

(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

13. August 2015 (13.08.2015)



W I P O I P C T



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/118003 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

F21S 8/10 (2006.01) F21 V23/04 (2006.01)  
F21K 99/00 (2010.01) H01S S/0683 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP20 15/052290

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Februar 2015 (04.02.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2014 202 294.0  
7. Februar 2014 (07.02.2014) DE

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

(72) Erfinder: FORSTER, Georg; Dornierstr. 8a, 93049 Regensburg (DE). NAUEN, Andre; Dr.-Gessler-Str. 27D, 9305 1 Regensburg (DE). KÜNECKE, Jan-Erik; Friedrich-Ebert-Str. 7a, 9305 1 Regensburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ILLUMINATION DEVICE HAVING A LASER LIGHT SOURCE AND A LIGHT WAVE CONVERSION ELEMENT

(54) Bezeichnung : BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT LASERLICHTQUELLE UND LICHTWELLENKONVERSIONSELEMENT

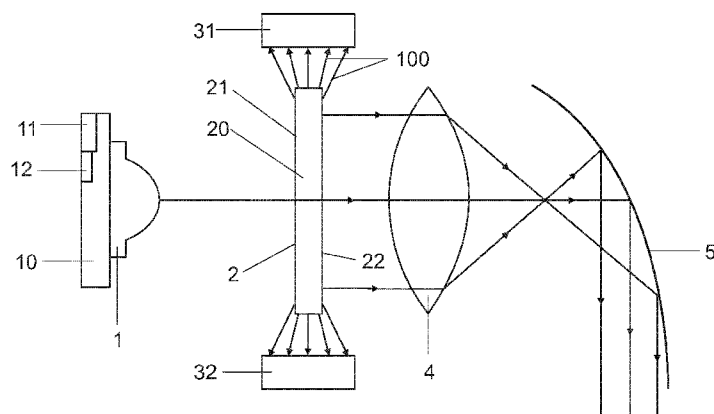


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an illumination device having at least one laser light source (1) and at least one light wavelength conversion element (2) which is designed to proportionally convert light emitted by the at least one laser light source (1) into light at a different wavelength, wherein the illumination device has at least one light sensor for monitoring the light emission, wherein the illumination device has at least two light sensors (31, 32) which are both intended to detect non-converted laser light scattered at the at least one light wavelength conversion element (2), or the two are intended to detect converted laser light, or the illumination device has at least one optical element (71, 72; 73) which is designed in such a manner that non-converted laser light scattered at the light wavelength conversion element (2) or converted laser light is directed to the at least one light sensor (38) by means of the optical element (71, 72; 73). In addition, the invention also relates to a method for operating such an illumination device.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/118003 A1



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V)

---

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung mit mindestens einer Laserlichtquelle (1) und mindestens einem Lichtwellenlängenkonversionselement (2), das dazu ausgebildet ist, von der mindestens einen Laserlichtquelle (1) emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren, wobei die Beleuchtungseinrichtung mindestens einen Lichtsensor zur Überwachung der Lichtemission aufweist, wobei die Beleuchtungseinrichtung mindestens zwei Lichtsensoren (31, 32) aufweist, die beide zum Detektieren von am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutem, nicht-konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind, oder die beide zum Detektieren von konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind, oder die Beleuchtungseinrichtung mindestens ein optisches Element (71, 72; 73) aufweist, das derart ausgebildet ist, dass am Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mittels des optischen Elements (71, 72; 73) zu dem mindestens einen Lichtsensor (38) gelenkt wird. Außerdem betrifft die Erfindung auch ein Betriebsverfahren für eine derartige Beleuchtungseinrichtung.

- 1 -

BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT LASERLICHTQUELLE UND LICHTWELLENKONVERSIONSELEMENT

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Betriebsverfahren für die Beleuchtungseinrichtung.

I. Stand der Technik

Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ist beispielsweise  
5 in der Offenlegungsschrift US 2011/0116520 A1 offenbart.  
Diese Schrift beschreibt eine Beleuchtungseinrichtung mit  
verbesserter Sicherheit für den Anwender. Zu diesem Zweck  
sind in der Beleuchtungseinrichtung zwei Lichtsensoren  
vorgesehen, die nicht-konvertiertes Laserlicht und am  
10 Lichtwellenlängenkonversionselement konvertiertes Laser-  
licht detektieren, um den sicheren Betrieb der Beleuch-  
tungseinrichtung zu überwachen.

11. Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Be-  
leuchtungseinrichtung bereitzustellen, die eine frühzei-  
15 tige Erkennung von Defekten im Lichtwellenlängenkonversi-  
onselement ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Beleuchtungseinrichtung mit  
den Merkmalen aus dem Anspruch 1 und durch ein Verfahren  
gemäß dem Anspruch 10 gelöst. Besonders vorteilhafte Aus-  
20 führungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen  
offenbart .

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung besitzt min-  
destens eine Laserlichtquelle und mindestens ein Licht-

- 2 -

Wellenlängenkonversionselement, das dazu ausgebildet ist, von der mindestens einen Laserlichtquelle emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren. Außerdem besitzt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens zwei Lichtsensoren, die beide zum Detektieren von am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutem, nicht-konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind, oder die beide zum Detektieren von konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind. Oder alternativ zu den vorgenannten mindestens zwei Lichtsensoren besitzt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens ein optisches Element und mindestens einen Lichtsensor, die derart ausgebildet sind, dass am Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutes nicht-konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mittels des mindestens einen optischen Elements zu dem mindestens einen Lichtsensor gelenkt wird.

Die vorgenannten alternativen Ausbildungen der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ermöglichen die Detektion von Defekten, wie beispielsweise Löchern oder Rissen, im Lichtwellenlängenkonversionselement .

Gemäß der ersten Alternative zur Lösung des der Erfindung zugrunde liegenden Problems, umfasst die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens zwei Lichtsensoren, die beide entweder am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht oder aber beide konvertiertes Laserlicht detektieren. Dadurch, dass mindestens zwei Lichtsensoren vorgesehen sind, die beide entweder das am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreute, nicht-

- 3 -

konvertierte Laserlicht oder aber das konvertierte Laserlicht detektieren, können im Lichtwellenlängenkonversionselement bereits kleine Defekte nachgewiesen werden. Bereits kleine Defekte im Lichtwellenlängenkonversionselement verursachen eine anisotrope Ausbreitung des gestreuten, nicht-konvertierten Laserlichts und des konvertierten Laserlichts im Lichtwellenlängenkonversionselement, die sich durch unterschiedliche Sensorsignale in den oben genannten, mindestens zwei Lichtsensoren äußert. Derjenige Lichtsensor, der näher am Defekt angeordnet ist, wird einen höheren Anteil des am Lichtwellenlängenkonversionselement gestreuten, nicht-konvertierten Laserlichts bzw. des konvertierten Laserlichts detektieren als der andere Lichtsensor. Durch Vergleich der Sensorsignale von den mindestens zwei Lichtsensoren untereinander oder mit Referenzwerten kann daher das Vorliegen eines Defekts in dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement festgestellt werden.

Gemäß der zweiten Alternative zur Lösung des der Erfindung zugrunde liegenden Problems, umfasst die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens ein optisches Element und mindestens einen Lichtsensor, die derart ausgebildet sind, dass am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mittels des mindestens einen optischen Elements zum mindestens einen Lichtsensor gelenkt wird. Im Unterschied zur ersten Alternative ist bei der zweiten Alternative der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ein Lichtsensor durch das optische Element ersetzt, das die Funktion des zweiten

- 4 -

Lichtsensors übernimmt. Der mindestens eine Lichtsensor detektiert somit nicht nur gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht bzw. konvertiertes Laserlicht, das den Lichtsensor unmittelbar erreicht, sondern auch  
5 Laserlicht, das an für den Lichtsensor unzugänglichen Stellen vom Lichtwellenlängenkonversionselement emittiert und mittels des mindestens einen optischen Elements dem mindestens einen Lichtsensor zugeführt wird.

Beide vorgenannte alternative Ausführungen der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ermöglichen die De-  
10 tektion eines erhöhten Anteils von gestreutem Laserlicht, das durch Lichtstreuung an einem oder mehreren Defekten im mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement verursacht ist. Der durch Defekte im Lichtwellenlängen-  
15 konversionselement erhöhte Anteil von gestreutem Laserlicht äußert sich besonders stark beim vom Lichtwellenlängenkonversionselement gestreuten, nicht-konvertierten Laserlicht. Allerdings verursachen Defekte im Lichtwellenlängenkonversionselement auch beim konver-  
20 tierten Laserlicht einen erhöhten Streulichtanteil, der mit Hilfe der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung nachweisbar ist und zur Fehlererkennung ausgenutzt werden kann .

Vorteilhafterweise ist das mindestens eine Lichtwellen-  
25 längenkonversionselement der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung scheibenartig ausgebildet und weist zwei einander gegenüberliegende Stirnfläche auf, die über eine Kante des Lichtwellenlängenkonversionselements miteinander verbunden sind, und gemäß der ersten Alternative der  
30 erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung sind die min-

- 5 -

destens zwei Lichtsensoren derart angeordnet, dass sie aus der Kante austretendes Licht detektieren. Dadurch wird Laserlicht detektiert, das einen vergleichsweise langen Weg in dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement zurückgelegt hat und oft gestreut wurde. 5 Dieses Laserlicht weist im Fall eines Defekts einen hohen Streulichtanteil auf, der mittels der mindestens zwei Lichtsensoren detektiert werden kann. Die scheibenartige Ausbildung des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements hat ferner den Vorteil, dass über die Dicke 10 des Lichtwellenlängenkonversionselements und seine Leuchtstoffkonzentration der relative Anteil von nicht-konvertiertem und konvertiertem Laserlicht variiert werden kann und damit die Farbtemperatur des an den Stirnflächen emittierten Mischlichts aus konvertiertem und 15 nicht-konvertiertem Laserlicht verändert werden kann.

Die mindestens zwei Lichtsensoren sind vorzugsweise entlang der Kante des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements angeordnet, um hauptsächlich Laserlicht 20 zu detektieren, das an der Kante des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements emittiert wird.

Gemäß der zweiten Alternative der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ist das mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement vorteilhafterweise ebenfalls 25 scheibenartig ausgebildet und weist zwei Stirnflächen auf, die über eine Kante des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements miteinander verbunden sind, und das mindestens eine optische Element ist derart angeordnet, dass es aus der Kante austretendes Licht zu dem 30 mindestens einen Lichtsensor lenkt. Dadurch wird eben-

- 6 -

falls Laserlicht detektiert, das einen vergleichsweise  
langen Weg in dem mindestens einen Lichtwellenlängenkon-  
versionselement zurückgelegt hat und oft gestreut wurde.  
Die zweite Alternative der erfindungsgemäßen Beleuch-  
5 tungseinrichtung hat daher dieselben Vorteile wie die  
erste Alternative der erfindungsgemäßen Beleuchtungsein-  
richtung .

Der mindestens eine Lichtsensor und das mindestens eine  
optische Element sind vorzugsweise entlang der Kante des  
10 mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements an-  
geordnet, um hauptsächlich Laserlicht zu detektieren, das  
an der Kante des mindestens einen Lichtwellenlängenkon-  
versionselements emittiert wird.

Vorteilhafter Weise ist eine Auswertungseinheit zur Aus-  
15 wertung der von den Lichtsensoren detektierten Sensorsig-  
nale vorgesehen. Mittels der Auswertungseinheit können  
die von den Lichtsensoren gelieferten Sensorsignale oder  
daraus abgeleitete Größen untereinander oder mit Referenz-  
werten verglichen werden, um das Vorliegen eines De-  
20 fekts im Lichtwellenlängenkonversionselement zu ermit-  
teln .

Vorzugsweise wird für den oben genannten Zweck ein Quoti-  
ent aus den von den mindestens zwei Lichtsensoren detek-  
tierten Lichtintensitäten oder ein dazu proportionales  
25 Signal ausgewertet. Alternativ oder zusätzlich weist die  
erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung oder ihre Aus-  
wertungseinheit ein Speichermittel auf, in dem Referenz-  
werte gespeichert sind, die zum Vergleich mit den von den  
Lichtsensoren detektierten Lichtintensitäten oder dazu



- 7 -

korrespondierenden physikalischen Größen dienen. Die Referenzwerte sind vorzugsweise Werte, die einen fehlerfreien Zustand des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements charakterisieren, so dass im Fall einer  
5 einen Schwellwert überschreitenden Abweichung der von den Lichtsensoren ermittelten Lichtintensitäten von den Referenzwerten eine Sicherheitsabschaltung der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung erfolgt.

Vorteilhafterweise werden die von den Lichtsensoren detektierten Lichtintensitäten in regelmäßig wiederkehrenden Zeitintervallen überwacht und ausgewertet. Dadurch kann die Ausbildung von Defekten im Lichtwellenlängenkonversionselement bereits in einem frühen Stadium erkannt werden .

15 Vorzugsweise ist die mindestens eine Laserlichtquelle derart ausgebildet, dass sie Licht aus dem Wellenlängenbereich von 380 bis 490 Nanometer emittiert und das mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement ist derart ausgebildet, dass es Licht von der mindestens einen  
20 Laserlichtquelle anteilig in Licht mit einem Intensitätsmaximum im Wellenlängenbereich von 500 bis 590 Nanometer konvertiert. Dadurch ist gewährleistet, dass die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung weißes Licht emittiert, das eine Mischung aus nicht-konvertiertem blauem  
25 Licht und konvertiertem gelbem Licht ist. Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung eignet sich dadurch für den Einsatz als Lichtquelle in einem Fahrzeugscheinwerfer. Der Farbort des von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittierten weißen Lichts ist durch die  
30 relativen Anteile von nicht konvertiertem blauem Licht

- 8 -

und konvertiertem gelbem Licht bestimmt. Der Begriff "weißes Licht" bedeutet, dass die Normfarbwertanteile  $x$ ,  $y$  des von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichts auf der Normfarbtafel nach DIN 5033  
5 den Normfarbwertanteilen des Unbuntpunkts bei  $x=0,333$  und  $y=0,333$  entsprechen oder nur geringfügig von diesen Werten abweichen.

Die mindestens eine Laserlichtquelle ist vorzugsweise als Laserdiode oder Laserdiodenarray ausgebildet, um eine  
10 räumlich kompakte Anordnung der Komponenten der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung zu ermöglichen.

### III. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Nachstehend wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

15 Figur 1 eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 2 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
20 der in Figur 1 abgebildeten Beleuchtungseinrichtung

Figur 3 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
25 der gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung

Figur 4 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren

der gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

Figur 5 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
5 der gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

Figur 6 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
10 der gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung

Figur 7 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
der gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

15 Figur 8 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
der gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

Figur 9 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
20 der gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

Figur 10 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren  
25 der gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beieuchtungseinrichtung

- 10 -

Figur 11 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren der gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung

5 Figur 12 eine schematische Darstellung des Lichtwellenlängenkonversionselements und der Lichtsensoren der gemäß dem elften Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung

In den Figuren 1 und 2 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, die als Lichtquelle für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer vorgesehen ist. Diese Beleuchtungseinrichtung besitzt eine Laserdiodenanordnung 1, eine Betriebsvorrichtung 10 für die  
10 Laserdiodenanordnung 1, ein Lichtwellenlängenkonversionselement 2, mehrere Lichtsensoren 31 bis 35, eine Abbildungsoptik 4 und einen parabolischen Reflektor 5.

Die Laserdiodenanordnung 1 besteht aus einer oder mehreren Laserdioden, die während des Betriebs blaues Licht mit einer Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 440 bis 460 Nanometer erzeugen, und aus einer Strahlformungsoptik, die das von der Laserdiodenanordnung 1 emittierte Lichtbündel auf eine Stirnfläche 21 des Lichtwellenlängenkonversionselement 2 lenkt bzw. fokussiert.

25 Das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 ist scheibenartig ausgebildet und besitzt eine erste Stirnfläche 21 sowie eine zweite Stirnfläche 22, die miteinander über eine Kante 20 des kreisscheibenartigen Lichtwellenlängenkonversionselements 2 verbunden sind. Gemäß den in Figuren 2

- 11 -

bis 12 abgebildeten Ausführungsbeispielen der Erfindung ist das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 kreisscheibenförmig mit Stirnflächen 21, 22, die einen kreisförmigen Rand aufweisen, ausgebildet. Die Größe der Stirnflächen 21, 22 besitzt einen Wert im Bereich von 1 mm<sup>2</sup> bis 5 mm<sup>2</sup>. Die beiden Stirnflächen 21, 22 sind über eine umlaufende Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 miteinander verbunden, welche die Zylindermantelfläche des kreisscheibenförmigen Lichtwellenlängenkonversionselements 2 bildet. Alternativ kann das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 aber auch als Scheibe mit Stirnflächen, die einen rechteckigen Rand aufweisen, ausgebildet sein. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 besteht aus einer scheibenartigen, beispielsweise kreisscheibenförmigen Saphirplatte, die auf einer oder auf beiden Stirnflächen 21, 22 mit Leuchtstoff beschichtet ist. Als Leuchtstoff dient mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce). Dieser Leuchtstoff konvertiert von der Laserdiodenanordnung erzeugtes und auf die erste Stirnfläche 21 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 auftreffendes Laserlicht anteilig in gelbes Licht mit einem Intensitätsmaximum im Wellenlängenbereich von 500 bis 590 Nanometer, so dass das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 an seiner zweiten Stirnfläche 22 weißes Licht emittiert, das eine Mischung aus konvertiertem gelbem Laserlicht und nicht-konvertiertem blauem Laserlicht ist. Der relative Anteil von konvertiertem gelbem und nicht-konvertiertem blauem Laserlicht hängt von der Konzentration des Leuchtstoffs und der Dicke der Leuchtstoffbeschichtung auf der Saphirplatte des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 ab.

- 12 -

Das an der zweiten Stirnfläche 22 des Lichtwellenlängen-  
konversionselements 2 emittierte weiße Mischlicht wird  
mittels der Abbildungsoptik 4 auf den Reflektor 5 des  
Kraftfahrzeugscheinwerfers gelenkt und von diesem auf die  
5 Straße projiziert, um dort die gewünschte Lichtverteilung  
zu erzeugen. Der Reflektor 5 ist beispielsweise als Halb-  
schalenreflektor mit parabolischer Reflexionsfläche aus-  
gebildet .

Zur Überwachung von Defekten im Lichtwellenlängenkonver-  
sionselements 2 dienen bei der Beleuchtungseinrichtung  
10 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung fünf  
Lichtsensoren 31, 32, 33, 34, 35, die entlang der umlau-  
fenden Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements  
2 angeordnet sind.

15 Die Lichtsensoren 31 bis 35 sind jeweils als Fotodiode  
ausgebildet und mit einem Farbfilter (nicht abgebildet)  
versehen, so dass der erste 31, zweite 32 und dritte  
Lichtsensor 33 jeweils nicht-konvertiertes blaues  
Laserlicht detektieren und der vierte 34 und fünfte  
20 Lichtsensor 35 jeweils konvertiertes gelbes Licht detek-  
tieren. Außerdem sind Blenden 301, 302 und 303 zwischen  
den Lichtsensoren 31 bis 35 und dem Lichtwellenlängenkon-  
versionselement 2 angeordnet, um Licht auszublenden, das  
nicht von der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversions-  
25 elements 2 emittiert wird, sondern unter vergleichsweise  
großen Winkeln von der ersten 21 oder zweiten Stirnfläche  
22 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 emittiert  
wird. Die Blenden 31 bis 303 sorgen dafür, das nur Licht  
100 von den Lichtsensoren 31 bis 35 detektiert wird, das  
30 von der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements

- 13 -

2 oder unter kleinem bzw. flachem Winkel von den Stirnseiten 21, 22 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 emittiert wird. In Figur 2, die eine Draufsicht auf die erste Stirnfläche 21 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 zeigt, ist schematisch die relative Anordnung der Lichtsensoren 31 bis 35, der Blenden 301 bis 303 und des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 dargestellt. Der erste 31 bis dritte Lichtsensor 35 sind gleichmäßig entlang der umlaufenden Kante 20 in geringem Abstand zum Lichtwellenlängenkonversionselement 2 angeordnet. Der vierte Lichtsensor 34 ist neben dem zweiten Lichtsensor 32 und der fünfte Lichtsensor 35 ist neben dem dritten Lichtsensor 33 angeordnet, so dass der zweite 32 und vierte Lichtsensor 34 sowie der dritte 33 und fünfte Lichtsensor 35 jeweils ein Paar von Lichtsensoren bilden. Für die paarweise angeordneten Lichtsensoren 32, 34 bzw. 33, 35 ist jeweils eine gemeinsame Blende 302 bzw. 303 vorgesehen .

Eine Auswertungseinheit 11 ist Bestandteil der Betriebsvorrichtung 10 der Beleuchtungseinrichtung und ist beispielsweise als programmgesteuerter Mikroprozessor ausgebildet, der die von den Lichtsensoren 31 bis 35 detektierten Lichtintensitäten auswertet und mit Referenzwerten für die Lichtintensitätswerte der Lichtsensoren 31 bis 35 vergleicht, die in einem beispielsweise als EEPROM ausgebildeten Speicherelement 12 gespeichert sind. Diese Referenzwerte werden beispielsweise während einer Kalibrierungsphase, die vor Auslieferung der Beleuchtungseinrichtung stattfindet und einen Betrieb der Beleuchtungseinrichtung mit fehlerfreiem Lichtwellenlängenkonversi-

- 14 -

onselement 2 vorsieht, ermittelt und im EEPROM 12 gespeichert. Mit Hilfe der Auswertungseinheit 11 werden die von den Lichtsensoren 31 bis 35 detektierten Lichtintensitäten während des Betriebs der Beleuchtungseinrichtung in  
5 regelmäßigen Zeitintervallen von beispielsweise 1 Millisekunde überwacht und mit den Referenzwerten verglichen, um bereits frühzeitig etwaige Veränderungen im Lichtwellenlängenkonversionselement 2 feststellen zu können. Überschreitet bei einem der Lichtsensoren 31 bis 35 die  
10 Abweichung der detektierten Lichtintensität von dem zugehörigen Referenzwert einen vorgegebenen Schwellwert, so wird die Laserdiodenanordnung 1 durch die Auswertungseinheit 11 selbsttätig ausgeschaltet.

Zusätzlich wird mittels der Auswertungseinheit 11 auch  
15 der Quotient der von den paarweise angeordneten zweiten 32 und vierten Lichtsensoren 34 detektierten Lichtintensitäten sowie der Quotient der von den paarweise angeordneten dritten 33 und fünften Lichtsensoren 35 überwacht, um den relativen Anteil von nicht-konvertiertem blauem  
20 und konvertiertem gelbem Licht zu überwachen und so eine Verschlechterung der Qualität des Leuchtstoffs feststellen zu können.

Außerdem kann zu Kontrollzwecken mittels der Auswertungseinheit 11 auch der Quotient der von dem ersten Lichtsensor 31 und dem zweiten Lichtsensor 32 detektierten Lichtintensitäten oder bzw. und der Quotient der von dem ersten Lichtsensor 31 und dem dritten Lichtsensor 33 detektierten Lichtintensitäten überwacht werden, um beispielsweise Veränderungen im Lichtwellenlängenkonversionselement 2 zu detektieren. Ferner ist es für denselben Zweck  
30



- 15 -

auch möglich, den Quotienten der von dem vierten 34 und fünften Lichtsensor 35 detektierten Lichtintensitäten zur Überwachung des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 heranzuziehen .

5 In Figur 3 ist schematisch die räumliche Anordnung der Lichtsensoren und des Lichtwellenlängenkonversionselements gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet von  
10 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch die Anzahl der Lichtsensoren, die entlang der Kante des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 angeordnet sind. In allen anderen Details stimmen die beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher  
15 werden in den Figuren 1 bis 3 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen dieselben Bezugszeichen verwendet und für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Beschreibung beim ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten  
20 Ausführungsbeispiel der Erfindung besitzt zwei zusätzliche, als mit Farbfiltern und Blenden 304, 305 versehene Fotodioden ausgebildete Lichtsensoren 36, 37, die nicht-konvertiertes blaues Laserlicht detektieren und entlang der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2  
25 angeordnet sind. Die Auswertung der von den zusätzlichen Lichtsensoren 36, 37 detektierten Lichtintensitäten erfolgt analog zu der Auswertung der von den Lichtsensoren 31 bis 35 detektierten Lichtintensitäten mittels der Auswertungseinheit 11.

- 16 -

In Figur 4 ist schematisch die räumliche Anordnung der Lichtsensoren und des Lichtwellenlängenkonversionselements gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet von der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch die Anzahl der Lichtsensoren und die Verwendung von zwei Spiegeln 71, 72, die entlang der Kante des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 angeordnet sind. In allen anderen Details stimmen die beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher werden in den Figuren 2 und 4 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen dieselben Bezugszeichen verwendet und für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Beschreibung beim ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist jeweils nur einen Lichtsensor 38, 39 zur Detektion von nicht-konvertiertem blauem und konvertiertem gelbem Licht auf. Der erste Lichtsensor 38 ist als mit Farbfilter und Blende 308 versehene Fotodiode ausgebildet und detektiert am Lichtwellenlängenkonversionselement 2 gestreutes, nicht-konvertiertes blaues Laserlicht, das an der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 emittiert wird. Ein erster Spiegel 71 ist diametral gegenüberliegend zu dem ersten Lichtsensor 38 angeordnet, so dass das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 zwischen dem ersten Spiegel 71 und dem ersten Lichtsensor 38 liegt. Der erste Spiegel 71 reflektiert an der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 emittiertes Laserlicht zurück zu dem Lichtwellenlängenkonversionselement 2, so dass es nach nochmaligem Passie-

- 17 -

ren des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 und Aus-  
tritt aus der Kante 20 an der gegenüberliegenden Seite  
des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 dem ersten  
Lichtsensoren 38 zugeführt wird, der den nicht-  
5 konvertierten blauen Anteil des Laserlichts detektiert.  
Der zweite Lichtsensor 39 ist als mit Farbfilter und  
Blende 309 versehene Fotodiode ausgebildet und detektiert  
vom Lichtwellenlängenkonversionselement 2 konvertiertes  
gelbes Laserlicht, das an der Kante 20 des Lichtwellen-  
10 längenkonversionselements 2 emittiert wird. Ein zweiter  
Spiegel 72 ist diametral gegenüberliegend zu dem zweiten  
Lichtsensoren 39 angeordnet, so dass das Lichtwellenlängen-  
konversionselement 2 zwischen dem zweiten Spiegel 72 und  
dem zweiten Lichtsensoren 39 liegt. Der zweite Spiegel 72  
15 reflektiert an der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonver-  
sionselements 2 emittiertes Laserlicht zurück zu dem  
Lichtwellenlängenkonversionselement 2, so dass es nach  
nochmaligem Passieren des Lichtwellenlängenkonversions-  
elements 2 und Austritt aus der Kante 20 an der gegen-  
20 überliegenden Seite des Lichtwellenlängenkonversionsele-  
ments 2 dem zweiten Lichtsensoren 39 zugeführt wird, der  
den konvertierten gelben Anteil des Laserlichts detek-  
tiert. Die Auswertung der von den Lichtsensoren 38, 39  
detektierten Lichtintensitäten erfolgt analog zu der Aus-  
25 wertung der von den Lichtsensoren 31 bis 35 der Beleuch-  
tungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der  
Erfindung detektierten Lichtintensitäten mittels der Aus-  
wertungseinheit 11.

In Figur 4 ist zusätzlich schematisch der von der  
30 Laserdiodenanordnung 1 auf der ersten Stirnfläche 21 des

- 18 -

Lichtwellenlängenkonversionselements 2 erzeugte Laserlichtspot 8 dargestellt. Sein Durchmesser beträgt ca. 500 Mikrometer. Außerdem ist schematisch ein Riss 9 in dem Lichtwellenlängenkonversionselement 2 an seiner ersten  
5 Stirnseite 21 dargestellt, an dem das Laserlicht gestreut wird und der dadurch mittels der Lichtsensoren 38, 39 und Spiegel 71, 72 detektiert wird.

In Figur 5 ist schematisch die räumliche Anordnung der Lichtsensoren und Spiegel sowie des Lichtwellenlängenkonversionselements gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel  
10 der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet von der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch die  
15 Anzahl und Anordnung der Lichtsensoren entlang der Kante des Lichtwellenlängenkonversionselements 2. In allen anderen Details stimmen die beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher werden in den Figuren 4 und 5 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen dieselben  
20 Bezugszeichen verwendet und für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Beschreibung beim dritten Ausführungsbeispiel verwiesen. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist zwei zusätzliche Lichtsensoren 38' und 39' auf. Der dritte  
25 te Lichtsensor 38' ist als mit Farbfilter versehene Fotodiode zur Detektion von konvertiertem gelbem Laserlicht ausgebildet. Der dritte Lichtsensor 38' ist paarweise mit dem ersten Lichtsensor 38 hinter der ersten Blende 308 angeordnet, so dass der erste Lichtsensor 38 den nicht-  
30 konvertierten blauen Anteil des am ersten Spiegel 71 in

- 19 -

das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 zurückreflektierten und an der gegenüberliegenden Seite aus der Kante 20 austretenden Laserlichts detektiert, während der dritte Lichtsensor 38' den konvertierten gelben Anteil des am  
5 ersten Spiegel 71 in das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 zurückreflektierten und an der gegenüberliegenden Seite aus der Kante 20 austretenden Laserlichts detektiert. Der vierte Lichtsensor 39' ist als mit Farbfilter versehene Fotodiode zur Detektion von nicht-konvertiertem  
10 blauem Laserlicht ausgebildet. Der vierte Lichtsensor 39' ist paarweise mit dem zweiten Lichtsensor 39 hinter der zweiten Blende 309 angeordnet, so dass der zweite Lichtsensor 39 den konvertierten gelben Anteil des am zweiten Spiegel 72 in das Lichtwellenlängenkonversionselement 2  
15 zurückreflektierten und an der gegenüberliegenden Seite aus der Kante 20 austretenden Laserlichts detektiert, während der vierte Lichtsensor 39' den nicht-konvertierten blauen Anteil des am zweiten Spiegel 72 in das Lichtwellenlängenkonversionselement 2 zurückreflektierten und an der gegenüberliegenden Seite aus der Kante 20 austretenden Laserlichts detektiert. Die Auswertung der von den Lichtsensoren 38, 38', 39, 39' detektierten Lichtintensitäten erfolgt analog zu der Auswertung der von den Lichtsensoren 31 bis 35 detektierten Lichtintensitäten mittels der  
20 Auswertungseinheit 11.  
25

In Figur 6 ist schematisch die räumliche Anordnung der Lichtsensoren und Spiegel sowie des Lichtwellenlängenkonversionselements gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung  
30 gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung un-

- 20 -

terscheidet von der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch die Ausrichtung der Lichtsensoren bezüglich des Lichtwellenlängenkonversionselements 2. In allen anderen Details stimmen die beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher werden in den Figuren 4 und 6 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen dieselben Bezugszeichen verwendet und für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Beschreibung beim dritten Ausführungsbeispiel verwiesen. Bei dem in Figur 4 abgebildeten dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind im Unterschied zu dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung die Öffnungen der Blenden 308, 309 und Lichtsensoren 38, 39 senkrecht zu einem Durchmesser des Lichtwellenlängenkonversionselements 2 angeordnet.

In Figur 7 ist schematisch die räumliche Anordnung der Lichtsensoren und Spiegel sowie des Lichtwellenlängenkonversionselements gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet von der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch die Anzahl und Anordnung der Lichtsensoren bezüglich des Lichtwellenlängenkonversionselements 2. In allen anderen Details stimmen die beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher werden in den Figuren 4 und 7 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen dieselben Bezugszeichen verwendet und für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Beschreibung beim dritten Ausführungsbeispiel verwiesen. Bei der Beleuchtungseinrichtung gemäß

- 21 -

dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist hinter  
den Blenden 308, 309 eine Vielzahl von Lichtsensoren 38  
bzw. 39 angeordnet, die zur Detektion von nicht-  
konvertiertem blauem bzw. konvertiertem gelbem Laserlicht  
5 dienen.

In Figur 8 ist schematisch die räumliche Anordnung der  
Lichtsensoren 38, 38', 39, 39' und eines optischen Ele-  
ments 73 sowie des Lichtwellenlängenkonversionselement s 2  
gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung dar-  
10 gestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem siebten  
Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet von der  
Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbei-  
spiel der Erfindung nur dadurch, dass anstelle der beiden  
Spiegel 71, 72 ein ringsegment förmiges, als Lichtleiter  
15 ausgebildetes optisches Element 73 verwendet wird, das  
die Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements 2  
ringförmig umgibt. In allen anderen Details stimmen die  
beiden Ausführungsbeispiele überein. Daher werden in den  
Figuren 5 und 8 für identische Komponenten der Beleuch-  
20 tungseinrichtungen dieselben Bezugszeichen verwendet und  
für deren Beschreibung wird auf die entsprechende Be-  
schreibung beim vierten Ausführungsbeispiel verwiesen.  
Der Lichtleiter 73 ist ringsegmentförmig ausgebildet. Er  
umgibt die Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionsele-  
25 ments 2 nahezu vollständig, abgesehen von einem Bereich,  
in dem die Lichtsensoren 38, 38', 39, 39' und Blenden  
308, 309 angeordnet sind. Der Lichtleiter 73 besitzt ei-  
nen lichtstreuend ausgebildeten Oberflächenabschnitt 730,  
welcher der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionsele-  
30 ments 2 zugewandt ist. Mit Hilfe des Lichtleiters 73 wird

- 22 -

an der Kante 20 des Lichtwellenlängenkonversionselements  
2 emittiertes Laserlicht zu den hinter den Blenden 308,  
309 angeordneten Lichtsensoren 38, 38', 39, 39' gelenkt.

In den Figuren 9 bis 12 ist schematisch die räumliche An-  
5 Ordnung der Lichtsensoren und des optischen Elements 73  
der Beleuchtungseinrichtungen von vier weiteren Ausführ-  
ungsbeispielen dargestellt, die sich von der Beleuch-  
tungseinrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel  
nur durch die unterschiedliche Anzahl von Lichtsensoren  
10 und Blenden unterscheidet. Es wird daher für deren Be-  
schreibung auf die Beschreibung der vorstehenden Ausführ-  
ungsbeispiele verwiesen.



## Ansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung mit mindestens einer Laserlichtquelle (1) und mindestens einem Lichtwellenlängenkonversionselement (2), das dazu ausgebildet ist, von der mindestens einen Laserlichtquelle (1) emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren, wobei die Beleuchtungseinrichtung mindestens einen Lichtsensor zur Überwachung der Lichtemission aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass  
5  
10 die Beleuchtungseinrichtung mindestens zwei Lichtsensoren (31, 32) aufweist, die beide zum Detektieren von am mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutem, nicht-konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind, oder die beide zum Detektieren von konvertiertem Laserlicht vorgesehen sind, oder  
15 die Beleuchtungseinrichtung mindestens ein optisches Element (71, 72; 73) aufweist, das derart ausgebildet ist, dass am Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mittels des optischen Elements (71, 72; 73) zu dem mindestens einen Lichtsensor (38) gelenkt wird.  
20
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei das  
25 mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement (2) scheibenartig ausgebildet ist und zwei einander gegenüberliegende Stirnflächen (21, 22), die über eine Kante (20) miteinander verbunden sind, und die mindestens zwei Lichtsensoren (31, 32) derart ange-

- 24 -

ordnet sind, dass sie aus der Kante (20) austreten -  
des Licht detektieren können.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei das  
mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement  
5 (2) scheibenartig ausgebildet ist und zwei einander  
gegenüberliegende Stirnflächen (21, 22), die über  
eine Kante (20) miteinander verbunden sind, und das  
mindestens eine optische Element (71, 72; 73) der-  
art angeordnet ist, dass es aus der Kante (20) aus-  
10 tretendes Licht zu dem mindestens einen Lichtsensor  
(38) lenkt.
4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wo-  
bei die Lichtsensoren (31, 32; 38) entlang der Kan-  
te (20) des mindestens einen Lichtwellenlängenkon-  
15 versionselements (2) angeordnet sind.
5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 3, wobei das  
mindestens eine optische Element (71, 72; 73) ent-  
lang der Kante (20) des mindestens einen Lichtwel-  
lenlängenkonversionselements (2) angeordnet ist.
- 20 6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 5, wobei eine Auswertungseinheit (11) zur Aus-  
wertung der von den Lichtsensoren (31, 32; 38) de-  
tektierten Sensorsignale vorgesehen ist.
7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, wobei die  
25 Auswertungseinheit (11) derart ausgebildet ist,  
dass ein Quotient aus den von den mindestens zwei  
Lichtsensoren (31, 32) ermittelten Lichtintensitä-

- 25 -

ten oder ein dazu proportionales Signal ausgewertet wird.

8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Auswertungseinheit (11) oder die Beleuchtungseinrichtung ein Speichermittel (12) aufweist, in dem Referenzwerte gespeichert sind, die zum Vergleich mit den von den Lichtsensoren (31, 32; 38) ermittelten Sensorsignalen oder dazu korrespondierenden physikalischen Größen dienen.
9. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die mindestens eine Laserlichtquelle (1) derart ausgebildet ist, dass sie Licht aus dem Wellenlängenbereich von 380 bis 490 Nanometer emittiert, und das mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement (2) derart ausgebildet ist, dass es Licht von der mindestens einen Laserlichtquelle (1) anteilig in Licht mit einer Intensitätsmaximum in dem Wellenlängenbereich von 500 bis 590 Nanometer konvertiert.
10. Verfahren zum Betreiben einer Beleuchtungseinrichtung, die mindestens eine Laserlichtquelle (1) und mindestens ein Lichtwellenlängenkonversionselement (2) zur Wellenlängenkonversion eines Teils des von der mindestens einen Laserlichtquelle (1) emittierten Lichts in Licht anderer Wellenlänge, wobei die Lichtemission mittels mindestens eines Lichtsensors überwacht wird, dadurch gekennzeichnet, dass am Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutes, nicht-

- 26 -

- konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mit Hilfe von mindestens zwei Lichtsensoren (31, 32) detektiert wird,  
oder
- 5 am Lichtwellenlängenkonversionselement (2) gestreutes, nicht-konvertiertes Laserlicht oder konvertiertes Laserlicht mit Hilfe von mindestens einem optischen Element (71, 72; 73) zu mindestens einem Lichtsensor (38) gelenkt wird.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei aus einer Kante (20) eines scheibenartigen Lichtwellenlängenkonversionselements (2) ausgekoppeltes Laserlicht mittels der Lichtsensoren (31, 32; 38) detektiert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei aus einer Kante  
15 (20) eines scheibenartigen Lichtwellenlängenkonversionselements (2) ausgekoppeltes Laserlicht mittels des mindestens einen optischen Elements (71, 72; 73) zu dem mindestens einen Lichtsensor (38) gelenkt wird.
- 20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei mittels einer Auswertungseinheit (11) von den Lichtsensoren (31, 32; 38) detektierte Sensorsignale ausgewertet werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei ein Quotient aus  
25 den von den mindestens zwei Lichtsensoren (31, 32) detektierten Sensorsignalen gebildet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei in einem Speicherelement (12) gespeicherte Referenzwerte für

- 27 -

die Sensorsignale oder daraus abgeleitete Größen zur Auswertung herangezogen werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei von den Lichtsensoren (31, 32; 38) detektierte Sensorsignale in regelmäßig wiederkehrenden Zeitintervallen überwacht und ausgewertet werden.
- 5

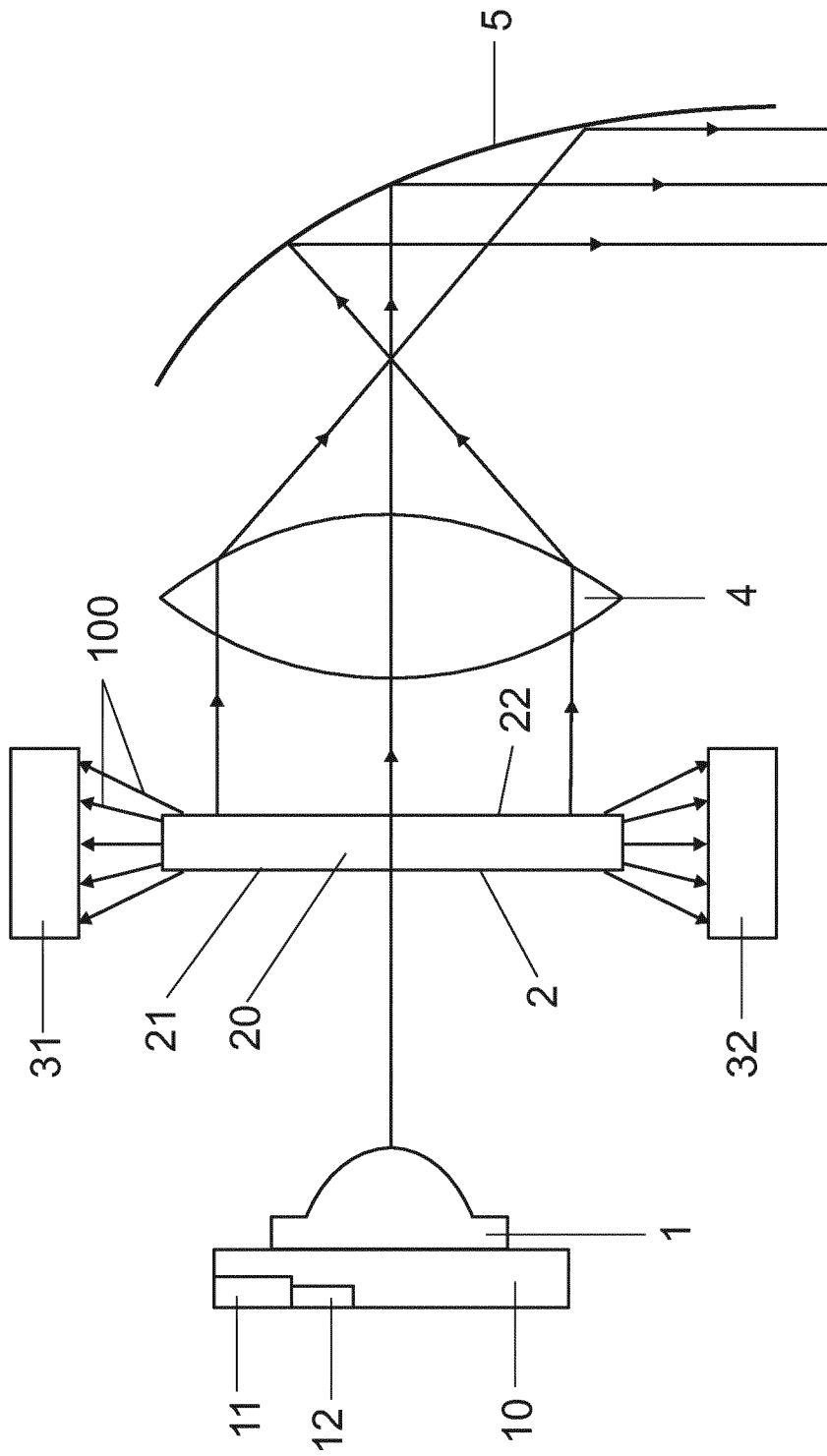


Fig. 1

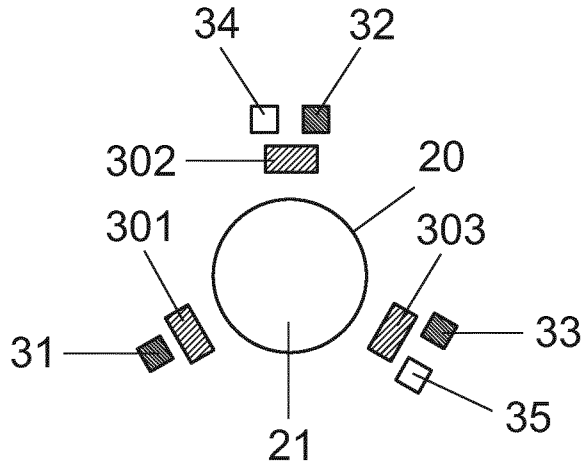


Fig. 2

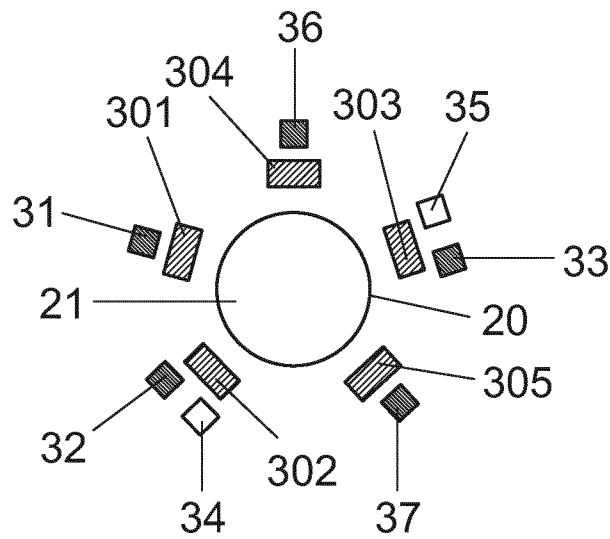


Fig. 3

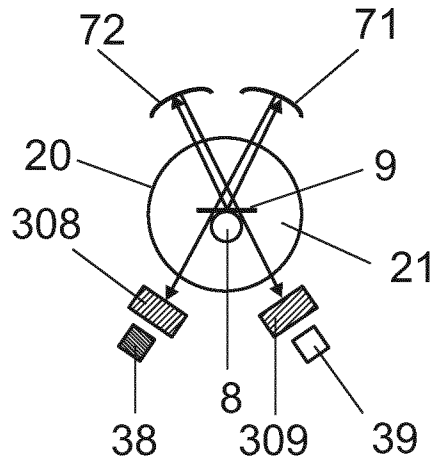


Fig. 4

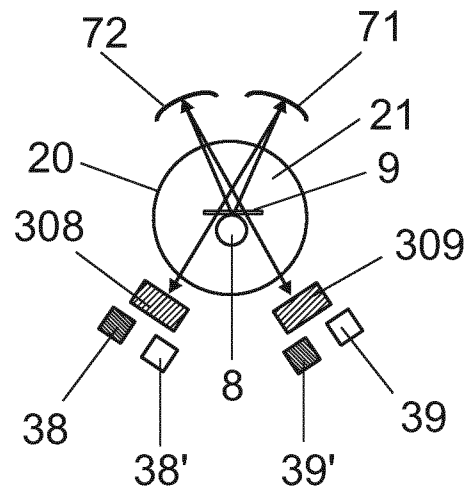


Fig. 5



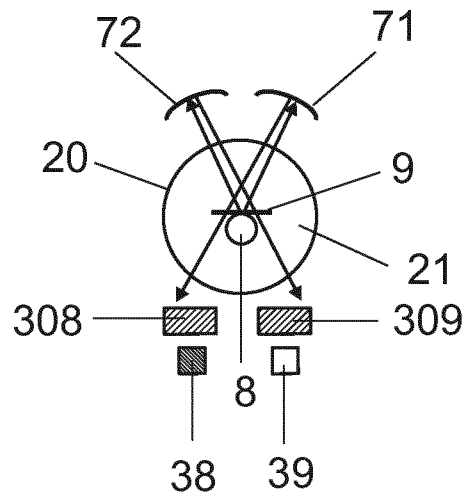


Fig. 6

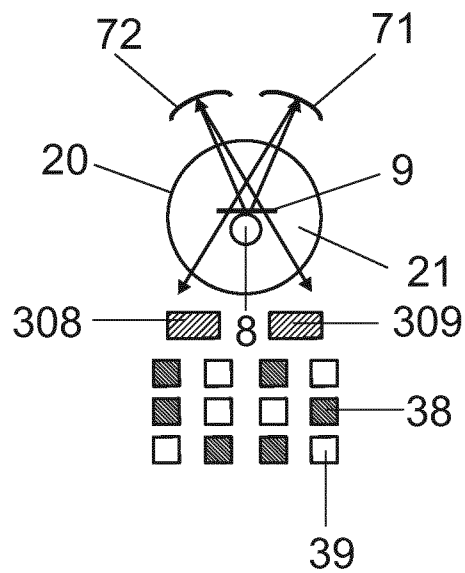


Fig. 7

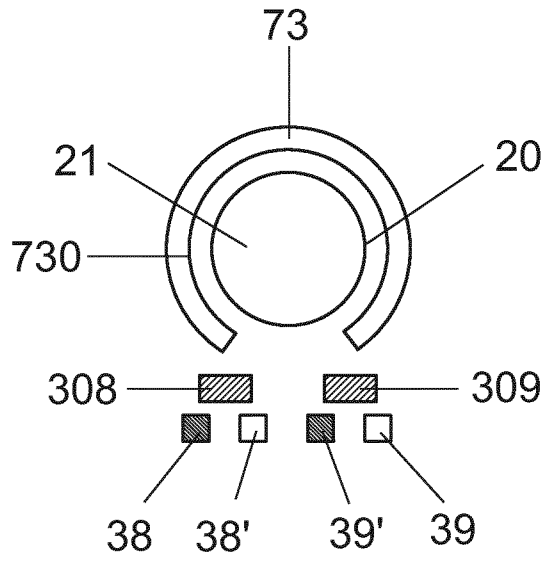


Fig. 8

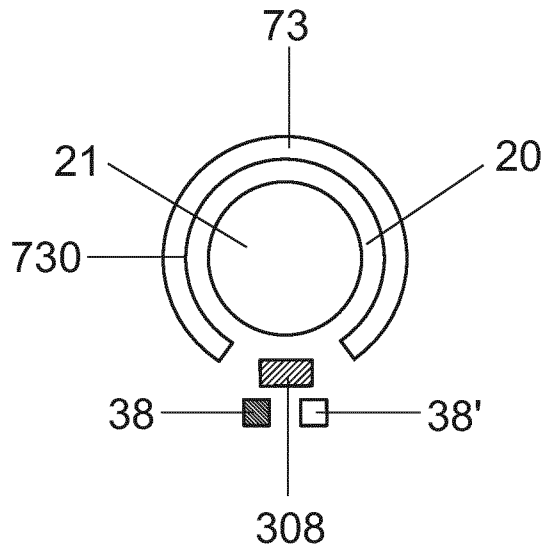


Fig. 9

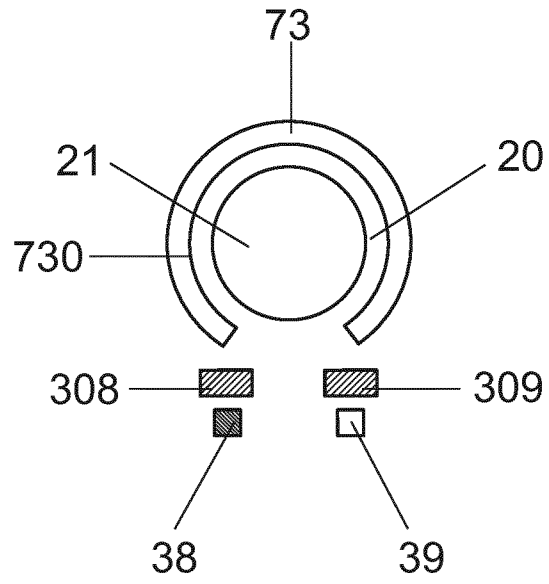


Fig. 10

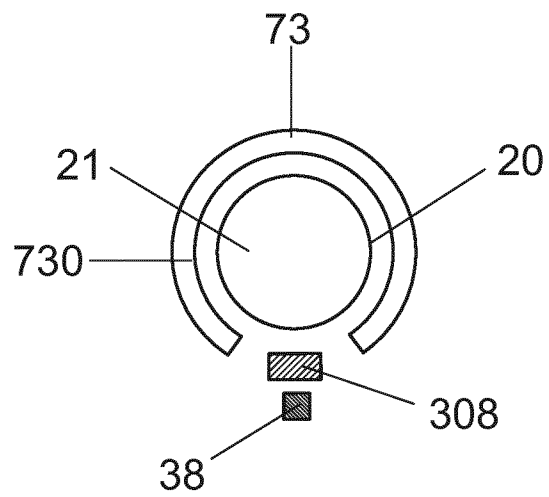


Fig. 11

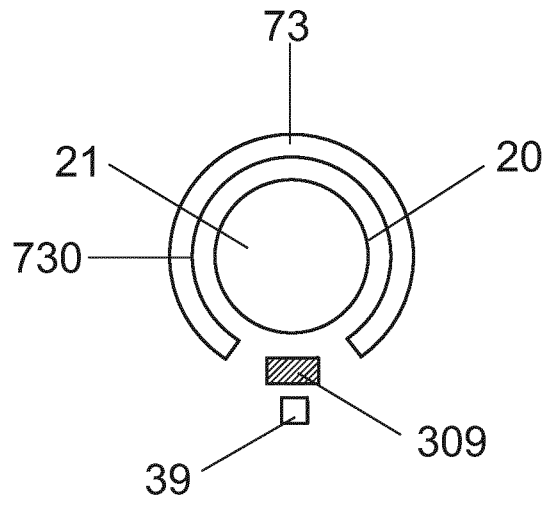


Fig. 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No <b>PCT/EP2015/052290</b>
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
**INV. F21S8/10 F21K99/00 F21V23/04 H01S5/0683**  
 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)  
**F21S F21K F21V H01S**

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
**EPO-Internal , WPI Data**

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	JP 2013 191479 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 26 September 2013 (2013-09-26) the whole document	1-16
X,P	EP 2 784 382 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 1 October 2014 (2014-10-01) the whole document	1, 3, 5, 6, 10, 12
A	EP 2 119 531 AI (LASERVISION GMBH & CO KG [DE]) 18 November 2009 (2009-11-18) the whole document	1-16
A	US 2011/063115 AI (KISHIMOTO KATSUHIKO [JP]) 17 March 2011 (2011-03-17) the whole document	1-16
	----- -/- .	

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent 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>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <b>12 May 2015</b>	Date of mailing of the international search report <b>19/05/2015</b>
---	---

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

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/052290

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	US 2011/116520 AI (KRIJN MARCELLINUS PETRUS CAROLUS MICHAEL [NL] ET AL) 19 May 2011 (2011-05-19) the whole document	1-16
A	----- JP 2008 122838 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 29 May 2008 (2008-05-29) the whole document -----	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No <b>PCT/EP2015/052290</b>
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013191479	A	26-09-2013	NONE
-----			
EP 2784382	A2	01-10 -2014	CN 104075251 A 01-10-2014
			EP 2784382 A2 01-10-2014
			JP 2014187326 A 02-10-2014
			KR 20140116774 A 06-10-2014
			US 2014286365 AI 25-09-2014
-----			
EP 2119531	AI	18-11 -2009	DE 102008024068 B3 21-01-2010
			EP 2119531 AI 18-11-2009
-----			
US 2011063115	AI	17-03 -2011	JP 5122542 B2 16-01-2013
			JP 2011066069 A 31-03-2011
			US 2011063115 AI 17-03-2011
-----			
US 2011116520	AI	19-05 -2011	CN 102089945 A 08-06-2011
			EP 2297827 A2 23-03-2011
			JP 5677293 B2 25-02-2015
			JP 2011527518 A 27-10-2011
			TW 201010218 A 01-03-2010
			US 2011116520 AI 19-05-2011
			Wo 2010004477 A2 14-01-2010
-----			
JP 2008122838	A	29-05 -2008	JP 5103874 B2 19-12-2012
			JP 2008122838 A 29-05-2008
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/052290

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. F21S8/10 F21K99/00 F21V23/04 H01S5/0683  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F21S F21K F21V H01S

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2013 191479 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 26. September 2013 (2013-09-26) das ganze Dokument	1-16
X,P	EP 2 784 382 A2 (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOLOGY [JP]) 1. Oktober 2014 (2014-10-01) das ganze Dokument	1, 3, 5, 6, 10, 12
A	EP 2 119 531 AI (LASERVISION GMBH & CO KG [DE]) 18. November 2009 (2009-11-18) das ganze Dokument	1-16
A	US 2011/063115 AI (KISHIMOTO KATSUHIKO [JP]) 17. März 2011 (2011-03-17) das ganze Dokument	1-16
	----- -/- .	

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
12. Mai 2015	19/05/2015

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



C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/116520 AI (KRIJN MARCELLINUS PETRUS CAROLUS MICHAEL [NL] ET AL) 19. Mai 2011 (2011-05-19) das ganze Dokument	1-16
A	----- JP 2008 122838 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 29. Mai 2008 (2008-05-29) das ganze Dokument -----	1-16

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/052290

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013191479	A	26-09-2013	KEINE
-----			
EP 2784382	A2	01-10 -2014	CN 104075251 A 01-10-2014
			EP 2784382 A2 01-10-2014
			JP 2014187326 A 02-10-2014
			KR 20140116774 A 06-10-2014
			US 2014286365 AI 25-09-2014
-----			
EP 2119531	AI	18-11 -2009	DE 102008024068 B3 21-01-2010
			EP 2119531 AI 18-11-2009
-----			
US 2011063115	AI	17-03 -2011	JP 5122542 B2 16-01-2013
			JP 2011066069 A 31-03-2011
			US 2011063115 AI 17-03-2011
-----			
US 2011116520	AI	19-05 -2011	CN 102089945 A 08-06-2011
			EP 2297827 A2 23-03-2011
			JP 5677293 B2 25-02-2015
			JP 2011527518 A 27-10-2011
			TW 201010218 A 01-03-2010
			US 2011116520 AI 19-05-2011
			Wo 2010004477 A2 14-01-2010
-----			
JP 2008122838	A	29-05 -2008	JP 5103874 B2 19-12-2012
			JP 2008122838 A 29-05-2008
-----			