(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
7. Februar 2013 (07.02.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/017339 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/50 (2010.01) *H01L 21/18* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/062245

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2012 (25.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 080 179.0
1. August 2011 (01.08.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **OSRAM AG** [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HARTWIG, Ulrich** [DE/DE]; Driesener Str. 6, 10439 Berlin (DE). **JERMANN, Frank** [DE/DE]; Dahlienweg 5c, 86343 Königsbrunn (DE). **MORGENBROD, Nico** [DE/DE]; Wulfheinstr. 2, 10585 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/017339 A1

(54) **Title**: WAVELENGTH CONVERSION BODY AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) **Bezeichnung** : WELLENLÄNGENKONVERSIONSKÖRPER UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

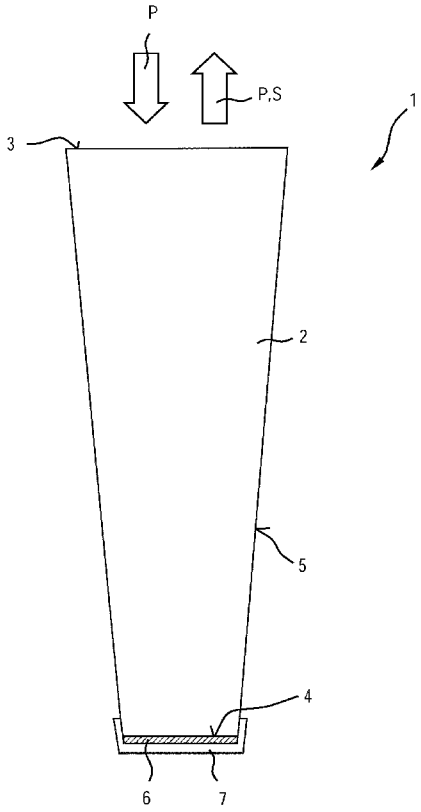


Fig.1

(57) **Abstract**: The invention relates to a wavelength conversion body (1) for generating wavelength converted light (S) from primary light (P) radiated into the wavelength conversion body (1), comprising a light guiding body (2) which is transparent for the primary light (P) and for the wavelength converted light (S), and at least one luminescent body (6) containing a luminescent substance, wherein the light guiding body (2) is monolithically connected to the at least one luminescent body (6). The invention further relates to a method for producing a wavelength conversion body (1; 11).

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft einen Wellenlängenkonversionskörper (1) zum Erzeugen von wellenlängenkonvertiertem Licht (S) aus in den Wellenlängenkonversionskörper (1) eingestrahltem Primärlicht (P), aufweisend einen für das Primärlicht (P) und das wellenlängenkonvertierte Licht (S) lichtdurchlässigen Lichtleitkörper (2) und mindestens einen Leuchtstoff aufweisenden Leuchtstoffkörper (6), wobei der Lichtleitkörper (2) mit dem mindestens einen Leuchtstoffkörper (6) monolithisch verbunden ist. Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zum Herstellen eines Wellenlängenkonversionskörpers (1; 11).

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

Beschreibung

Wellenlängenkonversionskörper und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung betrifft einen Wellenlängenkonversionskörper zum Erzeugen von wellenlängenkonvertiertem Licht aus in den Wellenlängenkonversionskörper eingestrahltes Primärlicht. Die Erfindung betrifft ferner Verfahren zum Herstellen eines Wellenlängenkonversionskörpers.

Bei LARP („Laser Activated Remote Phosphor", laseraktivierter Leuchtstoff)-Anwendungen wird ein Leuchtstoff (engl. „Phosphor") mittels eines Lasers mit Primärlicht bestrahlt. Der Leuchtstoff wandelt zumindest einen Teil des Primärlichts in wellenlängenkonvertiertes Licht um, typischerweise in Licht mit einer größeren Wellenlänge („down-converting") der Energieunterschied zwischen dem Primärlicht und dem wellenlängenkonvertierten Licht wird als „Stokes-Wärme" abgegeben, was zu einer Erwärmung des Leuchtstoffs führt. Diese Erwärmung des Leuchtstoffs wiederum kann zu einer Verschiebung einer Wellenlänge oder Spitzenwellenlänge des wellenlängenkonvertierten Lichts („Stokes-Shift"), zu einer Verringerung einer Quanteneffizienz („Quantendegradation") und zu einer verringerten Lebensdauer führen.

Eine Möglichkeit zur besseren Entwärmung eines Leuchtstoffs besteht in einer Positionierung des Leuchtstoffs in einem Fenster eines sich drehenden Leuchtrads, wobei das Fenster von dem Laser bestrahlbar ist. Durch das zyklische Hineindrehen und Hinausdrehen des Fensters durch den Laserstrahl wird eine zeitlich mittlere Bestrahlung und damit Wärmeentwicklung begrenzt. Jedoch ist die Verwendung eines Farbrads vergleichsweise aufwändig, wenig effektiv und ermöglicht keine kontinuierliche Erzeugung des wellenlängenkonvertierten Lichts.

Eine weitere Möglichkeit besteht in einer Verbesserung einer Wärmeabführung von dem Leuchtstoff, indem ein geringer thermischer Widerstand zwischen dem Leuchtstoff und einem Kühlkörper bereitgestellt wird. Beispielsweise kann der Leuchtstoff in Wasserglas eingebettet sein. Auch wird eine Leuchtstoffschicht möglichst dünn ausgeführt. Dabei befindet sich die Leuchtstoffschicht zwischen dem Laser und dem Kühlkörper und stellt selbst eine Wärmebarriere dar.

Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere einen Wellenlängenkonversionskörper bereitzustellen, welcher eine gute Entwärmung eines Leuchtstoffs mit einer hohen Lichtausbeute kombiniert.

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

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Wellenlängenkonversionskörper (d.h., einem Körper zum Erzeugen von wellenlängenkonvertiertem Licht aus in den Wellenlängenkonversionskörper eingestrahltes Primärlicht), aufweisend einen für das Primärlicht und das wellenlängenkonvertierte Licht lichtdurchlässigen Lichtleitkörper oder Lichtleitbereich und mindestens einen Leuchtstoff aufweisenden Leuchtstoffkörper oder Leuchtstoffbereich, wobei der Lichtleitkörper mit dem Leuchtstoffkörper monolithisch verbunden ist.

Durch die monolithische Verbindung wird ein besonders stabiler Wellenlängenkonversionskörper bereitgestellt, welcher zudem keinen oder keinen signifikanten thermischen Widerstand zwischen dem Lichtleitkörper einerseits und dem mindestens einen Leuchtstoffkörper andererseits mehr aufweist. Der Lichtleitkörper kann als ein Wärmeleitkörper oder Kühlkörper dienen, so dass auch der mindestens eine Leuchtstoffkörper mit gleicher Effektivität kühlbar ist. Da

der Lichtleitkörper sowohl für das Primärlicht als auch für das wellenlängenkonvertierte Licht lichtdurchlässig ist, kann der Lichtleitkörper zwischen einer das Primärlicht ausstrahlenden Lichtquelle und dem mindestens einen Leuchtstoffkörper angeordnet sein. Dadurch wirkt der Leuchtstoff des mindestens einen Leuchtstoffkörpers nicht als Wärmebarriere, was eine Wärmebeschränkung weiter erleichtert. Insbesondere kann also das Primärlicht in den Lichtleitkörper eingestrahlt werden und von dem Lichtleitkörper zu dem mindestens einen Leuchtstoffkörper geleitet werden. Dort wird das Primärlicht zumindest teilweise wellenlängenumgewandelt oder wellenlängenkonvertiert und folgend zumindest das wellenlängenkonvertierte Licht wieder aus dem Lichtleitkörper und folglich aus dem Wellenlängenkonversionskörper ausgekoppelt.

Der Lichtleitkörper ist insbesondere für das Primärlicht und/oder das wellenlängenkonvertierte Licht transparent.

Der mindestens eine Leuchtstoffkörper mag einen oder mehrere Leuchtstoffe aufweisen. Die mehreren Leuchtstoffe können das Primärlicht beispielsweise in wellenlängenkonvertiertes Licht unterschiedlicher Farbe (z.B. mit unterschiedlicher Spitzenwellenlänge) umwandeln. So mag der mindestens eine Leuchtstoffkörper in einer Weiterbildung genau ein Leuchtstoffkörper sein, der insbesondere genau einen Leuchtstoff aufweist. Diese Weiterbildung mag besonders dazu geeignet sein, blaues Primärlicht teilweise in gelbes Licht zu konvertieren oder umzuwandeln und so ein blau/gelbes Mischlicht zu erzeugen, das in Summe eine weiße Farbe besitzt. Es ist aber beispielsweise auch möglich, dass mehrere Leuchtstoffkörper vorhanden sind, welche unterschiedliche Leuchtstoffe aufweisen, da so eine gegenseitige Beeinflussung der Leuchtstoffe unterdrückt werden kann.

Unter einem Leuchtstoff kann im Folgenden insbesondere ein lumineszierendes Material verstanden werden, das ein oder

mehrere Wirtsgitter sowie darin eingebundene Aktivatoren und gegebenenfalls auch Sensibilisatoren enthält. Der Aufbau und die Wirkweise eines Leuchtstoffs sind gut bekannt und brauchen hier nicht weiter ausgeführt zu werden. Zum Erzeugen des Leuchtstoffkörpers kann Leuchtstoff als solches (also z.B. mit einem eigenen Wirtsgitter) einem Basismaterial zugegeben werden. Auch kann ein Aktivator zugegeben werden, welcher sich in das Gitter des Basismaterials des Leuchtstoffkörpers als dem Wirtsgitter einbaut. Im Folgenden kann unter einem Leuchtstoff mindestens ein Aktivator oder Aktivatorelement verstanden werden. Insbesondere kann je nach Zusammenhang unter einem Leuchtstoff ein in einem Wirtsgitter eingebauter Aktivator oder ein Aktivator als solcher (bzw. Vormaterialien davon) verstanden werden, falls nicht ausdrücklich anders aufgeführt. Der Leuchtstoff kann zudem mindestens einen Sensibilisator (oder ein Vormaterial davon) aufweisen.

Allgemein können der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper auch als Lichtleitbereich bzw. als mindestens ein Leuchtstoffbereich des Wellenlängenkonversionskörpers verstanden und bezeichnet werden.

Der Lichtleitkörper kann insbesondere ein auf der Grundlage einer inneren Totalreflexion lichtleitender Körper sein (TIR-Körper).

Der Lichtleitkörper kann beispielsweise in Form eines optischen Konzentrators vorliegen, insbesondere in Form eines CPC ("Compound Parabolic Concentrator", zusammengesetzter parabolischer Konzentrator)-Körpers.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper eine Lichteintrittsoberfläche zum Eintritt des Primärlichts und eine Lichtaustrittsoberfläche zum Austritt zumindest des wellenlängenkonvertiertem Lichts aufweist, und der mindestens eine Leuchtstoffkörper der Lichteintrittsoberfläche optisch

nachgeschaltet angeordnet ist. Folglich tritt das Primärlicht zunächst in der Lichteintrittsoberfläche ein, wird durch den Lichtleitkörper zu dem mindestens einen Leuchtstoffkörper geleitet, dort mittels mindestens eines Leuchtstoffs zumindest teilweise in wellenlängenkonvertiertes Licht umgewandelt, und zumindest das wellenlängenkonvertierte Licht wird an der Lichtaustrittsoberfläche ausgekoppelt. Dass der mindestens eine Leuchtstoffkörper der Lichteintrittsoberfläche optisch nachgeschaltet angeordnet ist, beinhaltet, dass der mindestens eine Leuchtstoffkörper beabstandet von der Lichteintrittsoberfläche angeordnet ist. Dies wiederum unterstützt eine effektive Lichtauskopplung.

Es ist für den Fall, dass der Lichtleitkörper in Form eines CPC-förmigen Körpers vorliegt, eine bevorzugte Weiterbildung, dass die Lichteintrittsoberfläche einer größeren Deckfläche von beiden Deckflächen entspricht und der mindestens eine Leuchtstoffkörper an der kleineren Deckfläche der beiden Deckflächen angeordnet ist.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Lichteintrittsoberfläche und die Lichtaustrittsoberfläche zumindest bereichsweise übereinstimmen und mindestens ein Leuchtstoffkörper der Lichteintrittsoberfläche entgegengesetzt angeordnet ist. Dadurch wird ein besonders einfach gestalteter und robuster Lichtleitkörper und folglich auch Wellenlängenkonversionskörper bereitgestellt. Ein übereinstimmender Bereich der Lichteintrittsoberfläche und der Lichtaustrittsoberfläche kann auch als Lichtdurchlassfläche bezeichnet werden. Die Lichteintrittsoberfläche und der mindestens eine Leuchtstoffkörper können insbesondere an gegenüberliegenden Enden des Lichtleitkörpers vorhanden sein, was eine einfache Formgebung und effektive Bestrahlung des mindestens einen Leuchtstoffkörpers mit dem Primärlicht ermöglicht.

Es ist für den Fall, dass der Lichtleitkörper in Form eines CPC-förmigen Körpers vorliegt, eine bevorzugte Weiterbildung,

dass die Lichtdurchlassfläche der größeren Deckfläche der beiden Deckflächen entspricht und der mindestens eine Leuchtstoffkörper an der kleineren Deckfläche der beiden Deckflächen oder einem Teil davon angeordnet ist.

Es ist noch eine weitere Ausgestaltung, dass der mindestens eine Leuchtstoffkörper durch eine (äußere) reflektierende Abdeckung abgedeckt ist. Dadurch wird sichergestellt, dass wellenlängenkonvertiertes Licht vollständig zurück in den Lichtleitkörper gelangt, so dass eine Lichtausbeute des wellenlängenkonvertierten Lichts hoch ist und es insbesondere mit hoher Ausbeute durch die Lichtdurchlassfläche strahlen kann.

Die reflektierende Abdeckung kann spekular oder diffus reflektierend sein. Eine diffus reflektierende Abdeckung bietet den Vorteil, dass Endlosdurchgänge verhindert werden. Es gibt dann keine geschlossenen Lichtpfade in dem Wellenlängenkonversionskörper, da die diffuse Reflektivität diese Lichtpfade aufbricht. Eine thermische Anbindung eines solches Reflektors ist zudem nicht relevant, da er kein optisch aktives Material aufweist.

Es ist eine Weiterbildung, dass der spekular reflektierende Reflektor mittels einer reflektierenden Schicht gebildet wird. Beispielsweise kann der spekular reflektierende Reflektor mittels eines Aufbringens, insbesondere Aufdampfens, einer metallischen oder dielektrischen Spiegelschicht gebildet werden.

Es ist noch eine Weiterbildung, dass der diffus reflektierende Reflektor ein in einem Bindemittel oder einer Matrix eingebettetes stark streuendes Material, z.B. Titandioxid, aufweist.

Es ist eine für eine mechanisch stabile und optisch durchlässige Verbindung zwischen dem Lichtleitkörper und dem mindestens einen Leuchtstoffkörper allgemein vorteilhafte

Weiterbildung, dass die Körper ein gleiches Basismaterial aufweisen. Insbesondere mag der Lichtleitkörper aus dem Basismaterial (ohne Leuchtstoff) bestehen und der mindestens eine Leuchtstoffkörper aus einem mit Leuchtstoff versetztem Basismaterial bestehen. So kann insbesondere eine Materialfehlanpassung an der Grenzfläche zwischen den Körpern bei einem Sintern unterdrückt oder sogar ganz vermieden werden.

Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper (oder -bereich) und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (oder -bereich) granatbasierte Körper (oder Bereiche) sind oder enthalten. Ein granatbasierter Körper lässt sich lichtdurchlässig, insbesondere transparent (streufrei), herstellen und zudem gezielt mit Leuchtstoff versehen oder versetzen. Insbesondere lässt sich ein granatbasierter Körper mit einem Aktivator eines Leuchtstoffs dotieren, wobei das Basismaterial (der Granat oder Granatoid) das Wirtsgitter bereitstellt. Ein granatbasierter Körper ist außerdem gut wärmeleitfähig. Ein granatbasierter Körper lässt sich außer durch Einkristallzüchtung vorteilhafterweise auch durch Sintern herstellen.

Das Basismaterial des oder der granatbasierten Körper(s) mag insbesondere YAG, YAGaG, LuAG oder LuAGaG usw. aufweisen.

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper ein (lichtdurchlässiger) keramischer Lichtleitkörper ist und der mindestens eine Leuchtstoffkörper mindestens einen keramischen Leuchtstoffkörper aufweist. Eine Keramik ist gut wärmeleitend und robust.

Es ist zudem eine Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper aufeinander aufgesprengte Körper sind. Der Wellenlängenkonversionskörper kann dabei insbesondere dadurch hergestellt werden, dass der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper getrennt hergestellt werden, eine jeweilige Kontaktfläche der

Körper geglättet wird und der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper an ihren Kontaktflächen zusammengebracht werden.

Es ist eine Weiterbildung, dass die beiden zu vereinigenden Kontaktflächen oder Facetten planarisiert werden, insbesondere plan poliert werden. Wenn diese Kontaktflächen sehr nahe zusammengebracht werden, setzt eine Bindung der Körper auf Basis der van-der-Waals-Kräfte ein (sog. "Vacuum Welding"). Um die Bindung zu unterstützen, können die Kontaktflächen zuvor zumindest teilweise mit verschiedenen Materialien zur Bildung einer sehr dünnen Schicht (idealerweise einer Monolage), deren Außenseite eine hohe Dichte an Wasserstoff-Atomen enthält, beschichtet werden. Bringt man diese beschichteten Seiten aufeinander und erhitzt sie, bilden sich Wasserstoffbrücken. Dieses Verfahren wird "Hydrogen Bonding" genannt. In beiden Fällen sind die zusammengesetzten Körper praktisch monolithisch.

Es ist noch eine Weiterbildung, dass mindestens ein gesinterter Leuchtstoffkörper auf einen einkristallin gezüchteten Lichtleitkörper aufgesprengt wird. Es ist zudem eine Weiterbildung, dass mindestens ein einkristallin gezüchteter Leuchtstoffkörper auf einen einkristallin gezüchteten Lichtleitkörper aufgesprengt wird.

Es ist eine alternative Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper zusammen gesinterte Sinterkörper sind oder enthalten. Bei dem Sintern kann auf eine Planarisierung verzichtet werden.

Die Herstellung kann insbesondere mindestens die folgenden Schritte aufweisen: Einfüllen eines Schlickers aus einem Grünkörper des Lichtleitkörpers oder des mindestens einen Leuchtstoffkörpers in eine Form; Folgendes Einfüllen eines Schlickers aus einem Grünkörper des jeweils anderen Körpers in die Form; und Sintern des kombinierten Grünkörpers.

Insbesondere kann ein solcher Wellenlängenkonversionskörper durch Vereinigen der Grünkörper vor dem Sintern erlangt werden. Wird dazu beispielsweise Schlicker in eine Form gegossen, so wird vorteilhafterweise zuerst eine (insbesondere dünne) Schicht von mit Leuchtstoff (Aktivator mit oder ohne Wirtsgitter) oder mit Leuchtstoff-Vormaterial versetztem Grünkörpermaterial des mindestens einen Leuchtstoffkörpers eingefüllt und getrocknet. Die restliche Form kann folgend zumindest teilweise mit undotiertem bzw. leuchtstofffreiem Grünkörpermaterial gefüllt werden. Die Reihenfolge der Einfüllung des Schlickers ist nicht beschränkt und wird vor allem durch die Form des Wellenlängenkonversionskörpers bestimmt. Der so erhaltene (Gesamt-)Grünkörper wird anschließend dicht gesintert. Als Resultat erhält man einen Wellenlängenkonversionskörper mit einem Lichtleitkörper, mit welchem mindestens ein dünner Schicht Leuchtstoffkörper monolithisch verbunden ist.

Es ist eine weitere bevorzugte Ausgestaltung, dass der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper nitridbasierte Körper sind oder enthalten. Eine nitridbasierte Keramik weist als einen Hauptbestandteil Stickstoff auf, z.B. AlN, SiN oder AlSiN. Nitridbasierte Keramiken weisen den Vorteil auf, dass sie in lichtdurchlässigen, z.B. transluzenten, Varianten herstellbar sind.

Es ist eine besonders bevorzugte Ausgestaltung, dass zumindest der Lichtleitkörper aus Sialon besteht. Sialon ist eine Mischkeramik aus Si_3N_4, Al_2O_3 sowie AlN (SiAlON). Sialone weisen gegenüber einer reinen nitridbasierten Keramik ein verbessertes Sinterverhalten auf, insbesondere eine geringere Sintertemperatur bei Atmosphärendruck. Von den verschiedenen Modifikationen des Sialons wird hier das sog. α-Sialon bevorzugt, unter anderem aufgrund seiner Lichtdurchlässigkeit. So kann bei einer Sinterung bei etwa 1950 °C in einer Stickstoff-Atmosphäre aus einem Grünkörper eine dichte, transparente Keramik hergestellt werden.

Besonders bevorzugt wird ein Sialon mit einem vergleichsweise geringen Anteil von Al_2O_3.

Der Grünkörper kann Sinterhilfsstoffe aufweisen, z.B. auf der Grundlage von Erdalkalimetallen und/oder seltenen Erden.

Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass mindestens ein Leuchtstoff die Aktivatoren oder Aktivatorenelemente Eu, Ce, Yb, Mn und/oder Nd aufweist. Diese Aktivatoren lassen sich problemlos in viele Keramiken und granatbasierte Körper einbauen und genau dosieren. So ergibt Eu typischerweise bernsteinfarbenes wellenlängenkonvertiertes Licht und Ce ergibt eine Emission eines gelben wellenlängenkonvertierten Lichts. Gelbes wellenlängenkonvertiertes Licht ergibt sich z.B. auch aus Eu, Yb und Mn.

Beispielsweise lässt sich ein granatbasierter Körper als solches als Wirtsgitter nutzen und mit mindestens einem Aktivator, insbesondere Ce, versetzen, insbesondere dotieren, z.B. zu YAG:Ce.

Zur Einbringung der Leuchtstoffe in einen gesinterten Keramikkörper können beispielsweise geeignete Vormaterialien, z.B. Oxide, Nitride oder Fluoride der Leuchtstoffe dem Grünkörper hinzugegeben werden. Beispielsweise kann bei einem Sialon, falls Eu als Aktivator vorgesehen ist, eine Zugabe der entsprechenden Oxide (Eu_2O_3,...), Fluoride (EuF_3) oder Nitride (EuN) oder dergleichen zum Grünkörper erfolgen. Während des Sintervorgangs wird Eu als Aktivator reduziert usw. und liegt in dem fertigen Keramikkörper als Eu2+ vor. Analog lassen sich beispielsweise Ce3+, Yb2+, Mn2+ usw. als Aktivatoren einbringen. Auch ein Sialon, insbesondere α-Sialon, als solches kann bereits ein wellenlängenkonvertierender Stoff sein. Bei einer Keramik kann ein Aktivator in das Gitter der Keramik als Wirtsgitter eingebaut werden, oder es wird der Keramik ein (fertiger) Leuchtstoff (bzw. vor dem Sintern o.ä. insbesondere auch ein

geeignetes Vormaterial) zugegeben, welcher sein eigenes Wirtsgitter aufweist oder erzeugt.

Jedoch ist die Erfindung nicht auf Systeme beschränkt, bei denen der Lichtleitkörper und der mindestens eine Leuchtstoffkörper als Sialone ausgebildet sind. So mag lediglich der Lichtleitkörper aus Sialon bestehen und der mindestens eine Leuchtstoffkörper aus einer anderen nitridbasierten Keramik. Dabei wird ausgenutzt, dass eine Gitterfehlanpassung nitridbasierter Keramiken eher gering ist.

Es wird bevorzugt, dass ein Material einer mit Leuchtstoff versetzten oder dotierten nitridbasierten Keramik mit Ca als dem Aktivator versetztes AlSiN oder SiAlN aufweist, insbesondere CaAlSiN bzw. CaSiAlN.

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.1 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen Wellenlängenkonversionskörper gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel; und

Fig.2 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen Wellenlängenkonversionskörper gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig.1 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen Wellenlängenkonversionskörper 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Der Wellenlängenkonversionskörper 1 dient zum Erzeugen von wellenlängenkonvertiertem Licht aus in den Wellenlängenkonversionskörper 1 eingestrahltem

Primärlicht P. Das Primärlicht P kann beispielsweise durch einen Laser erzeugtes Laserlicht oder durch eine Leuchtdiode erzeugtes schmalbandiges Licht sein. Jedoch ist die Art der das Primärlicht P erzeugten Lichtquelle grundsätzlich nicht beschränkt und mag z.B. auch eine breitbandig strahlende Lichtquelle mit oder ohne einem nachgeschalteten Filter umfassen, oder eine Entladungslampe mit Linienemission oder einem druckverbreitertem Wellenlängenemissionsbereich. Auch kann ein Korpuskularstrahler (beispielweise ein Elektronenstrahl oder ein Ionenstrahl) verwendet werden.

Der Wellenlängenkonversionskörper 1 weist einen für das Primärlicht P lichtdurchlässigen, insbesondere transparenten, Lichtleitkörper 2 auf. Der Lichtleitkörper 2 weist hier die Form eines Kegelstumpfs mit einer größeren Deckfläche 3, einer kleineren Deckfläche 4 und einer seitlichen Mantelfläche 5 auf. Die größere Deckfläche 3 dient als Lichteintrittsoberfläche zum Eintritt des Primärlichts P. Der Lichtleitkörper 2 ist als TIR-Körper ausgestaltet, so dass an der größeren Deckfläche 3 eingestrahltes Primärlicht P direkt oder mittels innerer Totalreflexion zu der kleineren Deckfläche 4 geleitet wird.

Die kleinere Deckfläche 4 ist mit einem Leuchtstoffkörper 6 belegt, wobei der Lichtleitkörper 2 und der Leuchtstoffkörper 6 miteinander monolithisch verbunden sind. Der Leuchtstoffkörper 6 ist als ein dünner, scheibenförmiger Körper aus einem lichtdurchlässigen Grundmaterial ausgebildet, das mit beispielsweise Eu oder Ce als Aktivator versetzt ist. Das Primärlicht P dringt also in den Leuchtstoffkörper 6 ein und wird dort zumindest teilweise in wellenlängenkonvertiertes (Sekundär-)Licht S umgewandelt. Der Leuchtstoffkörper 6 ist folglich der als Lichteintrittsoberfläche dienenden größeren Deckfläche 3 optisch nachgeschaltet angeordnet, nämlich hier der größeren Deckfläche 3 entgegengesetzt angeordnet.

Um zumindest das wellenlängenkonvertierte Licht S gezielt nutzen zu können, ist der Leuchtstoffkörper 6 durch eine spekular reflektierende Abdeckung 7 in Form einer außen auf den Leuchtstoffkörper 6 aufgebrachten Metallschicht abgedeckt. Falls das wellenlängenkonvertierte Licht S und ggf. das Primärlicht P nicht sowieso schon von dem Leuchtstoffkörper 6 direkt in den Lichtleitkörper 2 abgestrahlt worden sind, werden sie mittels der reflektierenden Abdeckung 7 in den Lichtleitkörper 2 rückreflektiert. Der Lichtleitkörper 2 ist auch für das wellenlängenkonvertierte Licht S lichtdurchlässig, insbesondere transparent. Aus dem Leuchtstoffkörper 6 durch die kleinere Deckfläche 4 in den Lichtleitkörper 2 gelangendes Licht kann an der größeren Deckfläche 3 aus dem Lichtleitkörper 2 ausgekoppelt werden. Die größere Deckfläche 3 dient folglich auch als eine Lichtaustrittsoberfläche und damit auch als eine kombinierte Lichtdurchlassfläche. Aufgrund der entgegengesetzten Anordnung von größerer Deckfläche 3 und Leuchtstoffkörper 6 behindert der Leuchtstoffkörper 6 die Auskopplung des wellenlängenkonvertierten Licht S aus dem Wellenlängenkonversionskörper 1 nicht.

Der Lichtleitkörper 2 und der Leuchtstoffkörper 6 sind hier rein beispielhaft als granatbasierte Körper ausgebildet, die sich insbesondere dadurch unterscheiden, dass der Leuchtstoffkörper 6 mit einem z.B. Ce oder Eu aktivierten Leuchtstoff dotiert oder versetzt ist. Der Lichtleitkörper 2 und der Leuchtstoffkörper 6 können z.B. durch Sintern oder Aufsprengen miteinander verbunden worden sein. Im Fall des Aufsprengens sind die kleinere Deckfläche 4 des Lichtleitkörpers und die der kleineren Deckfläche 4 zugewandte Seite des Leuchtstoffkörpers 6 planarisiert und als Kontaktflächen miteinander verbunden worden. Im Fall des Sinterns unter Verwendung von Schlicker als Grünkörper ist es herstellungstechnisch vorteilhaft, dass der Schlicker zur Herstellung des Leuchtstoffkörpers 6 zuerst eingefüllt wird.

Fig.2 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen Wellenlängenkonversionskörper 11 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Der Wellenlängenkonversionskörper 11 ist ähnlich zu dem Wellenlängenkonversionskörper 1 aufgebaut. Jedoch weist der Lichtleitkörper 12 nun zumindest annähernd eine CPC-Form mit einer größeren Deckfläche 13, einer kleineren Deckfläche 14 und einer Mantelfläche 15 auf. Der Leuchtstoffkörper 16 ist auch hier als ein dünner, scheibenförmiger Körper auf der kleineren Deckfläche 14 angeordnet und mit dem Lichtleitkörper 12 monolithisch verbunden.

Die reflektierende Abdeckung 17 ist hier als eine diffus reflektierende Abdeckung 17 ausgestaltet, um Endlos-Lichtpfade in dem Wellenlängenkonversionskörper 11 zu vermeiden. Die Abdeckung 17 kann beispielsweise diffus reflektierendes TiO_2 aufweisen, das als Füllstoff in einem geeigneten Bindematerial, z.B. Silikon, enthalten ist.

Der Lichtleitkörper 12 und der Leuchtstoffkörper 16 sind hier als Sialon-Körper ausgebildet, die sich dadurch unterscheiden, dass der Leuchtstoffkörper 16 mit einem Leuchtstoff (z.B. Eu als Aktivator enthaltend) versetzt ist. Der Lichtleitkörper 12 und der Leuchtstoffkörper 16 können z.B. durch Sintern oder Aufsprengen miteinander verbunden worden sein. Im Fall des Aufsprengens sind die kleinere Deckfläche 14 des Lichtleitkörpers und die der kleineren Deckfläche 14 zugewandte Seite des Leuchtstoffkörpers 16 planarisiert und als Kontaktflächen miteinander verbunden worden. Im Fall des Sinterns unter Verwendung von Schlicker als Grünkörper ist es auch hier herstellungstechnisch vorteilhaft, dass der Schlicker zur Herstellung des Leuchtstoffkörpers 16 zuerst eingefüllt wird.

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 kann auch der Wellenlängenkonversionskörper 1 aus einer Keramik bestehen und der Wellenlängenkonversionskörper 11 ein granatbasierter Körper sein. Auch kann in beiden Ausführungsbeispielen eine spekular oder diffus reflektierende Abdeckung verwendet werden. Darüber hinaus ist die Form des Lichtleitkörpers oder des Wellenlängenkonversionskörpers nicht auf die gezeigten Formen beschränkt.

Patentansprüche

1. Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) zum Erzeugen von wellenlängenkonvertiertem Licht (S) aus in den Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) eingestrahltem Primärlicht (P), aufweisend
   - einen für das Primärlicht (P) und das wellenlängenkonvertierte Licht (S) lichtdurchlässigen Lichtleitkörper (2; 12) und
   - mindestens einen Leuchtstoff aufweisenden Leuchtstoffkörper (6; 16),
   - wobei der Lichtleitkörper (2; 12) mit dem mindestens einen Leuchtstoffkörper (6; 16) monolithisch verbunden ist.

2. Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) nach Anspruch 1, wobei
   - der Lichtleitkörper (2; 12) eine Lichteintrittsoberfläche (3) zum Eintritt des Primärlichts (P) und eine Lichtaustrittsoberfläche (3) zum Austritt zumindest des wellenlängenkonvertiertem Lichts (S) aufweist, und
   - der mindestens eine Leuchtstoffkörper (6; 16) der Lichteintrittsoberfläche (3) optisch nachgeschaltet angeordnet ist.

3. Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) nach Anspruch 2, wobei die Lichteintrittsoberfläche (3) und die Lichteintrittsoberfläche (3) zumindest bereichsweise übereinstimmen und mindestens ein Leuchtstoffkörper (6; 16) der Lichteintrittsoberfläche (3) entgegengesetzt angeordnet ist.

4. Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Leuchtstoffkörper (6; 16) durch eine spekular oder diffus reflektierende Abdeckung (7; 17) abgedeckt ist.

5. Wellenlängenkonversionskörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleitkörper (2) und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (6) granatbasierte Körper sind oder enthalten.

6. Wellenlängenkonversionskörper (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleitkörper (12) ein keramischer Lichtleitkörper ist und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (16) mindestens einen keramischen Leuchtstoffkörper aufweist.

7. Wellenlängenkonversionskörper (1) nach Anspruch 6, wobei der Lichtleitkörper (2) und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (6) aufeinander aufgesprengte Körper sind.

8. Wellenlängenkonversionskörper (11) nach Anspruch 6, wobei der Lichtleitkörper (12) und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (16) zusammen gesinterte Sinterkörper sind.

9. Wellenlängenkonversionskörper (11) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Lichtleitkörper (12) und der mindestens eine Leuchtstoffkörper (16) nitridbasierte Körper sind oder enthalten.

10. Wellenlängenkonversionskörper (11) nach Anspruch 9, wobei zumindest der Lichtleitkörper (12) aus Sialon besteht oder enthält.

11. Wellenlängenkonversionskörper (1; 11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Leuchtstoff Eu, Ce, Yb, Mn und/oder Nd aufweist.

12. Verfahren zum Herstellen eines Wellenlängenkonversionskörpers (1) nach Anspruch 7, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist:

- Herstellen des Lichtleitkörpers (2);
- Herstellen des mindestens einen Leuchtstoffkörpers (6);
- Glätten einer jeweiligen Kontaktfläche (4) des Lichtleitkörpers (2) und des mindestens einen Leuchtstoffkörpers (6);
- Zusammenbringen des Lichtleitkörpers (2) und des mindestens einen Leuchtstoffkörpers (6) an ihren Kontaktflächen (4).

13. Verfahren zum Herstellen eines Wellenlängenkonversionskörpers (1; 11) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist:

- Einfüllen eines Schlickers aus einem Grünkörper des Lichtleitkörpers (2; 12) oder des Leuchtstoffkörpers (6; 16) in eine Form;
- Folgendes Einfüllen eines Schlickers aus einem Grünkörper des jeweils anderen Körpers (6, 2; 16, 12) in die Form; und
- Sintern des kombinierten Grünkörpers.

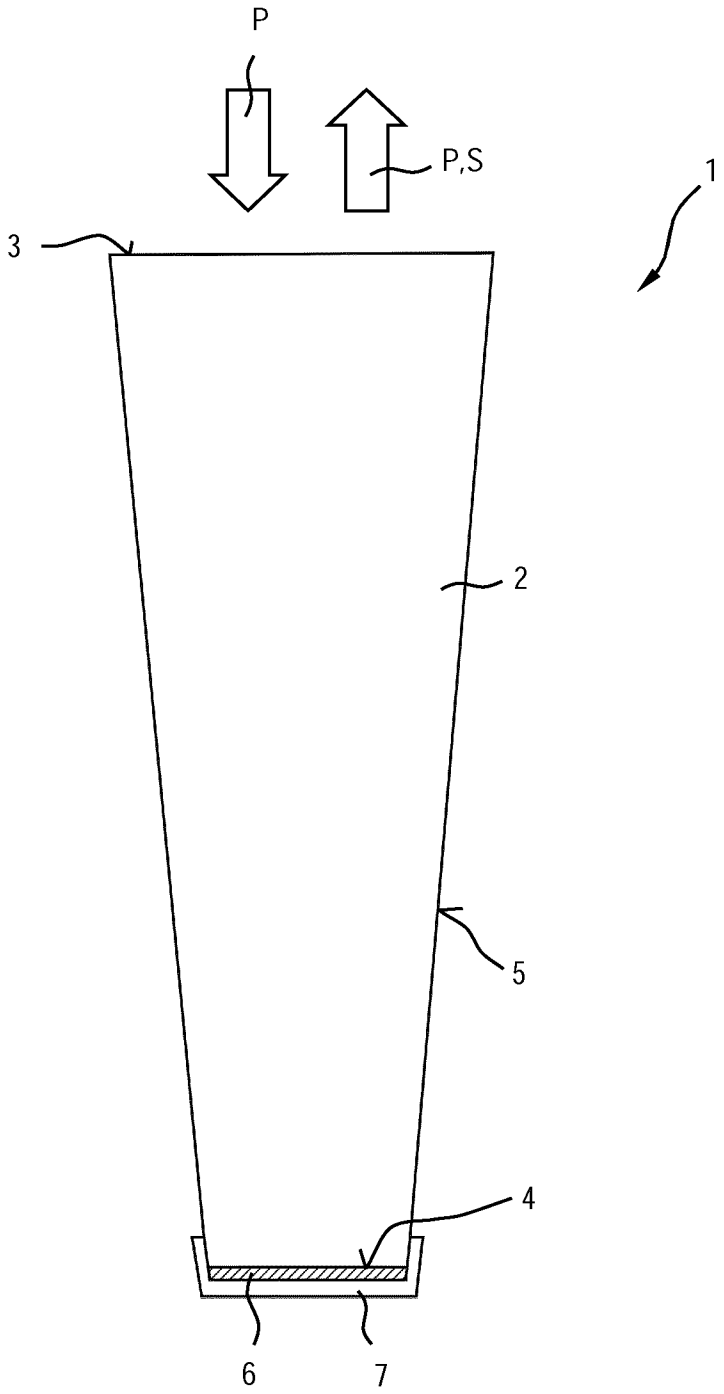


Fig.1

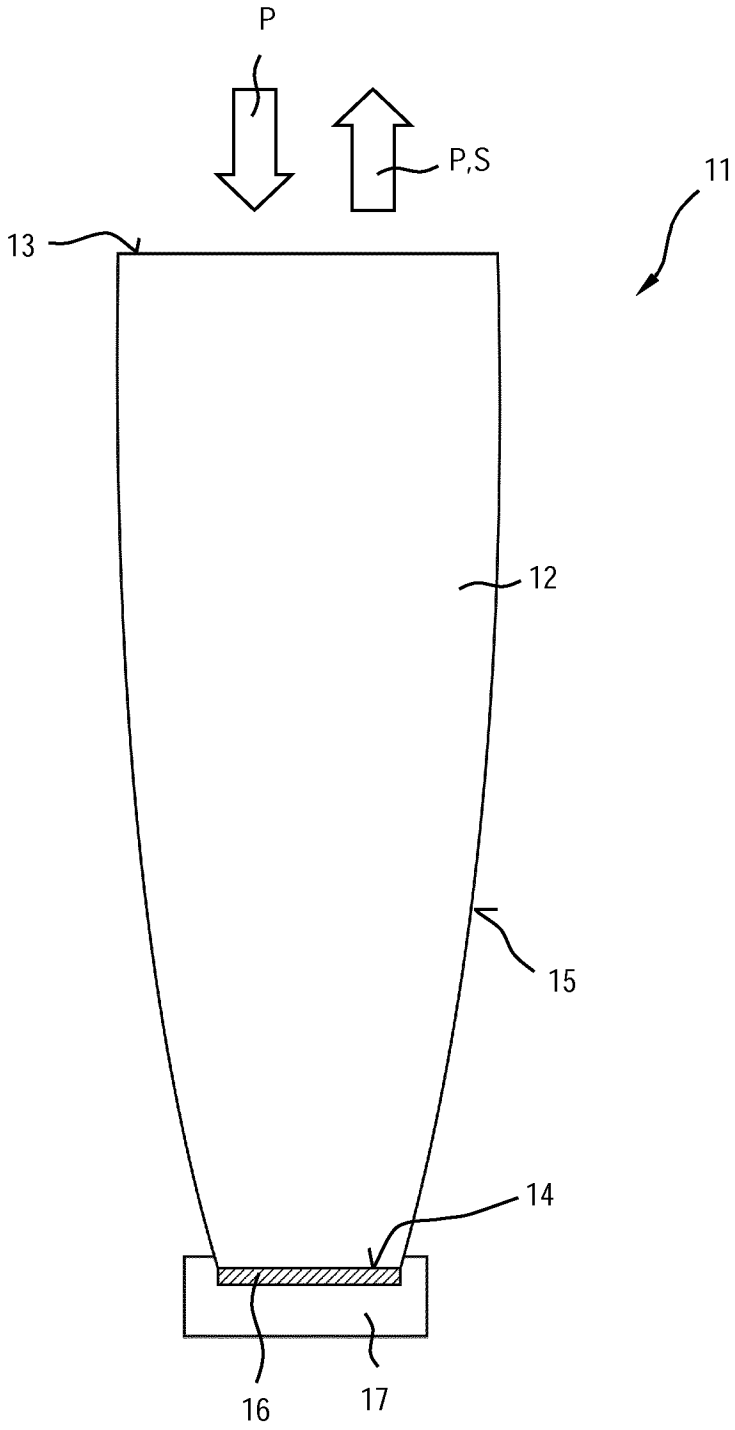


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/062245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/50 H01L21/18
ADD.

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 C09K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 528 603 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 4 May 2005 (2005-05-04) paragraphs [0006] - [0057]; claims 1-15	1-13
A	US 3 303 549 A (PEYSER WILLIAM P) 14 February 1967 (1967-02-14) the whole document	1-13
A	US 3 497 944 A (ANTLE WILLIAM K) 3 March 1970 (1970-03-03) the whole document	1-13
A	US 6 366 018 B1 (GARBUZOV DMITRI ZALMANOVICH [US] ET AL) 2 April 2002 (2002-04-02) column 11, line 1 - column 11, line 4; claims 1-27	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier 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
10 October 2012	16/10/2012

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	Kövecs, Monika

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/062245

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1528603 A2	04-05-2005	DE 10351397 A1	16-06-2005
		EP 1528603 A2	04-05-2005
		JP 2005136427 A	26-05-2005
		KR 20050041990 A	04-05-2005
		US 2005151141 A1	14-07-2005
US 3303549 A	14-02-1967	NONE	
US 3497944 A	03-03-1970	NONE	
US 6366018 B1	02-04-2002	AU 1451000 A	08-05-2000
		CA 2347627 A1	27-04-2000
		CN 1324494 A	28-11-2001
		EP 1141990 A1	10-10-2001
		JP 2002528890 A	03-09-2002
		JP 2010187028 A	26-08-2010
		US 6366018 B1	02-04-2002
		WO 0024024 A1	27-04-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/062245

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/50 H01L21/18
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L C09K

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*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 528 603 A2 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 4. Mai 2005 (2005-05-04) Absätze [0006] - [0057]; Ansprüche 1-15	1-13
A	US 3 303 549 A (PEYSER WILLIAM P) 14. Februar 1967 (1967-02-14) das ganze Dokument	1-13
A	US 3 497 944 A (ANTLE WILLIAM K) 3. März 1970 (1970-03-03) das ganze Dokument	1-13
A	US 6 366 018 B1 (GARBUZOV DMITRI ZALMANOVICH [US] ET AL) 2. April 2002 (2002-04-02) Spalte 11, Zeile 1 - Spalte 11, Zeile 4; Ansprüche 1-27	1-13

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" 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
10. Oktober 2012	16/10/2012

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	Kövecs, Monika

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/062245

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1528603 A2	04-05-2005	DE 10351397 A1	16-06-2005
		EP 1528603 A2	04-05-2005
		JP 2005136427 A	26-05-2005
		KR 20050041990 A	04-05-2005
		US 2005151141 A1	14-07-2005
US 3303549 A	14-02-1967	KEINE	
US 3497944 A	03-03-1970	KEINE	
US 6366018 B1	02-04-2002	AU 1451000 A	08-05-2000
		CA 2347627 A1	27-04-2000
		CN 1324494 A	28-11-2001
		EP 1141990 A1	10-10-2001
		JP 2002528890 A	03-09-2002
		JP 2010187028 A	26-08-2010
		US 6366018 B1	02-04-2002
		WO 0024024 A1	27-04-2000