

(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. April 2006 (06.04.2006)

PCT

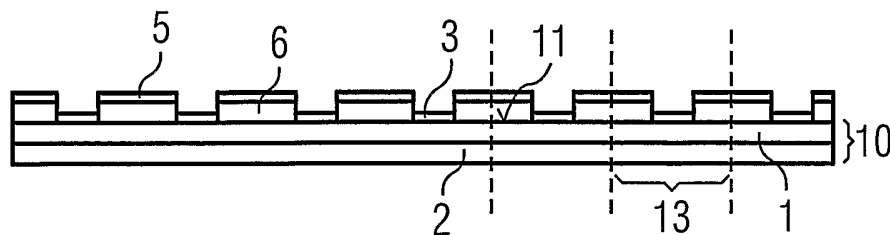
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/034663 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 33/00 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001382 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRUNNER, Herbert [DE/DE]; Erikastrasse 1, 93161 Sinzing (DE). EISSLER, Dieter [DE/DE]; Fischerbergstrasse 11, 93152 Nittendorf (DE). HAHN, Berthold [DE/DE]; Am Pfannenstiel 2, 93155 Hemau (DE). HÄRLE, Volker [DE/DE]; Eichenstrasse 35, 93164 Laaber (DE). JÄGER, Harald [DE/DE]; Hermann-Köhl-Strasse 6c, 93049 Regensburg (DE). KRÄUTER, Gertrud [DE/DE]; Johann-Igl-Weg 24, 93051 Regensburg (DE). WAITL, Günter [DE/DE]; Praschweg 3, 93049 Regensburg (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 4. August 2005 (04.08.2005)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 047 644.6 30. September 2004 (30.09.2004) DE
10 2004 060 358.8 15. Dezember 2004 (15.12.2004) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).
(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHODS FOR THE PRODUCTION OF LUMINESCENT DIODE CHIPS AND LUMINESCENT DIODE CHIP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON LUMINESZENZDIODENCHIPS UND LUMINESZENZDIODENCHIP



(57) Abstract: The invention relates to methods for the production of luminescent diode chips which are provided with a luminescence conversion material comprising at least one luminescent substance. A layered composite, consisting of a series of luminescent diode layers for a plurality of luminescent diode chips, is provided, said composite also comprising an electric contact surface on a main surface for each luminescent diode chip, enabling electrical contact of the latter. A layer adhesion promoter is applied to the main surface and is selectively removed from at least parts of the contact surfaces. At least one luminescent substance is then applied to the main surface. Alternately, a luminescence conversion material is applied to the main surface and selectively removed from at least parts of the contact surfaces. The invention also relates to a luminescent diode chip provided with a luminescence conversion material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren zum Herstellen von Lumineszenzdiodenchips, die mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehen sind, das mindestens einen Leuchtstoff aufweist. Dabei wird ein Schichtenverbund bereitgestellt, der eine Lumineszenzdiode-Schichtfolge für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips umfasst und der auf einer Hauptfläche für jeden Lumineszenzdiodechip mindestens eine elektrische Kontaktfläche zum elektrischen Anschließen von diesem aufweist. Auf der Hauptfläche wird eine Schicht Haftvermittler aufgebracht und selektiv von zumindest Teilen der Kontaktflächen entfernt. Nachfolgend wird auf der Hauptfläche mindestens ein Leuchtstoff aufgebracht. Alternativ wird auf die Hauptfläche ein Lumineszenzkonversionsmaterial aufgebracht und selektiv von zumindest Teilen der Kontaktflächen entfernt. Die Erfindung betrifft zudem einen mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehenen Lumineszenzdiodechip.

WO 2006/034663 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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

Beschreibung

Verfahren zum Herstellen von Lumineszenzdiodenchips und Lumineszenzdiodenchip

Die Erfindung betrifft einen Lumineszenzdiodenchip, der mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehen ist, das mindestens einen Leuchtstoff aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen derartiger Lumineszenzdiodenchips.

Bei optoelektronischen Bauelementen, die elektromagnetische Strahlung emittieren, ist es bekannt, Lumineszenzdiodenchips mittels einer Vergussmasse einzukapseln, in die ein Lumineszenzkonversionmaterial mit mindestens einem Leuchtstoff gemischt ist. Das Einkapseln erfolgt z.B. durch Vergießen einer Gehäusekavität, in der ein Lumineszenzdiodenchip montiert ist, oder durch Umspritzen eines auf einem Leiterraum montierten Lumineszenzdiodenchips mittels Spritzpressen.

Der Leuchtstoff ist durch eine von dem Lumineszenzdiodenchip emittierte elektromagnetische Primärstrahlung anregbar und emittiert eine Sekundärstrahlung, wobei die Primärstrahlung und die Sekundärstrahlung unterschiedliche Wellenlängenbereiche aufweisen. Ein gewünschter resultierender Farbort des Bauelements kann beispielsweise durch ein Einstellen eines Mischungsverhältnisses der Primärstrahlung und der Sekundärstrahlung eingestellt werden.

Bei einer Verwendung derartiger Vergussmassen kann es zu Farbortschwankungen aufgrund einer inhomogenen Verteilung des Leuchtstoffes in der Vergussmasse kommen, die z.B. auf einer

Sedimentationsbildung von Leuchtstoffpartikeln beruhen kann. Zudem gibt es Fertigungstoleranzen bezüglich einer Dosierbarkeit der Vergussmasse, der Höhen von Lumineszenzdiodenchips und/oder einer Positionierbarkeit der Lumineszenzdiodenchips in der Kavität eines Spritzwerkzeugs. Dies kann zu signifikanten Schwankungen der Menge der Vergussmasse, die dem Lumineszenzdiodenchip in einer Abstrahlrichtung nachgeordnet ist, und somit auch zu Schwankungen des Farbortes des Bauelements führen. Weiterhin wirken sich hohe Anschaffungskosten für Zubehör zum präzisen Dosieren der Vergussmasse und ein Verschleiß dieses Zubehörs aufgrund der Abrasivität des Lumineszenzkonversionsmaterials bzw. des Leuchtstoffs in nicht zu vernachlässigender Weise auf die Herstellungskosten des Bauelements aus.

In der WO 01/65613 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen offenbart, bei dem ein Lumineszenzkonversionselement direkt auf den Halbleiterkörper aufgebracht wird. Dies hat den Vorteil, dass Leuchtstoffe homogen und in einer wohldefinierten Menge auf dem Halbleiterkörper aufgebracht werden können. Dadurch lässt sich ein homogener Farbeindruck des lichtabstrahlenden Halbleiterchips erreichen.

Bei dem Verfahren wird der Halbleiterkörper auf einem Träger montiert, mit Kontakten versehen und mit einem Lumineszenzkonversionselement beschichtet. Das Beschichten erfolgt entweder mittels einer geeigneten Suspension, die ein Lösungsmittel aufweist, das nach dem Auftragen entweicht, oder durch Beschichten mit einem Haftvermittler, auf dem nachfolgend der Leuchtstoff aufgebracht wird.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Herstellen von mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehenen Lumineszenzdiodenchips bereitzustellen, das insbesondere auf eine einfache und kostengünstige Weise durchführbar ist. Zudem soll ein mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehener Lumineszenzdiodenchip angegeben werden, der auf technisch einfache sowie kostengünstige Weise herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. Anspruch 2 sowie durch einen Lumineszenzdiodenchip gemäß Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und bevorzugte Weiterbildungen der Verfahren und des Lumineszenzdiodenchips sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Bei den Verfahren wird ein Schichtenverbund bereitgestellt, der eine Lumineszenzdioden-Schichtfolge für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips umfasst und der auf einer Hauptfläche für jeden Lumineszenzdiodenchip mindestens eine elektrische Kontaktfläche zum elektrischen Anschließen der Lumineszenzdiodenchips aufweist.

Gemäß einem ersten Verfahren wird auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes eine Schicht Haftvermittler aufgebracht, die nachfolgend selektiv von zumindest Teilen der Kontaktflächen entfernt wird. Ein weiterer Verfahrensschritt umfasst das Aufbringen von mindestens einem Leuchtstoff auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes.

Bei einem zweiten Verfahren wird das Lumineszenzkonversionsmaterial auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes aufgebracht. Weiterhin wird das Lumineszenzkonversions-

material von zumindest Teilen der Kontaktflächen selektiv entfernt.

Bei den Verfahren wird das Lumineszenzkonversionsmaterial auf technisch einfache Weise im wesentlichen gleichzeitig auf eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips eines gemeinsamen Schichtenverbundes, beispielsweise eines kompletten Wafers aufgebracht. Da der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial selektiv von zumindest Teilen der Kontaktflächen entfernt wird, können die nach den Verfahren hergestellten Lumineszenzdiodenchips wie herkömmliche Lumineszenzdiodenchips verwendet und insbesondere auch elektrisch kontaktiert werden.

Das Freilegen der Kontaktflächen erfolgt im wesentlichen in Bereichen, die lateral mit den Kontaktflächen überlappen, so dass das Lumineszenzkonversionsmaterial bzw. der Leuchtstoff, die in einer wohldefinierten, bevorzugt dünnen Schicht aufgebracht werden, durch das Freilegen der Kontaktflächen im wesentlichen nicht beeinflusst werden. Die Kontaktflächen werden durch das selektive Entfernen des Haftvermittlers bzw. des Lumineszenzkonversionsmaterials zumindest teilweise freigelegt, wobei der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial im wesentlichen nur im Bereich der Kontaktflächen entfernt wird.

Das selektive Entfernen des Haftvermittlers gemäß dem ersten Verfahren ist insbesondere dann von Vorteil, wenn sich der Haftvermittler leichter entfernen lässt als ein Lumineszenzkonversionsmaterial. Zudem sind dadurch vorteilhafterweise die Kontaktflächen noch vor Aufbringen des Leuchtstoffes freigelegt, so dass dieser durch den

Verfahrensschritt des Freilegens nicht negativ beeinflusst werden kann.

Bei einem Aufbringen des Lumineszenzkonversionsmaterials gemäß dem zweiten Verfahren wird mit Vorteil zunächst ein Haftvermittler und nachfolgend mindestens ein Leuchtstoff aufgebracht. Alternativ wird bevorzugt ein haftendes Lumineszenzkonversionsmaterial in einem einzigen Verfahrensschritt aufgebracht, so dass ein Verfahrensschritt eingespart werden kann.

Der Schichtenverbund weist bevorzugt eine auf einem Träger aufgebrachte epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge auf. Die Halbleiterschichtenfolge ist mit Vorteil entweder direkt auf dem Träger epitaktisch aufgewachsen oder, nachdem sie epitaktisch gewachsen worden ist, auf dem Träger aufgebracht.

Die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge des Schichtenverbundes muss nicht notwendigerweise einstückig ausgebildet sein, sondern ist bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Verfahren zu einer Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips vereinzelt, die auf einem gemeinsamen Träger aufgebracht und durch diesen in einem Schichtenverbund gehalten sind. Dadurch kann das Lumineszenzkonversionsmaterial auf Seitenflächen der Lumineszenzdiodenchips aufgebracht werden. Alternativ wird dies zumindest teilweise mit Vorteil dadurch erreicht, dass eine einstückig ausgebildete Lumineszenzdioden-Schichtenfolge entlang von Trennungslinien zum Trennen der Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips von der Hauptfläche her mit Gräben versehen wird.

Der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial wird bevorzugt mittels Rakeln aufgebracht. Dadurch kann das jeweilige Material technisch einfach und kostengünstig in einer dünnen, gleichmäßigen Schicht großflächig über der gesamten Hauptfläche des Schichtenverbundes aufgebracht werden.

Alternativ wird der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels Eintauchen in ein Konvertermaterial aufgebracht, das den Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial oder eine Vorstufe hiervon enthält. Hierbei handelt es sich vorteilhafterweise um einen besonders kostengünstigen Prozess, mittels dem ebenfalls dünne, gleichmäßige Materialschichten großflächig aufgebracht werden können.

Bei einem weiteren alternativen Prozess wird der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial bevorzugt mittels eines elektrostatischen Pulversprühprozesses aufgebracht. Dieser eignet sich für ein besonders fein dosierbares und gleichmäßiges Aufbringen eines Leuchtstoffes bzw. eines in fester Form vorliegenden Lumineszenzkonversionsmaterials.

Das Lumineszenzkonversionsmaterial wird in einer vorteilhaften Ausführungsform des zweiten Verfahrens mittels eines Pulverlackierprozesses aufgebracht, bei dem es insbesondere zunächst mittels eines elektrostatischen Pulversprühprozesses aufgebracht sowie, zum Erzielen einer Haftung an der Hauptfläche, erhitzt wird. Der Pulverlackierprozess eignet sich für ein besonders fein dosierbares und gleichmäßiges Aufbringen des Lumineszenzkonversionsmaterials.

Bei einem weiteren alternativen Prozess wird der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mit Vorteil mittels Vernebelns eines Konvertermaterials aufgebracht, das den Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial oder eine Vorstufe hiervon enthält. Dies ist ein technisch einfacher und kostengünstiger Prozess, mittels dem das jeweilige Material gleichmäßig aufgebracht werden kann.

Besonders bevorzugt erfolgt das Vernebeln unter Verwendung von flüchtigen Treibmitteln und zusätzlich oder alternativ unter Verwendung eines Luftstromes.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Verfahren erfolgt das Aufbringen des Leuchtstoffs bzw. des Lumineszenzkonversionsmaterials mittels Vernebelns mehrfach. Dadurch kann vorteilhafterweise eine besonders gute Dosierbarkeit des Auftragsprozesses erreicht werden. Auf diese Weise können auch mehrere Schichten mit verschiedenen Leuchtstoffen bzw. mehrere Schichten verschiedener Lumineszenzkonversionsmaterialien aufgebracht werden.

Nach dem Aufbringen wird der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial bevorzugt mittels eines lithografischen Prozesses selektiv entfernt. Mit Vorteil wird hierfür ein photolithografischer Prozess verwendet, bei dem eine Maske durch Aufbringen einer Maskenmaterialsicht und Strukturieren von dieser erzeugt wird. Dies ist vorteilhafterweise ein Standardprozess, mittels dem in der Optoelektronik üblicherweise Halbleiterschichten oder Kontaktmetallflächen strukturiert werden.

Alternativ umfasst der lithografische Prozess die Verwendung einer vorgefertigten Maske, die auf der Hauptfläche

aufgebracht wird. Dadurch kann auf ein Herstellen einer Maske durch Aufbringen und Strukturieren einer Schicht aus Maskenmaterial verzichtet werden.

Als eine Alternative zu dem lithografischen Prozess wird der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial unter Verwendung von Laserstrahlung entfernt, d.h. das jeweilige Material wird durch eine Einwirkung der Laserstrahlung selektiv abgetragen.

Der erfindungsgemäße Lumineszenzdiodechip weist auf einer Hauptfläche mindestens eine elektrische Kontaktfläche auf, wobei die Hauptfläche mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehen ist. In einem Bereich, der lateral mit der Kontaktfläche überlappt, weist das Lumineszenzkonversionsmaterial eine derartige Ausnehmung auf, dass die elektrische Kontaktfläche freigelegt ist, d.h. dass zumindest ein Teil der elektrischen Kontaktfläche frei von dem Lumineszenzkonversionsmaterial ist.

Weitere Vorteile, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Verfahren bzw. des Lumineszenzdiodechips ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1a bis 6d erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Figuren 1a bis 1d schematische Schnittansichten eines Schichtenverbunds bei verschiedenen Verfahrensstadien eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figuren 2a bis 2c schematische Schnittansichten eines Schichtenverbundes bei verschiedenen

Verfahrensstadien eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figuren 3a bis 3d schematische Schnittansichten eines Schichtenverbundes bei verschiedenen Verfahrensstadien eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figuren 4a und 4b schematische Schnittansichten verschiedener Ausführungsbeispiele eines Schichtenverbundes,

Figuren 5a bis 5d schematische Schnittansichten eines Teilbereichs eines Schichtenverbundes bei verschiedenen Verfahrensstadien eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figuren 6a bis 6d schematische Schnittansichten eines Teilbereichs eines Schichtenverbundes bei verschiedenen Verfahrensstadien eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr sind einige Details der Figuren zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt.

In Figur 1a ist ein Schichtenverbunden 10 dargestellt, der eine Lumineszenzdiode-Schichtenfolge 1 aufweist, die auf

einem Träger 2 aufgebracht ist. Die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 ist beispielsweise eine epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge, die für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips vorgesehen ist. Der Träger 2 ist z.B. ein Aufwachssubstrat, auf dem die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge aufgewachsen ist.

Alternativ ist der Schichtenverbund 10 ein Dünnschichtenverbund, bei dem die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 auf einem separaten Aufwachssubstrat aufgewachsen, nachfolgend von diesem abgelöst sowie auf dem Träger 2, der beispielsweise ein Trägersubstrat aus einem Halbleitermaterial ist, aufgebracht, beispielsweise aufgelötet worden ist. Zwischen der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 und dem Träger 2 ist z.B. eine reflektierende elektrische Kontaktstruktur angeordnet (nicht gezeigt), an der eine in der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 erzeugte elektromagnetische Strahlung reflektiert wird und mittels der die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge z.B. elektrisch leitend mit dem Träger 2 verbunden ist.

Die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 ist beispielsweise auf Nitrid-Verbindungshalbleitern basierend, d.h. sie enthält vorzugsweise $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, wobei $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$. Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen, die die physikalischen Eigenschaften des Materials im wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, In, Ga, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

Die Lumineszenzdioden-Schichtenfolge emittiert bei Beaufschlagung mit einem Strom beispielsweise einer elektromagnetischen Strahlung aus einem blauen oder ultravioletten Wellenlängenbereich. Sie kann z.B. einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen. Solche Strukturen sind dem Fachmann bekannt und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Auf die Hauptfläche 11 des Schichtenverbundes 10 wird ein Haftvermittler 6 aufgebracht (siehe Figur 1b). Der Haftvermittler 6 ist für eine von der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 erzeugbare elektromagnetische Strahlung durchlässig und bevorzugt gegenüber dieser alterungsstabil. Beispielsweise wird ein Haftvermittler verwendet, der auf Silikon basiert und der gegenüber UV-Strahlung alterungsstabil ist. Geeignet hierfür ist z.B. klebriges Silikon, wie beispielsweise der von der Firma Wacker angebotene Haftvermittler mit der Produktbezeichnung SLM 647. Den Haftvermittler kann man z.B. entweder etwa 24 Stunden lang bei Raumtemperatur oder etwa eine Stunde lang bei ca. 100°C aushärten lassen.

Nachfolgend wird der Haftvermittler 6 selektiv von den elektrischen Kontaktflächen 3 entfernt, so dass diese zumindest teilweise frei liegen und jeweils elektrisch kontaktierbar sind (siehe Figur 1c).

Bei einem weiteren Verfahrensschritt wird mindestens ein Leuchtstoff 5 auf die Hauptfläche 11 des Schichtenverbundes 10 aufgebracht. Der Leuchtstoff 5 selbst ist nicht haftend,

so dass er im wesentlichen nur an den Stellen haften bleibt, an denen Haftvermittler 6 vorhanden ist. Die Kontaktflächen 3 können gegebenenfalls z.B. mittels eines Gasstrahles von Leuchtstoff 5, der nicht an dem Haftvermittler 6 haftet, gesäubert werden.

Der so mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial, das z.B. aus dem Haftvermittler 6 und dem Leuchtstoff 5 besteht, versehene Schichtenverbund 10 kann nachfolgend entlang von Trennungslinien, die in Figur 1d mittels gestrichelter Linien angedeutet sind, zu separaten Lumineszenzdiodechips 13 vereinzelt werden, was beispielsweise mittels Sägen und/oder Ritzen und Brechen erfolgt.

Als Leuchtstoff sind beispielsweise anorganische Leuchtstoffe geeignet, wie mit seltenen Erden, insbesondere mit Ce oder Tb, dotierte Granate, die bevorzugt eine Grundstruktur $A_3B_5O_{12}$ aufweisen, oder organische Leuchtstoffe, wie Perylen-Leuchtstoffe. Weitere geeignete Leuchtstoffe sind beispielsweise in der WO 98/12757 und in der WO 01/65613 A1 aufgeführt, deren Inhalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

In Figur 2a ist ein Schichtenverbund 10 dargestellt, der beispielsweise wie der vorhergehend anhand Figur 1a erläuterte Schichtenverbund 10 ausgebildet sein kann. Auf diesem wird unmittelbar ein haftendes Lumineszenzkonversionsmaterial 9 aufgebracht, das mindestens einen Leuchtstoff enthält, siehe Figur 2b. Der Gewichtsanteil des Leuchtstoffs beträgt bei dem Lumineszenzkonversionsmaterial 9 mindestens 50 %, bevorzugt mehr als oder gleich 60 Gew-%. Zum Vergleich sei angemerkt, dass Vergussmassen, in die Leuchtstoffe

eingemischt sind, typischerweise zwischen 5 und 20 Gew-% Leuchtstoffe aufweisen.

Für das Aufbringen auf Oberflächen des Schichtenverbundes eignen sich grundsätzlich alle für die Anwendung bei LEDs bekannten Konverter. Beispiele für derartige als Konverter geeignete Leuchtstoffe und Leuchtstoffmischungen sind:

- Chlorosilikate, wie beispielsweise in DE 10036940 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart,
- Orthosilikate, Sulfide, Thiometalle und Vanadate wie beispielsweise in WO 2000/33390 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart,
- Aluminate, Oxide, Halophosphate, wie beispielsweise in US 6616862 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart,
- Nitride, Sione und Sialone wie beispielsweise in DE 10147040 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart, und
- Granate der Seltenen Erden wie YAG:Ce und der Erdalkalielemente wie beispielsweise in US 2004-062699 und dem dort beschriebenen Stand der Technik offenbart. Der Inhalt der obengenannten Druckschriften wird hinsichtlich der Zusammensetzung und Beschaffenheit der darin beschriebenen Leuchtstoffe sowie Verfahren zu deren Herstellung hiermit ausdrücklich durch Rückbezug aufgenommen.

Bezüglich einer zu erzielenden Emissionsfarbe gibt es bei den Lumineszenzdiodenchips bzw. bei dem Lumineszenzkonversionsmaterial grundsätzlich keine Einschränkungen.

Das Lumineszenzkonversionsmaterial 9 liegt z.B. als eine Masse von geeigneter Viskosität vor, die den Leuchtstoff, einen Haftvermittler (z.B. auf Basis von Silikon) sowie

gegebenenfalls weitere Stoffe wie z.B. Lösemittel aufweist. Es wird beispielsweise mittels Rakeln aufgebracht, wobei das Lumineszenzkonversionsmaterial 9 mittels einer Gummilippe oder einer Metallschiene durch die Löcher eines Siebes bzw. einer Schablone gestrichen wird (nicht gezeigt). Die Schablone weist beispielsweise eine Dicke von 125 μm auf und ist mit Löchern versehen, die z.B. einen viereckigen Querschnitt mit einer Seitenlänge von etwa 350 μm aufweisen. Alternativ ist die Schablone etwa 300 μm dick und weist z.B. viereckige Löcher mit einer Kantenlänge von etwa 300 μm auf.

Als Alternative zum Rakeln kann der Schichtenverbund 10 mit der Hauptfläche 11 auch in ein geeignetes Konvertermaterial getaucht werden. Das Rakeln und das Eintauchen eignet sich nicht nur zum Aufbringen von Lumineszenzkonversionsmaterial oder Konvertermaterial, sondern kann z.B. auch zum Aufbringen des Haftvermittlers verwendet werden (siehe das anhand der Figuren 1a bis 1d erläuterte Ausführungsbeispiel).

Weitere mögliche Prozesse zum Aufbringen von Lumineszenzkonversionsmaterial, Konvertermaterial, Leuchtstoffen oder Haftvermittler sind z.B. ein elektrostatischer Pulversprühprozess, ein Pulverlackierprozess oder Vernebeln, worauf nachfolgend noch im Einzelnen eingegangen wird. Aufsprühen oder Auftropfen ist grundsätzlich ebenfalls möglich.

In Figur 2c ist der Schichtenverbund 10 nach einem Verfahrensschritt dargestellt, bei dem das Lumineszenzkonversionsmaterial 9 selektiv von den Kontaktflächen 3 entfernt wird.

Das selektive Entfernen von Lumineszenzkonversionsmaterial oder von Haftvermittler erfolgt z.B. mittels eines

lithografischen Prozesses, wie nachfolgend anhand der Figuren 3a bis 3d erläutert wird. In Figur 3a ist ein mit einer durchgehenden Lumineszenzkonversionsmaterialschicht 9 oder Haftungsmaterialschicht 6 versehener Schichtenverbund 10 dargestellt. Zum selektiven Entfernen des Lumineszenzkonversionsmaterials 9 bzw. des Haftvermittlers 6 wird eine Maske 7 verwendet, siehe Figur 3b, durch die hindurch das entsprechende Material selektiv entfernt wird, was beispielsweise mittels Ätzen mit einem geeigneten Ätzmittel erfolgt, siehe Figur 3c.

Wenn das Lumineszenzkonversionsmaterial Silikon aufweist, lässt es sich beispielsweise mittels trockener Chlorchemie, Essigsäure und/oder Flusssäure ätzen.

Die Maske 7 kann z.B. in einem photolithografischen Prozess durch Aufbringen sowie Strukturieren einer Schicht Maskenmaterial erfolgen. Alternativ ist es möglich, eine vorgefertigte Maske 7 zu verwenden, die auf der Hauptfläche 11 des Schichtenverbundes 10 aufgebracht wird. In beiden Fällen wird die Maske bzw. das Maskenmaterial nach dem selektiven Entfernen des Lumineszenzkonversionsmaterials 9 bzw. des Haftvermittlers 6 entfernt, siehe Figur 3d.

Die Lumineszenzdiode-Schichtenfolge muss nicht zwingend einstückig, beispielsweise in Form eines einstückig ausgebildeten Wafers vorliegen, sondern kann vielmehr vor dem Aufbringen des Haftvermittlers bzw. des Lumineszenzkonversionsmaterials für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodechips vereinzelt sein, wobei die einzelnen Teile der Lumineszenzdiode-Schichtenfolge auf einem gemeinsamen Träger 2 aufgebracht und mittels diesem in einem gemeinsamen Schichtenverbund 10 gehalten sind, siehe Figur 4a. Wird ein

derart präparierter Schichtenverbund 10 zur Herstellung der mit dem Lumineszenzkonversionsmaterial versehenen Lumineszenzdiodechips verwendet, so weisen die derart hergestellten Lumineszenzdiodechips nicht nur auf parallel zu den Kontaktflächen 3 verlaufenden Hauptflächen, sondern auch auf Seitenflächen, die nicht parallel zu einer Haupterstreckungsebene der Kontaktflächen verlaufen, Lumineszenzkonversionsmaterial auf.

Alternativ kann die Lumineszenzdiode-Schichtenfolge 1 auch vor dem Versehen mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial mit Gräben 12 versehen werden, so dass Haftvermittler, Leuchtstoff und/oder Lumineszenzkonversionsmaterial auch in diesen Gräben 12 aufgebracht wird bzw. werden. Die Gräben werden z.B. mittels Sägen erzeugt.

In den Figuren 5a bis 6d ist jeweils ein Ausschnitt eines Schichtenverbundes 10 dargestellt, bei dem die Lumineszenzdiode-Schichtenfolge 1 bereits für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodechips 13 vereinzelt ist. In Figur 5b ist ein Teil der Lumineszenzdiode-Schichtfolge 1 dargestellt, auf die eine dünne Schicht Haftvermittler 6 aufgebracht ist. Der Haftvermittler 6 ist im Bereich der elektrischen Kontaktfläche 3 selektiv entfernt, so dass die Schicht Haftvermittler 6 eine Ausnehmung 8 aufweist, in der die elektrische Kontaktschicht 3 freigelegt ist.

In Figur 5c ist das Aufbringen eines Leuchtstoffs 5 mittels eines elektrostatischen Pulversprühprozesses dargestellt. Hierzu liegt der Leuchtstoff 5 z.B. als ein Pulver mit einer mittleren Korngröße von etwa 10 μm vor. Abhängig vom angewendeten Verfahren werden die Pulverteilchen negativ oder positiv aufgeladen und der Schichtenverbund 10, der den

Träger 2 und die Lumineszenzdiode-Schichtenfolge 1 umfasst, geerdet, so dass die aufgeladenen Pulverteilchen elektrostatisch angezogen werden. Der Leuchtstoff 5 bleibt nur auf dem Haftvermittler 6 dauerhaft haften (siehe Figur 5b).

Alternativ wird der Leuchtstoff z.B. mittels Vernebelns mithilfe von flüchtigen Treibmitteln oder in einem Gasstrom aufgebracht, wobei als Gas z.B. ein inertes Gas oder Luft verwendet werden kann.

Für das selektive Entfernen des Haftvermittlers 6 bzw. des Lumineszenzkonversionsmaterials 9 kann grundsätzlich anstatt eines lithografischen Prozesses und der Verwendung einer Maske auch ein Materialablösungsprozess mittels Laserbestrahlung verwendet werden. Die Verwendung einer Maske ist hierfür nicht zwingend notwendig, aber möglich. Durch die lokale Wärmeeinwirkung des Laserstrahls wird das entsprechende Material selektiv entfernt. Um den Vorgang zu beschleunigen ist es möglich, den Laserstrahl durch Strahlteiler wie etwa Prismen aufzuspalten, so dass mit nur einer Laserquelle beispielsweise vier Laserstrahlen gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden können, wodurch die Fertigung beschleunigt wird und kostengünstiger durchgeführt werden kann.

In den Figuren 6a bis 6d ist das Aufbringen eines Lumineszenzkonversionsmaterials 9 mittels einer Suspension 4 veranschaulicht. Dabei wird eine dünne Schicht einer Suspension 4 eines Leuchtstoffs 5 auf der Lumineszenzdiode-Schichtenfolge 1 aufgebracht, siehe Figur 6b. Die Suspension 4 weist z.B. Butylacetat als Lösungsmittel auf. Als Haftvermittler kann beispielsweise ein Copolyacrylat wie z.B. PERENOL F45 (Henkel KGaA) verwendet werden. Der Leuchtstoff 5

ist in dieser Suspension in einer Konzentration mit einem Volumenanteil über 40 % enthalten. Die Suspensionsschicht 4 kann durch Aufsprühen oder Auftropfen hergestellt werden.

Weiterhin können der Suspension 4 zur Erzielung einer möglichst homogenen Schicht Rheologieadditive und Netzmittel zugesetzt werden.

Ein Verlaufmittel mit entlüftenden Eigenschaften kann verwendet werden, um die Oberflächenspannung des Haftvermittlers zu verändern und somit die Adhäsion zu verbessern. Bevorzugt wird hierfür ein Verlaufmittel verwendet, das frei von Silikon ist.

Nach dem Aufbringen wird der Schichtenverbund mit dem Träger 2 und der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 getrocknet, wobei das Lösungsmittel, wie in Figur 1c dargestellt, verdunstet. Es bleibt im wesentlichen lediglich der Leuchtstoff 5 mit dem Haftvermittler auf dem Halbleiterkörper, wie in Figur 1d dargestellt, wobei das so aufgebraute Lumineszenzkonversionsmaterial 9 von der elektrischen Kontaktfläche 3 und um die Kontaktfläche 3 herum selektiv entfernt ist, d.h. die Schicht Lumineszenzkonversionsmaterial 9 ist mit einer Ausnehmung 8 versehen, derart, dass die elektrische Kontaktfläche 3 freigelegt ist. Nachfolgend kann der Lumineszenzdiodenchip 13 aus dem Schichtenverbund 10 vereinzelt werden, indem entweder der Träger 2 von der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge 1 entfernt wird oder zwischen den Teilen der Lumineszenzdioden-Schichtenfolge durchtrennt wird.

Bei den Verfahren können mehrere verschiedene Leuchtstoffe aufgebracht werden, was z.B. nacheinander in verschiedenen

Schichten erfolgen kann. Ebenso können mehrere Schichten unterschiedlicher Lumineszenzkonversionsmateriale übereinander aufgebracht werden. Eine weitere Möglichkeit ist, weitere Schichten Haftvermittler über aufgebrachtem Leuchtstoff aufzubringen, auf denen jeweils mindestens ein weiterer Leuchtstoff aufgebracht wird.

Zudem ist es auch möglich, mindestens eine Schutzschicht 91 über dem Lumineszenzkonversionsmaterial aufzubringen, mittels dem das Lumineszenzkonversionsmaterial bereits auf dem Chip teilweise oder vollständig vor Feuchtigkeit geschützt werden kann, siehe Figuren 7 und 8. Ein teilweiser Schutz kann durch Bedecken von Teilflächen des Lumineszenzkonversionsmaterials mit einer Schutzschicht 91 erreicht werden, wie in Figur 8 beispielhaft dargestellt ist. Ein vollständiger Schutz vor Feuchtigkeit kann entsprechend durch vollständiges Einkapseln des Lumineszenzkonversionsmaterials mit einer Schutzschicht 91 erreicht werden, was besonders bevorzugt ist. Ein Beispiel hierfür ist in Figur 7 dargestellt.

Zweckmäßigerweise weist die Schutzschicht 91 ein wasserdichtes Material auf. Ein geeignetes Material hierfür ist z.B. Siliziumdioxid, aus dem die Schutzschicht z.B. vollständig bestehen kann.

Die Schutzschicht 91 wird z.B. ganzflächig aufgebracht und nachfolgend z.B. mittels Lithographie partiell entfernt werden, um bedeckte elektrische Kontaktflächen freizulegen. Die Verwendung alternativer Verfahren zum Aufbringen und/oder Entfernen der Schutzschicht 91 sind selbstverständlich möglich, insbesondere alle Verfahren, die vorhergehend zum Aufbringen und/oder partiellen Entfernen des Lumineszenz-

konversionsmaterials beschrieben sind, sind grundsätzlich analog anwendbar.

Durch das Aufbringen einer Schutzschicht 91 kann auch mit solchen Leuchtstoffen eine hohe Lebensdauer erreicht werden, die bei Einwirkung von Feuchtigkeit instabil oder alterungsanfällig sind. Dies spielt insbesondere bei einem direkten Aufbringen von Lumineszenzkonversionsmaterial auf Lumineszenzdiodechips eine Rolle, bei dem kein oder deutlich weniger Matrixmaterial verwendet wird als beispielsweise bei einem Vergießen von Lumineszenzdiodechips mit einer mit Leuchtstoffen versetzten Vergussmasse.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. So ist es beispielsweise auch möglich, von vornherein zu verhindern, dass die elektrischen Kontaktflächen 3 mit Haftvermittler bzw. mit Lumineszenzkonversionsmaterial bedeckt werden. Dies kann beispielsweise unter Verwendung einer geeigneten Schablone wie beispielsweise einer Nadelkarte erfolgen, die gegen die Hauptfläche des Schichtenverbundes gepresst wird und somit mit ihren Nadeln die elektrischen Kontaktflächen zumindest teilweise abdichten. Die Erfindung umfasst jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von offenbarten Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Lumineszenzdiodenchips, die mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehen sind, das mindestens einen Leuchtstoff aufweist, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Schichtenverbundes, der eine Lumineszenzdioden-Schichtfolge für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips umfasst, die auf einer Hauptfläche für jeden Lumineszenzdiodenchip mindestens eine elektrische Kontaktfläche zum elektrischen Anschließen der Lumineszenzdiodenchips aufweist;
- Aufbringen einer Schicht Haftvermittler auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes;
- selektives Entfernen des Haftvermittlers von zumindest Teilen der Kontaktflächen; und
- Aufbringen von mindestens einem Leuchtstoff auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes.

2. Verfahren zum Herstellen von Lumineszenzdiodenchips, die mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial versehen sind, das mindestens einen Leuchtstoff aufweist, mit den Schritten:

- Bereitstellen eines Schichtenverbundes, der eine Lumineszenzdioden-Schichtfolge für eine Vielzahl von Lumineszenzdiodenchips umfasst, die auf einer Hauptfläche für jeden Lumineszenzdiodenchip mindestens eine elektrische Kontaktfläche zum elektrischen Anschließen der Lumineszenzdiodenchips aufweist;
- Aufbringen des Lumineszenzkonversionsmaterials auf die Hauptfläche des Schichtenverbundes; und
- selektives Entfernen des Lumineszenzkonversionsmaterials von zumindest Teilen der Kontaktflächen.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei dem die Lumineszenzdiodenschichtfolge eine auf einem Träger aufgebrachte epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels Rakeln aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels Eintauchen in ein den Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial oder eine Vorstufe hiervon enthaltendes Konvertermaterial aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels eines elektrostatischen Pulversprühprozesses aufgebracht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3 unter Rückbezug auf Anspruch 2, bei dem das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels eines Pulverlackierprozesses aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial mittels Vernebelns eines den Leuchtstoff bzw. das Lumineszenzkonversionsmaterial oder eine Vorstufe hiervon enthaltenden Konvertermaterials aufgebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Vernebeln unter Verwendung von flüchtigen Treibmitteln und/oder eines Luftstromes erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
bei dem das Aufbringen des Leuchtstoffs bzw. des
Lumineszenzkonversionsmaterials mittels Vernebelns mehrfach
erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversions-
material mittels eines lithographischen Prozesses entfernt
wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
bei dem der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversions-
material mittels eines photolithographischen Prozesses
entfernt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11,
bei dem der lithographische Prozess die Verwendung einer
vorgefertigten Maske umfasst.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
bei dem der Haftvermittler bzw. das Lumineszenzkonversions-
material unter Verwendung von Laserstrahlung entfernt wird.
15. Lumineszenzdiodenchip, der auf einer Hauptfläche
mindestens eine elektrische Kontaktfläche aufweist und bei
dem die Hauptfläche mit einem Lumineszenzkonversionsmaterial
versehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Lumineszenzkonversionsmaterial eine Ausnehmung aufweist,
derart, dass die elektrische Kontaktfläche freigelegt ist.
16. Lumineszenzdiodenchip gemäß Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Lumineszenzkonversionsmaterial teilweise oder
vollständig mit einer Schutzschicht bedeckt ist.

FIG 1A



FIG 1B

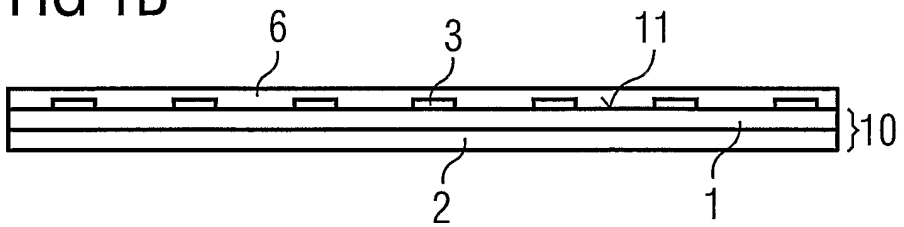


FIG 1C

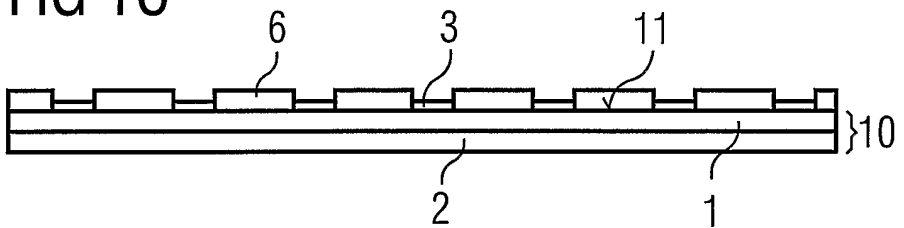


FIG 1D

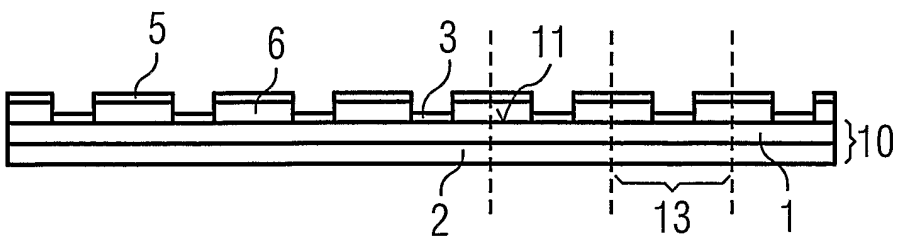


FIG 2A

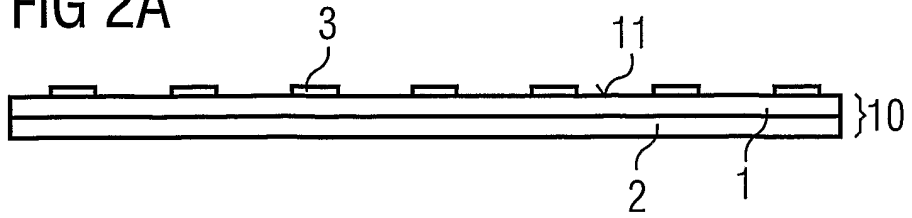


FIG 2B

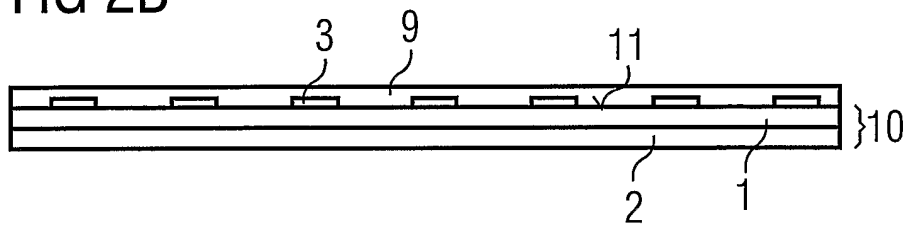


FIG 2C

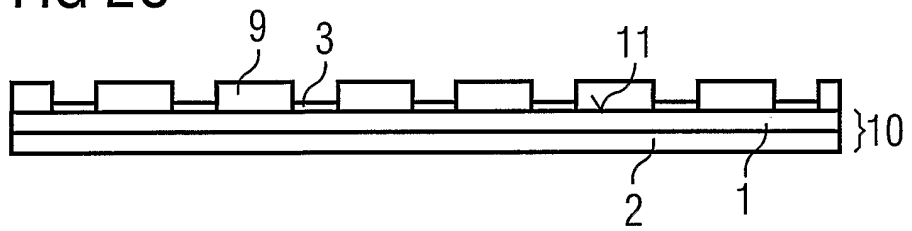


FIG 3A

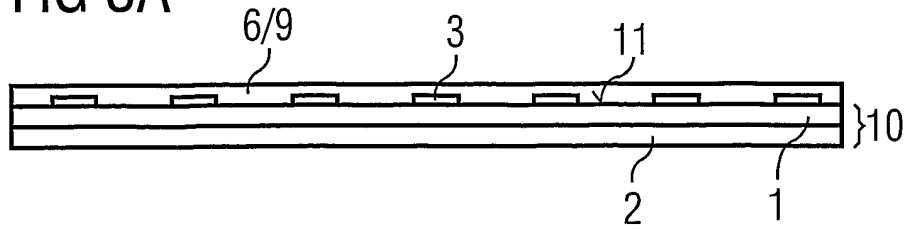


FIG 3B

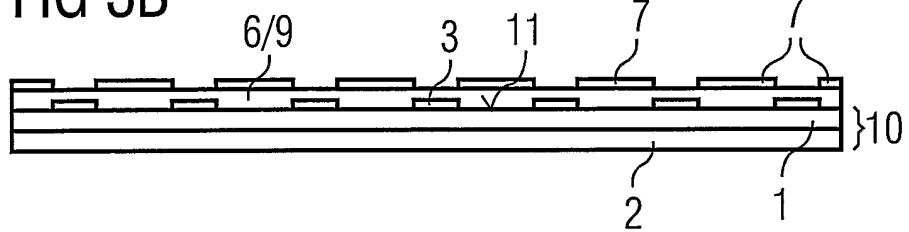


FIG 3C

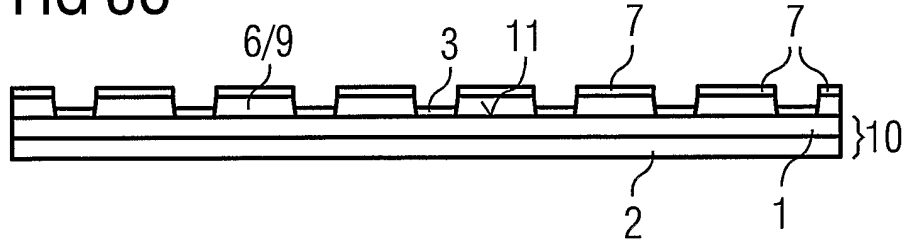


FIG 3D

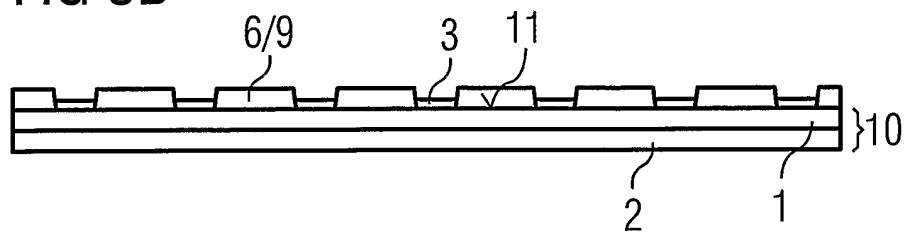


FIG 4A

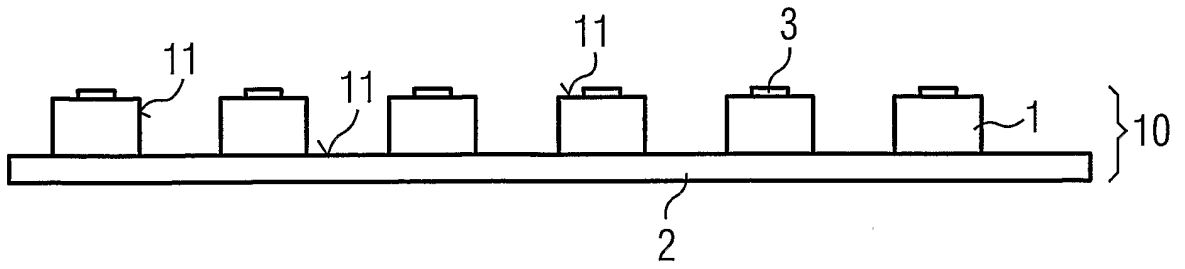


FIG 4B

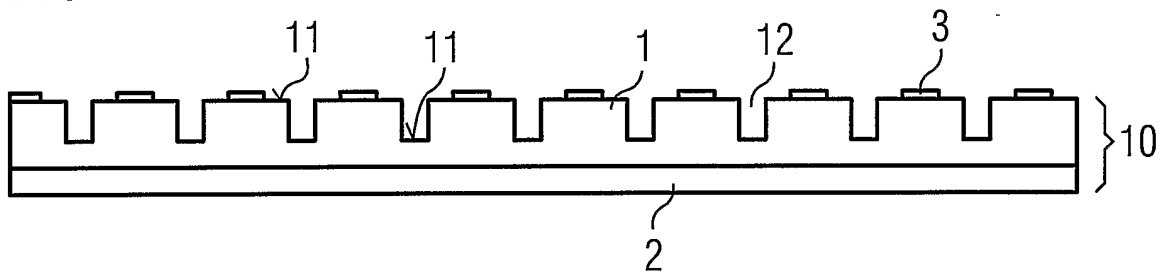


FIG 5A

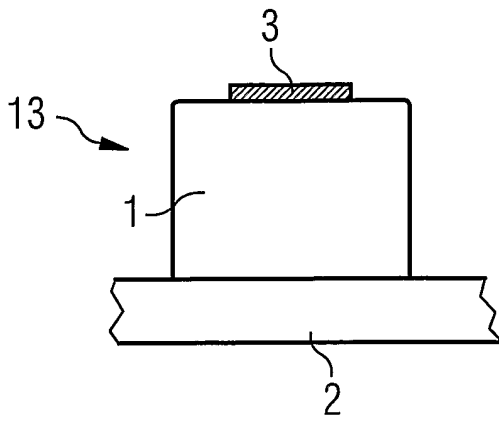


FIG 5B

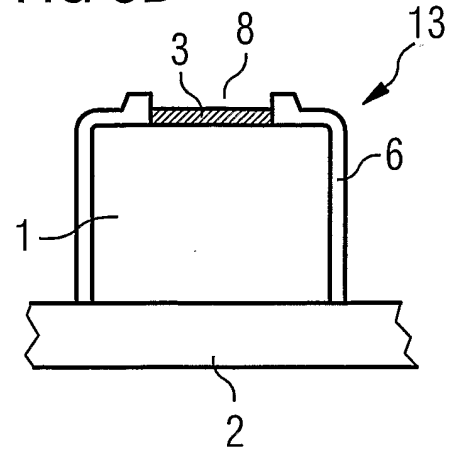


FIG 5C

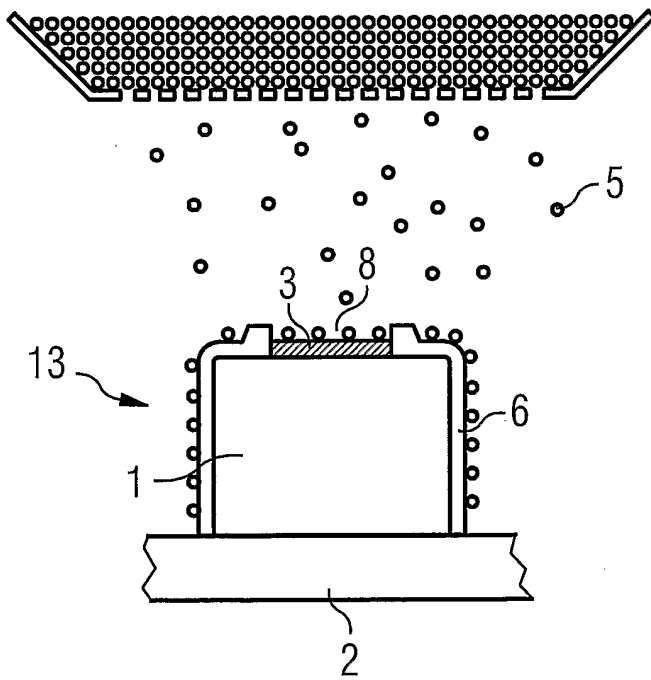


FIG 5D

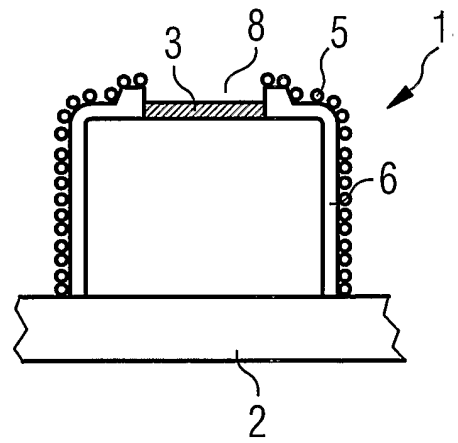


FIG 6A

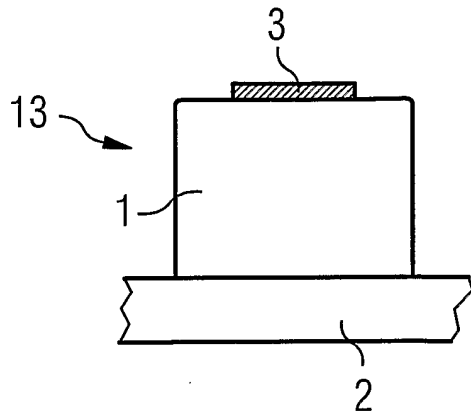


FIG 6B

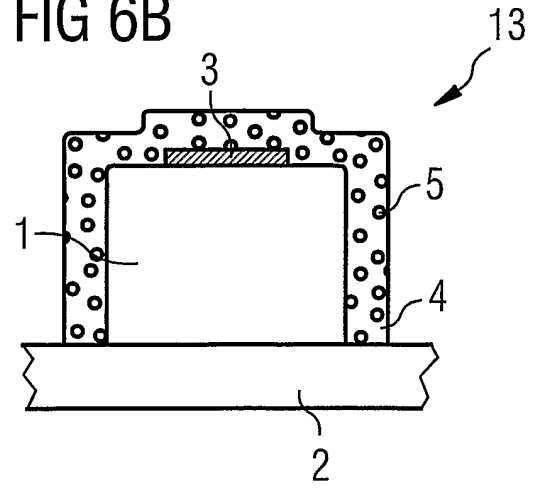


FIG 6C

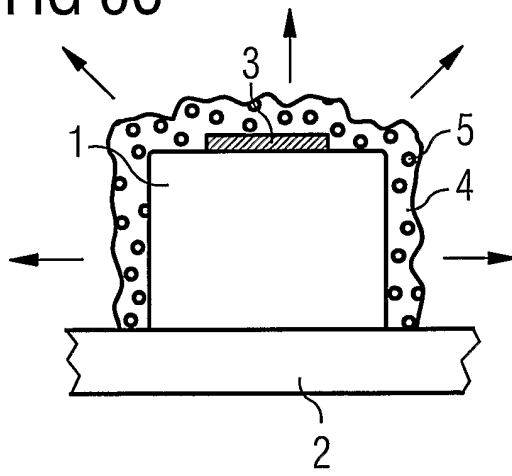


FIG 6D

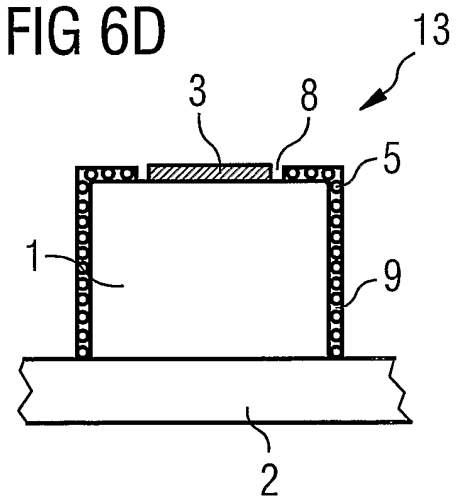


FIG 7

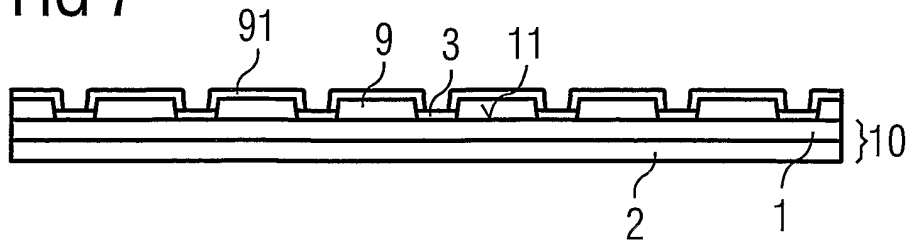
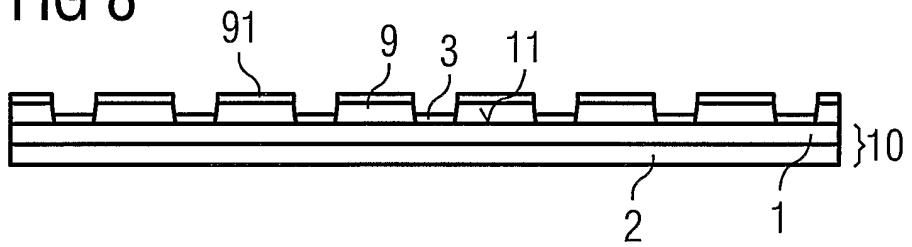


FIG 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/001382

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L33/00</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal</p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category °</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 97/48138 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.; PHILIPS NORDEN AB) 18 December 1997 (1997-12-18) page 9, line 31 - page 10, line 20; figures 1,8</td> <td>1-3,6,7, 11-16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>-----</td> <td>4,5,8-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2003/080341 A1 (SAKANO KENSHO ET AL) 1 May 2003 (2003-05-01) paragraph '0265!; figure 7A</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2004/166234 A1 (CHUA BEE YIN JANET ET AL) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraphs '0037!, '0046!; figure 5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2004/056260 A1 (SLATER DAVID B ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraphs '0036!, '0039!; figure 2C ----- -/--</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO 97/48138 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.; PHILIPS NORDEN AB) 18 December 1997 (1997-12-18) page 9, line 31 - page 10, line 20; figures 1,8	1-3,6,7, 11-16	Y	-----	4,5,8-10	Y	US 2003/080341 A1 (SAKANO KENSHO ET AL) 1 May 2003 (2003-05-01) paragraph '0265!; figure 7A	4	Y	US 2004/166234 A1 (CHUA BEE YIN JANET ET AL) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraphs '0037!, '0046!; figure 5	5	Y	US 2004/056260 A1 (SLATER DAVID B ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraphs '0036!, '0039!; figure 2C ----- -/--	5
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	WO 97/48138 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.; PHILIPS NORDEN AB) 18 December 1997 (1997-12-18) page 9, line 31 - page 10, line 20; figures 1,8	1-3,6,7, 11-16																		
Y	-----	4,5,8-10																		
Y	US 2003/080341 A1 (SAKANO KENSHO ET AL) 1 May 2003 (2003-05-01) paragraph '0265!; figure 7A	4																		
Y	US 2004/166234 A1 (CHUA BEE YIN JANET ET AL) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraphs '0037!, '0046!; figure 5	5																		
Y	US 2004/056260 A1 (SLATER DAVID B ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25) paragraphs '0036!, '0039!; figure 2C ----- -/--	5																		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</p>																				
<p>° Special categories of cited documents :</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>																
<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>																			
<p>Date of the actual completion of the international search 7 December 2005</p>		<p>Date of mailing of the international search report 14/12/2005</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Authorized officer Rodríguez-Gironés, M</p>																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/001382

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/120155 A1 (SUENAGA RYOMA) 24 June 2004 (2004-06-24) paragraph '0160!; figures 11,14 -----	8-10
X	US 6 744 196 B1 (JEON HYEONG TAG) 1 June 2004 (2004-06-01) column 4, line 66, paragraphs 36,39 - column 7, line 40; figures 8,9 -----	15,16
A	WO 01/65613 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG; BOGNER, GEORG; DEBRAY, ALEXA) 7 September 2001 (2001-09-07) the whole document -----	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/001382

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9748138	A	18-12-1997	EP 0856202 A2 JP 11510968 T	05-08-1998 21-09-1999
US 2003080341	A1	01-05-2003	CN 1455960 A CN 1665041 A CN 1670076 A EP 1357610 A1 WO 02059982 A1 JP 3428597 B2 SG 112904 A1 US 2005224821 A1	12-11-2003 07-09-2005 21-09-2005 29-10-2003 01-08-2002 22-07-2003 28-07-2005 13-10-2005
US 2004166234	A1	26-08-2004	DE 10337459 A1 JP 2004260169 A	16-09-2004 16-09-2004
US 2004056260	A1	25-03-2004	NONE	
US 2004120155	A1	24-06-2004	NONE	
US 6744196	B1	01-06-2004	US 2004169189 A1	02-09-2004
WO 0165613	A	07-09-2001	CN 1411614 A DE 10010638 A1 EP 1259990 A1 JP 2003526212 T TW 519771 B US 2005244993 A1	16-04-2003 13-09-2001 27-11-2002 02-09-2003 01-02-2003 03-11-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H01L33/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97/48138 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V; PHILIPS NORDEN AB) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) Seite 9, Zeile 31 - Seite 10, Zeile 20; Abbildungen 1,8	1-3,6,7, 11-16
Y	-----	4,5,8-10
Y	US 2003/080341 A1 (SAKANO KENSHO ET AL) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Absatz '0265!; Abbildung 7A	4
Y	US 2004/166234 A1 (CHUA BEE YIN JANET ET AL) 26. August 2004 (2004-08-26) Absätze '0037!, '0046!; Abbildung 5	5
Y	US 2004/056260 A1 (SLATER DAVID B ET AL) 25. März 2004 (2004-03-25) Absätze '0036!, '0039!; Abbildung 2C	5
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/>
	Siehe Anhang Patentfamilie	
^o 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 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 anderen 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 7. Dezember 2005		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 14/12/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patenlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Rodríguez-Gironés, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2004/120155 A1 (SUENAGA RYOMA) 24. Juni 2004 (2004-06-24) Absatz '0160!; Abbildungen 11,14 -----	8-10
X	US 6 744 196 B1 (JEON HYEONG TAG) 1. Juni 2004 (2004-06-01) Spalte 4, Zeile 66, Absätze 36,39 - Spalte 7, Zeile 40; Abbildungen 8,9 -----	15,16
A	WO 01/65613 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG; BOGNER, GEORG; DEBRAY, ALEXA) 7. September 2001 (2001-09-07) das ganze Dokument -----	1,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001382

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9748138	A	18-12-1997	EP 0856202 A2	05-08-1998
			JP 11510968 T	21-09-1999
US 2003080341	A1	01-05-2003	CN 1455960 A	12-11-2003
			CN 1665041 A	07-09-2005
			CN 1670076 A	21-09-2005
			EP 1357610 A1	29-10-2003
			WO 02059982 A1	01-08-2002
			JP 3428597 B2	22-07-2003
			SG 112904 A1	28-07-2005
			US 2005224821 A1	13-10-2005
US 2004166234	A1	26-08-2004	DE 10337459 A1	16-09-2004
			JP 2004260169 A	16-09-2004
US 2004056260	A1	25-03-2004	KEINE	
US 2004120155	A1	24-06-2004	KEINE	
US 6744196	B1	01-06-2004	US 2004169189 A1	02-09-2004
WO 0165613	A	07-09-2001	CN 1411614 A	16-04-2003
			DE 10010638 A1	13-09-2001
			EP 1259990 A1	27-11-2002
			JP 2003526212 T	02-09-2003
			TW 519771 B	01-02-2003
			US 2005244993 A1	03-11-2005