

(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  
6. August 2009 (06.08.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/094976 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G02F 1/13357 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000044

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Januar 2009 (16.01.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 006 975.2 31. Januar 2008 (31.01.2008) DE  
10 2008 029 191.9 19. Juni 2008 (19.06.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

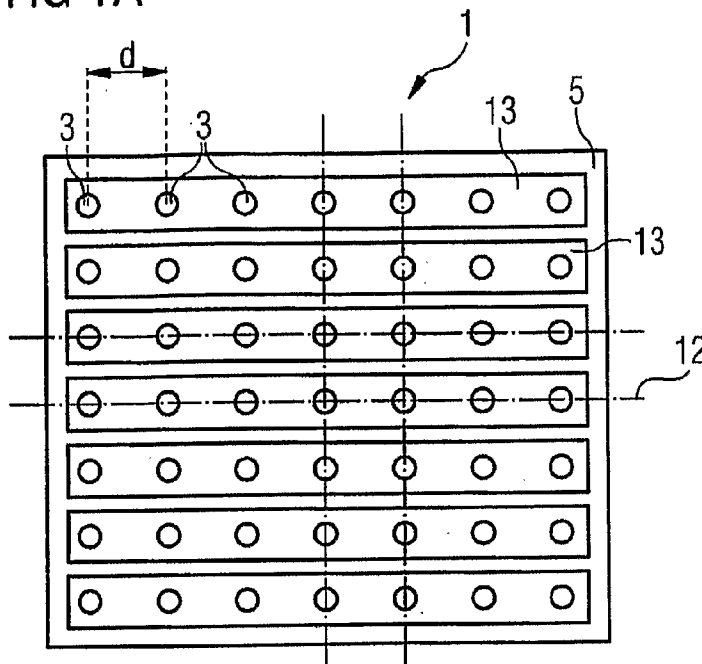
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIESMANN, Burkard [DE/DE]; Schützenheimweg 27d, 93049 Regensburg (DE). ZEILER, Markus [DE/DE]; Am Kugelbaum 7, 93152 Undorf-Nittendorf (DE). BRUNNER, Herbert [DE/DE]; Erikastrasse 1, 93161 Sinzing (DE). OTT, Hubert [DE/DE]; Am Kohlenschacht 25, 93077 Bad Abbach (DE). PLÖTZ, Ludwig [DE/DE]; Zum Ponnholz 24, 93473 Arnschwang (DE). STRAUSS, Jörg [DE/DE]; Leharstrasse 11, 86179 Augsburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHTING DEVICE FOR BACK-LIGHTING A DISPLAY AND A DISPLAY WITH ONE SUCH LIGHTING DEVICE

(54) Bezeichnung: BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG ZUR HINTERLEUCHTUNG EINES DISPLAYS SOWIE EIN DISPLAY MIT EINER SOLCHEN BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG

FIG 1A



(57) Abstract: A lighting device (1) for back-lighting a display is disclosed. The lighting device comprises: -at least one semiconductor element (3) which is suitable for generating electromagnetic radiation of a first wavelength range; -a first wavelength conversion material (30) which is located downstream of the radiation-emitting front side (6) of the semiconductor element (3) in the emission direction (8) thereof and which is suitable for conversion of radiation of the first wavelength range into radiation of a second wavelength range different from the first wavelength range, and; -a second wavelength conversion material (31) which is located downstream of the radiation-emitting front side (6) of the semiconductor element (3) in the emission direction (8) thereof and which is suitable for conversion of radiation of the first wavelength range into radiation of a third wavelength range different from the first and second wavelength range. In addition, a display is described with one such lighting device (1).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Beleuchtungseinrichtung (1) zur Hinterleuchtung eines Displays offenbart. Die Beleuchtungseinrichtung umfasst: - zumindest einem Halbleiterkörper (3), der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zu erzeugen, - einem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (30), der der strahlungsemitternden Vorderseite (6) des Halbleiterkörpers (3) in dessen Abstrahlrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/094976 A1



(74) **Anwalt:** EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, ST, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, 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:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

(8) nachgeordnet ist und dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, und - einem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (31), der der strahlungsemitterenden Vorderseite (6) des Halbleiterkörpers (3) in dessen Abstrahlrichtung (8) nachgeordnet ist und der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln. Weiterhin wird ein Display mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung (1) beschrieben.

## Beschreibung

Beleuchtungseinrichtung zur Hinterleuchtung eines Displays sowie ein Display mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung zur Hinterleuchtung eines Displays sowie ein Display mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung.

Eine Beleuchtungseinrichtung für ein Display ist beispielsweise in der Druckschrift DE 10 2004 046 696.3 angegeben.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Beleuchtungseinrichtung zur Hinterleuchtung eines Displays anzugeben.

Diese Aufgaben werden durch eine Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und durch ein Display mit den Merkmalen des Patentanspruches 14 gelöst.

Eine derartige Beleuchtungseinrichtung zur Hinterleuchtung eines Displays umfasst insbesondere:

- zumindest einen Halbleiterkörper, der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zu erzeugen,
- einen ersten Wellenlängenkonversionsstoff, der der strahlungsemitternden Vorderseite des Halbleiterkörpers in dessen Abstrahlrichtung nachgeordnet ist und der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, und

- einen zweiten Wellenlängenkonversionsstoff, der der strahlungsemitternden Vorderseite des Halbleiterkörpers in dessen Abstrahlrichtung nachgeordnet ist und der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln.

Die Beleuchtungseinrichtung umfasst als Lichtquelle zumindest einen Halbleiterkörper. Halbleiterkörper bieten beispielsweise gegenüber herkömmlich verwendeten Kaltkathodenfluoreszenzlampen (CCFL) den Vorteil, dass sie unempfindlicher gegenüber Vibrationen sowie im Wesentlichen frei dimmbar sind und schnelle Schaltzeiten ermöglichen. Weiterhin weisen Halbleiterkörper im Vergleich zu Kaltkathodenfluoreszenzlampen im Wesentlichen keine oder nur einen sehr geringen Anteil an schädlichen Schwermetallen, wie Quecksilber oder Blei, auf.

Besonders bevorzugt sind der Halbleiterkörper und die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe derart angeordnet, dass Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, die von dem Halbleiterkörper erzeugt wird, zumindest teilweise auf den ersten und den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff trifft, so dass Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs von den beiden Wellenlängenkonversionsstoffen in Strahlung des zweiten und dritten Wellenlängenbereichs umgewandelt wird.

Die von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs wird von dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff bevorzugt teilweise in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereichs und von dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff ebenfalls bevorzugt teilweise in

Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umgewandelt, während ein weiterer Teil der Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs unkonvertiert bleibt. Die Beleuchtungseinrichtung sendet in diesem Fall Mischstrahlung aus, die unkonvertierte Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs sowie konvertierte Strahlung des zweiten und des dritten Wellenlängenbereichs aufweist.

Der erste und/oder der zweite Wellenlängenkonversionsstoff können beispielsweise in einer wellenlängenkonvertierenden Schicht enthalten sein. Besonders bevorzugt ist die wellenlängenkonvertierende Schicht mit dem ersten und/oder dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff in direktem Kontakt auf die strahlungsemittierende Vorderseite des Halbleiterkörpers aufgebracht. Dies bedeutet, dass die wellenlängenkonvertierende Schicht eine gemeinsame Grenzfläche mit der strahlungsemittierenden Vorderseite des Halbleiterkörpers aufweist. Ist die wellenlängenkonvertierende Schicht auf der strahlungsemittierenden Vorderseite des Halbleiterkörpers angeordnet, so stellt der Halbleiterkörper gegenüber den Abmessungen der Beleuchtungseinrichtung in der Regel im Wesentlichen eine Punktstrahlungsquelle dar, die Strahlung mit einem bestimmten Farbort, bevorzugt im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel, aussendet. Strahlung einer solchen Punktstrahlungsquelle ist insbesondere dazu geeignet, in ein optisches Element eingekoppelt zu werden.

Weiterhin ist es auch möglich, dass die wellenlängenkonvertierende Schicht, die zumindest einen der Wellenlängenkonversionsstoffe, bevorzugt jedoch beide Wellenlängenkonversionsstoffe umfasst, an einer anderen

- 4 -

Stelle der Beleuchtungseinrichtung derart angeordnet ist, dass Strahlung des Halbleiterkörpers durch die wellenlängenkonvertierende Schicht hindurch läuft. Die wellenlängenkonvertierende Schicht kann beispielsweise auf einer zu dem Halbleiterkörper weisenden Rückseite einer Deckplatte der Beleuchtungseinrichtung angeordnet sein. Bei der Deckplatte kann es sich beispielsweise um eine Diffusorplatte handeln.

Der Halbleiterkörper kann in ein Bauelementgehäuse montiert sein. Das Bauelementgehäuse weist beispielsweise eine Ausnehmung auf, in der der Halbleiterkörper befestigt ist. Ein geeignetes Bauelementgehäuse ist beispielsweise in der Druckschrift WO 02/084749 A2 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird. Ist der Halbleiterkörper in ein Bauelementgehäuse montiert, so sind Halbleiterkörper und Bauelementgehäuse Teil eines optoelektronischen Bauelementes, das seinerseits von der Beleuchtungseinrichtung umfasst ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist der erste und/oder zweite Wellenlängenkonversionsstoff in ein Matrixmaterial eingebracht. Das Matrixmaterial kann beispielsweise Silikon und/oder Epoxid aufweisen oder aus zumindest einem dieser Materialien bestehen.

Das Matrixmaterial mit zumindest einem Wellenlängenkonversionsstoff kann als wellenlängenkonvertierende Schicht ausgebildet sein, oder als Verguss.

Gemäß einer Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung weist die wellenlängenkonvertierende Schicht eine Dicke zwischen 20 µm und 200 µm auf, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Zur Herstellung der wellenlängenkonvertierenden Schicht kann das Matrixmaterial mit zumindest einem Wellenlängenkonversionsstoff beispielsweise als Schicht innerhalb des optoelektronischen Bauelementes oder der Beleuchtungseinrichtung ausgebildet und anschließend ausgehärtet werden. Eine solche wellenlängenkonvertierende Schicht weist bevorzugt eine Dicke zwischen 20 µm und 40 µm auf, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Alternativ ist es auch möglich, dass die wellenlängenkonvertierende Schicht separat als Plättchen gefertigt wird. Ein solches Plättchen kann entweder ebenfalls ein Matrixmaterial aufweisen, in das Partikel zumindest eines Wellenlängenkonversionsstoffes eingebracht sind oder etwa auch als Keramik ausgebildet sein. Eine wellenlängenkonvertierende Schicht, die separat als Plättchen gefertigt ist, weist bevorzugt eine Dicke zwischen 20 µm und 200 µm auf, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung ist der erste und/oder der zweite Wellenlängenkonversionsstoff in einen Verguss eingebettet. Der Verguss kann beispielsweise in die Ausnehmung des Bauelementgehäuses eingebracht sein. Der Verguss umhüllt den Halbleiterkörper hierbei in der Regel.

Weiterhin kann auch einer der beiden Wellenlängenkonversionsstoffe von einer

wellenlängenkonvertierenden Schicht und der andere Wellenlängenkonversionsstoff von einem Verguss umfasst sein.

Weiterhin ist es auch möglich, dass die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe in zwei unterschiedlichen wellenlängenkonvertierenden Schichten eingebracht sind. Der erste Wellenlängenkonversionsstoff ist hierbei beispielsweise in eine erste wellenlängenkonvertierende Schicht eingebracht, während der zweite Wellenlängenkonversionsstoff in eine zweite wellenlängenkonvertierende Schicht eingebracht ist. Eine der beiden wellenlängenkonvertierenden Schichten kann hierbei beispielsweise in direktem Kontakt auf die strahlungsemittierende Vorderseite des Halbleiterkörpers aufgebracht sein, während die zweite wellenlängenkonvertierende Schicht in direktem Kontakt auf die erste wellenlängenkonvertierende Schicht aufgebracht ist, das heißt, dass die zweite wellenlängenkonvertierende Schicht eine gemeinsame Grenzfläche mit der ersten wellenlängenkonvertierenden Schicht ausbildet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung sendet der Halbleiterkörper Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs aus, der Strahlung aus dem blauen Spektralbereich umfasst.

Ein Halbleiterkörper, der Strahlung des blauen Spektralbereichs aussendet, basiert bevorzugt auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial.

Nitrid-Verbindungshalbleitermaterialien sind Verbindungshalbleitermaterialien, die Stickstoff enthalten, wie beispielsweise Materialien aus dem System  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ . Unter die Gruppe der

strahlungsemittierenden Halbleiterkörpern auf Basis von Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial fallen vorliegend insbesondere solche Halbleiterkörper, bei denen eine epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterkörpers mindestens eine Einzelschicht enthält, die ein Material aus dem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung umfasst der zweite Wellenlängenbereich Strahlung des grünen Spektralbereichs. Der erste Wellenlängenkonversionsstoff wandelt daher bevorzugt Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung des grünen Spektralbereichs um. Besonders bevorzugt umfasst der erste Wellenlängenbereich bei dieser Ausführungsform Strahlung des blauen Spektralbereichs.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung weist der erste Wellenlängenkonversionsstoff ein Europium-dotiertes Chlorsilikat auf oder besteht aus diesem Material. Ein Europium-dotiertes Chlorsilikat ist insbesondere dazu geeignet, Strahlung des blauen Spektralbereichs in Strahlung des grünen Spektralbereichs umzuwandeln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung weist der dritte Wellenlängenbereich bevorzugt Strahlung aus dem roten Spektralbereich auf. Der zweite Wellenlängenkonversionsstoff wandelt daher besonders bevorzugt Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung des roten Spektralbereichs um. Besonders bevorzugt umfasst der erste Wellenlängenbereich bei dieser

Ausführungsform wiederum Strahlung des blauen Spektralbereichs.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung weist der zweite Wellenlängenkonversionsstoff ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid auf oder besteht aus diesem Material. Ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid ist insbesondere dazu geeignet, Strahlung des blauen Spektralbereichs in Strahlung des roten Spektralbereichs umzuwandeln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung, weist diese als ersten Wellenlängenkonversionsstoff ein Europium-dotiertes Chlorsilikat und als zweiten Wellenlängenkonversionsstoff ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid auf, wobei die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe bevorzugt ein Verhältnis zueinander aufweisen, das zwischen 0,8 und 1,2 (bezogen auf Massenanteile) liegt, wobei die Grenzen eingeschlossen sind. Besonders bevorzugt weisen die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe ein Verhältnis zueinander auf, das zwischen 0,9 und 1,1 (ebenfalls bezogen auf Massenanteile) liegt, wobei die Grenzen ebenfalls eingeschlossen sind.

Der erste und/oder der zweite Wellenlängenkonversionsstoff können weiterhin aus der Gruppe gewählt sein, die durch die folgenden Materialien gebildet wird: mit Metallen der seltenen Erden dotierte Granate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Erdalkalisulfide, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Thiogallate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Aluminate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Orthosilikate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte

Chlorsilikate, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Erdalkalisiliziumnitride, mit Metallen der seltenen Erden dotierte Oxynitride und mit Metallen der seltenen Erden dotierte Aluminiumoxinitride.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sendet die Beleuchtungseinrichtung Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aus. Die weiße Mischstrahlung umfasst hierbei besonders bevorzugt Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, der Strahlung des blauen Spektralbereichs umfasst, Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs, der grüne Strahlung umfasst und Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs, der rote Strahlung umfasst.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist über dem Halbleiterkörper, dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff und dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff ein optisches Element angeordnet. Der Halbleiterkörper kann beispielsweise in der Ausnehmung eines Bauelementgehäuses angeordnet sein und auf seiner strahlungsemittierenden Vorderseite mit der wellenlängenkonvertierenden Schicht versehen sein, die den ersten und den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff umfasst, während das optische Element auf dem Bauelementgehäuse über der Ausnehmung befestigt ist. In diesem Fall ist das optische Element Teil des optoelektronischen Bauelementes. Das optische Element dient in der Regel der Strahlformung. Besonders bevorzugt dient das optische Element vorliegend der Strahlaufweitung, um eine möglichst homogene Abstrahlcharakteristik der Beleuchtungseinrichtung zu erzielen, wie sie zur Hinterleuchtung eines Displays in der Regel erwünscht ist. Insbesondere trägt eine homogene Abstrahlcharakteristik der Beleuchtungseinrichtung in der

Regel vorteilhafterweise zu einer geringen Einbautiefe der Beleuchtungseinrichtung bei.

Als optisches Element kann beispielsweise eine Linse verwendet sein.

Besonders bevorzugt ist ein optisches Element mit einer Strahlungsausstrittsfläche verwendet, die einen konkav gekrümmten Teilbereich und einen den konkaven Teilbereich in einem Abstand zur optischen Achse zumindest teilweise umgebenden, konvex gekrümmten Teilbereich aufweist, wobei eine optische Achse des optischen Elementes durch den konkav gekrümmten Teilbereich hindurch läuft. Eine Beleuchtungseinrichtung mit einem solchen optischen Element ist beispielsweise in der Druckschrift WO 2006/089523 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Ein solches optisches Element ist insbesondere vorteilhafterweise dazu geeignet, die Abstrahlcharakteristik des optoelektronischen Bauelementes aufzuweiten, das heißt, die von dem Halbleiterkörper oder der wellenlängenkonvertierenden Schicht auf der Vorderseite des Halbleiterkörpers ausgesandte Strahlung über einen großen Raumwinkel zu verteilen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Beleuchtungseinrichtung mehrere Halbleiterkörper bzw. optoelektronische Bauelemente mit Halbleiterkörpern. Hierbei können alle oder einige Halbleiterkörper bzw. optoelektronische Bauelemente die vorliegend für einen Halbleiterkörper bzw. ein optoelektronisches Bauelement beschriebenen Merkmale aufweisen.

Umfasst die Beleuchtungseinrichtung mehrere Halbleiterkörper bzw. optoelektronische Bauelemente, so senden diese bevorzugt Strahlung derselben Wellenlänge bzw. mit einem gleichartigen Spektrum aus.

Umfasst die Beleuchtungseinrichtung mehrere Halbleiterkörper bzw. optoelektronische Bauelemente, so sind diese bevorzugt gemäß ihrer Farborte gruppiert. Das heißt, dass sich die Farborte der von den Halbleiterkörpern bzw. optoelektronischen Bauelementen ausgesandten Strahlung bevorzugt innerhalb einer MacAdam-Ellipse mit drei SDCM (Standard Deviation of Color Matching) befinden. Eine McAdam-Ellipse ist ein Bereich innerhalb der CIE-Normfarbtafel der von einem menschlichen Betrachter gleich wahrgenommenen Abständen von Farbtönen zu einem Bezugsfarbton. Die Dimensionen der McAdam-Ellipse werden in SDMC angegeben. Mit anderen Worten weichen die Farborte der von den Halbleiterkörpern bzw. optoelektronischen Bauelementen ausgesandten Strahlung nicht mehr als drei SDMC von einem vorgegebenen Wert ab.

MacAdam-Ellipsen und SDMC sind in der Druckschrift MacAdam, D.L., Specification of small chromaticity differences, Journal of the Optical Society of America, vol. 33, no. 1, Jan. 1943, pp 18-26, beschrieben, deren Offenbarungsgehalt dies bezüglich durch Rückbezug aufgenommen wird.

Insbesondere, wenn die Beleuchtungseinrichtung mehrere Halbleiterkörper bzw. optoelektronische Bauelemente umfasst, die Mischstrahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aussenden, weichen die Farborte nicht mehr als drei SDMC voneinander ab. Da das menschliche Auge

besonders empfindlich für Farbortschwankungen im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel ist, kann so ein besonders homogener Farbeindruck der Strahlung der Beleuchtungseinrichtung erreicht werden.

Wird Mischstrahlung mittels einer wellenlängenkonvertierenden Schicht auf der strahlungsemittierenden Vorderseite des Halbleiterkörpers erzeugt, so gilt äquivalent, dass die Halbleiterkörper mit der wellenlängenkonvertierenden Schicht bevorzugt gemäß ihrer Farborte gruppiert sind, wobei sich der Farbort auf die von der wellenlängenkonvertierenden Schicht ausgesandten Mischstrahlung bezieht.

Besonders bevorzugt ist die hier beschriebene Beleuchtungseinrichtung von einem Display zur Hinterleuchtung umfasst. Bei dem Display kann es sich beispielsweise um ein Liquid-Crystal-Display (LCD-Display) handeln.

Das Display weist bevorzugt einen Farbfilter mit zumindest drei verschiedenen Bereichen auf, die jeweils für Strahlung dreier unterschiedlicher Wellenlängenbereiche durchlässig ausgebildet sind. Besonders bevorzugt ist das Emissionsspektrum der von der Beleuchtungseinrichtung ausgesandten Strahlung an den Farbfilter angepasst. Das heißt, dass das Emissionsspektrum der von der Beleuchtungseinrichtung ausgesandten Strahlung zumindest drei verschiedene Wellenlängenbereiche mit jeweils einem Peak aufweist, die mindestens zu 30 Prozent von einem der drei verschiedenen Bereiche des Farbfilters transmittiert werden. Die unterschiedlichen Bereiche des Farbfilters weisen somit jeweils ein Transmissionsspektrum auf, das im Wesentlichen jeweils mit einem Peak des Emissionsspektrums der Beleuchtungseinrichtung übereinstimmt. Ist das

Emissionsspektrum der Strahlung der Beleuchtungseinrichtung an einen Farbfilter angepasst, so transmittiert der Farbfilter einen besonders großen Anteil der von der Beleuchtungseinrichtung ausgesandten Strahlung. Besonders bevorzugt transmittiert ein Farbfilter, an den das Emissionsspektrum der Strahlung der Beleuchtungseinrichtung angepasst ist, zumindest 40 Prozent der von der Beleuchtungseinrichtung ausgesandten Strahlung.

Besonders bevorzugt ist das Emissionsspektrum einer Beleuchtungseinrichtung, die weiße Mischstrahlung mit blauer Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, grüner Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs und roter Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs aussendet, an einen Farbfilter angepasst, der rote Bereiche, grüne Bereiche und blaue Bereiche aufweist. Das Emissionsspektrum der Mischstrahlung der Beleuchtungseinrichtung setzt sich hierbei aus dem Emissionsspektrum des ersten Wellenlängenbereichs, dem Emissionsspektrum des zweiten Wellenlängenbereichs und dem Emissionsspektrum des dritten Wellenlängenbereichs zusammen und weist einen Peak im roten Spektralbereich, einen Peak im grünen Spektralbereich und einen Peak im blauen Spektralbereich auf.

Ist das Emissionsspektrum der Beleuchtungseinrichtung an einen Farbfilter mit roten Bereichen, grünen Bereichen und blauen Bereichen angepasst, so ist gemäß einem ersten Aspekt ein Emissionsspektrum der rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs an ein Transmissionsspektrum des roten Bereichs des Farbfilters angepasst. Das heißt, dass mindestens 55 Prozent der roten Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs von dem roten Bereich des Farbfilters transmittiert wird. Weiterhin ist gemäß einem zweiten Aspekt

ein Emissionsspektrum der grünen Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs derart an ein Transmissionsspektrum des grünen Bereichs des Farbfilters angepasst, dass mindestens 65 Prozent der grünen Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs von dem grünen Bereich des Farbfilters transmittiert wird. Ebenfalls ist gemäß einem dritten Aspekt ein Emissionsspektrum der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs derart an ein Transmissionsspektrum des blauen Bereichs des Farbfilters angepasst ist, dass mindestens 55 Prozent der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs von dem blauen Bereich des Farbfilters transmittiert wird.

Eine Beleuchtungseinrichtung, die weiße Mischstrahlung aussendet, deren Emissionsspektrum an einen herkömmlichen Farbfilter mit einem roten, einem grünen und einen blauen Bereich angepasst ist, umfasst beispielsweise einen Halbleiterkörper, der Strahlung aus dem blauen Spektralbereich aussendet, wobei in direktem Kontakt auf dessen strahlungsemittierende Vorderseite eine wellenlängenkonvertierende Schicht mit einem ersten und einem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff aufgebracht ist.

Bei dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff handelt es sich hierbei besonders bevorzugt um ein Europium-dotiertes Chlorsilikat, der einen Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in grüne Strahlung umwandelt, während ein weiterer Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs die wellenlängenkonvertierende Schicht unkonvertiert durchläuft.

Als zweiter Wellenlängenkonversionsstoff ist bei dieser Ausführungsform besonders bevorzugt ein Europium-dotiertes

Siliziumnitrid verwendet, das einen weiteren Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in rote Strahlung umwandelt, während ein weiterer Teil der Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs die wellenlängenkonvertierende Schicht unkonvertiert durchläuft. Besonders bevorzugt weisen das Europium-dotierte Chlorsilikat und das Europium-dotierte Siliziumnitrid ein Mischungsverhältnis zwischen 0,8 und 1,2 (bezogen auf Massenanteile) auf, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.

Weitere Merkmale, vorteilhafte Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Figur 1A, eine schematische Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 1B, eine schematische Schnittdarstellung eines LCD-Displays mit einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1A,

Figur 2A, eine schematische Draufsicht auf eine Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Figur 2B, eine schematische Schnittdarstellung eines LCD-Displays mit einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 2A,

Figur 3A, eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 3B, eine schematische, perspektivische Darstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3A,

Figur 3C, eine schematische Schnittdarstellung des optischen Elementes des optoelektronischen Bauelementes gemäß der Figuren 3A und 3B und schematischer Strahlenverlauf innerhalb dieses optischen Elementes,

Figuren 4A und 4B, jeweils eine schematische Schnittdarstellungen eines Halbleiterkörpers gemäß jeweils einem Ausführungsbeispiel,

Figur 5, eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelementes gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Figur 6A, eine graphische Darstellung des Emissionsspektrums eines Halbleiterkörpers gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 6B, eine graphische Darstellung des Emissionsspektrums zweier Wellenlängenkonversionsstoffe und einer wellenlängenkonvertierenden Schicht auf einem Halbleiterkörper gemäß einem Ausführungsbeispiel,

Figur 6C, eine graphische Darstellung eines Emissionsspektrums eines Wellenlängenkonversionsstoffes und einer wellenlängenkonvertierenden Schicht auf einem Halbleiterkörper,

Figur 6D, eine graphische Darstellung der Transmissionsspektren eines Farbfilters für ein LCD-Display gemäß einem Ausführungsbeispiel, und

Figur 7, eine schematische Darstellung des Farbdreiecks für eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Halbleiterkörper und Wellenlängenkonversionsstoffen gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 6B und des Farbdreiecks für eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Halbleiterkörper und einem Wellenlängenkonversionsstoff gemäß der Figur 6C.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Elemente der Figuren sind nicht notwendigerweise als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne Bestandteile, wie beispielsweise Schichtdicken, zum besseren Verständnis teilweise übertrieben groß dargestellt sein.

Die Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1A weist einen Träger 5 und mehrere Halbleiterkörper 3 auf. Die Halbleiterkörper 3 sind nicht in ein Bauelementgehäuse eingebaut, sondern sind mit ihrer Rückseite 20, die ihrer strahlungsemittierenden Vorderseite 6 gegenüberliegt, auf streifenförmigen Trägerelemente 13 in gleichartigen Abständen  $d$  von ca. 30 mm angeordnet. Die streifenförmigen Trägerelemente 13 mit den Halbleiterkörpern 3 sind ihrerseits parallel zueinander auf dem Träger 5 aufgebracht, so dass die Halbleiterkörper 3 in einem regelmäßigen, quadratischen Gitter 12 angeordnet sind.

Die Halbleiterkörper 3 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1A sind gleichartig ausgebildet. Insbesondere senden die Halbleiterkörper 3 Strahlung mit einem gleichartigen Spektrum aus, dessen Farbort bevorzugt im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel liegt. Hierzu weisen die Halbleiterkörper 3 beispielsweise eine oder zwei wellenlängenkonvertierende Schichten 29, 35 auf ihrer Vorderseite 6 auf, wie anhand der Figuren 4A und 4B näher beschrieben.

Bei dem Träger 5 kann es sich beispielsweise um eine Metallkernplatine handeln, die auch als Wärmesenke dient. Besonders bevorzugt ist der Träger 5 zumindest zwischen den Halbleiterkörpern 3 bzw. den Trägerelementen 13 mit einer reflektierenden Folie 14 bedeckt.

Das LCD-Display gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1B umfasst eine Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1A. Die strahlungsemittierenden Vorderseiten 6 der Halbleiterkörper 3 weisen hierbei zu einer strahlungsemittierenden Vorderseite 7 der Beleuchtungseinrichtung 1.

In Abstrahlrichtung 8 nachfolgend auf die Halbleiterkörper 3 ist in einem Abstand  $D$  von ca. 30 mm gemessen ab dem Träger 5 eine Diffusorplatte 9 angebracht. Die Diffusorplatte 9 weist bevorzugt eine Dicke zwischen 1 mm und 3 mm auf, wobei die Grenzen eingeschlossen sind. In Abstrahlrichtung 8 nachfolgend auf die Diffusorplatte 9 sind mehrere optische Schichten 10 sowie eine LCD-Schicht 2 mit Flüssigkristallen angeordnet. Bei den optischen Schichten 10 handelt es sich beispielsweise um strukturierte Kunststoffschichten, bevorzugt mit einer Dicke zwischen 150  $\mu\text{m}$  und 300  $\mu\text{m}$ . In der Regel haben die optischen Schichten 10 die Aufgabe, Strahlung

der Beleuchtungseinrichtung 1 zu fokussieren. In die LCD-Schicht 2 integriert ist weiterhin ein Farbfilter 15. Die Seitenwände 11 des LCD-Displays sind vorliegend reflektierend ausgebildet.

Die Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß der Figuren 1A und 1B weist weiterhin zwei Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 auf, die der strahlungsemittierenden Vorderseite 6 der Halbleiterkörper 3 in deren Abstrahlrichtung 8 nachgeordnet sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 in den Figuren 1A und 1B nicht dargestellt.

Der erste Wellenlängenkonversionsstoff 30 ist dazu geeignet, Strahlung eines ersten Wellenlängenbereiches, die von einer aktiven Zone 33 des Halbleiterkörpers 3 erzeugt wird, in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereich umzuwandeln, während der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 31 dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereiches in Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereich umzuwandeln.

Die Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 können beispielsweise in einer oder zwei wellenlängenkonvertierenden Schichten 29, 35 auf die strahlungsemittierende Vorderseiten 6 der Halbleiterkörper 3 aufgebracht sein, wie anhand der Figuren 4A und 4B näher erläutert. Weiterhin ist es auch möglich, dass nur ein Wellenlängenkonversionsstoff 30, 31 von einer wellenlängenkonvertierenden Schicht 29, 35 und der andere Wellenlängenkonversionsstoff 30, 31 von einem Verguss 32 umfasst ist.

Ebenso ist es möglich, das die Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 als Teil einer oder zwei wellenlängenkonvertierender Schichten 29, 35 an anderer Stelle den strahlungsemittierenden Vorderseiten 6 der Halbleiterkörper 3 nachgeordnet sind, beispielsweise auf der Diffusorplatte 9 oder zwischen den optischen Schichten 10.

Die Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 2A weist im Unterschied zu der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 1A Halbleiterkörper 3 auf, die Teil eines optoelektronischen Bauelementes 4, vorliegend einer Leuchtdiode, sind. Optoelektronische Bauelemente 4, wie sie bei der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 2A verwendet sein können, werden anhand der Figuren 3A bis 3C und 5 näher erläutert.

Um Wiederholungen zu vermeiden, werden im Folgenden nur die wesentlichen Unterschiede zwischen der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 2A und der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 1A beschrieben. Falls nicht anders erwähnt, sind die übrigen Merkmale der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 2A gleichartig zu denen der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß Figur 1A ausgebildet.

Die optoelektronischen Bauelemente 4 sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 2A jeweils auf einem einzelnen Trägerelement 13 aufgebracht. Diese Trägerelemente 13 sind derart auf einen Träger 5 aufgebracht, dass die optoelektronischen Bauelemente 4 ein regelmäßiges, quadratisches Gitter 12 ausbilden. Die optoelektronischen Bauelemente 4 weisen zueinander einen Abstand  $d$  von ca. 80  $\mu\text{m}$  auf.

- 21 -

Das LCD-Display gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 2B weist eine Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 2A auf. Die übrigen Elemente und Merkmale des LCD-Displays gemäß Figur 2B sind im wesentlichen gleichartig zu denen des LCD-Displays gemäß Figur 1B ausgebildet und werden, um Wiederholungen zu vermeiden, im Folgenden nicht weiter erläutert. Im Unterschied zu dem LCD-Display gemäß Figur 1B weist die Diffusorplatte 9 des LCD-Displays gemäß Figur 2B zu dem Träger 5 jedoch einen größeren Abstand, nämlich ca. 50 mm, auf.

Die Verwendung gleichartiger Halbleiterkörper 3 bzw. optoelektronische Bauelemente 4 mit gleichartigen Halbleiterkörpern 3 als Strahlungsquellen in einer Beleuchtungseinrichtung 1, die insbesondere Strahlung mit einem gleichartigen Spektrum aussenden, dessen Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel liegt, ermöglicht es vorteilhafterweise, die Höhe der Beleuchtungseinrichtung 1 beziehungsweise eines Displays mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung 1 zu verringern, da im Unterschied zu einer Beleuchtungseinrichtung 1 mit verschiedenfarbigen Strahlungsquellen, keine Höhe zur Farbmischung vorgesehen werden muss.

Ein optoelektronisches Bauelement 4, wie es beispielsweise bei der Beleuchtungseinrichtung 1 der Figur 2A beziehungsweise bei dem LCD-Display der Figur 2B verwendet sein kann, wird im Folgenden anhand der Figuren 3A bis 3C näher beschrieben.

Das optoelektronische Bauelement 4 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figuren 3A bis 3C weist ein

- 22 -

Bauelementgehäuse 18 mit einer Ausnehmung 19 auf, in die ein Halbleiterkörper 3 montiert ist. Der Halbleiterkörper 3 ist dazu geeignet, von seiner Vorderseite 6 elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereiches auszusenden. Der Halbleiterkörper 3 ist mit seiner der strahlungsemittierenden Vorderseite 6 gegenüberliegenden Rückseite 20 derart auf eine strukturierte Metallisierung 21 der Ausnehmung 19 aufgebracht, dass eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Halbleiterkörper 3 und der Metallisierung 21 besteht. Weiterhin ist die Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 mit einem Bonddraht 22 mit einem weiteren Teil der Metallisierung 21 elektrisch leitend verbunden. Die Metallisierung 21 ihrerseits ist jeweils elektrisch leitend mit einem externen Anschlussstreifen 23 des Bauelementgehäuses 18 verbunden, wobei die Strukturierung der Metallisierung 21 einen Kurzschluss während des Betriebes verhindert.

In Abstrahlrichtung 8 des Halbleiterkörpers 3 nachfolgend auf den Halbleiterkörper 3 ist auf das Bauelementgehäuse 18 ein optisches Element 24 aufgebracht. Bei dem optischen Element 24 handelt es sich vorliegend um eine Linse, bei der eine Strahlungsausstrittsfläche 25 einen konkav gekrümmten Teilbereich 26 und einen den konkaven Teilbereich 26 in einem Abstand zur optischen Achse 27 zumindest teilweise umgebenden, konvex gekrümmten Teilbereich 28 aufweist, wobei eine optische Achse 27 des optischen Elementes 24 durch den konkav gekrümmten Teilbereich 26 hindurch läuft. Der Halbleiterkörper 3 ist hierbei zentriert zur optischen Achse 27 angeordnet.

Die Linse 27 ist bei dem Bauelement 4 gemäß der Figuren 3A bis 3C separat gefertigt und auf das Bauelementgehäuse 18 aufgesetzt.

Der Halbleiterkörper 3 des optoelektronischen Bauelementes 4 gemäß der Figuren 3A bis 3C weist weiterhin eine wellenlängenkonvertierende Schicht 29 auf, die zwei Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 umfasst. Die Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 sind in Figur 3A der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

Das optoelektronische Bauelement 4 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 3A bis 3C weist weiterhin einen Verguss 32 auf, der den Halbleiterkörper 3 mit der wellenlängenkonvertierenden Schicht 29 umhüllt und die Ausnehmung 19 vorliegend vollständig ausfüllt. Der Verguss 32 weist ein Matrixmaterial, beispielsweise ein Silikon oder ein Epoxid auf.

Der Halbleiterkörper 3, der in dem optoelektronischen Bauelement 4 der Figuren 3A bis 3C oder der Beleuchtungseinrichtung gemäß Figur 1A verwendet sein kann, wird im Folgenden anhand des Ausführungsbeispiels gemäß der Figur 4A im Detail beschrieben.

Der Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A weist eine aktive Zone 33 auf, die dazu geeignet ist, Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zu erzeugen. Die aktive Zone 33 ist Teil einer epitaktisch gewachsenen Halbleiterschichtenfolge und umfasst bevorzugt einen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, einen Einfach-Quantentopf oder besonders bevorzugt eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW) zur Strahlungserzeugung. Beispiele

für MQW-Strukturen sind in den Druckschriften WO 01/39282, US 5,831,277, US 6,172,382 B1 und US 5,684,309 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Der Halbleiterkörper 3 basiert vorliegend auf einem Nitridverbindungshalbleitermaterial und ist dazu geeignet, Strahlung des blauen Spektralbereichs zu erzeugen. Der Halbleiterkörper 3 sendet daher im Betrieb von seiner Vorderseite 6 Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs aus, der blaue Strahlung umfasst.

Auf die strahlungsemittierenden Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 des Ausführungsbeispiels der Figur 4A ist die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 in direktem Kontakt aufgebracht. Die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 und die strahlungsemittierende Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 bilden daher eine gemeinsame Grenzfläche aus.

Die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 umfasst einen ersten Wellenlängenkonversionsstoff 30, der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereich umzuwandeln. Weiterhin umfasst die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 einen zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 31, der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten und zweiten verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln.

Der Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A ist dazu geeignet, Strahlung aus dem blauen

Spektralbereich auszusenden. Der erste Wellenlängenbereich umfasst daher Strahlung des blauen Spektralbereichs. Um blaue Strahlung zu erzeugen, ist beispielsweise ein Halbleiterkörper 3 geeignet, der auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial basiert.

Der erste Wellenlängenkonversionsstoff 30 ist vorliegend dazu geeignet, blaue Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in grüne Strahlung umzuwandeln. Der zweite Wellenlängenbereich umfasst in diesem Fall Strahlung des grünen Spektralbereichs. Hierzu ist beispielsweise ein Europium-dotiertes Chlorsilikat als Wellenlängenkonversionsstoff 30 geeignet.

Der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 31 ist vorliegend dazu geeignet, blaue Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung des roten Spektralbereichs umzuwandeln. Der dritte Wellenlängenbereich umfasst somit Strahlung des roten Spektralbereichs. Hierzu ist beispielsweise ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid als Wellenlängenkonversionsstoff 31 geeignet.

Bevorzugt weisen das Europium-dotiertes Chlorsilikat und Europium-dotiertes Siliziumnitrid ein Verhältnis zueinander zwischen 0,8 und 1,2 und besonders bevorzugt zwischen 0,9 und 1,1 (jeweils bezogen auf Massenanteile) auf, wobei jeweils die Grenzen eingeschlossen sind.

Die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 auf dem Halbleiterkörper 3 gemäß Figur 4A wandelt vorliegend mit Hilfe des ersten Wellenlängenkonversionsstoffes 30 einen Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in grüne Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs um und mit Hilfe des zweiten Wellenlängenkonversionsstoffes 31 einen weiteren

Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereiches in rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs um, während ein Teil der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs unkonvertiert durch die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 hindurch läuft. Die wellenlängenkonvertierende Schicht 29 bzw. das optoelektronische Bauelement 4 gemäß der Figuren 3A bis 3C, das den Halbleiterkörper 3 gemäß der Figur 4A umfasst, sendet daher Mischstrahlung aus, die blaue Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, grüne Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs und rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs umfasst. Der Farbort dieser Mischstrahlung liegt bevorzugt im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel.

Die optoelektronischen Bauelemente 4 der Figuren 3A bis 3C, die in der Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß der Figur 1 enthalten sind, sind vorliegend gemäß ihrem Farbort gruppiert. Das heißt, dass sich die Farborte der von den wellenlängenkonvertierenden Schichten 29 auf den Halbleiterkörpern 3 bzw. optoelektronischen Bauelementen 4 ausgesandten Mischstrahlung bevorzugt innerhalb einer MacAdams-Ellipse mit drei SDCM (Standard Deviation of Color Matching) befinden. Mit anderen Worten weichen die Farborte der von den wellenlängenkonvertierenden Schichten 29 bzw. optoelektronischen Bauelementen 4 ausgesandten Mischstrahlung nicht mehr als drei SDMC von einem vorgegebenen Wert ab.

Der erste Wellenlängenkonversionsstoff 30 und der zweite Wellenlängenkonversionsstoff 31 sind bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A in ein Matrixmaterial 34 eingebracht. Das Matrixmaterial 34 kann beispielsweise Silikon und/oder Epoxid aufweisen bzw. aus einem dieser

Materialien oder aus einer Mischung dieser Materialien bestehen.

Im Folgenden werden, um Wiederholungen zu vermeiden, nur die Unterschiede zwischen dem Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A und dem Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4B beschrieben. Die übrigen Merkmale des Halbleiterkörpers 3 der Figur 4B können beispielsweise gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A ausgebildet sein.

Der Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4B weist im Unterschied zu dem Halbleiterkörper 3 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A zwei separate wellenlängenkonvertierende Schichten 29, 35 auf, die jeweils einen Wellenlängenkonversionsstoff 30, 31 umfassen. Die beiden Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 sind daher bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 4B von zwei separaten wellenlängenkonvertierenden Schichten 29, 35 umfasst. Der erste Wellenlängenkonversionsstoff 30 ist von einer ersten wellenlängenkonvertierenden Schicht 29 umfasst, die in direktem Kontakt auf die strahlungsemittierende Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 aufgebracht ist. Dies bedeutet, dass die erste wellenlängenkonvertierende Schicht 29 eine gemeinsame Grenzfläche mit der strahlungsemittierenden Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 ausbildet. Auf die erste wellenlängenkonvertierende Schicht 29 ist eine zweite wellenlängenkonvertierende Schicht 35, aufgebracht, die den zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 31 umfasst.

Wie anhand der Figuren 3A bis 3C in Verbindung mit den Figuren 4A und 4B beschrieben, weist ein optoelektronisches Bauelement 4, das dazu geeignet ist, in der

Beleuchtungseinrichtung 1 gemäß der Figur 1A als Lichtquelle verwendet zu sein, zwei verschiedene Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 auf, die beispielsweise von einer gemeinsamen oder von zwei separaten wellenlängenkonvertierenden Schichten 29, 35 umfasst sein können.

Alternativ ist es auch möglich, dass die Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 von dem Verguss 32 umfasst sind, die den Halbleiterkörper 3 einhüllen. Weiterhin ist es auch möglich, dass der eine Wellenlängenkonversionsstoff 30 in einer wellenlängenkonvertierenden Schicht 29 eingebracht ist, die beispielsweise auf der strahlungsemitternden Vorderseite 6 des Halbleiterkörpers 3 angeordnet ist und der andere Wellenlängenkonversionsstoff 31 in den Verguss 32 eingebracht sein, der den Halbleiterkörper 3 umhüllt.

Die Linse 24, die von dem optoelektronischen Bauelement 4 gemäß Figuren 3A bis 3C umfasst ist, ist aufgrund der oben beschriebenen gekrümmten Strahlungsaustrittsfläche 25 dazu geeignet, die Abstrahlcharakteristik des optoelektronischen Bauelementes 4 aufzuweiten, wie anhand des Strahlenverlaufes der Figur 3C zu sehen. Insbesondere ein Halbleiterkörper 3 mit einer oder zwei wellenlängenkonvertierenden Schichten 29, 35, wie er beispielhaft anhand der Figuren 4A und 4B beschrieben wurde, stellt gegenüber dem optischen Element 24 eine Punktstrahlungsquelle dar. Die Strahlung dieser Punktstrahlungsquelle wird durch das optische Element 24 über einen großen Raumwinkel aufgeweitet, wie dem Strahlverlauf der Figur 3C zu entnehmen ist.

Das optoelektronische Bauelement 4 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 5 weist ein vorgeformtes Bauelementgehäuse 18 auf, in das ein Leiterrahmen eingebracht ist. Der Leiterrahmen weist zwei elektrisch leitende Anschlussstreifen 23 auf, die seitlich aus dem Bauelementgehäuse 18 herausragen und zur externen elektrischen Kontaktierung des Bauelementes 4 vorgesehen sind.

Das Bauelementgehäuse 18 weist weiterhin eine Ausnehmung 19 auf, in der ein strahlungsemitterender Halbleiterkörper 3 angeordnet ist. Der strahlungsemitterende Halbleiterkörper 3 ist mit seiner Rückseite 20, die seiner strahlungsemitterenden Vorderseite 6 gegenüberliegt, elektrisch leitenden mit dem einen elektrischen Anschlussstreifen 23 des Leiterrahmens verbunden, beispielsweise mittels einem Lot oder einem elektrisch leitfähigen Klebstoff. Weiterhin ist der Halbleiterkörper 3 mit seiner Vorderseite 6 elektrisch leitend mit dem anderen elektrischen Anschlussstreifen 23 mittels einem Bonddraht 22 elektrisch leitend verbunden.

Das Bauelementgehäuse 18 weist weiterhin einen Verguss 32 auf, der die Ausnehmung 19 des Bauelementgehäuses 18 ausfüllt. Weiterhin bildet der Verguss 32 eine linsenförmig gewölbte Strahlungsaustrittsfläche 25 über der Ausnehmung 19 aus. Mit anderen Worten ist der Verguss 32 des optoelektronischen Bauelementes 4 als optisches Element 24, vorliegende als Linse, ausgebildet. Im Unterschied zu dem optoelektronischen Bauelement 4 gemäß der Figuren 3A bis 3C ist das optische Element 24 somit nicht separat gefertigt und nachträglich aufgesetzt, sondern in das optoelektronische Bauelement 4 integriert.

Bei dem Halbleiterkörper 3 gemäß der Figur 5 handelt es sich um einen Dünnschicht-Halbleiterkörper. Als Dünnschicht-Halbleiterkörper wird vorliegend ein Halbleiterkörper 3 bezeichnet, der eine epitaktisch gewachsene, strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge aufweist, wobei ein Aufwachssubstrat entfernt oder derart gedünnt wurde, dass es den Dünnschicht-Halbleiterkörper alleine nicht mehr ausreichend mechanisch stabilisiert. Die Halbleiterschichtenfolge des Dünnschicht-Halbleiterkörpers, die besonders bevorzugt dessen aktive Zone 33 umfasst, ist daher bevorzugt auf einem Halbleiterkörperträger angeordnet, der den Halbleiterkörper mechanisch stabilisiert und besonders bevorzugt vom Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterkörpers verschieden ist. Weiterhin ist bevorzugt zwischen dem Halbleiterkörperträger und der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge eine reflektierende Schicht angeordnet, die die Aufgabe hat, die Strahlung der Halbleiterschichtenfolge zur strahlungsemittierenden Vorderseite 6 des Dünnschicht-Halbleiterkörpers zu lenken. Die strahlungserzeugende Halbleiterschichtenfolge weist weiterhin bevorzugt eine Dicke im Bereich von zwanzig Mikrometer oder weniger, insbesondere im Bereich von zehn Mikrometer auf.

Das Grundprinzip eines Dünnschicht-Halbleiterkörpers ist beispielsweise in der Druckschrift I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 , 16 , 18. Oktober 1993, Seiten 2174 - 2176 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Umlaufend um die Ausnehmung 19 weist das Bauelementgehäuse 18 eine rillenförmige Ausnehmung 17 auf, die dazu vorgesehen

ist, ein Auslaufen des Vergusses 32 aus der Ausnehmung 19 zumindest zu verringern.

Der Halbleiterkörper 3 basiert vorliegend auf einem Nitridverbindungshalbleitermaterial. Er weist eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone 33 auf, die dazu vorgesehene ist, Strahlung aus blauen Spektralbereich auszusenden. Der erste Wellenlängenbereich weist daher Strahlung aus dem blauen Spektralbereich auf. Weiterhin kann sich auf dem Halbleiterkörper 3 eine oder zwei wellenlängenkonvertierende Schichten 29, 35 befinden, wie anhand der Figuren 4A und 4B beschrieben. Weiterhin ist es auch möglich, dass zumindest einer der beiden Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 in ein Matrixmaterial des Vergusses 32 eingebracht ist.

Der Verguss 32 weist vorliegend ein UV-härtendes Silikonmaterial als Matrixmaterial auf. Weiterhin ist es auch möglich, dass der Verguss 32 eines der oben in Zusammenhang mit den wellenlängenkonvertierenden Schichten 29, 35 genannten Matrixmaterialien aufweist.

Die Figur 6A zeigt exemplarisch ein Emissionsspektrum eines Halbleiterkörpers 3, der auf einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial - vorliegend InGaN - basiert, wie er beispielsweise bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 4A und 4B verwendet sein kann. Das Emissionsspektrum des Halbleiterkörpers 3 weist innerhalb eines Wellenlängenbereichs zwischen ca. 400 nm und ca. 500 nm einen Peak mit einem Maximum bei ca. 455 nm auf. Der erste Wellenlängenbereich umfasst somit den Bereich zwischen ca. 400 nm und ca. 500 nm und weist Strahlung des blauen Spektralbereichs auf.

Die Figur 6B zeigt ein Emissionsspektrum eines Europium-dotierten Chlorsilikates als ersten Wellenlängenkonversionsstoff 30 und das Emissionsspektrum eines Europium-dotierten Siliziumnitrides als zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 31. Weiterhin zeigt Figur 6B das Emissionsspektrum des Halbleiterkörpers 3 mit dem Emissionsspektrum der Figur 6A, dessen strahlungsemittierende Vorderseite 6 eine wellenlängenkonvertierende Schicht 29 aufweist, die als ersten Wellenlängenkonversionsstoff 30 das Europium-dotierte Chlorsilikat mit dem ebenfalls in Figur 6B dargestellten Emissionsspektrum und als zweiten Wellenlängenkonversionsstoff 31 das Europium-dotierten Siliziumnitrid, ebenfalls mit dem in Figur 6B dargestellten Emissionsspektrum, umfasst. Dieses Emissionsspektrum kann beispielsweise von einem Halbleiterkörper 3 und einer wellenlängenkonvertierenden Schicht 29, 35 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 4A erzeugt werden.

Das Emissionsspektrum des Europium-dotierten Chlorsilikates weist innerhalb eines Wellenlängenbereichs zwischen ca. 460 nm und zwischen ca. 630 nm einen Peak mit einem Maximum bei ca. 510 nm auf. Der von dem Europium-dotierte Chlorsilikat ausgesandte zweite Wellenlängenbereich umfasst somit den Wellenlängenbereich zwischen ca. 460 nm und ca. 630 nm und weist Strahlung des grünen Spektralbereichs auf.

Das Emissionsspektrum des Europium-dotierten Siliziumnitrides weist einen Peak innerhalb des Wellenlängenbereichs von ca. 550 nm und ca. 780 nm mit einem Maximum von ca. 600 nm auf. Der von dem Europium-dotierten Siliziumnitrid ausgesandte dritte Wellenlängenbereich umfasst somit den

Wellenlängenbereich zwischen ca. 550 nm und ca. 780 nm und weist Strahlung des roten Spektralbereichs auf.

Eine wellenlängenkonvertierende Schicht 29, 35 mit den beiden Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 mit dem Emissionsspektren der Figur 6B auf der strahlungseittierenden Vorderseite 6 eines Halbleiterkörpers 3 mit dem Emissionsspektrum der Figur 6A, sendet Mischstrahlung aus, die unkonvertierte blaue Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs, konvertierte grüne Strahlung des zweiten Wellenlängenbereiche und konvertierte rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs umfasst.

Das Emissionsspektrum der Mischstrahlung, das ebenfalls in Figur 6B dargestellt ist, weist einen Peak im blauen Spektralbereich zwischen ca. 400 nm und ca. 500 nm mit einem Maximum bei ca. 455 nm auf, der den Anteil der von dem Halbleiterkörper erzeugten blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs umfasst, die nicht von den beiden Wellenlängenkonversionsstoffe konvertiert wird. Weiterhin weist das Emissionsspektrum der Mischstrahlung einen Peak im grünen Spektralbereich zwischen ca. 460 nm und zwischen ca. 630 nm mit einem Maximum bei ca. 510 nm auf, der von dem Europium-dotierten Chlorsilikat konvertierte Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs umfasst. Zwischen ca. 550 nm und ca. 780 nm weist das Emissionsspektrum einen weiteren Peak mit einem Maximum bei ca. 600 nm auf, der von dem Europium-dotierten Siliziumnitrid konvertierte rote Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs umfasst.

Figur 6C zeigt zum Vergleich das Emissionsspektrum einer wellenlängenkonvertierenden Schicht auf einem Halbleiterkörper mit dem Emissionsspektrum der Figur 6A,

wobei die wellenlängenkonvertierende Schicht nur einen einzigen Wellenlängenkonversionsstoff aufweist und nicht zwei verschiedene, wie gemäß der vorliegenden Erfindung vorgesehen. Der Wellenlängenkonversionsstoff, vorliegend YAG:Ce, dessen Emissionsspektrum ebenfalls in Figur 6C dargestellt ist, ist dazu geeignet, Strahlung des blauen Spektralbereichs in Strahlung des gelben Spektralbereichs umzuwandeln. Das Emissionsspektrum dieses Wellenlängenkonversionsstoffes weist daher im gelben Spektralbereich zwischen ca. 460 nm und ca. 730 nm einen Peak mit einem Maximum bei ca. 550 nm auf.

Figur 6D zeigt die Transmissionsspektren eines Farbfilters 15, bevorzugt für ein LCD-Display, gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, der rote Bereiche, grüne Bereiche und blaue Bereiche aufweist. Ein solcher Farbfilter 15 kann beispielsweise in die LCD-Schicht 2 des Displays gemäß der Ausführungsbeispiele 1B und 2B integriert sein. Das Transmissionsspektrum der blauen Bereiche weist einen Peak im blauen Spektralbereich zwischen ca. 390 nm und ca. 540 nm mit einem Maximum bei ca. 450 nm auf. Das Transmissionsspektrum der grünen Bereiche weist einen Peak im grünen Spektralbereich zwischen ca. 450 nm und 630 nm mit einem Maximum bei ca. 530 nm auf, während das Transmissionsspektrum der roten Bereiche einen Peak im roten Spektralbereich zwischen ca. 570 nm und ca. 700 nm mit einem Plateaubereich zwischen ca. 600 nm und ca. 630 nm aufweist.

Ein Vergleich des Emissionsspektrums der Mischstrahlung der Figur 6B, des Emissionsspektrums der Mischstrahlung der Figur 6C und der Transmissionsspektren des Farbfilters 15 der Figur 6D zeigt, dass der Farbfilter 15 deutlich mehr Anteile der Mischstrahlung der Figur 6A transmittiert, die mit Hilfe

zweier Wellenlängenkonversionsstoffe 30, 31 erzeugt wird, als die Mischstrahlung der Figur 6C, die mit Hilfe nur eines Wellenlängenkonversionsstoffes erzeugt wird.

Die Mischstrahlung mit dem Emissionsspektrum der Figur 6B ist derart an den roten Bereich des Farbfilters mit dem Transmissionsspektren der Figur 6D angepasst, dass mindestens 55 Prozent der roten Strahlung des dritten Wellenlängenbereichs von dem roten Bereich des Farbfilters transmittiert wird. Weiterhin transmittieren die grünen Bereiche des Farbfilters mindestens 65 Prozent der grünen Strahlung des zweiten Wellenlängenbereichs und die blauen Bereiche 55 Prozent der blauen Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs. Die Mischstrahlung mit dem Emissionsspektrum der Figur 6B ist daher an den Farbfilter mit den Transmissionsspektren der Figur 6D angepasst.

Figur 7 zeigt das Farbdreieck für eine Beleuchtungseinrichtung 1 mit einem Halbleiterkörper 3 und Wellenlängenkonversionsstoffen 30, 31 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 6B (durchgezogene Linie) und das Farbdreieck für eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Halbleiterkörper und einem Wellenlängenkonversionsstoff gemäß der Figur 6C (gestrichelte Linie). Ein Vergleich der beiden Farbdreiecke zeigt, dass es mit der Verwendung zweier Wellenlängenkonversionsstoffe vorteilhafterweise möglich ist ein größeres Farbdreieck zu erzielen als mit nur einem Wellenlängenkonversionsstoff.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der beiden deutschen Patentanmeldungen 10 2008 006 975.2 und 10 2008 029 191.9, deren Offenbarungsgehalt jeweils hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele 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 diese Merkmal oder diese Kombination von Merkmalen selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben sind.

Patentansprüche:

1. Beleuchtungseinrichtung (1) zur Hinterleuchtung eines Displays mit:
  - zumindest einem Halbleiterkörper (3), der dazu geeignet ist, elektromagnetische Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs zu erzeugen,
  - einem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (30), der der strahlungsemittierenden Vorderseite (6) des Halbleiterkörpers (3) in dessen Abstrahlrichtung (8) nachgeordnet ist und dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten Wellenlängenbereich verschiedenen, zweiten Wellenlängenbereichs umzuwandeln, und
  - einem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (31), der der strahlungsemittierenden Vorderseite (6) des Halbleiterkörpers (3) in dessen Abstrahlrichtung (8) nachgeordnet ist und der dazu geeignet ist, Strahlung des ersten Wellenlängenbereichs in Strahlung eines vom ersten und zweiten Wellenlängenbereich verschiedenen, dritten Wellenlängenbereichs umzuwandeln.
  
2. Beleuchtungseinrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch, bei der der erste und/oder der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (31, 31) von einer wellenlängenkonvertierenden Schicht (29, 35) umfasst sind, die in direktem Kontakt auf die strahlungsemittierende Vorderseite (6) des Halbleiterkörpers (3) aufgebracht ist.
  
3. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, bei der der erste und/oder der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (29, 35) von einem Verguss (32) umfasst sind.

4. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, bei der der erste Wellenlängenbereich Strahlung des blauen Spektralbereichs umfasst.
5. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, bei der der zweite Wellenlängenbereich Strahlung des grünen Spektralbereichs umfasst.
6. Beleuchtungseinrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch, bei der der erste Wellenlängenkonversionsstoff (30) ein Europium-dotiertes Chlorsilikat aufweist.
7. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, bei der der dritte Wellenlängenbereich Strahlung aus dem roten Spektralbereich aufweist.
8. Beleuchtungseinrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch, bei der der zweite Wellenlängenkonversionsstoff (31) ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid aufweist.
9. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, die als ersten Wellenlängenkonversionsstoff (30) ein Europium-dotiertes Chlorsilikat und als zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (31) ein Europium-dotiertes Siliziumnitrid aufweist, wobei das Europium-dotierte Chlorsilikat zu dem Europium-dotiertes Siliziumnitrid ein Verhältnis aufweist, das zwischen 0,8 und 1,2 liegt, wobei die Grenzen eingeschlossen sind.
10. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, die Strahlung mit einem Farbort im weißen Bereich der CIE-Normfarbtafel aussendet und deren Emissionsspektrum an die Transmissionsspektren eines Farbfilters mit roten

Bereichen, grünen Bereichen und blauen Bereichen angepasst ist.

11. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, bei der über dem Halbleiterkörper (3), dem ersten Wellenlängenkonversionsstoff (30) und dem zweiten Wellenlängenkonversionsstoff (31) ein optisches Element (24) angeordnet ist.

12. Beleuchtungseinrichtung (1) nach dem vorherigen Anspruch, bei der eine Strahlungsaustrittsfläche (25) des optischen Elementes (24) einen konkav gekrümmten Teilbereich (26) und einen den konkaven Teilbereich (26) in einem Abstand zur optischen Achse (27) zumindest teilweise umgebenden, konvex gekrümmten Teilbereich (28) aufweist, wobei eine optische Achse (27) des optischen Elementes (24) durch den konkav gekrümmten Teilbereich (26) hindurch läuft.

13. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche, die mehrere Halbleiterkörper (3) aufweist, die gemäß ihrer Farborte gruppiert sind.

14. Display, das zur Hinterleuchtung eine Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der obigen Ansprüche aufweist.

15. Display nach dem vorherigen Anspruch, das einen Farbfilter mit roten Bereichen, grünen Bereichen und blauen Bereichen aufweist, wobei das Emissionsspektrum des Beleuchtungseinrichtung (1) an die Transmissionsspektren des Farbfilters angepasst sind.

FIG 1A

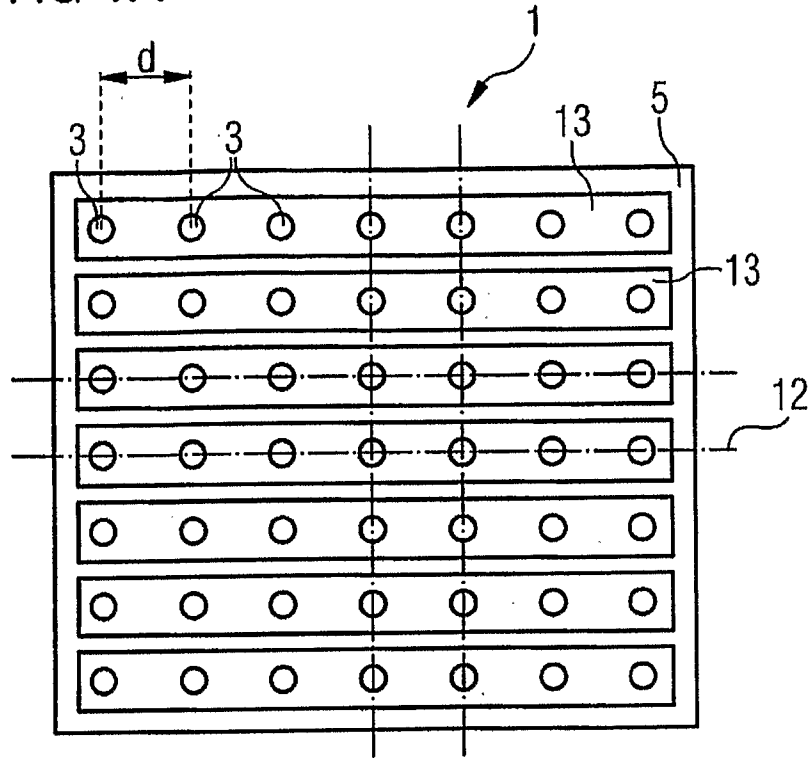


FIG 1B

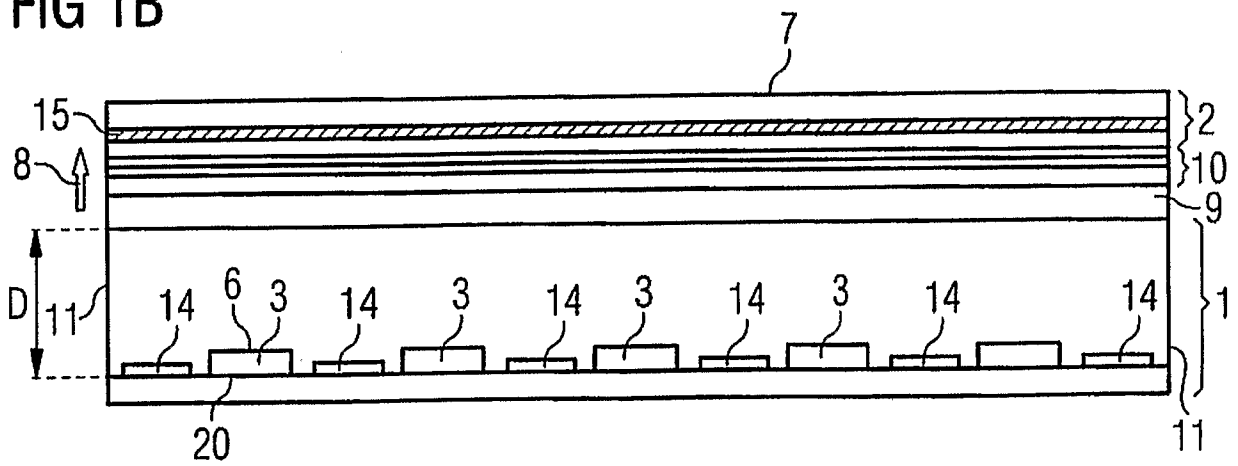


FIG 2A

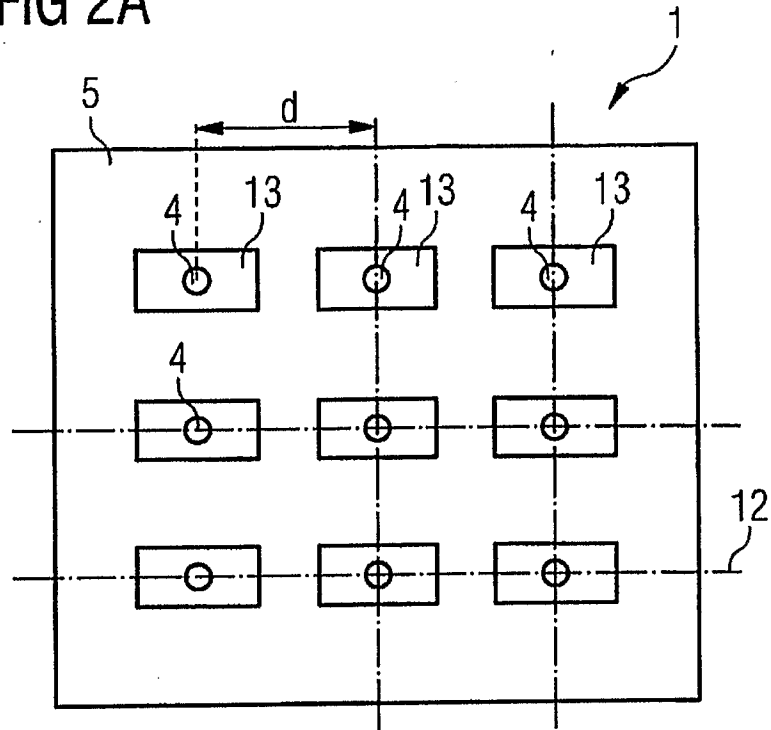


FIG 2B

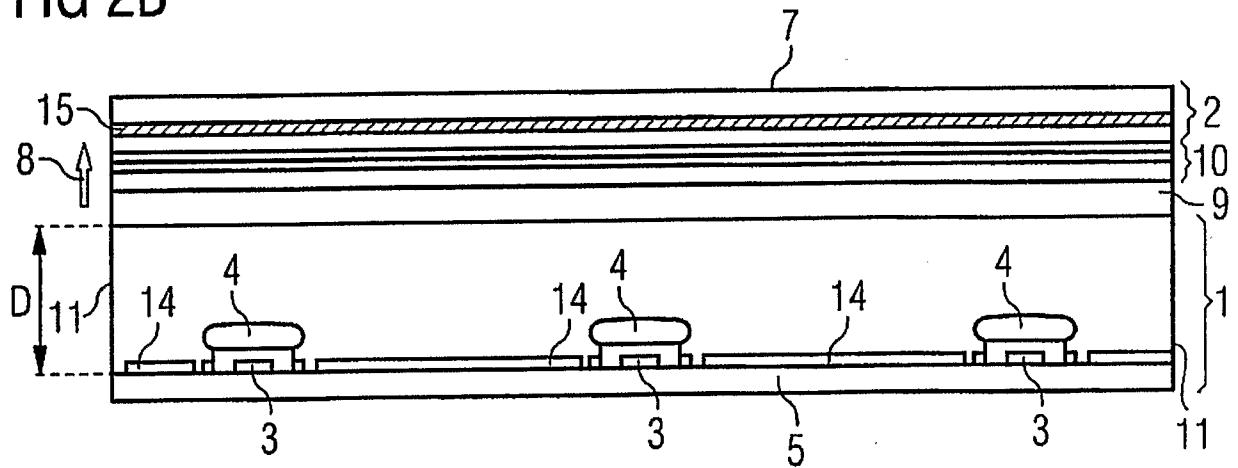


FIG 3A

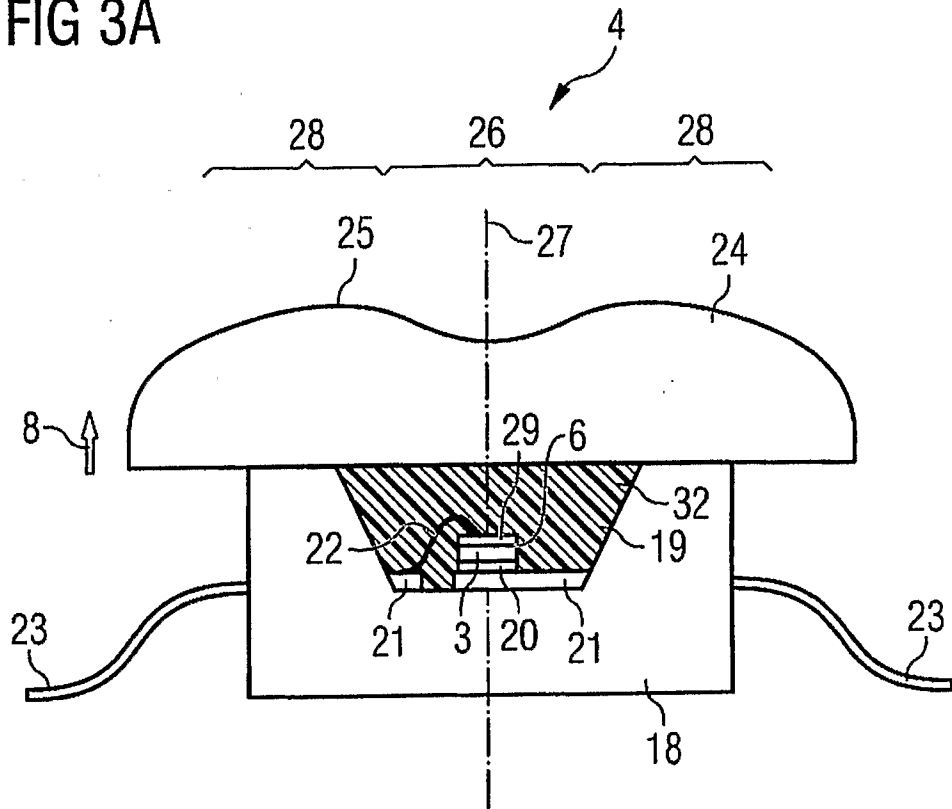


FIG 3B

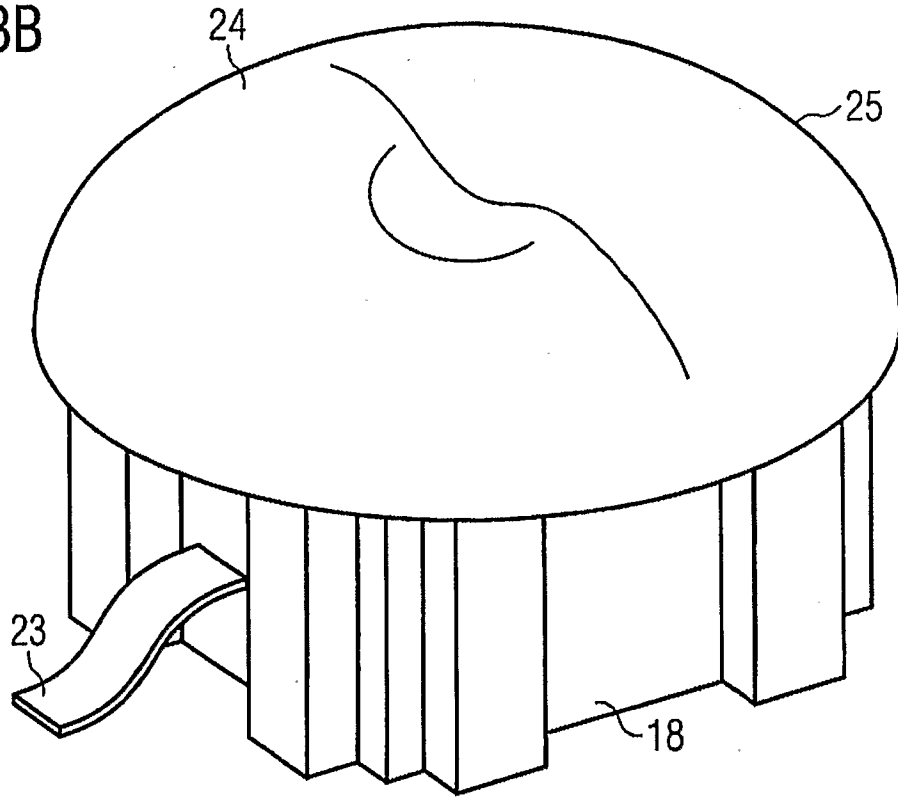


FIG 3C

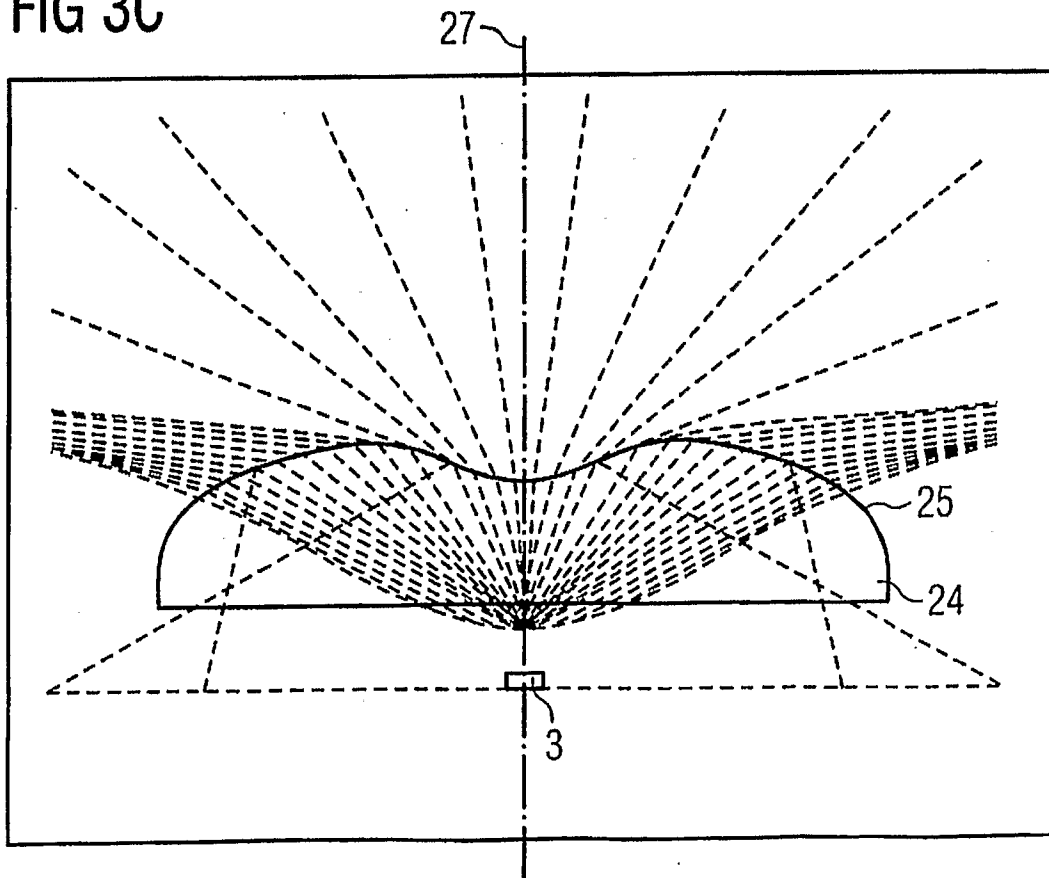


FIG 4A

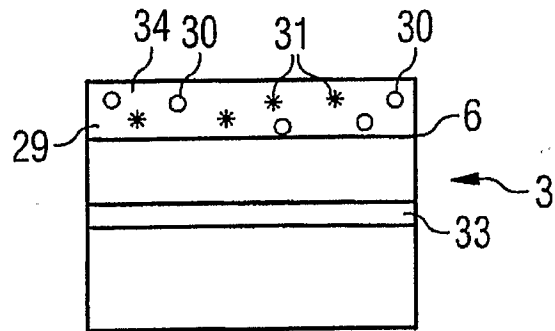


FIG 4B

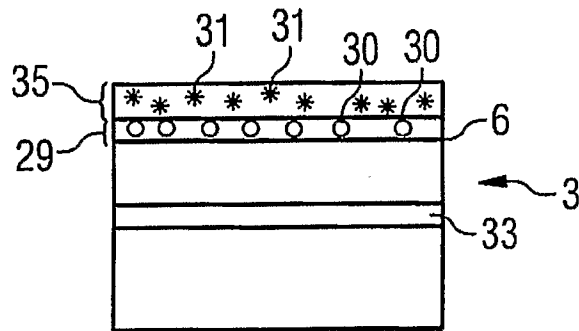
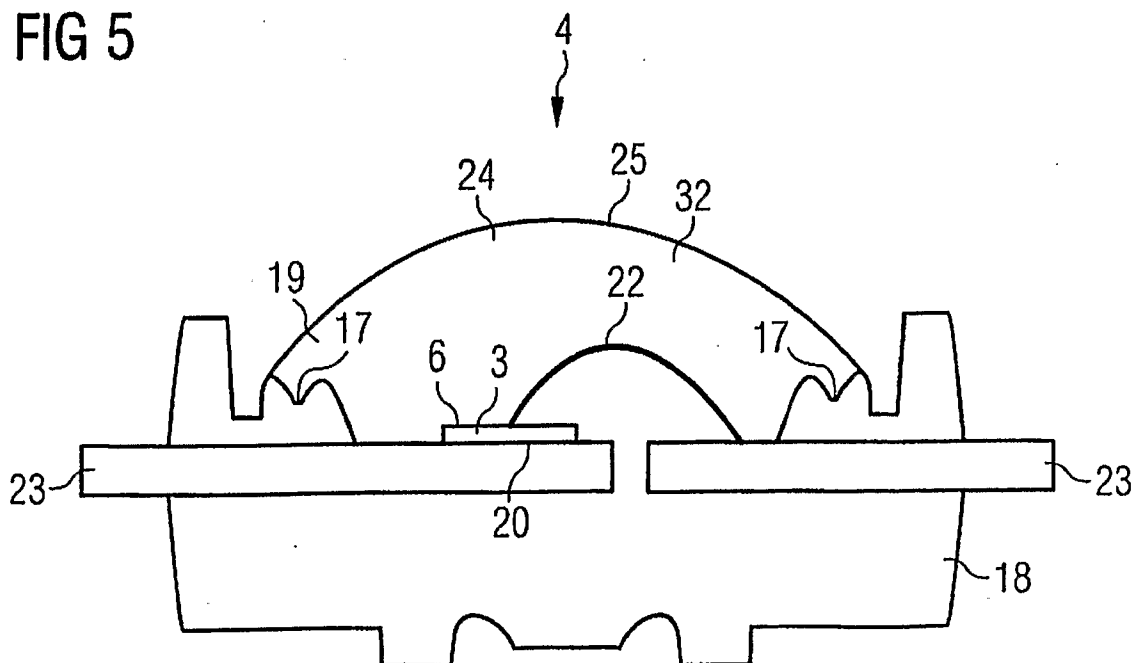
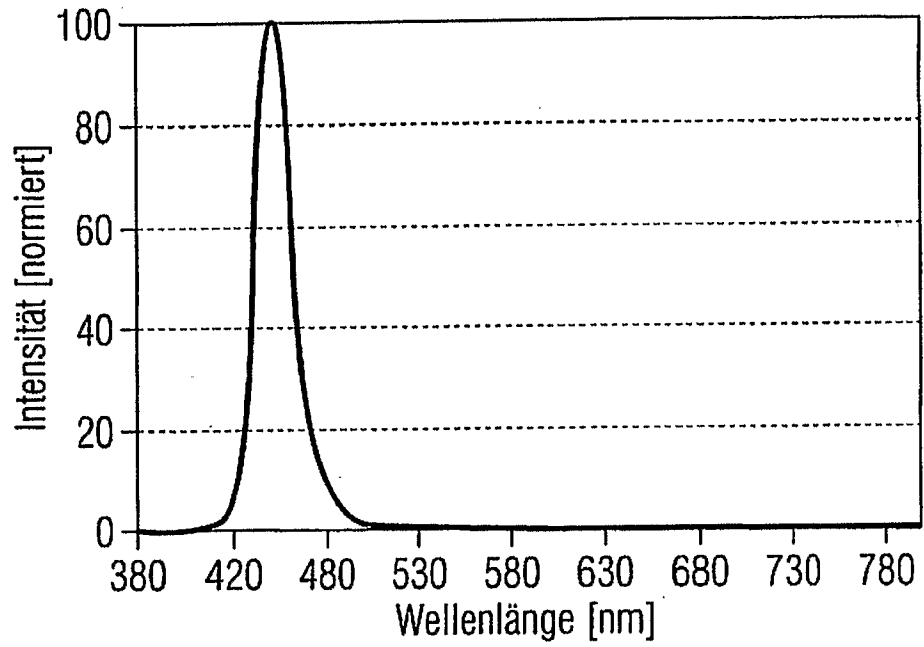


FIG 5



6/8

FIG 6A



— InGaN-Halbleiterkörper

FIG 6B

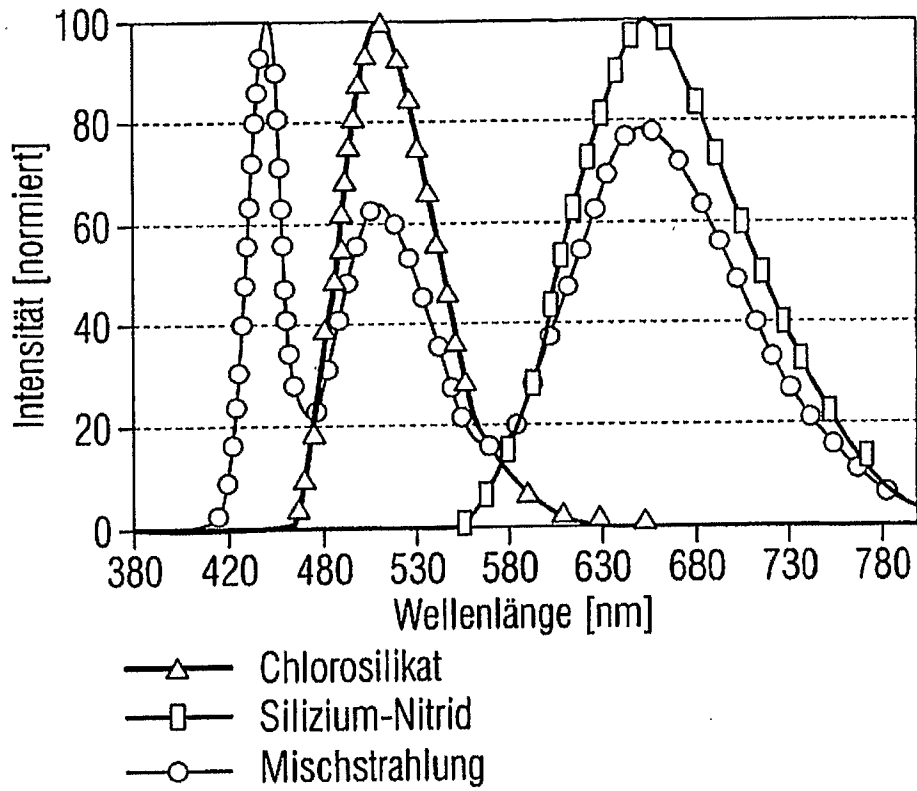


FIG 6C

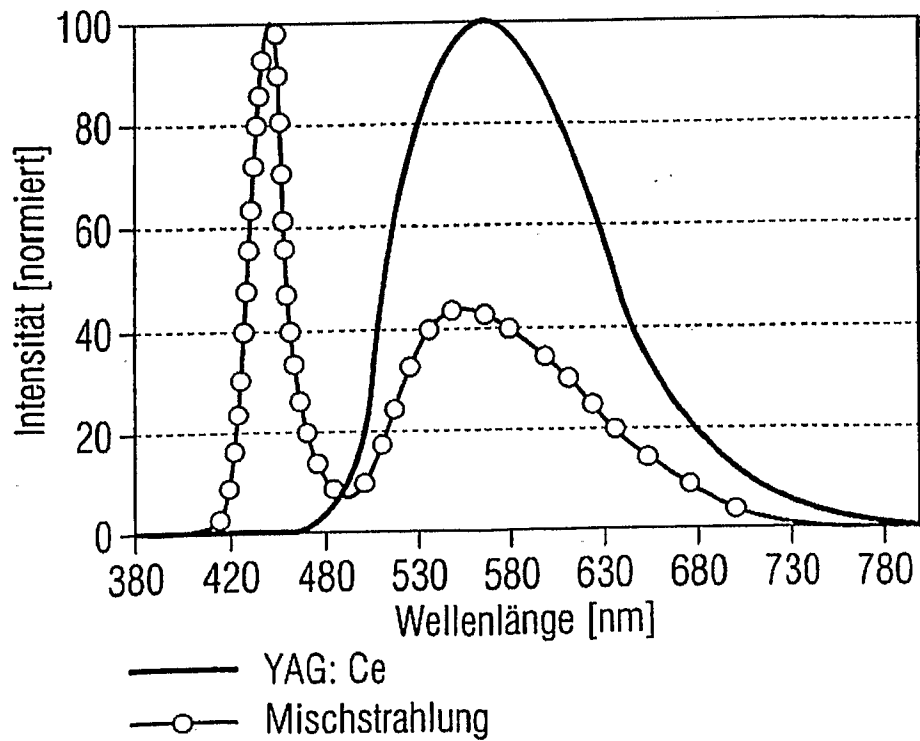


FIG 6D

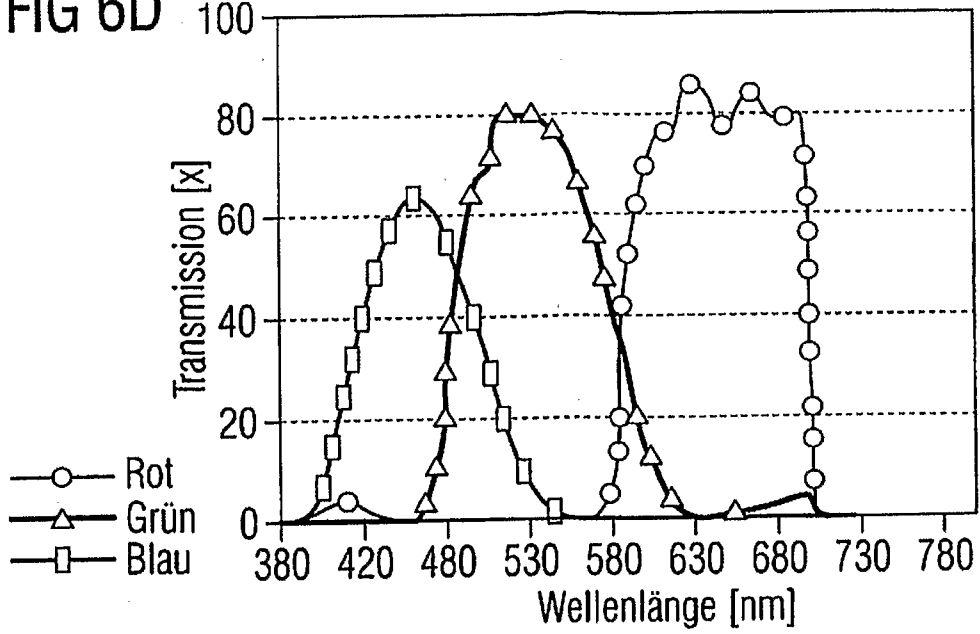
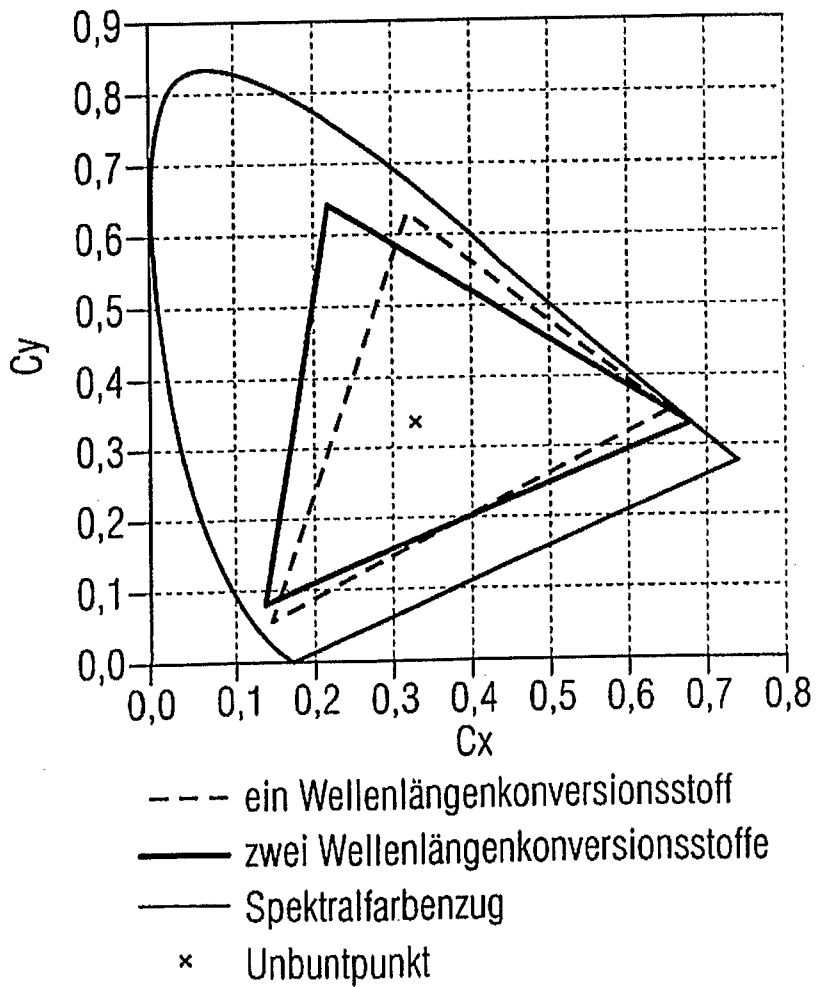


FIG 7



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
**PCT/DE2009/000044**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G02F1/13357

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/215890 A1 (HARBERS GERARD [US] ET AL) 20 September 2007 (2007-09-20)  abstract figures 2,3,5,7,8,10 paragraph [0033] - paragraph [0042] paragraph [0045] paragraph [0051] - paragraph [0052] paragraph [0055] - paragraph [0061] paragraph [0065]	1,2,4,5, 7,8,10, 11,13-15
Y	----- -/--	3,6,9,12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 April 2009

Date of mailing of the international search report

08/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kentischer, Florian

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2009/000044

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 2005/269582 A1 (MUELLER GERD O [US] ET AL MUELLER GERD O [US] ET AL) 8 December 2005 (2005-12-08) abstract figures 2,3,5-7 paragraph [0004] paragraph [0019] paragraph [0026] - paragraph [0032]</p>	1,2,4,5, 7,8,11
Y	<p>US 6 351 069 B1 (LOWERY CHRISTOPHER H [US] ET AL) 26 February 2002 (2002-02-26) figure 1</p>	3
Y	<p>GB 1 414 381 A (GEN ELECTRIC CO LTD) 19 November 1975 (1975-11-19) page 2, right-hand column, line 68 - line 73</p>	6,9
Y	<p>US 2006/227545 A1 (MOK THYE L [US] ET AL MOK THYE LINN [US] ET AL) 12 October 2006 (2006-10-12) figure 5</p>	12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/000044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007215890 A1	20-09-2007	CN 101405646 A	08-04-2009
		EP 1999510 A1	10-12-2008
		WO 2007107896 A1	27-09-2007
		JP 2007273998 A	18-10-2007
US 2005269582 A1	08-12-2005	CN 1977393 A	06-06-2007
		EP 1756877 A1	28-02-2007
		WO 2005119797 A1	15-12-2005
		JP 2006005367 A	05-01-2006
		JP 2008502131 T	24-01-2008
		KR 20070042956 A	24-04-2007
US 6351069 B1	26-02-2002	DE 19962765 A1	31-08-2000
		GB 2347018 A	23-08-2000
		JP 2000244021 A	08-09-2000
		US 2003006702 A1	09-01-2003
GB 1414381 A	19-11-1975	NONE	
US 2006227545 A1	12-10-2006	CN 1847951 A	18-10-2006
		DE 102005057446 A1	19-10-2006
		GB 2425213 A	18-10-2006
		JP 2006294618 A	26-10-2006
		KR 20060107923 A	16-10-2006

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2009/000044

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G02F1/13357

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G02F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/215890 A1 (HARBERS GERARD [US] ET AL) 20. September 2007 (2007-09-20)  Zusammenfassung Abbildungen 2, 3, 5, 7, 8, 10 Absatz [0033] - Absatz [0042] Absatz [0045] Absatz [0051] - Absatz [0052] Absatz [0055] - Absatz [0061] Absatz [0065]	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13-15
Y	----- -/--	3, 6, 9, 12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>23. April 2009</b>	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <b>08/05/2009</b>
--	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Kentischer, Florian</b>
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2009/000044

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 2005/269582 A1 (MUELLER GERD O [US] ET AL MUELLER GERD O [US] ET AL) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) Zusammenfassung Abbildungen 2, 3, 5-7 Absatz [0004] Absatz [0019] Absatz [0026] - Absatz [0032]</p>	1, 2, 4, 5, 7, 8, 11
Y	<p>US 6 351 069 B1 (LOWERY CHRISTOPHER H [US] ET AL) 26. Februar 2002 (2002-02-26) Abbildung 1</p>	3
Y	<p>GB 1 414 381 A (GEN ELECTRIC CO LTD) 19. November 1975 (1975-11-19) Seite 2, rechte Spalte, Zeile 68 - Zeile 73</p>	6, 9
Y	<p>US 2006/227545 A1 (MOK THYE L [US] ET AL MOK THYE LINN [US] ET AL) 12. Oktober 2006 (2006-10-12) Abbildung 5</p>	12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000044

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007215890 A1	20-09-2007	CN 101405646 A	08-04-2009
		EP 1999510 A1	10-12-2008
		WO 2007107896 A1	27-09-2007
		JP 2007273998 A	18-10-2007
US 2005269582 A1	08-12-2005	CN 1977393 A	06-06-2007
		EP 1756877 A1	28-02-2007
		WO 2005119797 A1	15-12-2005
		JP 2006005367 A	05-01-2006
		JP 2008502131 T	24-01-2008
		KR 20070042956 A	24-04-2007
		US 2008138919 A1	12-06-2008
US 6351069 B1	26-02-2002	DE 19962765 A1	31-08-2000
		GB 2347018 A	23-08-2000
		JP 2000244021 A	08-09-2000
		US 2003006702 A1	09-01-2003
GB 1414381 A	19-11-1975	KEINE	
US 2006227545 A1	12-10-2006	CN 1847951 A	18-10-2006
		DE 102005057446 A1	19-10-2006
		GB 2425213 A	18-10-2006
		JP 2006294618 A	26-10-2006
		KR 20060107923 A	16-10-2006