten der Ausleuchtung einer Bilanzraumfläche (12) in einer von der Leuchte (10) beabstandeten Beleuchtungsebene durch die Lichtemission der Halbleiterlichtquellen (7-1, 7-2) minimal sind.

11. Leuchte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass auf jedes Flächenelement einer Bilanzraumfläche (12) Lichtstrahlen treffen, die von den Halbleiterlichtquellen

(7-1, 7-2) jedes Moduls (1) der Leuchte (10) emittiert werden, wobei die Bilanzraumfläche (12) in einer von der Leuchte (10) beabstandeten Beleuchtungsebene angeordnet ist und wobei die Bilanzraumfläche (12) in der Beleuchtungsebene mittig zu der Leuchte (10) angeordnet ist und ein maximaler Winkel von 70° zwischen einem von einem Punkt der Leuchte (10) ausgehenden Lot (17) auf die Bilanzraumfläche (12) und einem von dem Punkt der Leuchte (10) ausgehenden Schenkel (14) zu einem seitlich äußeren Flächenelement der Bilanzraumfläche (12) gebildet ist.

12. Leuchte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Module (1) mehrere verschiedene Farbtypen bilden, wobei sich die Farbtypen hinsichtlich der Wellenlänge der Lichtemission der zugehörigen Halbleiterlichtquellen (7-1, 7-2) unterscheiden, und die Anordnung der Farbtypen in der Reihe oder der Matrix so gewählt ist, dass in der Beleuchtungsebene eine Lichtemission erzeugt wird, die sich aus der Mischung der Lichtemissionen verschiedener Farbtypen ergibt.

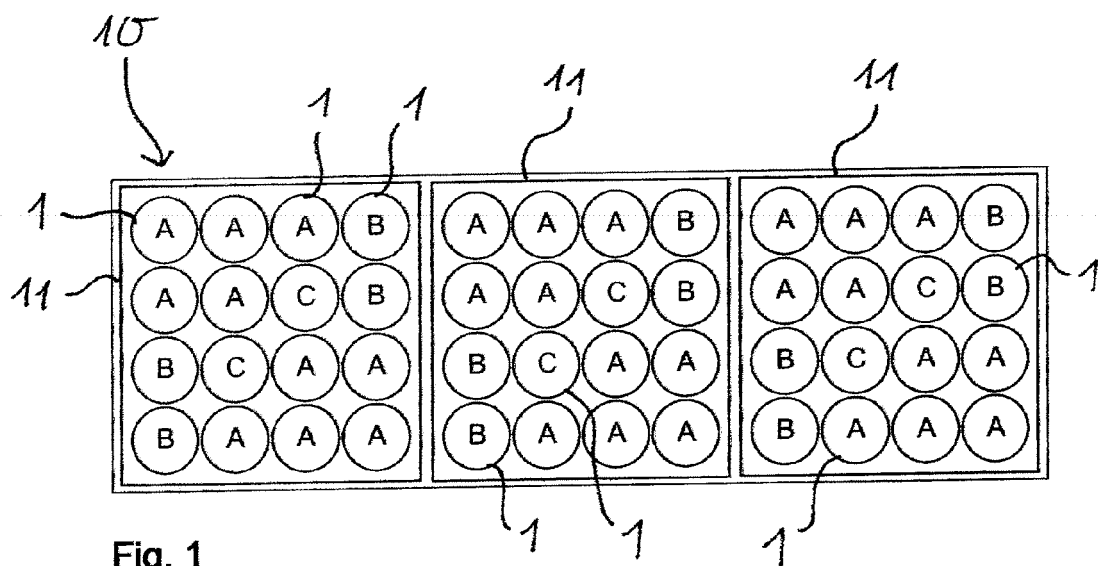


Fig. 1

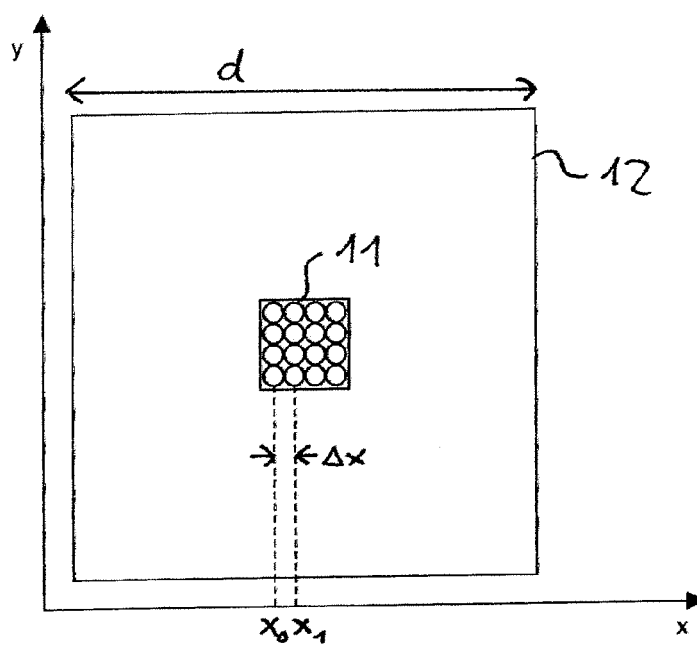
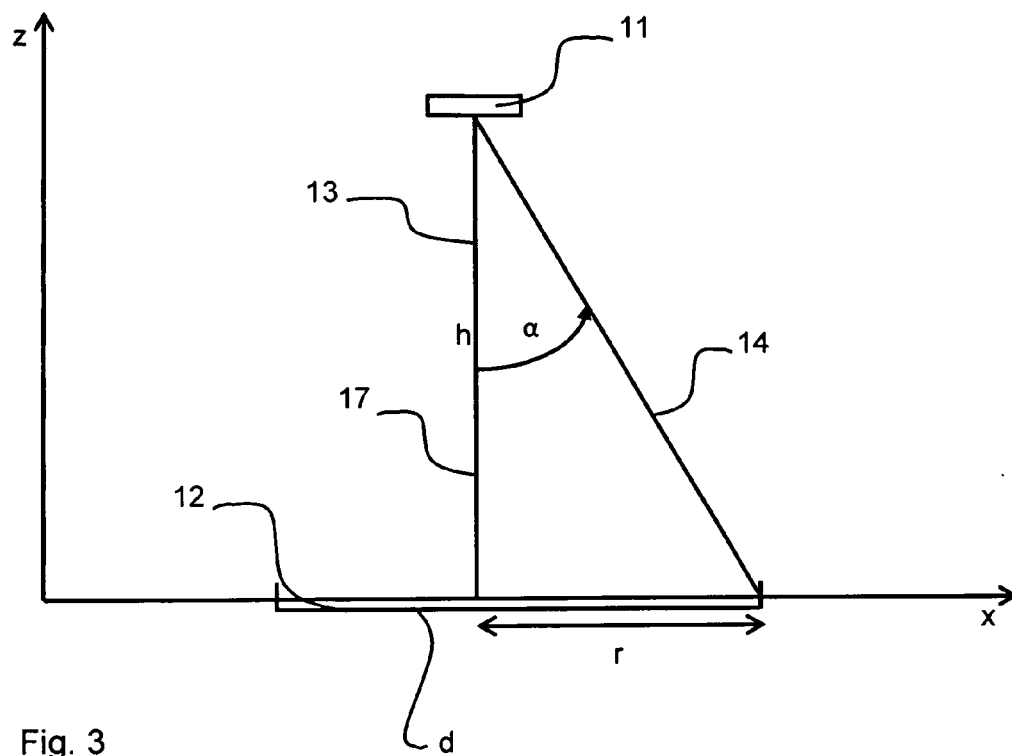


Fig. 2



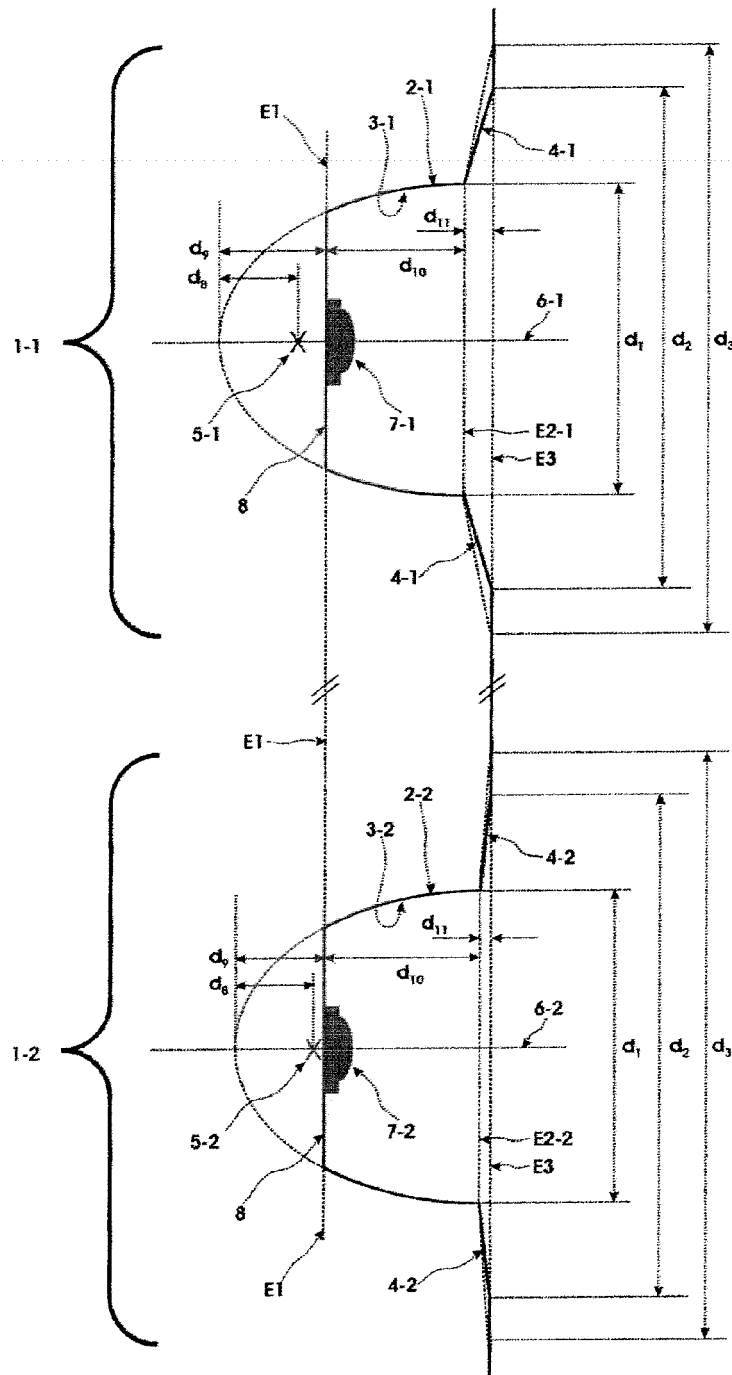


Fig. 4

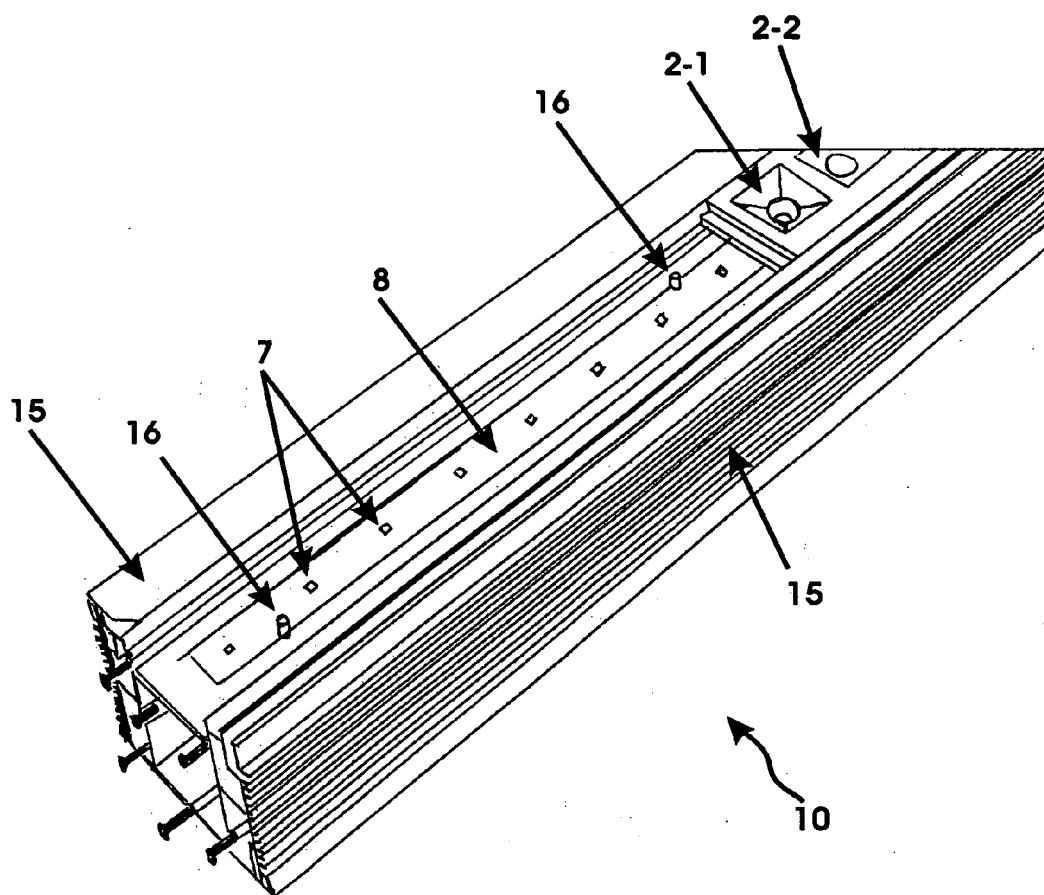


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 16 3438

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 233 819 A1 (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD [JP]) 29. September 2010 (2010-09-29) * Absatz [0048] * * Abbildung 7c *	1-12	INV. F21K99/00
A	EP 1 890 076 A1 (CCS INC [JP]) 20. Februar 2008 (2008-02-20) * Zusammenfassung * * Abbildung 15 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F21K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		29. September 2011	
		Prüfer	
		Amerongen, Wim	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 16 3438

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-09-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2233819 A1	29-09-2010	CN 101846281 A	29-09-2010
		JP 2010231938 A	14-10-2010
		US 2010244061 A1	30-09-2010

EP 1890076 A1	20-02-2008	CN 101238325 A	06-08-2008
		WO 2006129570 A1	07-12-2006
		JP 4376289 B2	02-12-2009
		KR 20080020614 A	05-03-2008
		US 2010014286 A1	21-01-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82