

(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  
3. Januar 2008 (03.01.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/000244 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**H01L 33/00** (2006.01) **G02B 3/02** (2006.01)  
**G02B 27/09** (2006.01) **G02F 1/13357** (2006.01)  
**F21V 5/04** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/001149

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Juni 2007 (28.06.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 030 253.2 30. Juni 2006 (30.06.2006) DE  
10 2006 050 880.7  
27. Oktober 2006 (27.10.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH** [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regens-  
burg (DE).

(72) Erfinder; und

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

(74) Anwalt: **EPHING HERMANN FISCHER PATEN-  
TANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstrasse 55,  
80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,  
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL,  
PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,  
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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,  
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG).

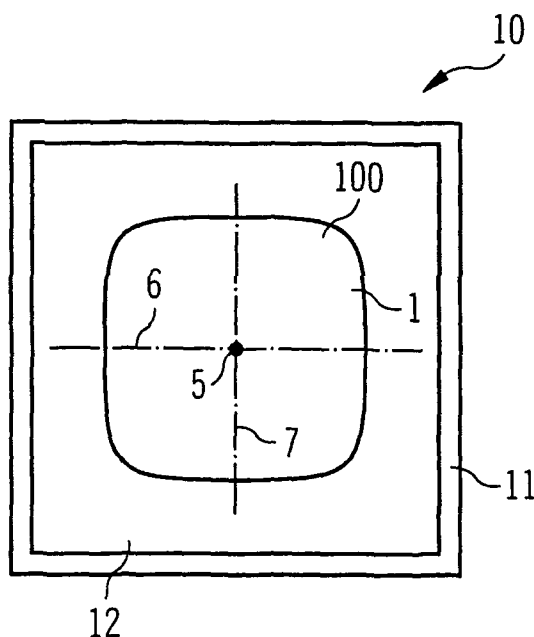
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND ILLUMINATION DEVICE

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES BAUTEIL UND BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic com-  
ponent (1), with an optically active region (100), the optically ac-  
tive region comprising at least one semiconductor chip (2), pro-  
vided for the generation of electromagnetic radiation (4) and a  
beam forming element (3), through which at least a part of the  
electromagnetic radiation emitted by the semiconductor chip dur-  
ing operation passes and which has an optical axis (5). Said op-  
tically active region has a quadrant symmetry with relation to a  
coordinate system (6, 7) perpendicular to the optical axis. The in-  
vention further relates to an illumination device comprising such  
a component.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optoelek-  
tronisches Bauteil (1) mit einem optisch aktiven Gebiet (100),  
wobei das optisch aktive Gebiet mindestens einen Halbleiterchip  
(2) umfasst, der zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung  
(4) vorgesehen ist, und ein Strahlformungselement (3) umfasst,  
durch das zumindest ein Teil der von dem Halbleiterchip im  
Betrieb emittierten elektromagnetischen Strahlung tritt und das  
eine optische Achse (5) aufweist, und wobei das optisch aktive  
Gebiet eine Quadrantsymmetrie bezüglich eines zur optischen  
Achse senkrechten Koordinatensystems (6, 7) aufweist. Die  
Erfindung betrifft weiter eine Beleuchtungseinrichtung mit  
einem solchen Bauteil.

WO 2008/000244 A2



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

### Optoelektronisches Bauteil und Beleuchtungseinrichtung

Diese Patentanmeldung beansprucht die Prioritäten der deutschen Patentanmeldungen 102006030253.2 und 102006050880.7, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauteil und eine Beleuchtungseinrichtung.

Optoelektronische Bauteile werden häufig eingesetzt, um rechteckige Flächen zu beleuchten. Beispielsweise sind Hinterleuchtungsvorrichtungen für Flachbildschirme bekannt, die eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauteilen aufweisen. Letztere haben jedoch üblicherweise eine rotationssymmetrische Abstrahlcharakteristik. Die homogene Beleuchtung einer rechteckigen Fläche ist mit solchen optoelektronischen Bauteilen nicht möglich, da rotationssymmetrische Strahlenkegel schon aus prinzipiellen, mathematischen Gründen nicht so überlagert werden können, dass die Fläche homogen beleuchtet wird.

Werden die Bauteile beispielsweise in einem Sechseckraster angeordnet, um eine möglichst homogene Beleuchtungsstärkenverteilung in einem mittleren Bereich der beleuchteten Fläche zu erzielen, treten Inhomogenitäten am Rand der beleuchteten Fläche auf. Durch Anordnung der Bauteile in einem Rechteckraster kann die Homogenität der Beleuchtung am Rand der beleuchteten Fläche verbessert werden. Im mittleren Bereich der Fläche ist dann die Homogenität der Beleuchtung gegenüber der Anordnung im

Sechseckraster verschlechtert und die Beleuchtungsstärkeverteilung weist Schwankungen auf, die im gleichen Raster verlaufen wie die Anordnung der optoelektronischen Bauteile.

Um diese Inhomogenitäten zu reduzieren, müssen die Bauteile in einem sehr geringen Abstand zueinander angeordnet werden. Die Hinterleuchtungsanordnung enthält daher deutlich mehr optoelektronische Bauteile, als zum Erzielen der gewünschten Lichtstärke notwendig sind.

Alternativ kann die Strahlung aus einer Hinterleuchtungsanordnung durch eine Diffusorplatte mit einer hohen Reflektivität und geringer Transmission ausgekoppelt werden. So wird Mehrfachstreuung innerhalb der Hinterleuchtungsanordnung erzwungen und die Homogenität des ausgekoppelten Lichts auf Kosten der Effizienz erhöht. Es werden dann zusätzliche optoelektronische Bauteile benötigt, um die gewünschte Lichtstärke der Hinterleuchtungsanordnung zu erzielen.

Bei einer anderen Vorgehensweise zur Reduzierung der Inhomogenitäten werden mittels Zerstreuungslinsen die Strahlenkegel der Bauteile stark aufgeweitet. Die dabei erzielbare Homogenität ist jedoch für viele Anwendungen unzureichend. Zudem stellt diese Vorgehensweise äußerst hohe Anforderungen an Fertigungs- und Montagetoleranzen.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein optoelektronisches Bauteil anzugeben, das zur homogenen Hinterleuchtung einer Fläche geeignet ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Beleuchtungsanordnung anzugeben, die elektromagnetische Strahlung mit einer

verbesserten Homogenität emittiert und die besonders effizient ist.

Diese Aufgabe wird durch ein optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 1 und durch eine Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 20 erreicht.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des optoelektronischen Bauteils beziehungsweise der Beleuchtungsvorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben, deren Offenbarungsgehalt hiermit ausdrücklich durch Rückbezug in die Beschreibung aufgenommen wird.

Ein optoelektronisches Bauteil gemäß der Erfindung weist ein optisch aktives Gebiet auf. Das optisch aktive Gebiet umfasst mindestens einen Halbleiterchip und ein Strahlformungselement, das eine optische Achse aufweist. Das optisch aktive Gebiet weist eine Quadrantensymmetrie bezüglich eines zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems auf. Der Halbleiterchip ist zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung vorgesehen. Zumindest ein Teil dieser, von dem Halbleiterchip im Betrieb emittierten, elektromagnetischen Strahlung tritt durch das Strahlformungselement.

Mit anderen Worten gibt es also ein Koordinatensystem mit zwei, insbesondere zueinander senkrechten, Koordinatenachsen, die beide senkrecht zu der optischen Achse stehen und deren Schnittpunkt auf der optischen Achse liegt. Das optisch aktive Gebiet ist spiegelsymmetrisch bezüglich der Ebenen, die durch die optische Achse und je eine der Achsen des dazu senkrechten Koordinatensystems aufgespannt werden. Anders ausgedrückt geht das optisch aktive Gebiet bei Spiegelung an

der Ebene, die durch die optische Achse und die erste Achse des dazu senkrechten Koordinatensystems aufgespannt wird, und bei Spiegelung an der Ebene, die durch die optische Achse und die zweite Achse des dazu senkrechten Koordinatensystems aufgespannt wird, in sich selbst über.

In dem Spezialfall, dass das optisch aktive Gebiet auch spiegelsymmetrisch bezüglich der Winkelhalbierenden der rechtwinklig zueinander angeordneten ersten und zweiten Koordinatenachsen ist, weist das optisch aktive Gebiet bei zumindest einer Ausführungsform auch eine vier-zählige Radialsymmetrie bezüglich einer Drehung um die optische Achse auf. Es geht also in diesem Fall bei einer Drehung um  $90^\circ$  um die optische Achse in sich selbst über. Das optisch aktive Gebiet ist jedoch vorteilhafterweise nicht rotationssymmetrisch. Es geht also nicht bei Drehung um einen beliebigen Winkel um die optische Achse in sich selbst über, sondern beispielsweise nur bei einer Drehung um einen Winkel von  $180^\circ$  oder ein Vielfaches davon, beziehungsweise um einen Winkel von  $90^\circ$  oder ein Vielfaches davon.

Vorteilhafterweise ist die Verteilung der von dem optoelektronischen Bauteil emittierten elektromagnetischen Strahlung daher ebenfalls nicht rotationssymmetrisch. Das optoelektronische Bauteil emittiert vielmehr mit Vorteil elektromagnetische Strahlung mit einer quadrantensymmetrischen Lichtstärkeverteilung.

Das Strahlformungselement ist dem Halbleiterchip bevorzugt in Richtung der optischen Achse nachgeordnet. Die Strahlungsauskopplung aus dem optoelektronischen Bauteil erfolgt bei einer zweckmäßigen Ausführungsform zumindest im Wesentlichen in den von dem Halbleiterchip entfernten

Halbraum über dem Strahlformungselement. Aus dem optoelektronischen Bauteil ausgekoppelte Strahlen schließen mit der optischen Achse also vorzugsweise einen Winkel von  $\leq 90^\circ$  ein. Bevorzugt ist der Winkel kleiner als  $90^\circ$ .

Mit anderen Worten wird die aus einem optoelektronischen Bauteil ausgekoppelte Strahlung in einen „Strahlenkegel“ emittiert, dessen Symmetrieachse bevorzugt die optische Achse des Strahlformungselements des Bauteils ist. Der Strahlenkegel hat dabei vorliegend keinen rotationssymmetrischen sondern einen quadrantensymmetrischen Querschnitt.

Bei einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauteils weist das Strahlformungselement die Quadrantensymmetrie auf. Dabei braucht jedoch nicht das gesamte Strahlformungselement die Quadrantensymmetrie aufzuweisen. Vielmehr kann ein Bereich des Strahlformungselements, durch den insbesondere keine Strahlung tritt, beispielsweise ein Randbereich des Strahlformungselements, eine rotationssymmetrische oder eine beliebige andere Form aufweisen. Wichtig ist jedoch, dass der beleuchtete Bereich des Strahlformungselements, durch den zumindest ein Teil der von dem mindestens einen Halbleiterchip im Betrieb emittierten elektromagnetischen Strahlung tritt und durch den die Strahlung vorzugsweise aus dem optoelektronischen Bauteil ausgekoppelt wird, oder zumindest ein Teil dieses beleuchteten Bereichs die Quadrantensymmetrie aufweist.

Beispielsweise hat das Strahlformungselement, der beleuchtete Bereich bzw. der Teil des beleuchteten Bereichs in Draufsicht auf das Strahlformungselement entlang der optischen Achse die Form eines Rechtecks, dessen Ecken abgerundet sind.

Zweckmäßigerweise verläuft die optische Achse durch den Mittelpunkt des Rechtecks und die Achsen des zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems zeigen in Richtung der Seitenmitten. Die Rundung der Ecken erstreckt sich bei einer Ausführungsform bis zu den Seitenmitten, sodass bei dieser Ausführungsform die Seiten auf ihrer gesamten Länge gekrümmt sind. Jedoch haben die Seitenmitten bei dieser Ausführungsform bevorzugt Tangenten, die senkrecht auf den Koordinatenachsen stehen. Die Tangenten an die Seitenmitten gegenüberliegender Seiten sind besonders bevorzugt parallel. Die Form des quadrantensymmetrischen Bereichs des Strahlformungselements kann in diesem Fall auch als Kissenform oder als "abgeplatteter Kreis" bezeichnet werden.

Bei einer Ausführungsform umfasst das Strahlformungselement eine Linse oder das Strahlformungselement ist eine Linse. Die Linse weist beispielsweise eine Strahlungseintrittsfläche und/oder eine Strahlungsaustrittsfläche auf, die eine Freiformfläche ist. Die Strahlungseintrittsfläche ist dabei die dem Halbleiterchip zugewandte Hauptfläche der Linse, die Strahlungsaustrittsfläche die von dem Halbleiterchip abgewandte Hauptfläche der Linse.

Bei einer Ausführungsform ist die Strahlungsaustrittsfläche eine glatte Fläche. Bevorzugt ist auch die Strahlungseintrittsfläche eine glatte, insbesondere eine ebene Fläche. Insbesondere weist eine Strahlungsaustrittsfläche und/oder eine Strahlungseintrittsfläche, die eine glatte Fläche ist, keine Stufen und/oder Knicke auf.



Beispielsweise handelt es sich bei der Strahlungseintrittsfläche und/oder bei der Strahlungsaustrittsfläche um eine differenzierbare Fläche. Bevorzugt lässt sich die Fläche durch ein Polynom darstellen, das eine Funktion von  $x$  und  $y$  ist.  $x$  und  $y$  entsprechen dabei den Koordinaten entlang der ersten und zweiten Achse des Koordinatensystems senkrecht zur optischen Achse. Die Werte des Polynoms geben dann den Abstand der Fläche von der durch das Koordinatensystem aufgespannten Ebene in Richtung der optischen Achse, in Abhängigkeit von der Position in der Ebene, an. Das Polynom enthält nur Terme gerader Ordnung in  $x$  und  $y$ , sodass vorteilhafterweise eine quadrantensymmetrische Fläche erzielt wird.

Bei einer Variante dieser Ausführungsform weist die Strahlungsaustrittsfläche und/oder die Strahlungseintrittsfläche mehrere Bereiche auf, die jeweils durch ein Polynom in  $x$  und  $y$ , jedoch mit unterschiedlichen Koeffizienten, beschrieben werden. Die Übergänge zwischen den Bereichen sind bevorzugt stetig, besonders bevorzugt ist auch die erste Ableitung stetig, d. h. die Bereiche haben an den Übergängen jeweils gleiche Steigungen, sodass die Fläche an den Übergängen nicht geknickt ist.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Strahlungsaustrittsfläche einen Mittelbereich auf, durch den die optische Achse verläuft und der konkav gekrümmt, plan oder schwach konvex gekrümmt ist.

Beispielsweise hat der Mittelbereich in Draufsicht auf die Strahlungsaustrittsfläche die Form eines Rechtecks, dessen Ecken abgerundet sind. Dies umfasst, wie oben bereits beschrieben, auch eine Form, bei der die Seiten auf ihrer

ganzen Länge gekrümmt sind. Bei einer Ausführungsform weist das abgerundete Rechteck Teilbereiche auf, die die Mittelpunkte der Seiten umfassen und konkav gekrümmt sind. Anders ausgedrückt ist bei dieser Ausführungsform das abgerundete Rechteck tailliert ausgeführt.

Bevorzugt umfasst die Strahlungsausstrittsfläche auch einen Randbereich, der den Mittelbereich in einem Abstand zur optischen Achse zumindest teilweise, insbesondere jedoch vollständig, umgibt, und der konvex gekrümmt ist.

Bei einer Ausführungsform weist der Randbereich eine stärkere Krümmung auf als der Mittelbereich, beispielsweise ist die Krümmung des Randbereichs doppelt so stark wie die des Mittelbereichs. Bei einer weiteren Ausführungsform nimmt die Krümmung des Randbereichs mit dem Abstand zur optischen Achse zu. Beispielsweise umfasst der Randbereich einen ersten Teil, der der optischen Achse benachbart ist und eine erste konvexe Krümmung aufweist, und einen zweiten Teil, der weiter von optischen Achse entfernt ist als der erste Teil und eine zweite konvexe Krümmung aufweist, wobei die zweite konvexe Krümmung größer ist als die erste konvexe Krümmung.

Auch der Randbereich, insbesondere der erste Teil und/oder der zweite Teil des Randbereichs, hat in Draufsicht auf die Strahlungsausstrittsfläche bei einer Ausführungsform die Form eines Rechtecks, dessen Ecken abgerundet sind.

Eine Formgebung der Strahlungsausstrittsfläche bzw. Strahlungseintrittsfläche des Strahlformungselements mit einem konkaven, planen oder schwach konvexen Mittelbereich und einem konvex gekrümmten Außenbereich erhöht vorteilhafterweise die Intensität der elektromagnetischen

Strahlung, die unter einem Winkel zur optischen Achse aus dem optoelektronischen Bauteil ausgekoppelt wird, im Vergleich zu der Intensität der Strahlung, die im Wesentlichen entlang der optischen Achse ausgekoppelt wird. Die von dem optoelektronischen Bauteil beleuchtete Fläche wird so vorteilhafterweise vergrößert.

Zudem wird durch die von einer rotationssymmetrischen Form abweichende Gestalt der Strahlungsaustritts- und/oder Strahlungseintrittsfläche mit Vorteil ein Flächenbereich auf einer in einem Abstand zu dem optoelektronischen Bauteil und bevorzugt senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Fläche mit einer quadrantensymmetrische Beleuchtungsstärkeverteilung ausgeleuchtet.

Bei einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauteils verläuft die optische Achse durch den Halbleiterchip. Vorzugsweise steht die Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips senkrecht zu der optischen Achse.

Bei einer weiteren Ausführungsform weist zusätzlich oder alternativ zu dem Strahlformungselement der Halbleiterchip die Quadrantensymmetrie auf. Beispielsweise hat der Halbleiterchip eine rechteckige oder quadratische Grundfläche und die optische Achse verläuft durch den Mittelpunkt der Grundfläche. Die Grundfläche des Halbleiterchips ist in der Regel parallel zu dessen Haupterstreckungsebene.

Bei einer anderen Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil eine Mehrzahl von Halbleiterchips, die quadrantensymmetrisch angeordnet sind. Anders ausgedrückt weisen die Positionen, an denen die Halbleiterchips angeordnet sind, gemeinsam die Quadrantensymmetrie auf. Die

Halbleiterchips sind vorzugsweise auf einer Montagefläche befestigt, durch welche die optische Achse verläuft und die vorzugsweise auf der optischen Achse senkrecht steht. In diesem Fall weisen die Montagepositionen der Halbleiterchips auf der Montagefläche bevorzugt insgesamt die Quadrantensymmetrie auf.

Der Halbleiterchip ist bei einer Ausführungsform in einem Gehäusekörper angeordnet. Bevorzugt umfasst der Gehäusekörper einen Reflektor. Der Reflektor weist bei einer Ausführungsform alternativ oder zusätzlich zu dem Halbleiterchip bzw. den Halbleiterchips und/oder dem Strahlformungselement die Quadrantensymmetrie auf. Als Reflektor umfasst der Gehäusekörper beispielsweise eine Vertiefung mit reflektierenden Wänden, in der der Halbleiterchip angeordnet ist.

Das Strahlformungselement ist bevorzugt separat von dem Gehäusekörper gefertigt und, beispielsweise, mit mindestens einem Positionierungselement und/oder mindestens einem Haltemittel an dem Gehäusekörper befestigt. Das Positionierungselement und/oder das Haltemittel ist beispielsweise in dem Randbereich des Strahlformungselements angeordnet. Bei zumindest einer Ausführungsform weist es nicht die Quadrantensymmetrie auf. Mit einem separat von dem Gehäusekörper gefertigten Strahlformungselement ist vorteilhafterweise eine einfache und kostengünstige Herstellung des optoelektronischen Bauteils möglich. Zugleich werden die Fertigungstoleranzen gering gehalten und es wird eine besonders genaue Positionierung des Halbleiterchips und des Strahlformungselements erreicht.

Das optoelektronische Bauteil umfasst bei einer Ausführungsform mindestens einen Halbleiterchip mit einem Emissionsmaximum im roten Spektralbereich, mindestens einen Halbleiterchip mit einem Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich und/oder mindestens einen Halbleiterchip mit einem Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das optoelektronische Bauteil einen ersten Halbleiterchip, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer ersten Spektralverteilung emittiert und einen zweiten Halbleiterchip, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer zweiten Spektralverteilung emittiert. Bevorzugt umfasst das optoelektronische Bauteil auch einen dritten Halbleiterchip, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer dritten Spektralverteilung emittiert. Die erste, zweite bzw. dritte Spektralverteilung haben beispielsweise ein Maximum im roten, grünen, bzw. blauen Spektralbereich.

Bei einer Ausführungsform emittiert das optoelektronische Bauteil im Betrieb Licht mit einem weißen Farbeindruck. Beispielsweise umfasst es dazu mindestens einen Halbleiterchip, der im roten Spektralbereich emittiert, einen Halbleiterchip, der im grünen Spektralbereich emittiert und einen Halbleiterchip, der im blauen Spektralbereich emittiert.

Umfasst das optoelektronische Bauteil eine Mehrzahl von Halbleiterchips, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung der gleichen Spektralverteilung emittieren, so sind diese besonders bevorzugt quadrantensymmetrisch angeordnet. Anders ausgedrückt weisen die Positionen, an denen die

Halbleiterchips angeordnet sind, insgesamt die Quadrantensymmetrie auf.

Eine Beleuchtungseinrichtung gemäß der Erfindung umfasst mindestens ein optoelektronisches Bauteil mit einem optisch aktiven Gebiet, das eine Quadrantensymmetrie aufweist, beispielsweise gemäß zumindest einem der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele.

Bei einer Ausführungsform umfasst die Beleuchtungseinrichtung Seitenflächen, beispielsweise Innenflächen von Seitenwänden, die besonders bevorzugt reflektierend, insbesondere verspiegelt, ausgeführt sind. Verspiegelte Seitenflächen sind reflektierend ausgeführt und reflektieren auf sie einfallende Strahlung zumindest im Wesentlichen gerichtet zurück.

Die Seitenflächen verlaufen bevorzugt parallel zu der optischen Achse des Strahlformungselements. In einer Ebene, die durch die Achsen des zu der optischen Achse senkrechten Koordinatensystems aufgespannt wird, umgeben die Seitenflächen das optoelektronische Bauteil bevorzugt zumindest teilweise. Besonders bevorzugt umgeben sie das Bauteil vollständig.

Bei einer Ausführungsform sind jeweils zwei gegenüberliegende Seitenflächen parallel zueinander und bevorzugt im rechten Winkel zu den beiden anderen Seitenflächen angeordnet. Insgesamt bilden die Seitenwände bei einer zweckmäßigen Ausführungsform in Draufsicht entlang der optischen Achse ein Rechteck oder ein Quadrat.

Bei einer Ausführungsform bilden die Seitenflächen in Draufsicht entlang der optischen Achse ein Rechteck mit einem

Seitenverhältnis, das dem Seitenverhältnis des abgerundeten Rechtecks entspricht, welches das Strahlformungselement bzw. dessen beleuchteten Bereich, den Mittelbereich der Linse und/oder den Außenbereich der Linse beschreibt.

Der Abstand der Seitenflächen von der optischen Achse ist bei einer Ausführungsform so gewählt, dass derjenige Anteil der elektromagnetischen Strahlung, der aus dem optoelektronischen Bauteil ausgekoppelt wird und der direkt auf eine Leuchtfläche der Beleuchtungseinrichtung trifft, und derjenige Anteil der elektromagnetischen Strahlung, der aus dem Bauteil ausgekoppelt und von den Seitenflächen auf die Leuchtfläche gerichtet wird, zusammen eine homogene Beleuchtungsstärkeverteilung auf der Leuchtfläche ergeben.

Die Leuchtfläche der Beleuchtungseinrichtung ist dabei eine Hauptfläche der Beleuchtungseinrichtung, welche einer Strahlungsaustrittsfläche des optoelektronischen Bauteils in Richtung der optischen Achse nachgeordnet ist. Bevorzugt steht die Leuchtfläche senkrecht auf der optischen Achse. Durch die Leuchtfläche wird zumindest ein Teil der von dem optoelektronischen Bauteil emittierten elektromagnetischen Strahlung ausgekoppelt.

Bei einer homogenen Beleuchtungsstärkeverteilung ist die Beleuchtungsstärke im Wesentlichen unabhängig von der Position auf der Leuchtfläche.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Beleuchtungseinrichtung eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauteilen, deren optische Achsen bevorzugt im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

Vorteilhafterweise ist die Anzahl der optoelektronischen Bauteile geringer als bei herkömmlichen Beleuchtungseinrichtungen, dennoch ist die aus der Beleuchtungseinrichtung ausgekoppelte elektromagnetische Strahlung besonders homogen. So werden mit Vorteil ohne Einbußen bei der Lichtstärke und der Homogenität der abgegebenen Strahlung Beleuchtungseinrichtungen erzielt, die bei gleicher Bauhöhe, also gleichem Abstand der Halbleiterchips von der Leuchtfläche, mit einer geringeren Anzahl an Halbleiterchips auskommen oder bei denen - bei gleicher Anzahl an Halbleiterchips - die Bauhöhe reduziert ist. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Bauhöhe kleiner oder gleich 30 mm, beispielsweise hat die Beleuchtungseinrichtung eine Bauhöhe zwischen 10 mm und 30 mm, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Beispielsweise sind die optoelektronischen Bauteile auf einer Montagefläche, insbesondere einer ebenen Montagefläche, angeordnet. Die optische Achse eines optoelektronischen Bauteils steht dann zweckmäßigerweise senkrecht auf der Montagefläche und die von dem zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystem aufgespannte Ebene ist parallel zu der Montagefläche.

In einer Ebene senkrecht zu den optischen Achsen, beispielsweise in der Leuchtfläche der Beleuchtungseinrichtung überschneiden sich bevorzugt die Strahlenkegel benachbarter optoelektronischer Bauteile.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform sind die optoelektronischen Bauteile an den Gitterpunkten eines Gitters angeordnet. Mit anderen Worten befinden sich die Bauteile an den Schnittpunkten der Gitterlinien eines



gedachten Gitters, das beispielsweise auf der Montagefläche verläuft.

Das Gitter hat bevorzugt parallelogramm-förmige, rechteckige oder quadratische Grundeinheiten. Die Gitterlinien können aber auch gekrümmt verlaufen. Vorzugsweise verläuft eine erste Schar von Gitterlinien parallel zu der ersten Achse des zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems und eine zweite Schar von Gitterlinien verläuft parallel zu der zweiten Achse des zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems eines optoelektronischen Bauteils. Besonders bevorzugt sind die Achsen der entsprechenden Koordinatensysteme von mehreren, insbesondere von allen, optoelektronischen Bauteilen auf diese Weise ausgerichtet. So wird vorteilhafterweise eine besonders homogene Beleuchtungsstärke auf der Leuchtfläche erzielt.

Bei einer Ausführungsform überlagert sich der Strahlenkegel eines optoelektronischen Bauteils mit den Strahlenkegeln der optoelektronischen Bauteile, die auf direkt benachbarten Gitterplätzen angeordnet sind. Bei einer anderen Ausführungsform überlagert sich der Strahlenkegel des Bauteils zusätzlich zumindest mit den entlang einer Richtung angeordneten übernächsten Nachbarn. Entlang dieser Richtung überlagern sich dann die Strahlenkegel von jeweils zumindest fünf optoelektronischen Bauteilen, während sich entlang einer Richtung, in der sich nur die Strahlenkegel direkt benachbarter Bauteile überlagern, jeweils drei Strahlenkegel überlagern. Mit den Strahlenkegeln von weiter entfernt angeordneten Bauteilen findet bevorzugt keine oder nur eine geringe Überlagerung statt.

Die Erfindung macht sich dabei die Idee zunutze, dass die Beleuchtungsstärke der einzelnen Bauteile sich entlang der ersten Achse und entlang der zweiten Achse des zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems zu der gesamten Beleuchtungsstärke in dieser Richtung überlagern, wobei diese gesamte Beleuchtungsstärke vorzugsweise konstant ist. Aufgrund der quadrantensymmetrischen Form der Strahlungsaustrittsflächen erhält man auch in den anderen Richtungen der Leuchtfläche eine konstante Beleuchtungsstärke.

Mit anderen Worten ist die Gesamtbeleuchtungsstärke als Funktion der Koordinaten  $x$  und  $y$  im Wesentlichen konstant ( $E(x,y) = E_0$ ), wobei die  $x$ -Richtung entlang der ersten Achse und die  $y$ -Richtung entlang der zweiten Achse verläuft. Die Gesamtbeleuchtungsstärke entsteht durch Überlagerung der Beleuchtungsstärken  $e_{i,j}(x,y)$  der einzelnen, durch  $i$  und  $j$  indizierten Bauteile. Diese weisen gleiche oder zumindest nahezu gleiche Abstrahlcharakteristiken auf. Es gibt daher eine Funktion  $e(x,y)$ , mittels derer die Beleuchtungsstärke  $e_{i,j}(x,y)$  eines einzelnen, insbesondere beliebigen, Bauteils, das sich an der Stelle  $(x_i, y_i)$  befindet, dargestellt werden kann und es gilt  $e_{i,j}(x,y) = e(x-x_i, y-y_i)$ . Eine quadrantensymmetrische Abstrahlcharakteristik entsteht beispielsweise, wenn die Form der  $x$ -Abhängigkeit von  $e$  unabhängig von  $y$  ist und die Form der  $y$ -Abhängigkeit von  $e$  unabhängig von  $x$  ist. Es gibt dann Funktionen  $e_x$  und  $e_y$  sowie eine Konstante  $e_0$ , so dass  $e(x,y) = e_x(x) \cdot e_y(y) \cdot e_0$  gilt. Zudem sind die Funktionen  $e_x$  und  $e_y$  zweckmäßigerweise so gewählt, dass  $\sum_i e_x(x-x_i) \equiv c_x$  und  $\sum_j e_y(y-y_j) \equiv c_y$ , wobei  $c_x$  und  $c_y$  zwei Konstanten sind. Sind beispielsweise die Bauteile in  $x$ -Richtung in gleichen Abständen  $Dx$  angeordnet, dann ist  $e_x(x) = 1 + \cos(x/Dx \cdot \pi)$  für  $x \in [-Dx; Dx]$ ,  $e_x(x) = 0$  sonst, ein

Beispiel für eine solche Funktion. Die Beleuchtungsstärken der einzelnen Bauelemente überlagern sich dann überall zu einem konstanten Wert:

$$\begin{aligned} E(x, y) &= \sum_{i,j} e_{ij}(x, y) = \sum_{i,j} e(x-x_i, y-y_i) = \\ e_0 \sum_{i,j} e_x(x-x_i) \cdot e_y(y-y_i) &= e_0 \sum_i [e_x(x-x_i) \cdot \sum_j e_y(y-y_i)] = \\ e_0 \cdot c_y \sum_i e_x(x-x_i) &= e_0 \cdot c_y \cdot c_x \equiv \text{const.} \end{aligned}$$

Überlagern sich die Beleuchtungsstärken von mehr als den jeweils direkten Nachbarn in einer Richtung, ist die Beleuchtungseinrichtung vorteilhafterweise nur in geringem Maße empfindlich gegen Toleranzen, die beispielsweise bei der Fertigung und Montage der Bauteile auftreten können. Trotz solcher Toleranzen weist die Leuchtfläche der Beleuchtungseinrichtung vorteilhafterweise eine homogene Beleuchtungsstärkeverteilung auf.

Beispielsweise ein Bauteil, bei dem die Strahlungsausstrittsfläche des Strahlformungselements als Polynom in  $x$  und  $y$  mit ausschließlich geraden Exponenten und mit Koeffizienten, die vorzugsweise an die Abstrahlcharakteristik des Halbleiterchips und/oder die Geometrie der Beleuchtungseinrichtung angepasst sind, gefertigt ist, erzielt eine quadrantensymmetrische Beleuchtungsstärkeverteilung, die insbesondere dazu geeignet ist, eine praktisch konstante Beleuchtungsstärkeverteilung der Beleuchtungseinrichtung hervorzurufen.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung sind die optoelektronischen Bauelemente von Seitenflächen, beispielsweise den Innenflächen von Seitenwänden, umgeben, die insbesondere reflektierend ausgeführt sind. Bevorzugt umschließen die Seitenflächen die Bauteile in der Ebene der Montagefläche

vollständig. Während bei Beleuchtungseinrichtungen herkömmlicher Bauart häufig diffus reflektierende Seitenflächen zum Einsatz kommen, sind die Seitenflächen vorliegend bevorzugt verspiegelt, sodass sie auf sie auftreffende Strahlung gerichtet reflektieren. Die Seitenflächen verlaufen zweckmäßigerweise parallel zu der optischen Achse eines Bauelements. Bevorzugt verläuft eine Seitenfläche parallel zu einer Schar von Gitterlinien des Gitters, auf dessen Gitterpunkten die Bauteile angeordnet sind.

Mit Vorteil wird so durch die verspiegelten Seitenfläche die Periodizität des Gitters fortgesetzt.

Mit den reflektierenden Seitenflächen wird vorteilhafterweise eine besonders gute Homogenität der Beleuchtungsstärke auch am Rand der Leuchtfläche der Beleuchtungseinrichtung erreicht.

Eine, insbesondere jede, Seitenfläche hat dabei bei einer Ausführungsform von der ihr benachbarten und zu ihr parallelen Gitterlinie einen Abstand, der der Hälfte einer Seitenlänge einer Grundeinheit des Gitters entspricht.

Insgesamt bilden die Seitenwände bei einer zweckmäßigen Ausführungsform in Draufsicht entlang der optischen Achse ein Rechteck oder ein Quadrat. Bei einer Ausführungsform bilden die Seitenwände ein Rechteck mit einem Seitenverhältnis, das dem Seitenverhältnis des abgerundeten Rechtecks entspricht, welches das Strahlformungselement bzw. den beleuchteten Bereich des Strahlformungselements, den Mittelbereich der Linse und/oder den Außenbereich der Linse eines Bauteils beschreibt.

Die Beleuchtungseinrichtung umfasst bei einer Ausführungsform ein erstes optoelektronisches Bauteil, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer ersten Spektralverteilung emittiert und ein zweites optoelektronisches Bauteil, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer zweiten Spektralverteilung emittiert. Bevorzugt umfasst die Beleuchtungseinrichtung auch ein drittes optoelektronisches Bauteil, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit einer dritten Spektralverteilung emittiert.

Die Beleuchtungseinrichtung umfasst beispielsweise ein optoelektronisches Bauteil, das ein Emissionsmaximum im roten Spektralbereich aufweist, ein optoelektronisches Bauteil, das ein Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich aufweist und/oder ein optoelektronisches Bauteil, das ein Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich aufweist.

Zum Beispiel umfasst die Beleuchtungseinrichtung eine je Mehrzahl von rot, grün bzw. blau emittierenden optoelektronischen Bauteilen, sodass sie im Betrieb Licht mit einem weißen Farbeindruck emittiert. Alternativ kann die Beleuchtungseinrichtung auch eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauteilen enthalten, die im Betrieb Licht mit einem weißen Farbeindruck emittieren.

Die optoelektronischen Bauteile, insbesondere die Bauteile, die elektromagnetische Strahlung mit der gleichen Spektralverteilung emittieren, sind mit Vorteil so angeordnet, dass die von ihnen emittierte elektromagnetische Strahlung in einer Ebene senkrecht zu den optischen Achsen, beispielsweise in der Leuchtfläche, eine

Beleuchtungsstärkeverteilung hat, die im Wesentlichen homogen ist. Die Beleuchtungsstärke ist also unabhängig von der Position innerhalb der Ebene. Vorteilhafterweise ist es daher möglich, die optoelektronischen Bauteile, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit unterschiedlicher Spektralverteilung emittieren, beliebig zueinander anzuordnen. Dennoch vermischen sich die unterschiedlichen Farben in der gesamten Leuchtfläche homogen. Beispielsweise sind die optoelektronischen Bauteile, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit unterschiedlicher Spektralverteilung emittieren auf der Montagefläche zueinander versetzt. Bei einer Ausführungsform sind die rot, grün bzw. blau emittierenden optoelektronischen Bauteile auf zueinander versetzten Gittern angeordnet.

Bei einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung wird zumindest ein Teil der von den optoelektronischen Bauteilen emittierten Strahlung durch eine Diffusorfläche hindurch ausgekoppelt. Bei der Diffusorfläche kann es sich um die Leuchtfläche handeln oder die Diffusorfläche ist der Leuchtfläche benachbart. Die Diffusorfläche kann als Diffusorplatte oder Diffusorfolie ausgeführt sein. Zweckmäßigerweise wird die Diffusorfläche von den optoelektronischen Bauteilen homogen hinterleuchtet.

Bei einer Ausführungsform handelt es sich bei der Beleuchtungseinrichtung um eine Hinterleuchtungsvorrichtung, beispielsweise für eine Flüssigkristallanzeige (Liquid Crystal Display, oder kurz LCD).

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im

Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1 bis 13 beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1, einen schematischen Querschnitt durch ein optoelektronisches Bauteil gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figuren 2A bis 2C, schematische Querschnitte durch verschiedene Beispiele von Strahlformungselementen,

Figuren 3A bis 3C, schematische Längsschnitte von verschiedenen Beispielen eines Strahlformungselements,

Figur 4A, eine schematische Seitenansicht des Strahlformungselements der Figur 3A mit exemplarischen Strahlengängen,

Figur 4B, eine schematische, perspektivische Ansicht des Strahlformungselements der Figur 4A,

Figur 5, die relative Beleuchtungsstärkeverteilung des optoelektronischen Bauteils gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in Falschfarbendarstellung,

Figur 6, ein optoelektronisches Bauteil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 7A, ein optoelektronisches Bauteil gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Figur 7B, eine Variante des optoelektronischen Bauteils gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 7A,

Figur 8, ein optoelektronisches Bauteil gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel,

Figur 9, eine Beleuchtungseinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 10, eine Beleuchtungseinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 11, eine Beleuchtungseinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Figur 12A, die relative Beleuchtungsstärkeverteilung eines optoelektronischen Bauteils der Beleuchtungsvorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 10,

Figur 12B, die relative Beleuchtungsstärkeverteilung von drei benachbarten Bauteilen der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 10,

Figur 12C, die relative Beleuchtungsstärkeverteilung von neun benachbarten optoelektronischen Bauteilen der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 10, und

Figur 13, die relative Beleuchtungsstärkeverteilung von drei optoelektronischen Bauteilen gemäß Figur 12B entlang der Linie  $y = 0$ .



In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick und/oder gekrümmt bzw. verzerrt dargestellt sein.

Das optoelektronische Bauteil 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, das in der Figur 1 dargestellt ist, weist ein optisch aktives Gebiet 100 auf. Das optisch aktive Gebiet 100 umfasst einen Halbleiterchip 2 und ein Strahlformungselement 3, das vorliegend eine Linse ist.

Der Halbleiterchip 2 weist eine Schichtenfolge auf, die ein Halbleitermaterial enthält. Beispielsweise handelt es sich bei dem Halbleitermaterial um ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial, beispielsweise AlInGaN. Die Schichtenfolge umfasst eine aktive Schicht 20, die zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung, angedeutet durch Pfeile 4, vorgesehen ist.

Eine Schichtenfolge, die ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial enthält, ist im vorliegenden Zusammenhang eine aktive, d.h. elektrolumineszierende, Epitaxie-Schichtenfolge, bei der zumindest eine Schicht, beispielsweise die aktive Schicht 20, ein III/V-Verbindungshalbleitermaterial, zum Beispiel ein Nitrid-III-Verbindungshalbleitermaterial wie  $\text{Al}_n\text{Ga}_m\text{In}_{1-n-m}\text{N}$  umfasst, wobei  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n+m \leq 1$ . Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es ein oder mehrere

Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

Ein Teil der von dem Halbleiterchip 2 emittierten elektromagnetischen Strahlung 4 wird durch eine Strahlungseintrittsfläche 301 in das Strahlformungselement 3 eingekoppelt und möglichst vollständig durch eine Strahlungsaustrittsfläche 302 wieder aus diesem ausgekoppelt. Die Strahlungseintrittsfläche 301 ist eine zu dem Halbleiterchip 2 hin gewandte Hauptfläche des Strahlformungselements 3, die Strahlungsaustrittsfläche 302 ist eine von dem Halbleiterchip 2 abgewandte Hauptfläche des Strahlformungselements 3.

Die Strahlungseintrittsfläche 301 ist eben und senkrecht zu einer optischen Achse 5 des Strahlformungselements 3. Die Strahlungsaustrittsfläche 302 weist einen konkav gekrümmten Mittelbereich 312 auf, durch den die optische Achse 5 verläuft. Der konkav gekrümmte Mittelbereich 312 ist von einem konvex gekrümmten Außenbereich 322 vollständig umgeben.

Dies entspricht auch der in Figur 2A gezeigten Ausführungsform des Strahlformungselements 3. Alternativ kann der Mittelbereich auch plan bzw. konvex gekrümmt sein, wie beispielsweise in den Figuren 2B bzw. 2C gezeigt. Insbesondere bei einem konvex gekrümmten Mittelbereich 312 ist dessen Krümmung bevorzugt kleiner als die Krümmung des Außenbereichs 322.

In dem Bereich, an dem der Mittelbereich 312 in den Außenbereich 322 übergeht, haben beide Bereiche bevorzugt die gleiche Krümmung, sodass ein glatter Übergang entsteht.

In Draufsicht auf die Strahlungsaustrittsfläche 302 entlang der optischen Achse 5 hat das Strahlformungselement 3 die Form eines Quadrats mit abgerundeten Ecken, wie durch den Längsschnitt entlang der Ebene A-A (vergleiche Figur 2A) in Figur 3A verdeutlicht ist. In Figur 3A ist auch die Ebene B-B eingezeichnet, entlang derer die Querschnitte gemäß den Figuren 2A bis 2C vorgenommen wurden.

Ein schematischer Längsschnitt einer alternativen Ausführungsform des Strahlformungselements 3 ist in Figur 3B gezeigt. Bei dieser Ausführungsform haben sowohl der Mittelbereich 312 als auch der Außenbereich 322 die Form eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken.

Bei der Ausführungsform des Strahlformungselements 3 gemäß der Figur 3C ist der Mittelbereich 312 des Strahlformungselements 3 wiederum ein Quadrat mit abgerundeten Ecken, das jedoch in einem Bereich um die Mittelpunkte der Seiten tailliert ist.

In den Figuren 3A bis 3C sind die erste Achse 6 und die zweite Achse 7 eines zur optischen Achse 5 senkrechten Koordinatensystems eingezeichnet. Die erste Achse 6 und die zweite Achse 7 des Koordinatensystems stehen senkrecht aufeinander und schneiden sich in der optischen Achse 5. Das Strahlformungselement 3 ist spiegelsymmetrisch bezüglich einer Spiegelung an einer Ebene durch die erste Achse 6 des Koordinatensystems und die optische Achse 5 sowie bezüglich einer Spiegelung an einer Ebene durch die zweite Achse 7 und

die optische Achse 5. Dies wird als Quadrantensymmetrie bezeichnet.

Die Strahlungsausstrittsfläche 302 des Strahlformungselements 3 wird bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 2A und 3A durch das Polynom  $z(x,y) = 10(0.2(x/10)^2 + 0.2(y/10)^2 - 1.3(x/10)^4 - 1.3(y/10)^4 - 1.0(x/10)^2(y/10)^2)$  beschrieben, wobei die z-Richtung parallel zur optischen Achse 5 verläuft. Die x- und die y-Richtung verlaufen parallel zu der ersten beziehungsweise der zweiten Achse 6, 7. Der Ursprung des Koordinatensystems ( $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ ) fällt mit dem Schnittpunkt von Strahlungsausstrittsfläche 302 und optischer Achse 5 zusammen (vgl. Figur 2A). Die Höhe H des Strahlformungselements 3, also der größte Abstand zwischen der Strahlungseintrittsfläche 301 und einem Punkt der Strahlungsausstrittsfläche 302 beträgt beispielsweise 5 mm.

Durch die Formgebung der Strahlungsausstrittsfläche 302 des Strahlformungselements 3 wird der Teil der von dem Halbleiterchip 2 im Betrieb emittierten elektromagnetischen Strahlung 4, der durch die Strahlungseintrittsfläche 301 in das Strahlformungselement 3 eingekoppelt wird, von der optischen Achse 5 weggebrochen. Dies ist in Figur 1 sowie in der Seitenansicht der Figur 4A und der perspektivischen Ansicht der Figur 4B an exemplarischen Strahlen 4 der elektromagnetischen Strahlung gezeigt. Dadurch wird beispielsweise auf einer senkrecht zur optischen Achse angeordneten Ebene 8, die in einem Abstand zur Strahlungsausstrittsfläche 302 dem Strahlformungselement 3 nachgeordnet ist, eine Fläche beleuchtet, die vorteilhaft gegenüber einer von dem Halbleiterchip 2 ohne Strahlformungselement 3 beleuchteten Fläche vergrößert ist.

Die Beleuchtungsstärkeverteilung auf der Fläche 8 ist in Figur 5 exemplarisch und schematisch dargestellt. Mit dem Strahlformungselement 3 ist auch die Beleuchtungsstärkeverteilung quadrantensymmetrisch bezüglich dem durch die erste Achse 6 (x-Achse) und der zweiten Achse 7 (y-Achse) aufgespannten Koordinatensystem.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauteils 1, das in der Figur 6 dargestellt ist, ist das Strahlformungselement 3 rotationssymmetrisch ausgeführt. Hingegen weist der Halbleiterchip 2 eine Quadrantensymmetrie bezüglich des zur optischen Achse 5 senkrechten Koordinatensystems auf, das durch die Achsen 6 und 7 aufgespannt wird.

In einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels umfasst das optisch aktive Gebiet eine Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die quadrantensymmetrisch angeordnet sind. Beispielsweise ist in dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 7A in jedem Quadranten I, II, III und IV ein Halbleiterchip 2 angeordnet.

Es ist jedoch auch möglich, dass sowohl der oder die Halbleiterchips 2 als auch das Strahlformungselement 3 die Quadrantensymmetrie aufweisen.

Eine Variante des optoelektronischen Bauteils 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 7A ist in Figur 7B gezeigt, wonach das optoelektronische Bauteil 1 eine Mehrzahl von Halbleiterchips 2 umfasst, die ein Emissionsmaximum im roten Spektralbereich aufweisen, angedeutet durch den Buchstaben "R" in der Zeichnung. Zusätzlich umfasst das Bauteil 1

eine Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die ein Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich aufweisen und eine Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die ein Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich aufweisen, angedeutet in der Zeichnung durch die Buchstaben "B" bzw. "G". Die Halbleiterchips sind auf einer gemeinsamen Montagefläche 13 angeordnet.

Die Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die ein Emissionsmaximum im roten Spektralbereich aufweisen, weist eine Quadrantensymmetrie bezüglich des zur optischen Achse 5 senkrechten Koordinatensystems mit den Achsen 6, 7 auf. Die Achsen 6, 7 des Koordinatensystems verlaufen parallel zu der Montagefläche 13.

Die gleiche Quadrantensymmetrie hat auch die Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die ein Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich aufweisen, und die Mehrzahl von Halbleiterchips 2, die ein Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich aufweisen.

Bei dem vierten Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Bauteils 1, das in der Figur 8 dargestellt ist, ist der Halbleiterchip 2 in einem Gehäusekörper 9 angeordnet. Der Halbleiterchip 2 befindet sich in einem Bodenbereich einer Ausnehmung 910 des Gehäusekörpers 9. Die Seitenwände 911 der Ausnehmung 910 sind reflektierend ausgebildet.

Das optisch aktive Gebiet 1 umfasst vorliegend den Halbleiterchip 2, das an dem Gehäusekörper 9 befestigte Strahlformungselement 3 und die reflektierenden Seitenwände 911.

Der Gehäusekörper 9 umfasst vorliegend ein thermisches Anschlussstück 930, das eine Montagefläche aufweist, auf welcher der Halbleiterchip 2 befestigt ist. Die Montagefläche bildet zugleich den Boden der Ausnehmung 910. Weiterhin weist der Gehäusekörper 9 zwei elektrische Anschlussleiter 920 auf, mit denen der Halbleiterchip 2 elektrisch leitend verbunden ist. Beispielsweise besteht das thermische Anschlussstück 930 aus einem Metall und ist elektrisch leitend mit einer der Montagefläche zugewandten Unterseite des Halbleiterchips 2 und dem ersten elektrischen Anschlussleiter verbunden. Die der Unterseite gegenüberliegende Oberseite des Halbleiterchips ist beispielsweise mit einem Bonddraht mit einem zweiten elektrischen Anschlussleiter verbunden. Das thermische Anschlussstück 930 ermöglicht vorteilhafterweise eine effiziente Wärmeabfuhr von dem Halbleiterchip. Beispielsweise ist dadurch gewährleistet, dass der Halbleiterchip 2 und das Strahlformungselement 3 ihre gegenseitige Anordnung im Betrieb nicht oder nur geringfügig ändern und das optoelektronische Bauteil 1 im Betrieb ein zeitlich konstantes Strahlprofil aufweist.

Das Strahlformungselement 3 ist mit Führungselementen 31, die in den Gehäusekörper 9 eingreifen, und mit Haltemitteln (nicht gezeigt) mit dem Gehäusekörper 9 befestigt.

Eine Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Figur 9 umfasst ein optoelektronisches Bauteil 1, dessen optisch aktives Gebiet 100 eine Quadrantensymmetrie bezüglich einer zur optischen Achse 5 senkrechten, rechtwinkligen Koordinatensystems mit einer ersten Achse 6 und einer zweiten Achse 7 aufweist.

Weiter umfasst die Beleuchtungseinrichtung 10 Seitenwände 11, die parallel zu der optischen Achse 5 verlaufen. In einer durch die Achsen 6, 7 des Koordinatensystems aufgespannten Ebene, die vorliegend auch die Haupterstreckungsebene des Halbleiterchips 2 ist, umgeben die Seitenwände 11 das optoelektronische Bauteil 1 vollständig.

Jeweils zwei gegenüberliegenden Seitenwände 11 sind parallel zueinander und im rechten Winkel zu den beiden anderen Seitenwänden 11 angeordnet. Insgesamt bilden die Seitenwände 11 in Draufsicht entlang der optischen Achse 5 ein Quadrat.

Die Seitenwände 11 sind zumindest auf ihrer dem optoelektronischen Bauteil 1 zugewandten Seite verspiegelt. Das heißt sie sind reflektierend ausgeführt und reflektieren auf sie einfallendes Strahlung gerichtet zurück. Der Abstand der Seitenwände 11 von der optischen Achse 5 ist bevorzugt so gewählt, dass derjenige Anteil der elektromagnetischen Strahlung 4, der aus der Lichtaustrittsfläche 302 des optoelektronischen Bauteils 1 ausgekoppelt wird und direkt auf eine Leuchtfläche 12 der Beleuchtungseinrichtung 10 trifft und derjenige Anteil der elektromagnetischen Strahlung 4, der aus der Lichtaustrittsfläche 302 des Bauteils 1 ausgekoppelt wird, auf die reflektierenden Seitenwänden 11 trifft und von diesen auf die Leuchtfläche 12 gerichtet wird, zusammen eine homogene Leuchtstärkeverteilung auf der Leuchtfläche 12 ergeben.

Die Leuchtfläche 12 der Beleuchtungseinrichtung 10 ist dabei eine Hauptfläche der Beleuchtungseinrichtung 10, welche der Strahlungsausstrittsfläche 302 des optoelektronischen Bauteils 1 in Richtung der optischen Achse 5 nachgeordnet ist. Bevorzugt steht die Leuchtfläche 12 senkrecht auf der



optischen Achse 5. Durch die Leuchtfläche 12 wird zweckmäßigerweise zumindest ein Teil der von dem optoelektronischen Bauteil 1 emittierten elektromagnetischen Strahlung 4 ausgekoppelt.

Bei einer homogenen Beleuchtungsstärkeverteilung ist die Beleuchtungsstärke insbesondere unabhängig von der Position auf der Leuchtfläche 12.

Die Beleuchtungseinrichtung 10 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, das in Figur 10 dargestellt ist, umfasst eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauteilen 1. Die Bauteile 1 sind auf einer ebenen Montagefläche 13 angeordnet. Die optischen Achsen 5 der Bauteile 1 stehen senkrecht auf der Montagefläche 13.

Die optoelektronischen Bauteile 1 sind an den Gitterpunkten eines (gedachten) Gitters 14 auf der Montagefläche 13 angeordnet, insbesondere verlaufen die optischen Achsen 5 der Bauteile 1 durch die Gitterpunkte. Die Gitterlinien fallen vorliegend mit den ersten Achsen 6 (x-Richtung) beziehungsweise sind den zweiten Achsen 7 (y-Richtung) der zu den optischen Achsen 5 senkrechten Koordinatensysteme zusammen, bezüglich derer die optisch aktiven Gebiete 100 der optoelektronischen Bauteile 1 jeweils eine Quadrantsymmetrie aufweisen.

Der Abstand der optoelektronischen Bauteile 1 ist so gewählt, dass sich entlang der x-Richtung und entlang der y-Richtung die Strahlenkegel von jeweils zwei benachbarten optoelektronischen Bauteilen 1 überlagern.

Dies ist für die x-Richtung beispielsweise in Figur 13 dargestellt. In dieser Figur sind die Beleuchtungsstärken 15, 16, 17 von drei entlang der x-Richtung benachbarten optoelektronischen Bauteilen 1 gezeigt, die von letzteren auf der Leuchtfläche 12 der Beleuchtungseinrichtung 10 erzeugt werden.

Durch Spiegelung der Beleuchtungsstärke 16 eines optoelektronischen Bauteils 1 an einer zur optischen Achse 5 parallelen Ebene, die mittig zwischen den benachbarten Bauteilen 1 verläuft und senkrecht auf dem Abstand steht, in Figur 12 angedeutet durch die Linie C-C, erhält man die Beleuchtungsstärke 15 des benachbarten Bauteils 1. Mit anderen Worten sind die Strahlenkegel der benachbarten Bauteile 1 spiegelsymmetrisch zu dieser Ebene C-C angeordnet.

Zusätzlich ist der Abstand  $D_x$  der Bauteile 1 so gewählt, dass die Beleuchtungsstärken 15, 16 bzw. 16, 17 der sich überlagernden Strahlenkegel symmetrisch bezüglich einer Spiegelung an der zur x-y-Ebene parallelen Fläche D-D durch den Schnittpunkt der Beleuchtungsstärken benachbarter Bauteile sind. Vorteilhafterweise ergänzen sich die Beleuchtungsstärken 15, 16 bzw. 16, 17 so zu einem konstanten Wert und es wird entlang der x-Richtung eine konstante Beleuchtungsstärkeverteilung 18 erzielt.

Die Anordnung der Bauteile 1 entlang der y-Richtung erfolgt analog. So wird, insbesondere durch die Quadrantensymmetrie der optoelektronischen Bauteile 1, eine auf der gesamten Leuchtfläche 12 im Wesentlichen homogene, insbesondere also von der Position auf der Leuchtfläche 12 unabhängige, Beleuchtungsstärkeverteilung 18 erzielt. Die Höhe der Beleuchtungseinrichtung 10, anders ausgedrückt die Ausdehnung

der Beleuchtungseinrichtung 10 senkrecht zur Leuchtfläche 12, beträgt dabei lediglich zwischen 10 mm und 30 mm, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Dies ist in den Figuren 12A bis 12C nochmals veranschaulicht. Figur 12A zeigt die Beleuchtungsstärkeverteilung 16 eines einzelnen optoelektronischen Bauteils 1 der Beleuchtungsvorrichtung 10 in Draufsicht auf die Leuchtfläche 12. Die Achsen sind dabei sowohl in x- wie auch in y-Richtung auf eine Seitenlänge  $D_x$  bzw.  $D_y$  des Gitters 14 normiert. Die Beleuchtungsstärkeverteilung 16 hat, wie das optisch aktive Gebiet 100 des Bauteils 1, eine quadrantensymmetrische Form in der Papierebene, die leicht von einer rotationssymmetrischen Form abweicht. Die Beleuchtungsstärke 16 ist in Punkt 0.0 maximal und fällt nach außen hin ab.

Figur 12B zeigt die Überlagerung der Beleuchtungsstärken 15, 16, 17 von drei in x-Richtung benachbarten optoelektronischen Bauteilen 1. Figur 13 entspricht einem "Querschnitt" entlang der Linie  $y=0$  der Figur 12B. Die Strahlenkegel der Bauteile 1 überlagern sich derart, dass eine entlang der x-Richtung homogene Beleuchtungsstärke 18 auf der Leuchtfläche 12 entsteht. Die Beleuchtungsstärke  $e_{i,j}(x,y)$  eines einzelnen Bauteils 1 hat dabei, wie im allgemeinen Teil beschrieben, einen Kosinus-förmigen Verlauf mit  $e_{i,j}(x,y) = \{1 + \cos[(x-x_i)/D_x \cdot \pi]\} \cdot e_y(y-y_j) \cdot e_0$  für  $x \in [x_i-D_x; x_i+D_x]$ ,  $e_x(x) = 0$  sonst.

In Figur 12C ist zusätzlich gezeigt, wie sich die Beleuchtungsstärken 15, 16, 17 der drei Bauteile 1 der Figur 12B mit den Beleuchtungsstärken der jeweils in y-Richtung angrenzenden Bauteile 1 überlagern. Figur 12C zeigt also die von neun benachbarten optoelektronischen Bauteilen 1 beleuchtete Fläche der Leuchtfläche 12. Die optischen Achsen

5 der Bauteile stehen dabei senkrecht an den Stellen mit den relativen Koordinaten  $(-1, -1)$ ,  $(-1, 0)$ ,  $(-1, 1)$ ,  $(0, -1)$ ,  $(0, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, -1)$ ,  $(1, 0)$ ,  $(1, 1)$ . Man erkennt deutlich, dass in der gesamten beleuchteten Fläche eine homogene Beleuchtungsstärkeverteilung 18 erzielt wird.

Die Beleuchtungseinrichtung 10 umfasst weiter Seitenwände 11. Wie im ersten Ausführungsbeispiel der Figur 9 sind die Seitenwände 11 reflektierend, insbesondere verspiegelt, ausgeführt.

Die Seitenwände bilden ein Rechteck und sind jeweils parallel zu den ersten Achsen 6 oder den zweiten Achsen 7 der Koordinatensysteme. Anders ausgedrückt verlaufen die Seitenwände in x- und y-Richtung, insbesondere parallel zu den Gitterlinien 6, 7 des Gitters 14.

Der Abstand einer in x-Richtung verlaufenden Seitenwand 11 zu der benachbarten Gitterlinie beziehungsweise ersten Achse 6 entspricht der halben Länge einer Grundeinheit 140 des Gitters 14 in y-Richtung, also  $D_y/2$ . Analog entspricht der Abstand einer zu den zweiten Achsen 7 parallelen Seitenwand 11 zu der benachbarten zweiten Achse 7 einem halben Gitterabstand in x-Richtung, also  $D_x/2$ . Die Seitenwände 11 setzen so vorteilhafterweise die Periodizität des Gitters fort. So wird auch am Rand der Leuchtfläche 12 eine homogene Beleuchtungsstärke 18 erzielt. Die gesamte Leuchtfläche 12 der Beleuchtungseinrichtung 10, leuchtet im Betrieb bevorzugt mit im Wesentlichen homogener Beleuchtungsstärke 18.

Die Beleuchtungseinrichtung 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Figur 11 weist im Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel ein Gitter 14 auf, das in

einem Randbereich der Beleuchtungseinrichtung 10 verzerrt ist und in einem mittleren Bereich der Beleuchtungseinrichtung ein Rechtecksgitter ist. Mit einem solchen verzerrten Gitter kann die Beleuchtungsstärkeverteilung individuell angepasst werden.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

## Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauteil (1) mit einem optisch aktiven Gebiet (100), wobei das optisch aktive Gebiet
  - mindestens einen Halbleiterchip (2) umfasst, der zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung (4) vorgesehen ist,
  - ein Strahlformungselement (3) umfasst, durch das zumindest ein Teil der von dem Halbleiterchip im Betrieb emittierten elektromagnetischen Strahlung tritt und das eine optische Achse (5) aufweist, und
  - eine Quadrantensymmetrie bezüglich eines zur optischen Achse senkrechten Koordinatensystems (6, 7) aufweist.
2. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 1, bei dem zumindest ein Teil des Strahlformungselements (3) die Quadrantensymmetrie aufweist.
3. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 2, bei dem das gesamte Strahlformungselement (3) die Quadrantensymmetrie aufweist.
4. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 2 oder 3, bei dem der Teil des Strahlformungselements (3) oder das Strahlformungselement in Draufsicht entlang der optischen Achse (5) die Form eines Rechtecks hat, dessen Ecken abgerundet sind.
5. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Strahlformungselement (3) eine Linse umfasst.
6. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 5, bei dem die Linse eine glatte Strahlungsausstrittsfläche (302) aufweist.
7. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 6, bei dem die Strahlungsausstrittsfläche einen Mittelbereich (312) umfasst,

durch den die optische Achse (5) verläuft und der konkav gekrümmt, plan oder schwach konvex gekrümmt ist.

8. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 7, bei dem der Mittelbereich (312) in Draufsicht auf die Strahlungsausstrittsfläche (302) die Form eines Rechtecks hat, dessen Ecken abgerundet sind.

9. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 7 oder 8, bei dem die Strahlungsausstrittsfläche (302) einen Randbereich (322) umfasst, der den Mittelbereich (312) in einem Abstand zur optischen Achse (5) zumindest teilweise umgibt und der konvex gekrümmt ist.

10. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 9, bei dem der Randbereich (322) in Draufsicht auf die Strahlungsausstrittsfläche (302) die Form eines Rechtecks hat, dessen Ecken abgerundet sind.

11. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die optische Achse (5) durch den mindestens einen Halbleiterchip (2) verläuft.

12. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 11, bei dem der mindestens eine Halbleiterchip (2) die Quadrantensymmetrie aufweist.

13. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Mehrzahl von Halbleiterchips (2), welche derart angeordnet sind, dass sie zusammen die Quadrantensymmetrie aufweisen.

14. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Gehäusekörper (9), in dem der mindestens eine Halbleiterchip (2) angeordnet ist.

15. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 14, bei dem das Strahlformungselement (3) separat von dem Gehäusekörper (9) gefertigt und an diesem befestigt ist.

16. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das mindestens einen Halbleiterchip (2) mit einem Emissionsmaximum im roten Spektralbereich, mindestens einen Halbleiterchip mit einem Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich und/oder mindestens einen Halbleiterchip mit einem Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich umfasst.

17. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das einen ersten Halbleiterchip (2) umfasst, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer ersten Spektralverteilung emittiert und das einen zweiten Halbleiterchip (2) umfasst, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer zweiten Spektralverteilung emittiert.

18. Optoelektronisches Bauteil gemäß Anspruch 17, das einen dritten Halbleiterchip (2) umfasst, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer dritten Spektralverteilung emittiert.

19. Optoelektronisches Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das im Betrieb Licht mit einem weißen Farbeindruck emittiert.

20. Beleuchtungseinrichtung (10) mit einem optoelektronischen Bauteil (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

21. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 20, die reflektierende Seitenflächen (11) aufweist, welche das optoelektronische Bauteil (1) umgeben und parallel zur



optischen Achse (5) des Strahlformungselements (3) angeordnet sind.

22. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 21, bei der die reflektierenden Seitenflächen (11) in Draufsicht entlang der optischen Achse (5) in Form eines Rechtecks oder Quadrats angeordnet sind.

23. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 20 mit einer Mehrzahl von optoelektronischen Bauteilen (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, deren optische Achsen (5) im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

24. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 23, bei der die optoelektronischen Bauteile (1) derart angeordnet sind, dass von benachbarten Bauteilen in einer Ebene (8) senkrecht zu den optischen Achsen (5) beleuchtete Flächen sich zumindest teilweise überschneiden.

25. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 24, bei der die optoelektronischen Bauteile (1) an den Gitterpunkten eines Gitters (14) angeordnet sind.

26. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 25, bei dem das Gitter (14) parallelogramm-förmige, rechteckige oder quadratische Grundeinheiten (140) hat.

27. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 26, die reflektierende Seitenflächen (11) umfasst, die parallel zu den optischen Achsen (5) der optoelektronischen Bauteile (1) angeordnet sind und die die optoelektronischen Bauteile umgeben.

28. Beleuchtungseinrichtung gemäß den Ansprüchen 26 und 27, bei der die reflektierenden Seitenflächen (11) parallel zu Gitterlinien (6, 7) des Gitters (14) verlaufen.

29. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 28, bei der eine Seitenfläche (11) und ein benachbartes optoelektronisches Bauteil (1) voneinander einen Abstand haben, der der Hälfte einer Seitenlänge ( $D_x$ ,  $D_y$ ) einer Grundeinheit (140) des Gitters (14) entspricht.

30. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 23 bis 29, die ein erstes optoelektronisches Bauteil (1) umfasst, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer ersten Spektralverteilung emittiert und die ein zweites optoelektronisches Bauteil (1) umfasst, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer zweiten Spektralverteilung emittiert.

31. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 30, die ein drittes optoelektronisches Bauteil (1) umfasst, das im Betrieb elektromagnetische Strahlung (4) mit einer dritten Spektralverteilung emittiert.

32. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 31, mit mindestens einem optoelektronischen Bauteil (1), das ein Emissionsmaximum im roten Spektralbereich aufweist, mindestens einem optoelektronischen Bauteil, das ein Emissionsmaximum im grünen Spektralbereich aufweist und/oder mindestens einem optoelektronischen Bauteil, das ein Emissionsmaximum im blauen Spektralbereich aufweist.

33. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die im Betrieb Licht mit einem weißen Farbeindruck emittiert.

34. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 33, die eine Diffusorfläche (12) umfasst, durch die zumindest ein Teil der von dem optoelektronischen Bauteil (1) beziehungsweise von den optoelektronischen Bauteilen (1) emittierten Strahlung (4) ausgekoppelt wird.

35. Beleuchtungseinrichtung gemäß Anspruch 34, bei der die Diffusorfläche (12) von dem optoelektronischen Bauteil (1) beziehungsweise von den optoelektronischen Bauteilen (1) homogen hinterleuchtet wird.

36. Beleuchtungseinrichtung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 35, die eine Hinterleuchtungsvorrichtung, beispielsweise für ein LCD, ist.

FIG 1

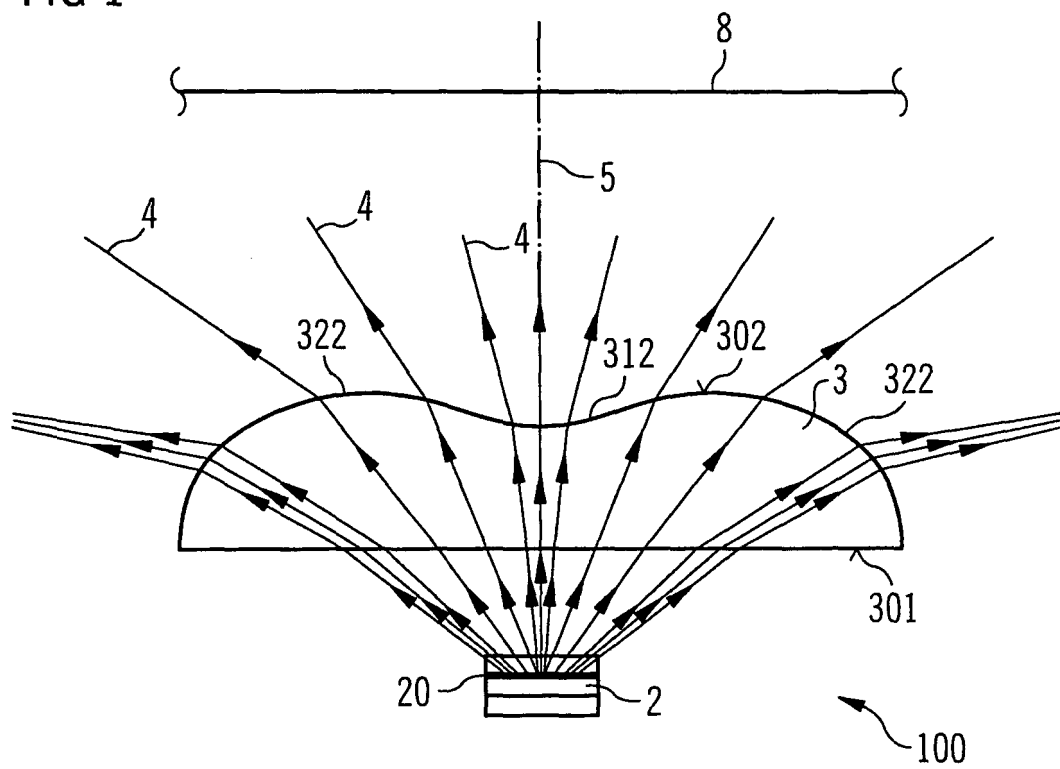


FIG 2A

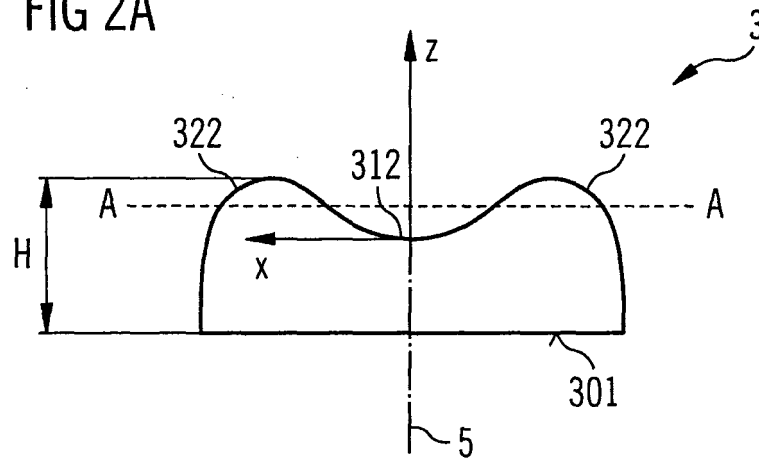


FIG 2B

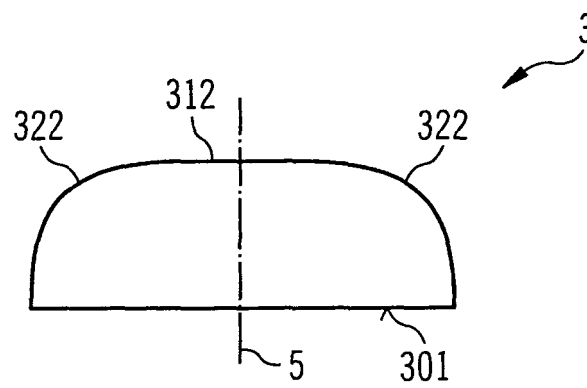


FIG 2C

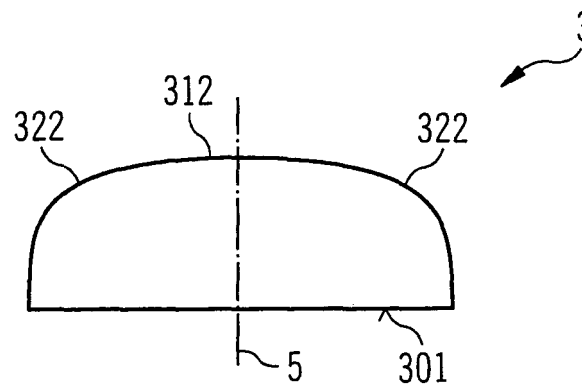


FIG 3A

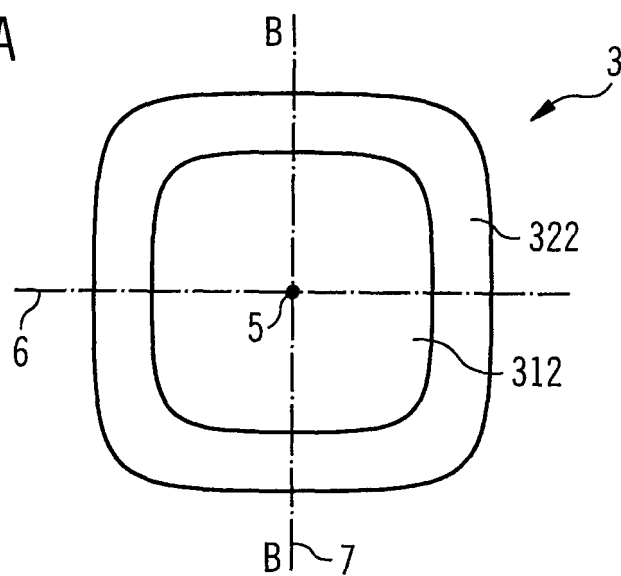


FIG 3B

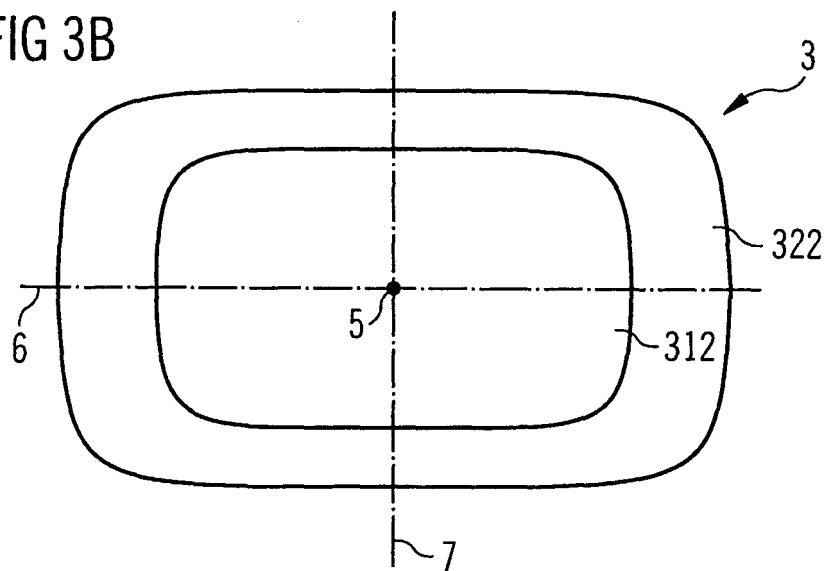


FIG 3C

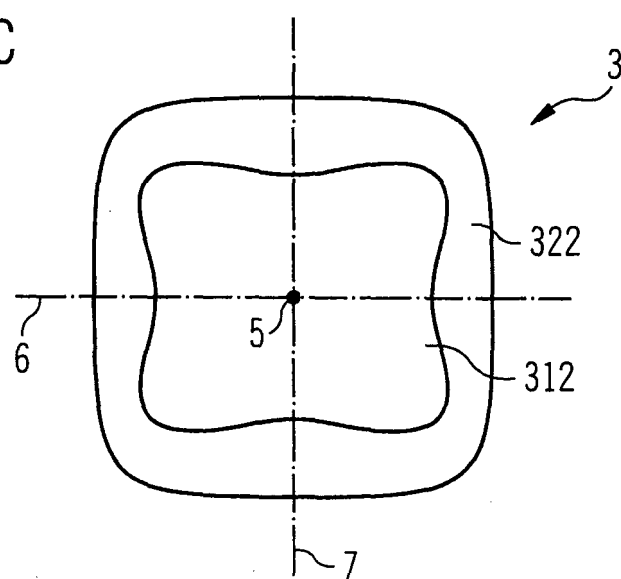


FIG 4A

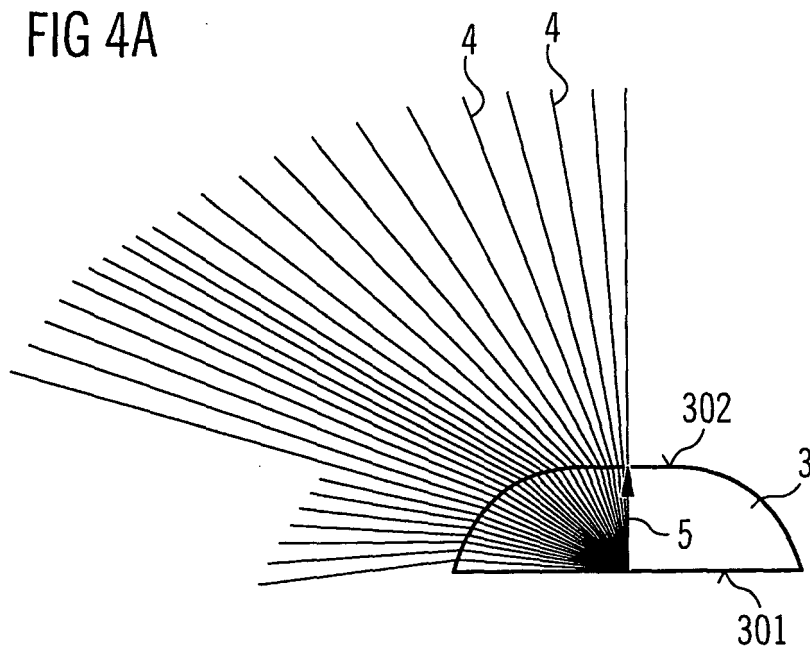


FIG 4B

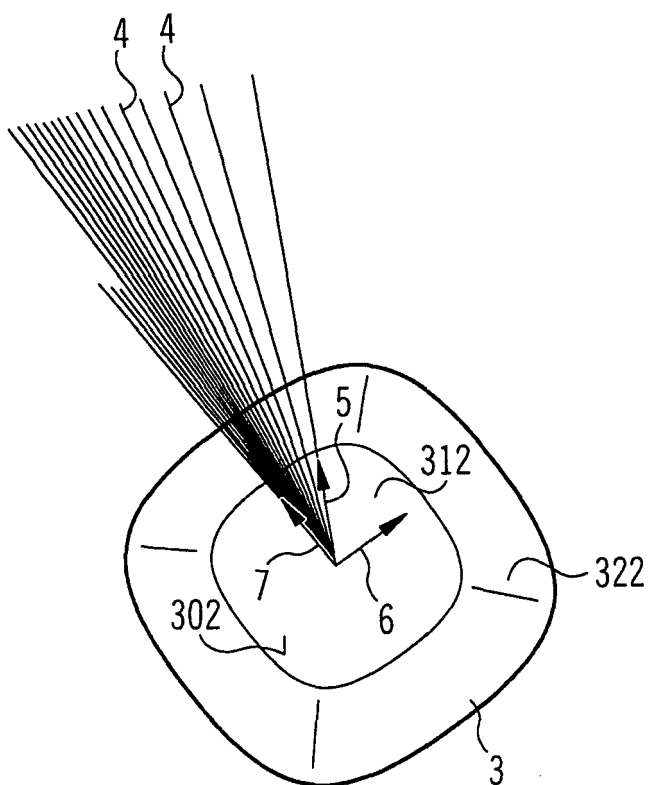


FIG 5

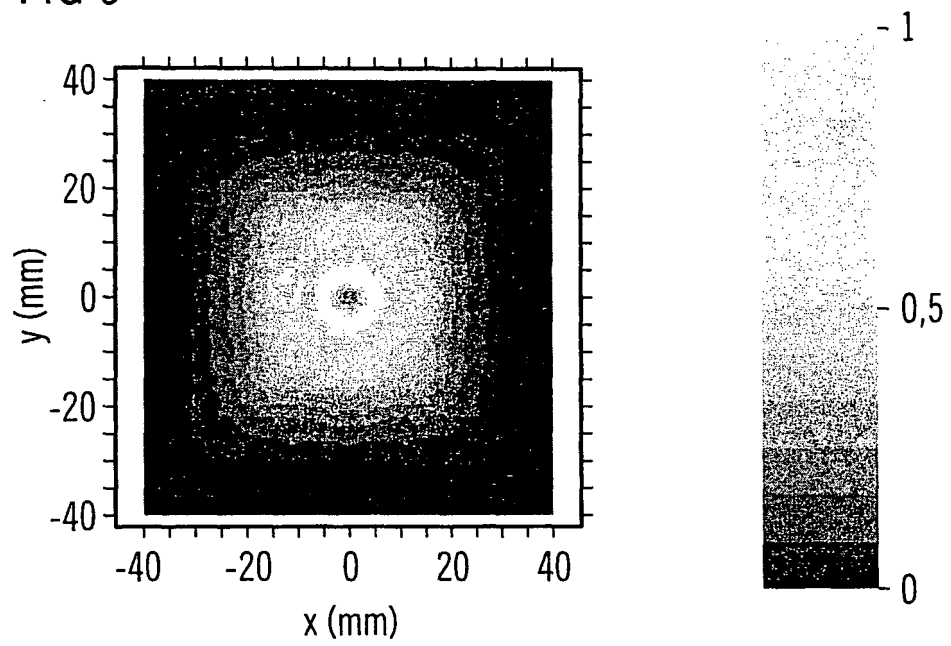


FIG 6

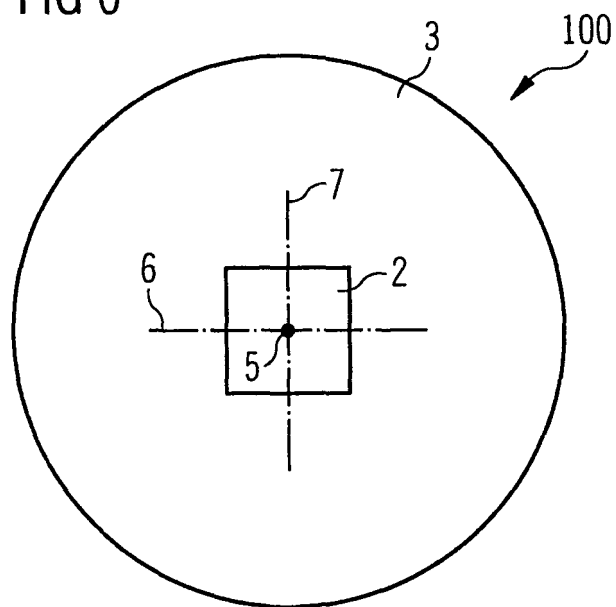




FIG 7A

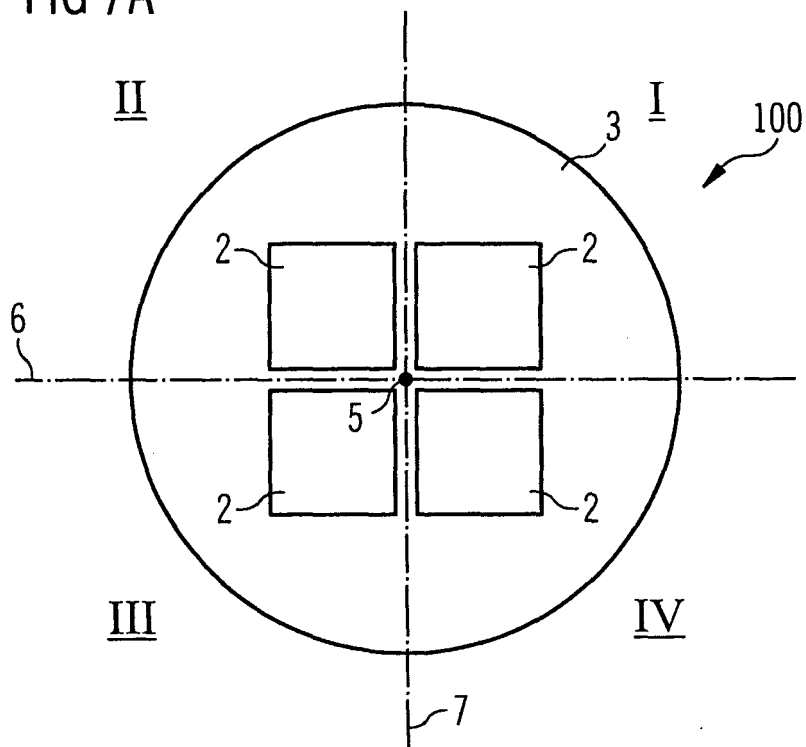


FIG 7B

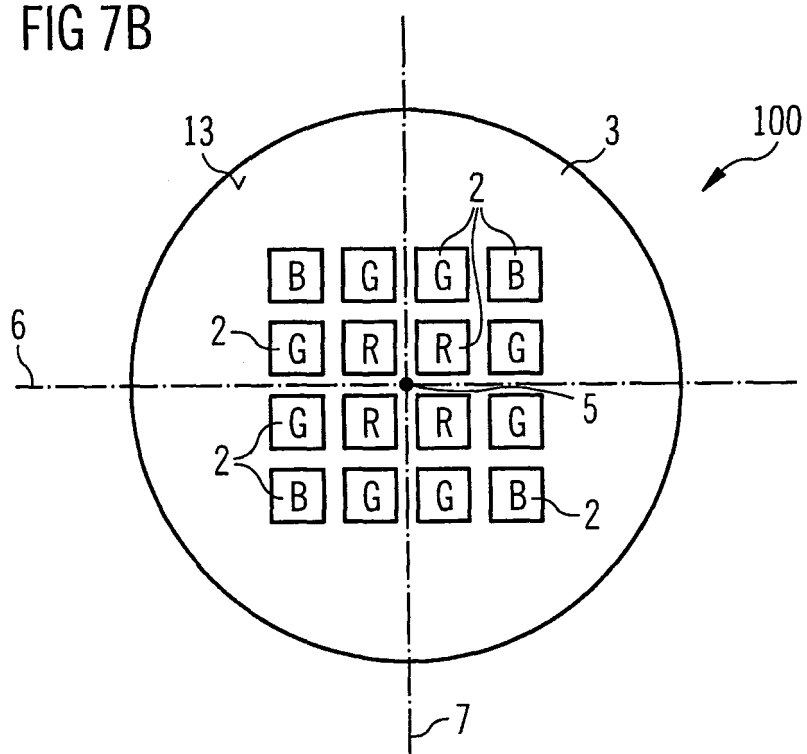


FIG 8

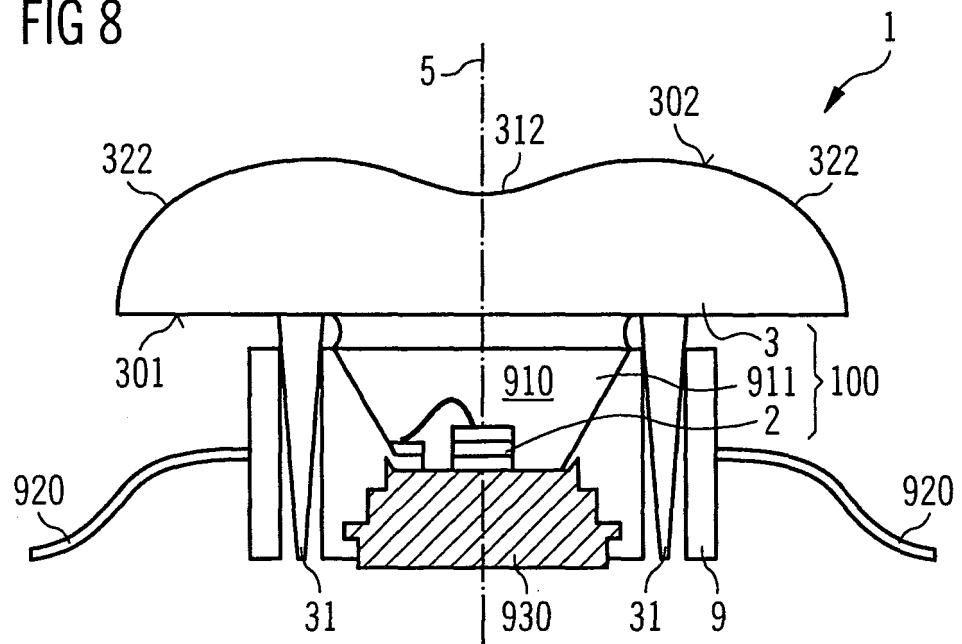


FIG 9

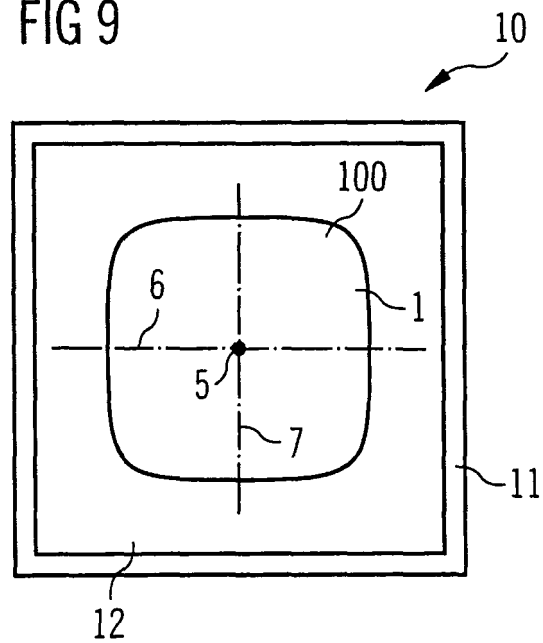


FIG 10

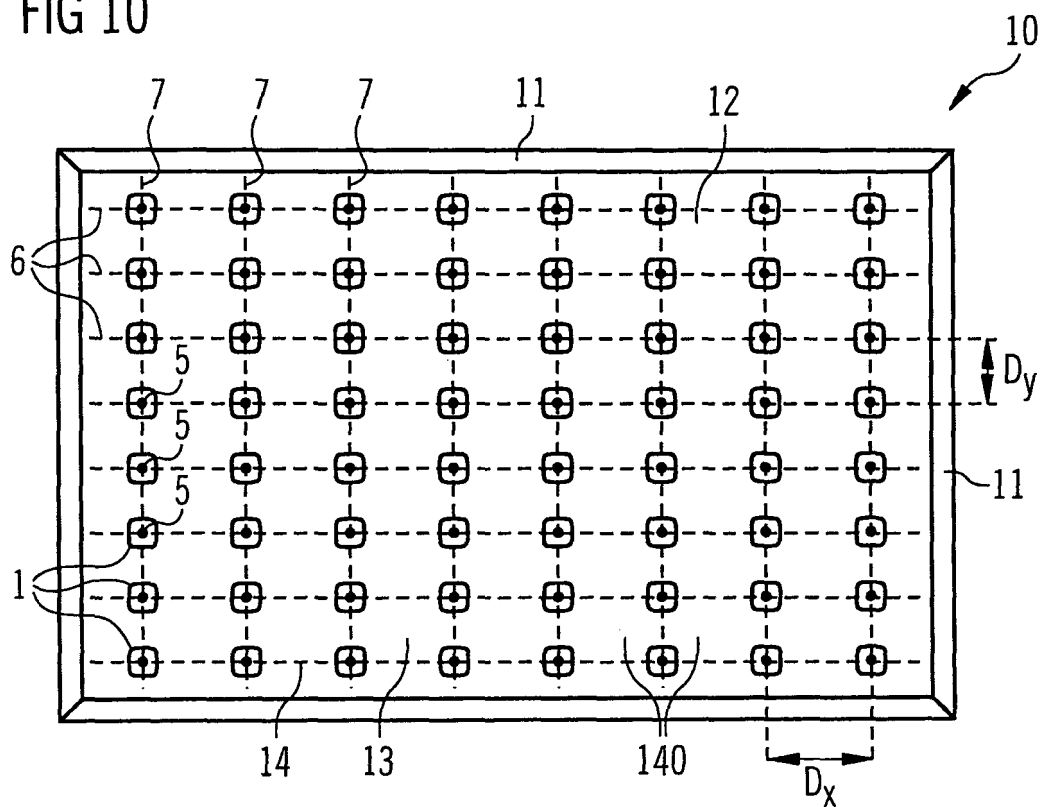


FIG 11

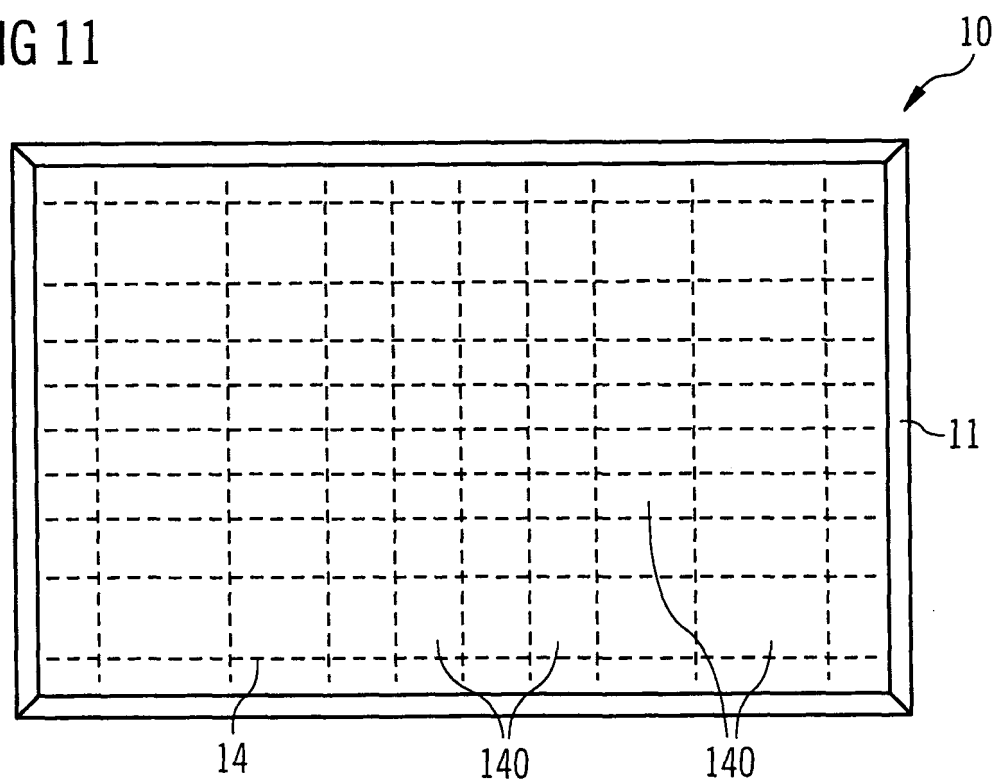


FIG 12A

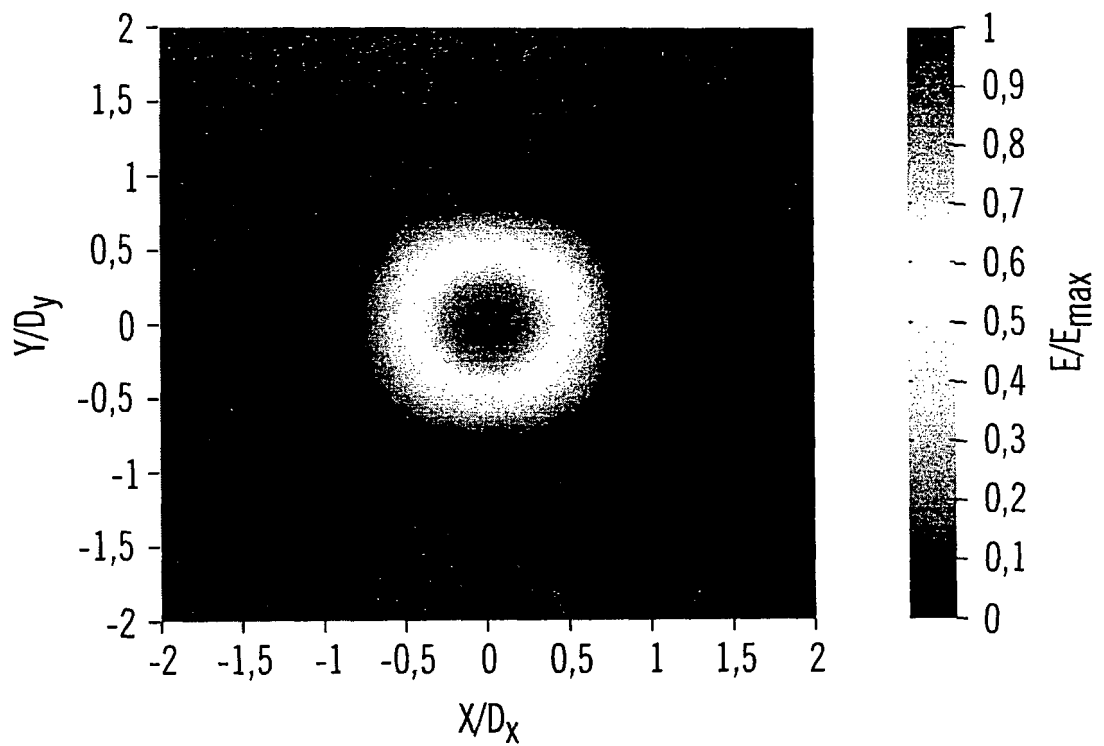


FIG 12B

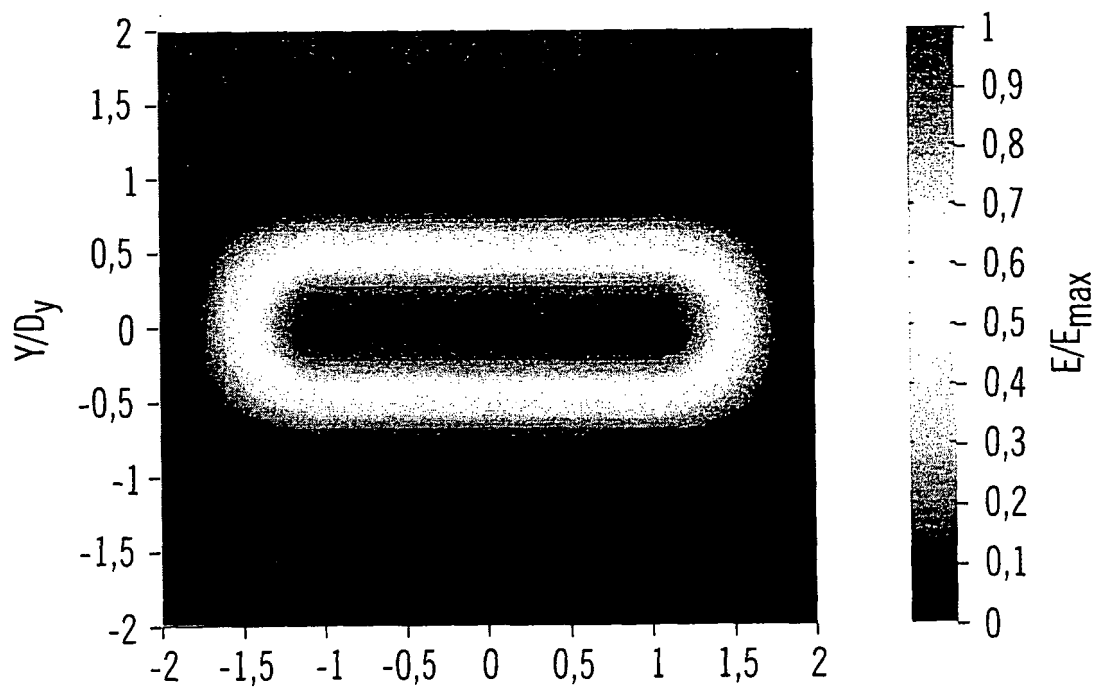


FIG 12C

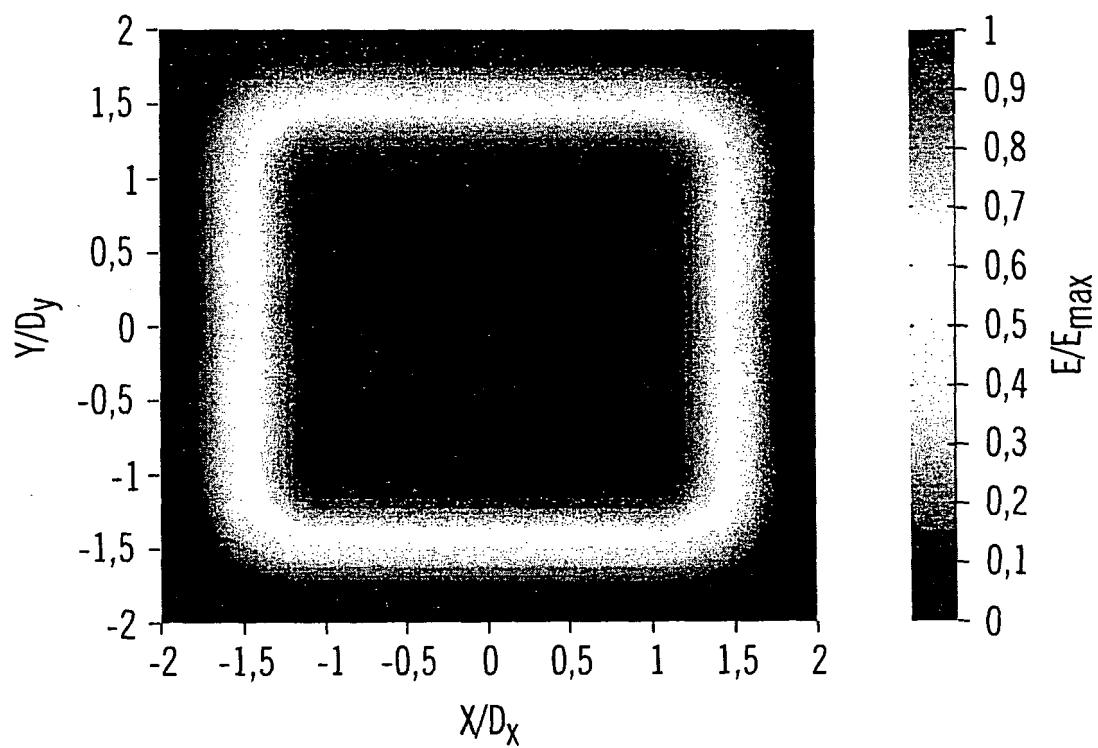


FIG 13

