(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
19. März 2015 (19.03.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/036221 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 25/075 (2006.01) *H01L 33/62* (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/067914

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. August 2014 (22.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 218 541.3
16. September 2013 (16.09.2013) DE

(71) Anmelder: **OSRAM GMBH** [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: **GHASEMI AFSHAR, Farhang**; Im Tal 28, 93173 Wenzenbach (DE). **KALTENBACHER, Axel**; Im Anger 13, 93098 Mintraching (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: LIGHTING MODULE COMPRISING SEMI-CONDUCTOR LIGHT SOURCES AND CARRIER PLATE

(54) Bezeichnung : LEUCHTMODUL MIT HALBLEITERLICHTQUELLEN UND TRÄGERPLATTE

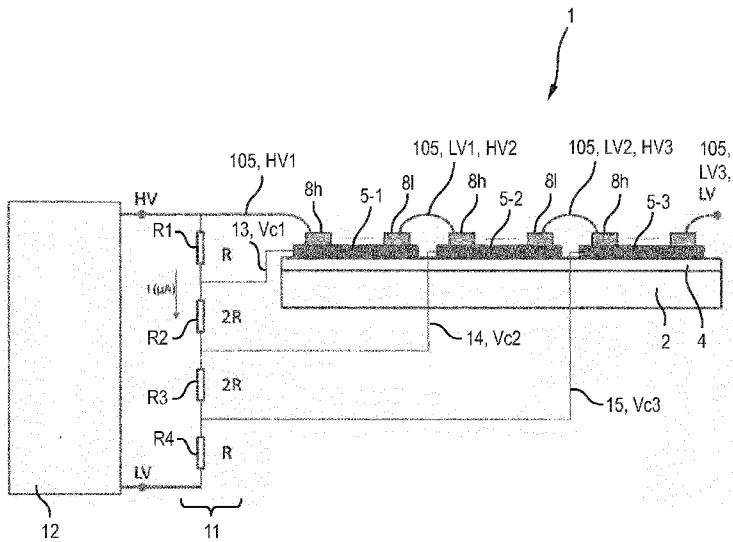


Fig.5

(57) **Abstract**: The invention relates to a lighting module (1) which is equipped with several semiconductor light sources (8, 8h, 8I), in particular LED-Chips and comprises a metallic carrier plate (2). Several metallic carrier substrates (5, 5-1, 5-2, 5-3) are arranged on the carrier plate (2) and are electrically insulated therefrom. At least one semiconductor light source (8, 8h, 8I) is arranged on the carrier substrates (5, 5-1, 5-2, 5-3) and said carrier substrates (5, 5-1, 5-2, 5-3) are electrically connected in series. Said method is used to operate a lighting module (1), an electric potential (Vc1, Vc2, Vc3) being applied to at least one carrier substrate (5, 5-1, 5-2, 5-3).

(57) **Zusammenfassung**: Das Leuchtmodul (1) ist mit mehreren Halbleiterlichtquellen (8, 8h, 8I), insbesondere LED-Chips, ausgerüstet und weist eine metallische Trägerplatte (2) auf, wobei auf der Trägerplatte (2) und von dieser elektrisch isoliert mehrere metallische Trägersubstrate (5, 5-1, 5-2, 5-3) angeordnet sind, an welchen Trägersubstraten (5, 5-1, 5-2, 5-3) jeweils mindestens eine Halbleiterlichtquelle (8, 8h, 8I) angeordnet ist und die Trägersubstrate (5, 5-1, 5-2, 5-3) elektrisch in Reihe geschaltet sind. Das Verfahren dient zum Betreiben eines Leuchtmoduls (1), wobei an mindestens ein Trägersubstrat (5, 5-1, 5-2, 5-3) ein elektrisches Potenzial (Vc1, Vc2, Vc3) angelegt wird.

WO 2015/036221 A1

Beschreibung

Leuchtmodul mit Halbleiterlichtquellen und Trägerplatte

Die Erfindung betrifft ein Leuchtmodul mit mehreren Halbleiterlichtquellen, insbesondere LED-Chips, wobei das Leuchtmodul eine Trägerplatte aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Leuchtmoduls. Die Erfindung ist insbesondere anwendbar auf LED-Leuchtmodule in CoB („Chip-on-Board")-Technologie.

Fig.1 zeigt ein herkömmliches Leuchtmodul 101 in CoB-Technologie mit einer Trägerplatte 102 aus Aluminium, an deren spiegelnder Vorderseite 103 mehrere Halbleiterlichtquellen in Form von LED-Chips 104 aufgebracht sind. Die Verwendung einer solchen Trägerplatte 102 weist zwei Vorteile auf, nämlich ein hohes Reflexionsvermögen bei gleichzeitig hoher Wärmeleitfähigkeit.

Die LED-Chips 104 sind mittels eines dielektrischen Chipsubstrats gegen die Trägerplatte 102 elektrisch isoliert und sind durch Bonddrähte 105 miteinander elektrisch in einer Reihe verschaltet. Ein erster LED-Chip 104, 104h der Reihe ist über einen Bonddraht 105 mit einem ersten Anschlusskontakt 106h verbunden, welcher auf einem höchsten elektrischen Potenzial HV liegt. Ein letzter LED-Chip 104l der Reihe ist mit einem zweiten Anschlusskontakt 106l verbunden, welcher auf einem niedrigsten elektrischen Potenzial LV liegt. Die einzelnen LED-Chips 104 sollten so in einer Reihe verschaltet sein, dass die Summe ihrer Vorwärtsspannungen der insgesamt an diese LED-Reihe 104h, …, 104l angelegten Spannung HV-LV entspricht.

Die Vorderseite 103 der Trägerplatte 102 mit den LED-Chips 104 und den Bonddrähten 105 ist mittels einer lichtdurchlässigen Vergussmasse 107 vergossen, z.B. Silikon oder Epoxidharz, welche beispielsweise Füllstoff wie Diffusorpartikel und/oder Leuchtstoffpartikel aufweisen mag.

Da die Trägerplatte 102 elektrisch leitfähig ist, ist sie zum Einsatz des Leuchtmoduls 101 bei einer an die Reihe 104h … 104l der LED-Chips 104 bzw. bei einer an die Anschlusskontakte 106h, 106l angelegten Hochspannung HV-LV wenig geeignet. Die Hochspannung mag z.B. einer Spitzenspannung eines Wechselspannungssignals entsprechen oder einer Gleichspannung entsprechen.

Da die Dicke eines LED-Chips 104 vergleichsweise gering ist (typischerweise im Bereich von wenigen 100 Mikrometern liegt), führt das Anlegen einer hohen Spannung HV-LV zu einem starken elektrischen Feld F zwischen dem Bonddraht 105 und dem Chipsubstrat des LED-Chips 104 durch die Vergussmasse 106 und den restlichen Teil des LED-Chips 104 hindurch, insbesondere im Bereich des ersten LED-Chips 104h. In diesem Fall wird nachteiligerweise ein elektrischer Nebenpfad P zu der LED-Reihenschaltung geschlossen.

Ein weiteres Problem tritt auf, falls das die Trägerplatte 102 mit seiner Rückseite 108 über eine elektrisch isolierende Zwischenschicht 109 mit einem metallischen Kühlkörper 110 verbunden ist, wie in **Fig.2** gezeigt. Der Kühlkörper 110 ist typischerweise elektrisch mit Masse GND verbunden. In diesem Fall tritt auch eine kapazitive Kopplung zwischen den Bonddrähten 105 und dem Kühlkörper 110 auf.

Wie in dem zu Fig.2 entsprechenden Ersatzschaltbild aus **Fig.3** gezeigt, liegen pro Bonddraht 105 mindestens zwei Kapazitäten zwischen diesem Bonddraht 105 und dem Kühlkörper 110 vor, nämlich eine erste Kapazität Cws zwischen dem Bonddraht 105 und der Trägerplatte 102, welche die Vergussmasse 107 als Dielektrikum aufweist, und eine zweite Kapazität Csh zwischen der Trägerplatte 102 und dem Kühlkörper 110, welche die Zwischenschicht 109 als Dielektrikum aufweist. Die erste Kapazität Cws ist typischerweise erheblich kleiner als die zweite Kapazität Csh. Dadurch fällt das an dem Bonddraht 105 anliegende elektrische Potenzial an der ersten Kapazität Cws

signifikant ab. Dies führt zusätzlich zu einem starken elektrischen Feld durch die Vergussmasse 107.

Eine bekannte Maßnahme um diese Probleme zu umgehen, besteht in der Verwendung von Trägerplatten aus thermisch leitfähigem, aber elektrisch isolierendem Keramikmaterial, z.B. aus AlN. Diese Lösung ist jedoch sehr teuer.

Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere auf einfache und kostengünstige Weise eine Durchbruchsicherheit zwischen einem Bonddraht und dem Trägersubstrat zu erhöhen bzw. die Gefahr eine Bildung von Nebenpfaden und/oder Teilentladungen zu verringern.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Leuchtmodul mit mehreren Halbleiterlichtquellen, aufweisend eine metallische Trägerplatte, wobei auf der Trägerplatte und von dieser elektrisch isoliert mehrere metallische Substrate (im Folgenden als „Trägersubstrate" bezeichnet) angeordnet sind, an welchen Trägersubstraten jeweils mindestens eine Halbleiterlichtquelle angeordnet ist. Die Halbleiterlichtquellen der Trägersubstrate sind vorzugsweise elektrisch in Reihe geschaltet sind.

Durch das Verteilen oder „Clustern" der Halbleiterlichtquellen auf n Gruppen oder „Cluster" mit $n > 1$ wird der elektrische Potenzialunterschied oder „Clusterspannung" $\Delta Vn = HVn-LVn$ über die Reihe der an einem gemeinsamen Träger angeordneten Halbleiterlichtquellen verringert. In anderen Worten wird nun nicht mehr ein für alle Halbleiterlichtquellen gemeinsamer Träger (nämlich die Trägerplatte) verwendet, sondern ein Satz mehrerer voneinander elektrisch isolierter Träger (nämlich die Trägersubstrate). So wird es ermöglicht, die zwischen der

ersten und der letzten Halbleiterlichtquelle einer Gruppe bzw. eines Trägersubstrats n anliegende Clusterspannung ΔVn durch eine Wahl der Zahl m (m >= 1) der auf einem Trägersubstrat befindlichen Halbleiterlichtquellen auf einen gewünschten maximalen Wert zu begrenzen. So mag die Clusterspannung ΔVn für m in Reihe geschaltete Halbleiterlichtquellen mit einer Vorwärtsspannung Vf zu ΔVg = m·Vf bestimmt werden. Dadurch kann das elektrische Feld F zwischen den Bonddrähten und der Trägerplatte verringert werden. Dadurch wiederum wird eine Gefahr einer Teilentladung innerhalb des Leuchtmoduls und/oder einer Ausbildung eines elektrischen Nebenpfads verringert. Das Leuchtmodul ist zudem einfach und preiswert implementierbar.

Bevorzugterweise umfasst die mindestens eine Halbleiterlichtquelle mindestens eine Leuchtdiode. Bei Vorliegen mehrerer Leuchtdioden können diese in der gleichen Farbe oder in verschiedenen Farben leuchten. Eine Farbe kann monochrom (z.B. rot, grün, blau usw.) oder multichrom (z.B. weiß) sein. Auch kann das von der mindestens einen Leuchtdiode abgestrahlte Licht ein infrarotes Licht (IR-LED) oder ein ultraviolettes Licht (UV-LED) sein. Mehrere Leuchtdioden können ein Mischlicht erzeugen; z.B. ein weißes Mischlicht. Die mindestens eine Leuchtdiode kann mindestens einen wellenlängenumwandelnden Leuchtstoff enthalten (Konversions-LED). Der Leuchtstoff kann alternativ oder zusätzlich entfernt von der Leuchtdiode angeordnet sein ("Remote Phosphor"). Die mindestens eine Leuchtdiode kann in Form mindestens einer einzeln gehäusten Leuchtdiode oder in Form mindestens eines LED-Chips vorliegen. Mehrere LED-Chips können auf einem gemeinsamen Substrat ("Submount") montiert sein. Die mindestens eine Leuchtdiode kann mit mindestens einer eigenen und/oder gemeinsamen Optik zur Strahlführung ausgerüstet sein, z.B. mindestens einer Fresnel-Linse, Kollimator, und so weiter. Anstelle oder zusätzlich zu anorganischen Leuchtdioden, z.B. auf Basis von InGaN oder AlInGaP, sind allgemein auch organische LEDs (OLEDs, z.B. Polymer-OLEDs) einsetzbar. Alternativ kann die mindestens eine Halbleiterlichtquelle z.B. mindestens einen Diodenlaser

aufweisen. Auch dem mindestens einen Diodenlaser mag ein wellenlängenumwandelnder Leuchtstoff nachgeschaltet sein, z.B. in einer LARP („Laser Activated Remote Phosphor")-Anordnung. Besonders bevorzugt wird ein LED-Chip, z.B. auf der Basis einer GaN-Struktur, insbesondere mit einem elektrisch isolierenden Aufsatzbereich oder Bodenbereich.

Die metallische Trägerplatte mag insbesondere Aluminium und/oder Kupfer aufweisen oder daraus bestehen. Die Trägerplatte mag insbesondere kreisscheibenförmig oder quaderförmig geformt sein. Die Dicke der Trägerplatte ist insbesondere erheblich geringer als eine Ausdehnung in einer Ebene der Trägerplatte. Die Trägerplatte mag plan oder gekrümmt sein. Die Dicke mag konstant sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

Die metallischen Trägersubstrate mögen ebenfalls z.B. Aluminium und/oder Kupfer aufweisen oder daraus bestehen. Auch mag ein Trägersubstrat insbesondere kreisscheibenförmig oder quaderförmig geformt sein. Die Dicke eines Trägersubstrats ist insbesondere erheblich geringer als eine Ausdehnung in einer Ebene des Trägersubstrats. Die Dicke mag konstant sein, ist aber nicht darauf beschränkt. Die Trägersubstrate sind bevorzugt an einer Seite der Trägerplatte angeordnet. Die metallischen Trägersubstrate weisen bevorzugt eine spiegelnde Oberfläche auf, um Lichtverluste gering zu halten.

Eine an die Halbleiterlichtquellen angelegte Spannung oder Potenzialdifferenz HV-LV mag insbesondere eine Hochspannung sein. Unter einer Hochspannung mag insbesondere eine Spannung verstanden werden, welche für eine Wechselspannung einen Effektivwert von mindestens 50 V aufweist und für eine Gleichspannung einen Wert von mindestens 120 V aufweist. Unter einer Hochspannung mag insbesondere eine Gleichspannung von 230 V oder mehr, insbesondere von 400 V, verstanden werden.

Dass die Halbleiterlichtquellen elektrisch in Reihe geschaltet sind, bedeutet in einer Ausgestaltung insbesondere, dass alle

Halbleiterlichtquellen elektrisch in Reihe verschaltet sind. Dabei können die Halbleiterlichtquellen alle in einer einzigen Reihe verschaltet sein, oder die Halbleiterlichtquellen können elektrisch auf mehrere unabhängige betreibbare Reihen oder „Stränge" verteilt sein. Die Aufteilung auf mehrere Stränge mag insbesondere bei unterschiedlich farbigen Halbleiterlichtquellen sinnvoll sein, wobei ein Strang bevorzugt in einer Reihe geschaltete Halbleiterlichtquellen gleicher Farbe umfasst. Auf einem Trägersubstrat mögen also in einer Variante Halbleiterlichtquellen mehrerer Stränge angeordnet sein.

Es ist eine Ausgestaltung, dass das Leuchtmodul dazu eingerichtet ist, an mindestens ein Trägersubstrat ein elektrisches Potenzial Vc anzulegen, insbesondere ein jeweiliges elektrisches Potenzial Vc an alle Trägersubstrate. Das freie Potenzial Vc verringert eine Potenzialdifferenz zwischen den Bonddrähten und dem Trägersubstrat. Dies führt zu einem erheblich geringeren elektrischen Feld zwischen dem Bonddraht und dem Trägersubstrat, was wiederum ein Risiko einer Teilentladung innerhalb des Leuchtmoduls verringert. Diese Ausgestaltung ist einfach und preiswert implementierbar. Sie funktioniert unabhängig von den Werten von Cws und Csh.

Es ist eine besonders einfach umsetzbare und effektive Ausgestaltung, dass das elektrische Potenzial Vc des Trägersubstrats dem Mittelwert der an der Reihe der mindestens einen Halbleiterlichtquelle dieses Trägersubstrats anliegenden elektrischen Potenziale entspricht. Das elektrische Potenzial Vc des Trägersubstrats entspricht also dem Mittelwert des an dem ersten LED-Chip des Trägersubstrats anliegenden elektrischen Potenzials HV und des an dem letzten LED-Chip des Trägersubstrats anliegenden elektrischen Potenzials LV, also Vc = (HV+LV)/2. Dadurch wird eine besonders geringe Potenzialdifferenz zwischen einem Bonddraht und dem Trägersubstrat erreicht, nämlich von betragsmäßig maximal (HV-LV)/2 an dem Bonddraht, welcher von dem ersten Anschlusskontakt des Trägersubstrats zu dem ersten LED-Chip

des Trägersubstrats führt, oder an dem Bonddraht, welcher von dem letzten LED-Chip des Trägersubstrats zu dem zweiten Anschlusskontakt des Trägersubstrats führt.

Es ist eine zur besonders einfachen Umsetzung des Anlegens des elektrischen Potenzials Vc an ein Trägersubstrat bevorzugte Ausgestaltung, dass das Leuchtmodul einen Spannungsteiler zum Bereitstellen des elektrischen Potenzials Vc für das mindestens eine Trägersubstrat aufweist oder damit verbunden ist.

Das Leuchtmodul ist besonders einfach umsetzbar, falls an den Trägersubstraten eine gleiche Zahl von Halbleiterlichtquellen angeordnet ist.

Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass die Trägerplatte an einem Kühlkörper befestigt ist. Dies verbessert eine Kühlung der Halbleiterlichtquellen.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmoduls wie oben beschrieben, wobei an mindestens ein Trägersubstrat ein elektrisches Potenzial angelegt wird. Das Verfahren kann analog zu der Leuchtvorrichtung ausgestaltet werden und ergibt die gleichen Vorteile.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

Fig.4 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht ein erfindungsgemäßes Leuchtmodul; und

Fig.5 zeigt das Leuchtmodul aus Fig.4 mit angeschlossenem Spannungsteiler.

Fig.4 zeigt ein erfindungsgemäßes Leuchtmodul 1 in CoB-Technologie mit einer Trägerplatte 2 aus Aluminium, an deren Vorderseite 3 über eine dielektrische Schicht 4 seitlich beabstandet mehrere Trägersubstrate 5 bzw. 5-1, 5-2 und 5-3 aus Aluminium aufgebracht sind. Die plattenartigen Trägersubstrate 5 liegen mit ihrer Rückseite 6 an der dielektrischen Schicht 4 auf und tragen an ihrer Vorderseite 7 jeweils mehrere LED-Chips 8, von denen hier nur die jeweils ersten LED-Chips 8h und letzten LED-Chips 8l gezeigt sind. Rein beispielshaft seien hier drei (n = 3) gleichartige Trägersubstrate 5 mit jeweils einer gleichen Zahl m gleicher LED-Chips 8 vorhanden, z.B. mit jeweils m = 45. Das Leuchtmodul 1 weist also insgesamt 3m = 135 LED-Chips 8 auf. Alle LED-Chips 8 sind elektrisch in einer einzigen Reihe verschaltet. Die Trägersubstrate 5 mögen insbesondere eine spiegelnde Oberfläche aufweisen, z.B. nach Art von MIRO oder MIRO SILVER der Fa. Alanod.

Der erste LED-Chip 8h des ersten Trägersubstrats 5-1 ist über einen Bonddraht 105 mit einem ersten Anschlusskontakt (o. Abb.) des Leuchtmoduls 1 verbunden, so dass an diesem Bonddraht 105 ein höchstes elektrisches Potenzial HV des Leuchtmoduls 1 anliegt, welches auch dem höchsten Potenzial HV1 des ersten Trägersubstrats 5-1 entspricht. Das höchste elektrische Potenzial HV bzw. HV1 mag für ein Rechenbeispiel hier bei 400 V liegen.

Bei einer angenommenen Vorwärtsspannung Vf der LED-Chips 8 von 2,9 V fällt über die Reihe der LED-Chips 8 jedes der n Trägersubstrate 5 eine Clusterspannung $\Delta Vn = 45 \cdot 2{,}9\ V = 130{,}5\ V$ ab. An dem Bonddraht 105, welcher den elektrischen Übergang zwischen dem ersten Trägersubstrat 5-1 und dem zweiten Trägersubstrat 5-2 bildet, liegt somit ein niedrigstes Potenzial LV1 des ersten Trägersubstrats 5-1 von $LV1 = 400\ V - 130{,}5\ V = 269{,}5\ V$ an. Dies entspricht dem höchsten elektrischen Potenzial HV2 des zweiten Trägersubstrats 5-2, also LV1 = HV2. Analog liegt an dem Bonddraht 105, welcher den

elektrischen Übergang zwischen dem zweiten Trägersubstrat 5-2 und dem dritten Trägersubstrat 5-3 bildet, ein niedrigstes Potenzial LV2 des zweiten Trägersubstrats 5-2 von 139 V an. Dies entspricht dem höchsten elektrischen Potenzial HV3 des dritten Trägersubstrats 5-3, also LV2 = HV3. Der letzte LRD-Chip 8l des dritten Trägersubstrats 5-3 ist über einen Bonddraht 105 mit einem zweiten Anschlusskontakt (o. Abb.) des Leuchtmoduls 1 verbunden, und zwar auf einem niedrigsten elektrischen Potenzial LV3 des dritten Trägersubstrats 5-3 von 139 V - 130,5 V = 8,5 V, was dem niedrigsten elektrischen Potenzial LV der Gesamtheit der m=135 LED-Chips 8 des Leuchtmoduls 1 entspricht. Insgesamt liegt also an der Reihe aller LED-Chips 8 eine (Betriebs-)Spannung HV-LV von 391,5 V an.

Die Vorderseite 9 der Trägerplatte 2 ist auch hier mit Vergussmasse 107 vergossen, und zwar einschließlich der Trägersubstrate 5, der LED-Chips 8 und der diese verbindenden Bonddrähte 105. Das Leuchtmodul 1 mag wiederum mit seiner Rückseite 10 über eine dielektrische Zwischenschicht mit einem Kühlkörper verbunden sein (o. Abb.).

Fig.5 zeigt das Leuchtmodul 1 aus Fig.4 nun in einer Variante mit einem angeschlossenen Spannungsteiler 11, welcher über einen Hochspannungs-LED-Treiber 12 bespeist wird. Der Hochspannungs-LED-Treiber 12 gibt auch die Betriebsspannung HV-LV an die Reihe der m=135 LED-Chips 8 aus und ist dazu einerseits über einen Bonddraht 105, der auf dem höchsten Potenzial HV liegt, mit dem ersten LED-Chip 8h des ersten Treibersubstrats 5-1 und andererseits über einen Bonddraht 105, der auf dem niedrigsten Potenzial LV liegt, mit dem letzten LED-Chip 8l des dritten Treibersubstrats 5-3 verbunden.

Der Spannungsteiler 11 ist elektrisch zwischen diesen Anschlüssen HV, LV des Hochspannungs-LED-Treibers 12 angeordnet und weist hier vier in Reihe geschaltete ohmsche Widerstände R1, R2, R3 und R4 auf, welche einen

Widerstandswert von R, 2R, 2R bzw. R aufweisen, wobei R hier einen Wert von 500 Kiloohm besitzt. Der Gesamtwiderstand des Spannungsteilers 11 beträgt folglich 3000 Kiloohm oder 3 Megaohm. Bei einer Betriebsspannung HV-LV von 391,5 V fließt somit ein Strom I von 130,5 Mikroampere durch den Spannungsteiler 11.

Eine zwischen dem ersten Widerstand R1 und dem zweiten Widerstand R2 abzweigende elektrische Leitung 13 führt zu dem ersten Trägersubstrat 5-1, so dass an dem Trägersubstrat 5-1 ein freies elektrisches Potenzial $Vc1 = (5/6)\cdot(HV-LV)+LV = (HV1+LV1)/2 = 334{,}75$ V anliegt. Dieses Potenzial Vc1 entspricht also dem Mittelwert (HV1+LV1)/2 der an der Reihe LED-Chips 8 des ersten Trägersubstrats 5-1 anliegenden elektrischen Potenziale HV1 und HV2. Es unterscheidet sich betragsmäßig nur um 65,25 V von HV1 und LV1 und stellt die größte Potenzialdifferenz zwischen einem mit einem LED-Chip 8 des Trägersubstrats 5-1 verbundenen Bonddraht 105 und dem Trägersubstrat 5-1 dar. Folglich wird zwischen dem Bonddraht 105 und dem ersten Trägersubstrat 5-1 ein erheblich geringeres elektrisches Feld aufgebaut als bei sonst 400 V. Dadurch wird eine Bildung von Nebenstrompfaden und/oder Teilentladungen stark unterdrückt, und es können nun auf einfache und preiswerte Weise auch metallische Träger 2, 5 zum Hochspannungsbetrieb von LED-Chips 8 eingesetzt werden.

Analog führt eine zwischen dem zweiten Widerstand R2 und dem dritten Widerstand R3 abzweigende elektrische Leitung 14 zu dem zweiten Trägersubstrat 5-2, so dass an dem zweiten Trägersubstrat 5-2 ein freies elektrisches Potenzial $Vc2 = (3/6)\cdot(HV-LV)+LV = (HV2+LV2)/2 = 204{,}25$ V anliegt. Dieses Potenzial Vc2 unterscheidet sich betragsmäßig nur um 65,25 V von HV2 und LV2.

Ferner führt auch eine zwischen dem dritten Widerstand R3 und dem vierten Widerstand R4 abzweigende elektrische Leitung 15 zu dem dritten Trägersubstrat 5-3, so dass an dem dritten Trägersubstrat 5-3 ein freies elektrisches Potenzial

Vc3 = (5/6)·(HV-LV)+LV = (HV3+LV3)/2 = 73,25 V anliegt. Dieses Potenzial Vc3 unterscheidet sich betragsmäßig nur um 65,25 V von HV3 und LV3.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die gezeigten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht darauf eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

So können auch zwei oder mehr als drei Trägersubstrate 5 verwendet werden. Je größer die Zahl n der Trägersubstrate 5 ist und je geringer also die Zahl n der LED-Chips 8 pro Trägersubstrat 5 sein kann, desto geringer mag der maximale Potenzialunterschied zwischen einem Trägersubstrat 5 und einem zugehörigen Bonddraht 105 sein.

Grundsätzlich können die Trägersubstrate auch unterschiedlich ausgebildet sein, z.B. unterschiedliche Maße, z.B. einen unterschiedlichen Durchmesser, aufweisen. Auch können die Trägersubstrate eine unterschiedliche Zahl von LED-Chips tragen, wobei dann bei Vorliegen eines Spannungsteilers der Wert der zugehörigen Widerstände daran angepasst werden kann.

Allgemein kann unter "ein", "eine" usw. eine Einzahl oder eine Mehrzahl verstanden werden, insbesondere im Sinne von "mindestens ein" oder "ein oder mehrere" usw., solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist, z.B. durch den Ausdruck "genau ein" usw.

Auch kann eine Zahlenangabe genau die angegebene Zahl als auch einen üblichen Toleranzbereich umfassen, solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist.

Bezugszeichen

1	Leuchtmodul
2	Trägerplatte
3	Vorderseite der Trägerplatte
4	dielektrische Schicht
5	Trägersubstrat
5-1	erstes Trägersubstrat
5-2	zweites Trägersubstrat
5-3	drittes Trägersubstrat
6	Rückseite des Trägersubstrats
7	Vorderseite des Trägersubstrats
8	LED-Chip
8h	erster LED-Chip eines Trägersubstrats 5
8l	letzter LED-Chip eines Trägersubstrats 5
9	Vorderseite der Trägerplatte
10	Rückseite des Leuchtmoduls
11	Spannungsteiler
12	Hochspannungs-LED-Treiber
101	Leuchtmodul
102	Trägerplatte
103	Vorderseite der Trägerplatte
104	LED-Chip
104h	erster LED-Chip der Trägerplatte
104l	letzter LED-Chip der Trägerplatte
105	Bonddraht
106h	erster Anschlusskontakt
106l	zweiter Anschlusskontakt
107	Vergussmasse
108	Rückseite
109	elektrisch isolierende Zwischenschicht
110	Kühlkörper
Cws	erste Kapazität
Csh	zweite Kapazität
F	elektrisches Feld
HV	höchstes elektrisches Potenzial
HV1	höchstes elektrisches Potenzial des ersten Trägersubstrats

HV2	höchstes elektrisches Potenzial des zweiten Trägersubstrats
HV3	höchstes elektrisches Potenzial des dritten Trägersubstrats
GND	Masse
LV	niedrigstes elektrisches Potenzial
LV1	niedrigstes elektrisches Potenzial des ersten Trägersubstrats
LV2	niedrigstes elektrisches Potenzial des zweiten Trägersubstrats
LV3	niedrigstes elektrisches Potenzial des dritten Trägersubstrats
P	elektrischer Nebenpfad
R	Widerstandswert
R1-R4	ohmscher Widerstand

Patentansprüche

1. Leuchtmodul (1) mit mehreren Halbleiterlichtquellen (8, 8h, 8l), insbesondere LED-Chips, aufweisend
   - eine metallische Trägerplatte (2),
   wobei
   - auf der Trägerplatte (2) und von dieser elektrisch isoliert mehrere metallische Trägersubstrate (5, 5-1, 5-2, 5-3) angeordnet sind,
   - an welchen Trägersubstraten (5, 5-1, 5-2, 5-3) jeweils mindestens eine Halbleiterlichtquelle (8, 8h, 8l) angeordnet ist und
   - die Trägersubstrate (5, 5-1, 5-2, 5-3) elektrisch in Reihe geschaltet sind.

2. Leuchtmodul (1) nach Anspruch 1, wobei das Leuchtmodul (1) dazu eingerichtet ist, an mindestens ein Trägersubstrat (5, 5-1, 5-2, 5-3) ein elektrisches Potenzial (Vc1, Vc2, Vc3) anzulegen.

3. Leuchtmodul (1) nach Anspruch 2, wobei das Leuchtmodul (1) dazu eingerichtet ist, an alle Trägersubstrate (5, 5-1, 5-2, 5-3) ein elektrisches Potenzial (Vc1, Vc2, Vc3) anzulegen.

4. Leuchtmodul (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei das elektrische Potenzial (Vc1, Vc2, Vc3) des Trägersubstrats (5, 5-1, 5-2, 5-3) dem Mittelwert der an der Reihe der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (8, 8h, 8l) dieses Trägersubstrats (5, 5-1, 5-2, 5-3) anliegenden elektrischen Potenziale (HV1, LV1, HV2, LV2, HV3, LV3) entspricht.

5. Leuchtmodul (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das Leuchtmodul einen Spannungsteiler (11) zum Bereitstellen des elektrischen Potenzials (Vc1, Vc2, Vc3) für das mindestens eine Trägersubstrat (5, 5-1, 5-2, 5-3) aufweist oder damit verbunden ist.

6. Leuchtmodul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an den Trägersubstraten (5, 5-1, 5-2, 5-3) eine gleiche Zahl von Halbleiterlichtquellen (8, 8h, 8l) angeordnet ist.

7. Leuchtmodul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei alle Halbleiterlichtquellen (8, 8h, 8l) elektrisch in Reihe verschaltet sind.

8. Leuchtmodul (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Trägerplatte (2) an einem Kühlkörper befestigt ist.

9. Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmoduls (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an mindestens ein Trägersubstrat (5, 5-1, 5-2, 5-3) ein elektrisches Potenzial (Vc1, Vc2, Vc3) angelegt wird.

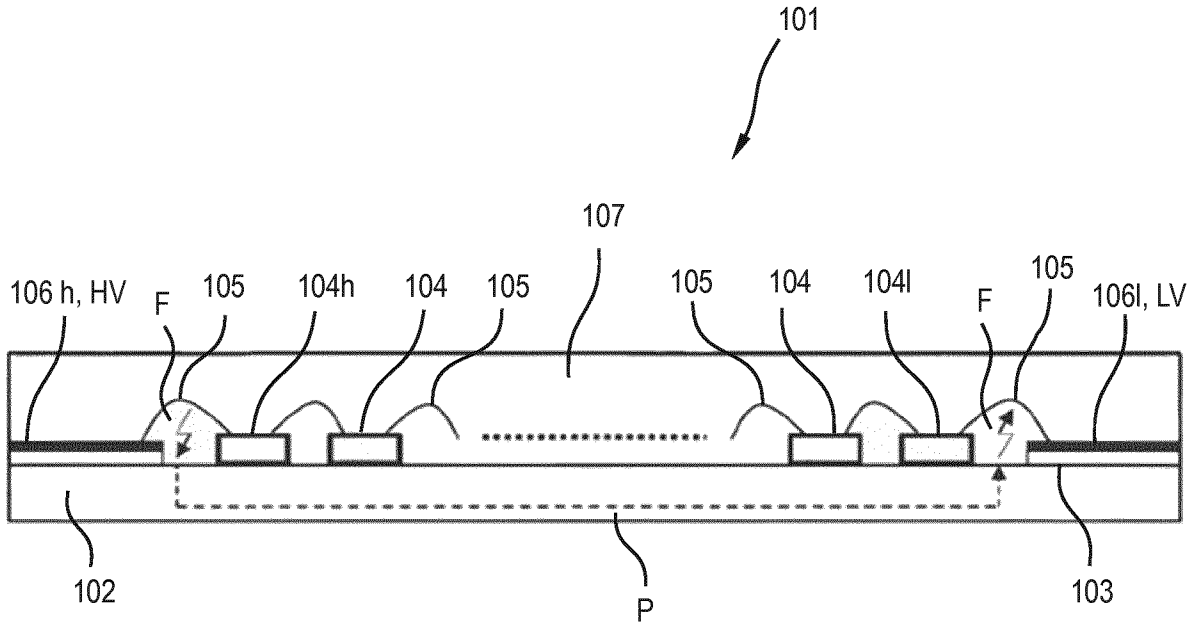

101
107
106 h, HV
F
105
104h
104
105
105
104
104l
F
105
106l, LV
102
P
103

Fig.1

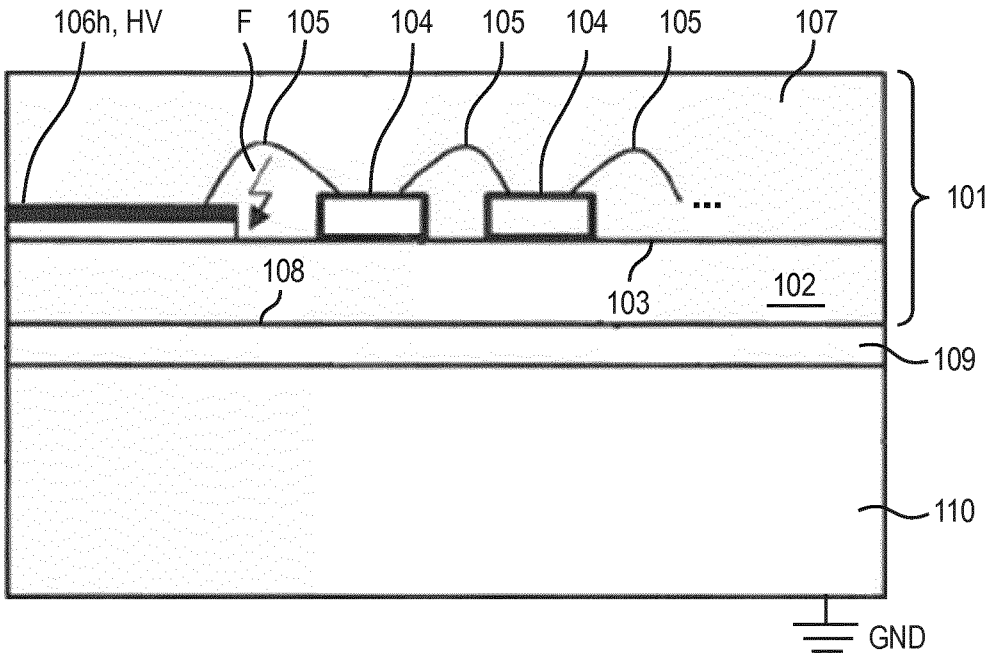

106h, HV
F
105
104
105
104
105
107
101
108
103
102
109
110
GND

Fig.2

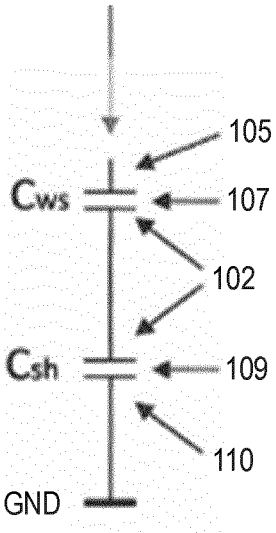

105
Cws
107
102
Csh
109
110
GND

Fig.3

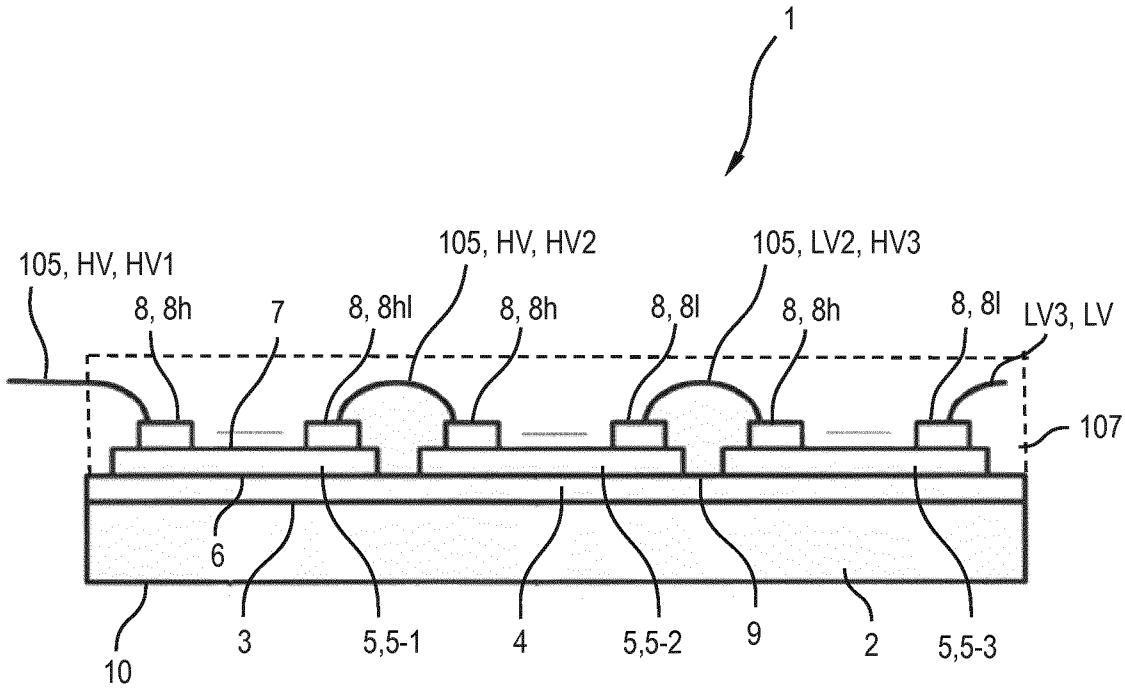

1
105, HV, HV1
8, 8h
7
8, 8hl
105, HV, HV2
8, 8h
8, 8l
105, LV2, HV3
8, 8h
8, 8l
LV3, LV
107
6
10
3
5,5-1
4
5,5-2
9
2
5,5-3

Fig.4

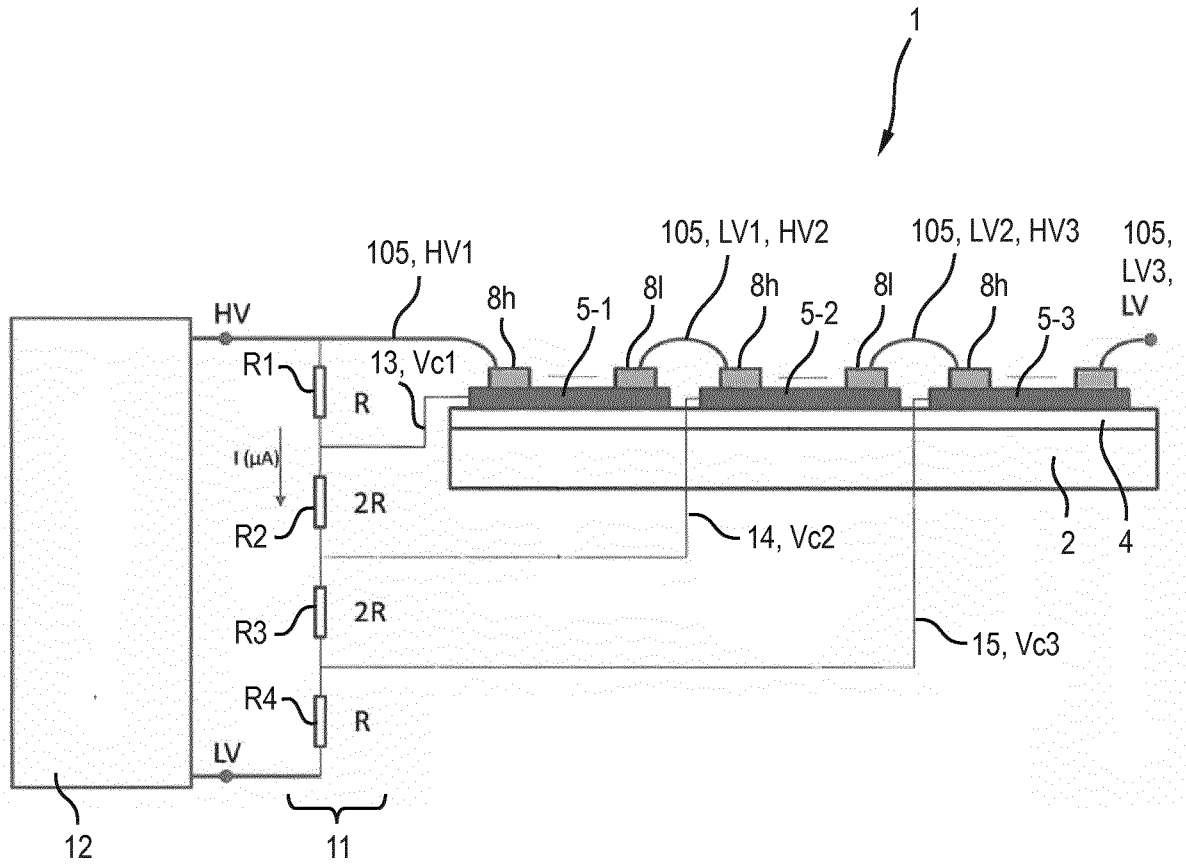

1
105, HV1
105, LV1, HV2
105, LV2, HV3
105, LV3, LV
8h
8l
8h
8l
8h
5-1
5-2
5-3
HV
R1
R
13, Vc1
I (µA)
2R
R2
14, Vc2
2
4
2R
R3
15, Vc3
R4
R
LV
12
11

Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/067914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L25/075
ADD. H01L33/62

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)
H01L

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 practicable, 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	EP 2 315 284 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 27 April 2011 (2011-04-27)	1-4,6-9
Y	paragraph [0012] - paragraph [0133]; figures 1A-16	5

Y	DE 44 34 274 A1 (BLAUPUNKT WERKE GMBH [DE]) 28 March 1996 (1996-03-28)	5
A	column 1, line 46 - column 2, line 49; figures 1-3	1-4,6-9

A	WO 2006/089512 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; GROETSCH STEFAN [DE]; HAHN BERTHO) 31 August 2006 (2006-08-31) page 10, line 20 - page 18, line 7; figures 1-6b	1-9

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
29 October 2014	05/11/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Albrecht, Claus

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/067914

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 346 307 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 20 July 2011 (2011-07-20) paragraph [0006] - paragraph [0073]; figures 1-10	1-9

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/067914

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2315284 A2	27-04-2011	EP 2315284 A2	27-04-2011
		US 2011089805 A1	21-04-2011
DE 4434274 A1	28-03-1996	DE 4434274 A1	28-03-1996
		WO 9609740 A1	28-03-1996
WO 2006089512 A1	31-08-2006	CN 101128932 A	20-02-2008
		DE 102005009060 A1	07-09-2006
		EP 1854139 A1	14-11-2007
		JP 2008532299 A	14-08-2008
		KR 20070106624 A	02-11-2007
		TW I332259 B	21-10-2010
		US 2008303038 A1	11-12-2008
		WO 2006089512 A1	31-08-2006
EP 2346307 A2	20-07-2011	CN 102162632 A	24-08-2011
		EP 2346307 A2	20-07-2011
		JP 2011146353 A	28-07-2011
		RU 2011101558 A	27-07-2012
		US 2011175548 A1	21-07-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/067914

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L25/075
ADD. H01L33/62

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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 Y	EP 2 315 284 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 27. April 2011 (2011-04-27) Absatz [0012] - Absatz [0133]; Abbildungen 1A-16	1-4,6-9 5

Y A	DE 44 34 274 A1 (BLAUPUNKT WERKE GMBH [DE]) 28. März 1996 (1996-03-28) Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 49; Abbildungen 1-3	5 1-4,6-9

A	WO 2006/089512 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; GROETSCH STEFAN [DE]; HAHN BERTHO) 31. August 2006 (2006-08-31) Seite 10, Zeile 20 - Seite 18, Zeile 7; Abbildungen 1-6b	1-9

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. Oktober 2014	05/11/2014

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

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 346 307 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 20. Juli 2011 (2011-07-20) Absatz [0006] - Absatz [0073]; Abbildungen 1-10 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/067914

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2315284 A2	27-04-2011	EP 2315284 A2	27-04-2011
		US 2011089805 A1	21-04-2011
DE 4434274 A1	28-03-1996	DE 4434274 A1	28-03-1996
		WO 9609740 A1	28-03-1996
WO 2006089512 A1	31-08-2006	CN 101128932 A	20-02-2008
		DE 102005009060 A1	07-09-2006
		EP 1854139 A1	14-11-2007
		JP 2008532299 A	14-08-2008
		KR 20070106624 A	02-11-2007
		TW I332259 B	21-10-2010
		US 2008303038 A1	11-12-2008
		WO 2006089512 A1	31-08-2006
EP 2346307 A2	20-07-2011	CN 102162632 A	24-08-2011
		EP 2346307 A2	20-07-2011
		JP 2011146353 A	28-07-2011
		RU 2011101558 A	27-07-2012
		US 2011175548 A1	21-07-2011