

(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. März 2014 (13.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/037217 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01J 3/51 (2006.01) G01J 3/50 (2006.01)
F21K 99/00 (2010.01) F21V 23/04 (2006.01)
G01J 3/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/067319

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. August 2013 (20.08.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 215 702.6
5. September 2012 (05.09.2012) DE

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

(72) Erfinder: DUSSAULT, David; Kreuzhofstr. 21, 93073
Neutraubling (DE). NAUEN, Andre; Dr.-Gessler-Str.
27D, 93051 Regensburg (DE). KHRUSHCHEV, Sergey;
Franz-von-Taxis-Ring 20, 93049 Regensburg (DE).
GAMMER, Christian; Grubweg 12, 93455 Traitsching
(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, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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

(54) Bezeichnung : BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG

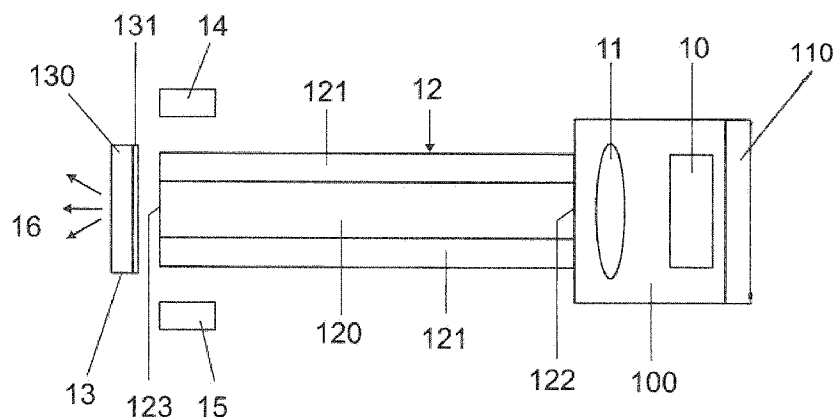


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to an illumination device that comprises at least one laser light source (10) and at least one light wavelength conversion element (13) which is designed for proportionately converting light, emitted by the at least one laser light source (10), into light of another wavelength. In order to monitor the at least one laser light source, a first light sensor (14) is designed to detect non-converted laser light on the wavelength of the light emitted by said at least one laser light source (10), and a second light sensor (15) is designed to detect converted laser light on the wavelength of the light converted by said at least one light wavelength conversion element (13).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/037217 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung mit mindestens einer Laserlichtquelle (10) und mindestens einem Lichtwellenlängenkonversionselement (13), das dazu ausgebildet ist, von der mindestens einen Laserlichtquelle (10) emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren, wobei zur Überwachung der mindestens einen Laserlichtquelle ein erster Lichtsensor (14) zum Detektieren von nicht konvertiertem Laserlicht auf die Wellenlänge des von der mindestens einen Laserlichtquelle (10) emittierten Lichts abgestimmt ist, und ein zweiter Lichtsensor (15) zum Detektieren von konvertiertem Laserlicht auf die Wellenlänge des von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (13) konvertierten Lichts abgestimmt ist.

- 1 -

Beleuchtungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

I. Stand der Technik

Eine derartige Beleuchtungseinrichtung ist beispielsweise in der US 2011/0084609 A1 offenbart. Diese Schrift be-
5 schreibt eine Beleuchtungseinrichtung mit verbesserter Sicherheit für den Anwender. Zu diesem Zweck ist in der Beleuchtungseinrichtung ein Lichtsensor vorgesehen, der am Lichtwellenlängenkonversionselement reflektiertes Licht detektiert und auf diese Weise die Präsenz oder das
10 Fehlen des Lichtwellenlängenkonversionselement feststellt und eine Abschaltung der Laserlichtquelle im Fall des Fehlens des Lichtwellenlängenkonversionselements veranlasst.

II. Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mit einer verbesserten Überwachung
15 der Lichtemission bereitzustellen.

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung besitzt mindestens eine Laserlichtquelle und mindestens ein Lichtwellenlängenkonversionselement, das dazu ausgebildet ist,
20 von der mindestens einen Laserlichtquelle emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren. Außerdem besitzt die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens zwei Lichtsensoren zur Überwachung der Lichtemission für die mindestens eine Laserlichtquel-

- 2 -

le, wobei ein erster Lichtsensor zum Detektieren von nicht konvertiertem Laserlicht auf die Wellenlänge des von der mindestens einen Laserlichtquelle emittierten Lichts abgestimmt ist, und ein zweiter Lichtsensor zum
5 Detektieren von konvertiertem Laserlicht auf eine Wellenlänge, beispielsweise die dominante Wellenlänge, des von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement konvertierten Lichts abgestimmt ist.

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung ermöglicht
10 mit Hilfe der Lichtsensoren mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit eine Ermittlung der relativen Anteile von konvertiertem und nicht konvertiertem Licht und somit den Nachweis einer etwaigen absoluten oder relativen Intensitätsänderung des Laserlichts bzw. des konvertierten Lichts oder einer etwaigen absoluten oder relativen
15 Farbortverschiebung des aus konvertiertem und nicht konvertiertem Licht bestehenden Mischlichts, das von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittiert wird. In Abhängigkeit von der Größe der Farbortverschiebung bzw. der relativen Intensitätsänderung kann eine Sicherheitsabschaltung der mindestens einen Laserlichtquelle
20 aktiviert werden. Außerdem ermöglicht die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung, sowohl Veränderungen an den Laserlichtquellen als auch an dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement zu detektieren. Insbesondere ist somit eine genauere Lokalisierung von etwaigen Fehlerquellen in der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung möglich.

Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der
30 Erfindung sind die Lichtsensoren der erfindungsgemäßen

- 3 -

Beleuchtungseinrichtung derart angeordnet, dass sie an dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutes, konvertiertes bzw. nicht konvertiertes Licht detektieren. Durch diese Anordnung der Lichtsensoren stören die Lichtsensoren nicht die Lichtemission der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung, da sie nicht im direkten Strahlengang der mindestens einen Laserlichtquelle angeordnet sind.

Gemäß einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der erste Lichtsensor derart angeordnet, dass er nicht konvertiertes, von der mindestens einen Laserlichtquelle emittiertes Licht detektiert, und der zweite Lichtsensor ist derart angeordnet, dass er an dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement gestreutes, konvertiertes Licht detektiert. Der erste Lichtsensor ist in diesem Fall vorzugsweise derart angeordnet, dass er entweder Streulicht von der mindestens einen Laserlichtquelle detektiert oder nicht konvertiertes Laserlicht empfängt, das beispielsweise mittels eines Strahlteilers ausgekoppelt ist. In diesem Fall wird die Lichtemission der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ebenfalls nicht durch die Lichtsensoren behindert.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung mindestens einen Lichtleiter auf, der derart angeordnet ist, dass konvertiertes und nicht konvertiertes Streulicht von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement in den Lichtleiter eingekoppelt wird und dann das aus dem Lichtleiter austretende Licht auf einen für den jeweiligen Spektralanteil des konvertierten bzw.

- 4 -

nicht konvertierten Lichts empfindlichen Lichtsensor geleitet wird. Die Verwendung mindestens eines Lichtleiters hat den Vorteil, dass Streulicht hoher Intensität mit geringem Verlust von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement zu den Lichtsensoren geleitet wird und somit eine hohe Lichtintensität von den Lichtsensoren messbar ist.

Vorteilhafter Weise ist eine Auswertungseinheit vorgesehen und derart ausgebildet, dass ein Quotient aus den von dem ersten Lichtsensor und von dem zweiten Lichtsensor ermittelten Lichtintensitäten oder eine dazu proportionale Größe ausgewertet wird. Dadurch kann auf einfache Weise der relative Anteil des konvertierten Lichts und des nicht konvertierten Lichts bei dem von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittierten Licht bestimmt werden. Außerdem kann der Wert eines solchen Quotienten oder einer dazu proportionalen Größe als Maß für den Farbort oder einer etwaigen Farbortverschiebung des von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichts genutzt werden und mit Hilfe dieses Quotienten oder der dazu proportionalen Größe eine Schwelle für die Aktivierung einer Sicherheitsabschaltung der Laserlichtquellen definiert werden. Ferner kann der Wert eines solchen Quotienten oder einer dazu proportionalen Größe als Maß für einen etwaigen Qualitätsverlust beim Lichtwellenlängenkonversionselement oder als Indikator für den teilweisen oder kompletten Verlust des Lichtwellenlängenkonversionselements verwendet werden. Weiterhin hat die Verwendung des vorgenannten Quotienten oder der dazu proportionalen Größe den Vorteil, dass die Sicherheitsabschal-

- 5 -

tung der Laserlichtquellen und die Qualitätsüberwachung des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements unabhängig von den absoluten Werten der von den beiden Lichtsensoren gemessenen Lichtintensitäten ist. Für die
5 Sicherheitsabschaltung der Laserlichtquellen und die Qualitätsüberwachung des mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselements ist sowohl der Quotient $L1/L2$ als auch der Kehrwert $L2/L1$ dieses Quotienten sowie eine dazu proportionale Größe geeignet, wobei $L1$ die vom ersten
10 Lichtsensor gemessene Lichtintensität und $L2$ die vom zweiten Lichtsensor gemessene Lichtintensität bezeichnet.

Vorzugsweise ist die mindestens eine Laserlichtquelle derart ausgebildet, dass sie Licht aus dem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 490 nm emittiert und das mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement ist derart
15 ausgebildet, dass es Licht von der mindestens einen Laserlichtquelle anteilig in Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Dadurch ist gewährleistet, dass die
20 erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung weißes Licht emittiert, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem 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
25 Beleuchtungseinrichtung emittierten weißen Lichts ist durch die relativen Anteile von nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht bestimmt. Der Begriff "weißes Licht" bedeutet, dass die Normfarbwertanteile x , y des von der erfindungsgemäßen Beleuchtungsein-
30

- 6 -

richtung emittierten Lichts auf der Normfarbtafel nach DIN 5033 den Normfarbwertanteilen des Unbuntpunkts bei $x=0,333$ und $y=0,333$ entsprechen oder nur geringfügig von diesen Werten abweichen.

- 5 Der erste Lichtsensor ist in vorteilhafter Weise auf einen Wellenlängenbereich von 380 nm bis 490 nm abgestimmt und der zweite Lichtsensor ist vorzugsweise auf einen Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm oder auf Wellenlängen größer oder gleich 550 nm abgestimmt. Dadurch
10 ist gewährleistet, dass der erste Lichtsensor nur den Anteil des nicht konvertierten Lichts des von der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichts detektiert und der zweite Lichtsensor nur den Anteil des konvertierten Lichts des von der erfindungsgemäßen Be-
15 leuchtungseinrichtung emittierten Lichts detektiert.

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

20 III. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

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

Figur 1 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungs-
25 beispiel der Erfindung

Figur 2 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungs-
beispiel der Erfindung

- 7 -

Figur 3 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 4 Einen Querschnitt durch die in Figur 3 abgebildete Beleuchtungseinrichtung in schematischer Darstellung entlang der Ebene A-A

Figur 5 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 6 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 7 Eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung

In Figur 1 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Diese Beleuchtungseinrichtung besitzt eine blaues Licht aus dem Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm emittierende Laserdiode 10, eine Kollimatorlinse 11, einen als Faseroptik ausgebildeten Lichtleiter 12, ein Lichtwellenlängenkonversionselement 13 und zwei Lichtsensoren 14, 15. Die Laserdiode 10 und die Kollimatorlinse 11 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 100 untergebracht. Das von der Laserdiode 10 emittierte Licht wird mit Hilfe der Kollimatorlinse 11 parallelisiert und in ein erstes Ende 122 der Faseroptik 12 eingekoppelt. Die Faseroptik 12 besitzt einen Licht leitenden Kern 120

- 8 -

und einen den Kern 120 umgebenden Mantel 121, dessen Material einen geringeren optischen Brechungsindex als das Material des Kerns 120 aufweist, so dass das in die Faseroptik 12 eingekoppelte Licht durch Totalreflexion am Mantel 121 im Kern 120 verbleibt und die Faseroptik 12 nur an ihren Enden 122, 123 verlassen kann. Das aus dem zweiten Ende 123 austretende blaue Laserlicht trifft auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 und wird nach dem Auftreffen auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 anteilig in gelbes Licht konvertiert, so dass beim Passieren des Lichtwellenlängenkonversionselements 13 weißes Licht 16 erzeugt wird, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht ist. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung generiert somit weißes Licht, das eine Mischung aus blauem Anregungslicht der Laserdiode 10 und konvertiertem gelbem Licht des Lichtwellenlängenkonversionselements 13 ist. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 dient als Lichtaustrittsöffnung der Beleuchtungseinrichtung und da es nur eine kleine Fläche im Bereich von 1 mm² bis 5 mm² besitzt, kann die Beleuchtungseinrichtung als weißes Licht emittierende Punktlichtquelle angesehen werden, die sehr gut als Lichtquelle für Projektionsanwendungen, insbesondere Fahrzeugscheinwerfer, geeignet ist.

Das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht aus einem Saphirplättchen 130, das mit Leuchtstoff 131 beschichtet ist, der blaues Licht in gelbes Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wel-

- 9 -

lenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Als Leuchtstoff 131 wird mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce) verwendet. Der relative Anteil von nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht
5 in dem weißen Mischlicht 16 wird durch die Dicke der Leuchtstoffbeschichtung 131 und die Konzentration des Leuchtstoffs auf dem Saphirplättchen 130 bestimmt. Das blaue Laserlicht wird an den Leuchtstoffpartikeln des Lichtwellenlängenkonversionselements 13 gestreut und ein
10 Teil des blauen Lichts wird mittels des Leuchtstoffs 131 in gelbes Licht konvertiert. Das Saphirplättchen 130 dient als Träger und Wärmesenke für den Leuchtstoff 131. Der Leuchtstoff 131 ist als Beschichtung auf der dem zweiten Ende 123 der Faseroptik 12 zugewandten Oberfläche
15 des Saphirplättchens 130 angebracht. Er kann aber auch auf der diesem Ende 123 abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 130 angeordnet sein. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 ist in einer Halterung (nicht abgebildet) eingespannt, die zusätzlich auch als Kühlkörper
20 per für das Lichtwellenlängenkonversionselement 13 dient.

Der erste Lichtsensor 14 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die erste Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem blauen Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm
25 empfängt. Der zweite Lichtsensor 15 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die zweite Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem gelben Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm empfängt. Die Farbfilter können alternativ
30ativ beispielsweise auch so ausgebildet sein, dass der

- 10 -

Farbfilter des ersten Lichtsensors 14 nur für Licht aus dem violetten und blauen Spektralbereich durchlässig ist und der Farbfilter des zweiten Lichtsensors 15 nur für den gelben und roten Spektralbereich durchlässig ist. Der
5 erste Lichtsensor 14 ist so angeordnet, dass er Licht detektiert, das am Lichtwellenlängenkonversionselement 13 oder an dem zweiten Ende 123 der Faseroptik 12 gestreut wurde. Der zweite Lichtsensor 15 ist so angeordnet, dass er Licht detektiert, das am Lichtwellenlängenkonversions-
10 element 13 gestreut wurde. Der erste Lichtsensor 14 detektiert allerdings nur nicht konvertiertes blaues Licht, während der zweite Lichtsensor 15 nur konvertiertes gelbes Licht detektiert. Die von den beiden Lichtsensoren 14, 15 ermittelten Lichtintensitäten werden mit Hilfe ei-
15 ner Auswertungseinheit 110 ausgewertet, die einen programmgesteuerten Mikroprozessors mit Datenspeicher (beide nicht abgebildet) enthält, um im Störfall eine Sicherheitsabschaltung der Laserdiode 10 auszulösen. Zur Überwachung der Lichtemission der Beleuchtungseinrichtung
20 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mittels der Auswertungseinheit 110 der Quotient aus der vom zweiten Lichtsensor 15 detektierten Lichtintensität und der vom ersten Lichtsensor 14 detektierten Lichtin-
25 tensität oder eine zu diesem Quotienten proportionale elektrische Größe, beispielsweise in Form einer elektrischen Spannung oder eines elektrischen Stroms, gebildet und ausgewertet. Dieser Quotient entspricht dem relativen Anteil von konvertiertem gelbem Licht zu nicht konvertiertem blauem Licht in dem Licht, das von der Beleuch-
30 tungseinrichtung emittiert wird. Unterschreitet der Wert dieses Quotienten oder der dazu proportionalen elektri-

- 11 -

schen Größe einen vorgegebenen Schwellwert, so wird die Sicherheitsabschaltung für die Laserdiode 10 ausgelöst.

Beispielsweise existiert im Fall des Fehlens des Lichtwellenlängenkonversionselements 13 kein konvertiertes
5 gelbes Licht und demzufolge ist die von dem zweiten Lichtsensor 15 detektierte Lichtintensität Null. Entsprechend hat der Wert des Quotienten aus der vom zweiten Lichtsensor 15 detektierten Lichtintensität und der vom ersten Lichtsensor 14 detektierten Lichtintensität ebenfalls den Wert Null. In diesem Fall wird für die Laserdiode 10 die Sicherheitsabschaltung ausgelöst. Verschlechtert sich während der Betriebsdauer der Beleuchtungseinrichtung die Qualität des Lichtwellenlängenkonversionselements 13, beispielsweise aufgrund von abgelösten oder
15 inaktiven Teilen der Leuchtstoffbeschichtung 131 oder wegen einer unzulässigen Intensitätserhöhung der Laseranregungsstrahlung, so wird der relative Anteil des konvertierten gelben Lichts in Bezug auf den des nicht konvertierten blauen Lichts sinken. Entsprechend wird dadurch
20 auch der Wert des vorgenannten Quotienten im Vergleich zu seinem anfänglichen Wert, den er bei vollständig intakter Leuchtstoffbeschichtung 131 hatte, gesenkt. Das hat zur Folge, dass der durch die Normfarbwertanteile x , y definierte Farbort des von der Beleuchtungseinrichtung emittierten weißen Lichts auf der Normfarbtafel gemäß DIN
25 5033 von seinem anfänglichen Wert in Richtung des blauen Spektralbereichs verschoben wird und die Farbtemperatur des weißen Licht einen höheren Wert annimmt. Die Überwachung des vorgenannten Quotienten erlaubt daher zusätzlich
30 lich zur Sicherheitsabschaltung der Laserdiode 10 auch

- 12 -

eine Überwachung der Verschiebung von Farbort und Farbtemperatur des von der Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichts. Dementsprechend kann daher im Fall einer teilweise abgelösten oder teilweise inaktiven Leuchtstoffbeschichtung 131 beispielsweise die Leistung der Laserdiode 10 reduziert werden oder die Laserdiode abgeschaltet werden, sobald ein vordefinierter Schwellwert des vorgenannten Quotienten unterschritten wird.

In Figur 2 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist fast vollständig identisch zu der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgebildet. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur durch den ersten Lichtsensor 24. Daher werden in den Figuren 1 und 2 für identische Komponenten der Beleuchtungseinrichtungen beider Ausführungsbeispiele der Erfindung dieselben Bezugszeichen verwendet. Für deren Beschreibung wird auf die Beschreibung der Komponenten des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung verwiesen. Der erste Lichtsensor 24 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im Gehäuse 100 der Beleuchtungseinrichtung untergebracht und so angeordnet, dass er unkonvertiertes blaues Licht detektiert, das an der Kollimatorlinse 11 oder am ersten Ende der Faseroptik 12 gestreut wurde oder mit geringfügiger Divergenz die Laserdiode 10

- 13 -

verlassen hatte. Der erste Lichtsensor 24 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung stimmt in allen anderen Details mit dem ersten Lichtsensor 14 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel überein. Der einzige Unterschied zwischen den Beleuchtungseinrichtungen gemäß dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht daher darin, dass bei der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung der nicht konvertierte blaue Anteil des Lichts direkt an der Laserdiode 10 bzw. am ersten Ende 122 der Faseroptik detektiert wird, während bei der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung der nicht konvertierte blaue Anteil des Lichts am zweiten Ende 123 der Faseroptik detektiert wird. Die Funktionsweise der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist identisch zu der Funktionsweise der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In den Figuren 3 und 4 ist der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt. Diese Beleuchtungseinrichtung besitzt vier, blaues Licht aus dem Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm emittierende Laserdioden 30a, 30b, jeweils eine Kollimatorlinse 31a, 31b für jede der vier Laserdioden 30a, 30b jeweils einen als Faseroptik ausgebildeten Lichtleiter 32a, 32b, 32c, 32d für jede der vier Laserdioden 30a, 30b, ein Lichtwellenlängenkonversionselement 33 und zwei Lichtsensoren 34, 35 sowie eine fünfte Faseroptik 32e, die den Lichtsensoren 34, 35 zugeordnet ist. In Figur 3 sind von den vier Laserdioden

- 14 -

30a, 30b und den ihnen zugeordneten vier Kollimatorlinsen 31a, 31b jeweils nur zwei sichtbar. Das von den Laserdioden 30a, 30b emittierte Licht wird jeweils mit Hilfe der entsprechenden Kollimatorlinse 31a, 31b parallelisiert und
5 in ein erstes Ende 321a, 321b der entsprechenden Faseroptik 32a, 32b, 32c bzw. 32d eingekoppelt. Das aus dem zweiten Ende 322a, 322b der Faseroptiken 32a, 32b, 32c bzw. 32d austretende blaue Laserlicht trifft auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 33 und wird nach dem
10 Auftreffen auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 33 anteilig in gelbes Licht konvertiert, so dass beim Passieren des Lichtwellenlängenkonversionselements 33 weißes Licht 36 erzeugt wird, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht
15 ist. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung generiert somit weißes Licht, das eine Mischung aus blauem Anregungslicht der vier Laserdioden 30a, 30b und konvertiertem gelbem Licht des Lichtwellenlängenkonversionselements 33 ist. Das
20 Lichtwellenlängenkonversionselement 33 dient als Lichtaustrittsöffnung der Beleuchtungseinrichtung und da es nur eine kleine Fläche im Bereich von 1 mm² bis 5 mm² besitzt, kann die Beleuchtungseinrichtung als weißes Licht emittierende Punktlichtquelle angesehen werden, die sehr
25 gut als Lichtquelle für Projektionsanwendungen, insbesondere Fahrzeugscheinwerfer, geeignet ist.

Das Lichtwellenlängenkonversionselement 33 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht aus einem Saphirplättchen 330, das
30 mit Leuchtstoff 331 beschichtet ist, der blaues Licht in

- 15 -

gelbes Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Als Leuchtstoff 331 wird mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce) verwendet. Der relative Anteil von nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht in dem weißen Mischlicht 36 wird durch die Dicke der Leuchtstoffbeschichtung 331 und die Konzentration des Leuchtstoffs auf dem Saphirplättchen 330 bestimmt. Das blaue Laserlicht wird an den Leuchtstoffpartikeln des Lichtwellenlängenkonversionselements 33 gestreut und ein Teil des blauen Lichts wird mittels des Leuchtstoffs 331 in gelbes Licht konvertiert. Das Saphirplättchen 330 dient als Träger und Wärmesenke für den Leuchtstoff 331. Der Leuchtstoff 331 ist als Beschichtung auf der den zweiten Enden 322 der Faseroptiken 32a, 32b, 32c, 32d zugewandten Oberfläche des Saphirplättchens 330 angebracht. Er kann aber auch auf der diesen Enden abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 330 angeordnet sein. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 33 ist in einer Halterung (nicht abgebildet) eingespannt, die zusätzlich auch als Kühlkörper für das Lichtwellenlängenkonversionselement 33 dient.

Die den Lichtsensoren 34, 35 zugeordnete fünfte Faseroptik 32e verläuft innerhalb eines von den anderen vier Faseroptiken 32a, 32b, 32c, 32d gebildeten Kanals. Die fünfte Faseroptik 32e ist derart angeordnet, dass an dem Lichtwellenlängenkonversionselement 33 gestreutes oder reflektiertes Licht, und zwar sowohl konvertiertes als auch nicht konvertiertes Licht, in ein Ende der fünften Faseroptik 32e eingekoppelt und zu den am anderen Ende

- 16 -

der fünften Faseroptik 32e angeordneten Lichtsensoren 34, 35 geleitet wird. Der erste Lichtsensor 34 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die erste Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem blauen Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm empfängt. Der zweite Lichtsensor 35 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die zweite Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem gelben Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm empfängt. Die Farbfilter können alternativ beispielsweise auch so ausgebildet sein, dass der Farbfilter des ersten Lichtsensors 34 nur für Licht aus dem violetten und blauen Spektralbereich durchlässig ist und der Farbfilter für des zweiten Lichtsensors 35 nur für den gelben und roten Spektralbereich durchlässig ist. Der erste Lichtsensor 34 detektiert nur nicht konvertiertes blaues Licht, während der zweite Lichtsensor 35 nur konvertiertes gelbes Licht detektiert. Die von den beiden Lichtsensoren 34, 35 ermittelten Lichtintensitäten werden mit Hilfe einer Auswertungseinheit ausgewertet, die einen programmgesteuerten Mikroprozessors mit Datenspeicher (beide nicht abgebildet) aufweist, um im Störfall eine Sicherheitsabschaltung der vier Laserdioden 30a, 30b auszulösen. Zur Überwachung der Lichtemission der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der Quotient aus der vom zweiten Lichtsensor 35 detektierten Lichtintensität und der vom ersten Lichtsensor 34 detektierten Lichtintensität oder eine zu diesem Quotienten proportionale elektrische Größe, beispielsweise in Form einer elektrischen Spannung oder eines elektrischen Stroms, ge-

- 17 -

bildet und ausgewertet. Dieser Quotient entspricht dem relativen Anteil von konvertiertem gelbem Licht zu nicht konvertiertem blauem Licht in dem Licht, das von der Beleuchtungseinrichtung emittiert wird. Unterschreitet der Wert dieses Quotienten oder dazu proportionalen elektri-
5 schen Größe einen vorgegebenen Schwellwert, so wird eine Sicherheitsabschaltung der vier Laserdioden 30a, 30b ausgelöst.

Beispielsweise existiert im Fall des Fehlens des Lichtwellenlängenkonversionselements 33 kein konvertiertes gelbes Licht und demzufolge ist die von dem zweiten Lichtsensor 35 detektierte Lichtintensität Null. Entsprechend hat der Wert des Quotienten aus der vom zweiten Lichtsensor 35 detektierten Lichtintensität und der vom
15 ersten Lichtsensor 34 detektierten Lichtintensität ebenfalls den Wert Null. In diesem Fall werden die vier Laserdioden 30a, 30b ausgeschaltet. Verschlechtert sich während der Betriebsdauer der Beleuchtungseinrichtung die Qualität des Lichtwellenlängenkonversionselements 33,
20 beispielsweise aufgrund von abgelösten oder inaktiven Teilen der Leuchtstoffbeschichtung 331 oder wegen einer unzulässigen Intensitätserhöhung der Laseranregungsstrahlung, so wird der relative Anteil des konvertierten gelben Lichts in Bezug auf den des nicht konvertierten blauen
25 Lichts sinken. Entsprechend wird dadurch auch der Wert des vorgenannten Quotienten im Vergleich zu seinem anfänglichen Wert, den er bei vollständig intakter Leuchtstoffbeschichtung 331 hatte, gesenkt. Das hat zur Folge, dass der durch die Normfarbwertanteile x , y definierte
30 Farbort des von der Beleuchtungseinrichtung emittierten

- 18 -

weißen Lichts auf der Normfarbtafel gemäß DIN 5033 von seinem anfänglichen Wert in Richtung des blauen Spektralbereichs verschoben wird und die Farbtemperatur des weißen Licht einen höheren Wert annimmt. Die Überwachung des
5 vorgeannten Quotienten erlaubt daher zusätzlich zur Sicherheitsabschaltung der vier Laserdioden 30a, 30b auch eine Überwachung der Verschiebung von Farbort und Farbtemperatur des von der Beleuchtungseinrichtung emittierten Lichts. Dementsprechend kann daher im Fall einer
10 teilweise abgelösten oder teilweise inaktiven Leuchtstoffbeschichtung 331 beispielsweise die Leistung der vier Laserdioden 30a, 30b reduziert werden oder die Laserdioden 30a, 30b abgeschaltet werden, sobald ein vordefinierter Schwellwert des vorgeannten Quotienten unterschritten wird.
15

In Figur 5 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Diese Beleuchtungseinrichtung besitzt eine blaues Licht aus dem Wellenlängenbereich von
20 440 nm bis 460 nm emittierende Laserdiode 40, eine Kollimatorlinse 41, ein Lichtwellenlängenkonversionselement 43 und zwei Lichtsensoren 44, 45. Das von der Laserdiode 40 emittierte Licht wird mit Hilfe der Kollimatorlinse 41 parallelisiert und in Richtung des Lichtwellenlängenkonversionselement 43 geleitet, so dass es unter einem Winkel von 45 Grad auf die Oberfläche des Lichtwellenlängenkonversionselements 43 auftrifft.
25

Das Lichtwellenlängenkonversionselement 43 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel
30 der Erfindung besteht aus einem Saphirplättchen 430, das

- 19 -

mit Leuchtstoff 431 beschichtet ist, der blaues Licht in gelbes Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Als Leuchtstoff 431 wird mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce) verwendet. Der relative Anteil von nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht in dem weißen Mischlicht 46 wird durch die Dicke der Leuchtstoffbeschichtung 431 und die Konzentration des Leuchtstoffs auf dem Saphirplättchen 430 bestimmt. Das blaue Laserlicht wird an den Leuchtstoffpartikeln des Lichtwellenlängenkonversionselements 43 gestreut und ein Teil des blauen Lichts wird mittels des Leuchtstoffs 431 in gelbes Licht konvertiert. Das Saphirplättchen 430 dient als Träger und Wärmesenke für den Leuchtstoff 431. Der Leuchtstoff 431 ist als Beschichtung auf der von der Laserdiode 40 abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 430, die nachstehend auch als Rückseite des Saphirplättchens 430 bezeichnet wird, angebracht. Die mit Leuchtstoff 431 beschichtete Rückseite sowie auch die Seitenkanten des Saphirplättchens 430 sind mit einer Licht reflektierenden Schicht 432 abgedeckt. Sowohl der nicht konvertierte blaue Anteil des Lichts als auch der konvertierte gelbe Anteil des Lichts werden an der Licht reflektierenden Beschichtung 432 reflektiert, so dass weißes Licht 46, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht ist, das Lichtwellenlängenkonversionselement 43 an der der Rückseite gegenüberliegenden Vorderseite des Saphirplättchens 430 verlässt. Das an der Vorderseite des Saphirplättchens 430 austretende weiße Licht 46 wird aufgrund der Streuung an den Partikeln der Leuchtstoffbeschichtung 431 in un-

- 20 -

terschiedliche Richtungen emittiert. Im Unterschied dazu trifft das eng gebündelte blaue Laserlicht 47 in einem Winkel von 45 Grad auf die Vorderseite des Saphirplättchens 430 auf.

- 5 Die Licht reflektierende Beschichtung 432 weist jeweils einen Durchbruch für die beiden an der Rückseite des Saphirplättchens 430 angeordneten Lichtsensoren 44, 45 auf. Der erste Lichtsensor 44 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die erste
- 10 Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem blauen Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm empfängt. Der zweite Lichtsensor 45 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die zweite Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus
- 15 dem gelben Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm empfängt. Die Farbfilter können alternativ beispielsweise auch so ausgebildet sein, dass der Farbfilter des ersten Lichtsensors 44 nur für Licht aus dem violetten und blauen Spektralbereich durchlässig ist
- 20 und der Farbfilter für des zweiten Lichtsensors 45 nur für den gelben und roten Spektralbereich durchlässig ist. Der erste Lichtsensor 44 detektiert allerdings nur nicht konvertiertes blaues Licht, während der zweite Lichtsensor 45 nur konvertiertes gelbes Licht detektiert. Die
- 25 Auswertung der von den Lichtsensoren 44, 45 detektierten Lichtintensitäten erfolgt auf die gleiche Weise wie bei den Lichtsensoren 14, 15 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 43 ist in einer Auf-

- 21 -

nahme einer als Kühlkörper ausgebildeten metallischen Halterung 400 angeordnet.

In Figur 6 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Diese Beleuchtungseinrichtung be-
5 sitzt eine blaues Licht aus dem Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm emittierende Laserdiode 50, eine Kollimatorlinse 51, eine Faseroptik 52, ein Lichtwellenlängenkonversionselement 53, einen Licht streuenden Körper 56,
10 und zwei Lichtsensoren 54, 55 sowie eine Halterung für das Lichtwellenlängenkonversionselement 53 und den Licht streuenden Körper 56. Das von der Laserdiode 50 emittierte Licht wird mit Hilfe der Kollimatorlinse 51 parallelisiert und mittels der Faseroptik 52 auf den Licht streuenden Körper 56 gelenkt. Der Licht streuende Körper 56
15 besitzt zwei einander gegenüberliegende Oberflächen, die nachstehend als Vorderseite und Rückseite des Licht streuenden Körpers 56 bezeichnet werden. An der Vorderseite des Licht streuenden Körpers 56 ist das Lichtwellenlängenkonversionselement 53 angeordnet und an der
20 Rückseite des Licht streuenden Körpers 56 sind die beiden Lichtsensoren 54, 55 angeordnet.

Das Lichtwellenlängenkonversionselement 53 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel
25 der Erfindung besteht aus einem Saphirplättchen 530, das mit Leuchtstoff 531 beschichtet ist, der blaues Licht in gelbes Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Als Leuchtstoff 131 wird mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce) verwendet. Der relative Anteil von
30

- 22 -

nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht in dem weißen Mischlicht 57 wird durch die Dicke der Leuchtstoffbeschichtung 531 und die Konzentration des Leuchtstoffs auf dem Saphirplättchen 530 bestimmt. Das
5 blaue Laserlicht wird an den Leuchtstoffpartikeln des Lichtwellenlängenkonversionselements 53 gestreut und ein Teil des blauen Lichts wird mittels des Leuchtstoffs 531 in gelbes Licht konvertiert. Das Saphirplättchen 530 dient als Träger und Wärmesenke für den Leuchtstoff 531.
10 Der Leuchtstoff 531 ist als Beschichtung auf der dem Licht streuenden Körper 56 zugewandten Oberfläche des Saphirplättchens 530 angebracht. Er kann aber auch auf der dem Licht streuenden Körper 56 abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 530 angeordnet sein. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 53 ist zusammen mit dem Licht
15 streuenden Körper 56 in einer Halterung 500 eingespannt, die zusätzlich auch als Kühlkörper für das Lichtwellenlängenkonversionselement 53 dient.

Der erste Lichtsensor 54 ist als Fotodiode ausgebildet,
20 der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die erste Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem blauen Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 440 nm bis 460 nm empfängt. Der zweite Lichtsensor 55 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so
25 dass die zweite Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem gelben Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm empfängt. Die Farbfilter können alternativ beispielsweise auch so ausgebildet sein, dass der Farbfilter des ersten Lichtsensors 54 nur für Licht aus
30 dem violetten und blauen Spektralbereich durchlässig ist

- 23 -

und der Farbfilter für des zweiten Lichtsensors 55 nur für den gelben und roten Spektralbereich durchlässig ist.

Das mit Hilfe der Faseroptik 52 in den Licht streuenden Körper 56 eingekoppelte blaue Laserlicht wird in unterschiedliche Richtungen gestreut, so dass es sowohl auf
5 die Leuchtstoffschicht 531 des Lichtwellenlängenkonversionselements 53 als auch auf die Lichtsensoren 54, 55 trifft. Das blaue Streulicht wird von dem ersten Lichtsensor 54 detektiert. Ein Teil des auf die Leuchtstoff-
10 schicht 531 auftreffenden Lichts wird in gelbes Licht konvertiert und ebenfalls in unterschiedliche Richtungen gestreut, so dass an der vom Licht streuenden Körper 56 abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 530 weißes
15 Licht 57 austritt, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht ist. Ein Teil des konvertierten gelben Lichts wird in Richtung der Lichtsensoren 54, 55 gestreut und von dem zweiten
Lichtsensor 55 detektiert. Die Auswertung der von den beiden Lichtsensoren 54, 55 detektierten Lichtintensitäten erfolgt analog zu der Auswertung, die anhand der
20 Lichtsensoren 14, 15 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben wurde.

In Figur 7 ist schematisch der Aufbau einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Diese Beleuchtungseinrichtung besitzt zwei, blaues Licht aus dem Wellenlängenbereich von
25 440 nm bis 460 nm emittierende Laserdioden 60a, 60b, jeweils eine Kollimatorlinse 61a, 61b für jede der Laserdioden, einen als Faseroptik ausgebildeten Lichtleiter 62,
30

- 24 -

ein Lichtwellenlängenkonversionselement 63, zwei Lichtsensoren 64, 65, einen Lichtstrahlteiler 66 und eine Prüflichtquelle 67.

Das von den Laserdioden 60a, 60b emittierte Licht wird
5 mit Hilfe der Kollimatorlinsen 61a bzw. 61b parallelisiert und in ein erstes Ende 622 der Faseroptik 62 eingekoppelt. Das aus dem zweiten Ende 623 austretende blaue Laserlicht trifft auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 und wird nach dem Auftreffen auf das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 anteilig in gelbes Licht
10 konvertiert, so dass beim Passieren des Lichtwellenlängenkonversionselements 63 weißes Licht 68 erzeugt wird, das eine Mischung aus nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht ist. Die Beleuchtungseinrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung generiert somit weißes Licht, das eine Mischung aus blauem Anregungslicht der Laserdioden 60a, 60b und konvertiertem gelbem Licht des Lichtwellenlängenkonversionselements 63 ist. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 dient als Lichtaustrittsöffnung der Beleuchtungseinrichtung und da es nur eine kleine Fläche im Bereich von 1 mm² bis 5 mm² besitzt, kann die Beleuchtungseinrichtung als weißes Licht emittierende Punktlichtquelle
20 angesehen werden, die sehr gut als Lichtquelle für Projektionsanwendungen, insbesondere Fahrzeugscheinwerfer,
25 geeignet ist.

Das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 der Beleuchtungseinrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung besteht aus einem Saphirplättchen 630, das
30 mit Leuchtstoff 631 beschichtet ist, der blaues Licht in

- 25 -

gelbes Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert. Als Leuchtstoff 631 wird mit Cer dotiertes Yttriumaluminiumgranat (YAG:Ce) verwendet. Der relative Anteil von
5 nicht konvertiertem blauem Licht und konvertiertem gelbem Licht in dem weißen Mischlicht 68 wird durch die Dicke der Leuchtstoffbeschichtung 631 und die Konzentration des Leuchtstoffs auf dem Saphirplättchen 630 bestimmt. Das blaue Laserlicht wird an den Leuchtstoffpartikeln des
10 Lichtwellenlängenkonversionselements 63 gestreut und ein Teil des blauen Lichts wird mittels des Leuchtstoffs 631 in gelbes Licht konvertiert. Das Saphirplättchen 630 dient als Träger und Wärmesenke für den Leuchtstoff 131. Der Leuchtstoff 631 ist als Beschichtung auf der dem
15 zweiten Ende 623 der Faseroptik 62 zugewandten Oberfläche des Saphirplättchens 630 angebracht. Er kann aber auch auf der diesem Ende 623 abgewandten Oberfläche des Saphirplättchens 630 angeordnet sein. Das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 ist in einer Halterung (nicht
20 abgebildet) eingespannt, die zusätzlich auch als Kühlkörper für das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 dient.

Bei der Prüflichtquelle 67 handelt es sich um eine Laserdiode, die entweder identisch zu den Laserdioden 60a, 60b ausgebildet ist und ebenfalls blaues Licht emittiert oder
25 die elektromagnetische Strahlung bzw. Licht aus einem anderen Wellenlängenbereich emittiert, für die das Lichtwellenlängenkonversionselement 63 einen hohen Reflexionsgrad aufweist. Das von der Prüflichtquelle 67 emittierte Licht wird nach dem Passieren eines Strahlteilers 66 in
30 das erste Ende 622 der Faseroptik 62 mit einem Einfalls-

- 26 -

winkel von Null Grad eingekoppelt. Ein Teil des aus dem zweiten Ende 623 der Faseroptik 62 austretenden Lichts der Prüflichtquelle 67 wird am Lichtwellenlängenkonversionselement 63 reflektiert und wieder in das zweite Ende
5 623 der Faseroptik 62 eingekoppelt, so dass es nach dem Austritt aus dem ersten Ende 622 der Faseroptik 62 und nach Reflexion am Strahlteiler 66 von dem ersten Lichtsensor 64 detektiert wird. Der zweite Lichtsensor 65 ist derart angeordnet, dass er am Lichtwellenlängenkonversionselement 63 gestreutes Licht detektiert.
10

Der erste Lichtsensor 64 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die erste Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem Wellenlängenbereich empfängt, das der Wellenlänge des von der Prüflichtquelle 67 emittierten Lichts entspricht. Der zweite
15 Lichtsensor 65 ist als Fotodiode ausgebildet, der ein Farbfilter vorgeschaltet ist, so dass die zweite Fotodiode im Wesentlichen nur Licht aus dem gelben Spektralbereich im Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm empfängt. Der erste Lichtsensor 64 ist so angeordnet,
20 dass er von der Prüflichtquelle 67 emittiertes, nicht konvertiertes Licht detektiert. Der zweite Lichtsensor 65 ist so angeordnet, dass er Licht detektiert, das am Lichtwellenlängenkonversionselement 63 gestreut und in
25 gelbes Licht konvertiert wurde. Die von den beiden Lichtsensoren 64, 65 ermittelten Lichtintensitäten werden auf dieselbe Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgewertet, um im Störfall eine Sicherheitsabschaltung der Laserdioden 60a, 60b und der Prüflichtquelle 67 auszulösen.
30

- 27 -

Die Faseroptiken 32a, 32b, 32c, 32d, 32e, 52 und 62 besitzen dieselbe Konstruktion wie die Faseroptik 12 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auf die Darstellung des Licht leitenden Kerns und des Mantels der
5 Faseroptiken wurde in den Figuren 3, 4, 6 und 7 der Einfachheit halber verzichtet.

Die Auswertungseinheiten 110 für die von den Lichtsensoren detektierten Intensitäten und die Sicherheitsabschaltungen für die Laserdioden gemäß den oben beschriebenen
10 Ausführungsbeispielen können auf einfache Weise mittels eines im Mikroprozessor der Auswertungseinheiten installierten Programms verwirklicht werden, das im Störfall, beispielsweise beim Unterschreiten eines bestimmten Schwellwerts des oben genannten Quotienten $L2/L1$, die La-
15 serdioden ausschaltet und gegebenenfalls zusätzlich das Verschließen der Lichtaustrittsöffnung der Beleuchtungseinrichtung mittels einer Blende veranlasst. Die Abschaltung der Laserdioden erfolgt innerhalb weniger Nanosekunden.

20 Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben näher erläuterten Ausführungsbeispiele der Erfindung. Beispielsweise können statt blaues Licht emittierende Laserdioden und dem mit gelbem Leuchtstoff versehenen Lichtwellenlängenkonversionselement auch Laserdioden, die
25 Licht anderer Farben emittieren, und Lichtwellenlängenkonversionselemente mit andersfarbiges Licht erzeugenden Leuchtstoffen verwendet werden. Entsprechend können auch die Lichtsensoren an diese Lichtwellenlängenkonversionselemente angepasst sein. Der dieser Erfindung zugrunde
30 gelegte Spektralbereich umfasst infrarote, sichtbare und

- 28 -

ultraviolette Strahlung. Außerdem kann das Lichtwellenlängenkonversionselement beweglich, beispielsweise um eine Achse drehbar angeordnet sein und beispielsweise als Farbrad ausgebildet sein, das mit unterschiedlichen Leuchtstoffen zum Erzeugen von verschiedenfarbigem Licht beschichtet ist und beispielsweise als Bestandteil einer Projektionsvorrichtung ausgebildet ist. Entsprechend können mehrere Lichtsensoren für das von den unterschiedlichen Leuchtstoffen konvertierte Licht vorgesehen sein, um die relativen Anteile von konvertiertem und nicht konvertiertem Licht für jeden Leuchtstoff zu detektieren und die Farbortverschiebung über die Betriebsdauer der Beleuchtungseinrichtung zu bestimmen.

Zusätzlich zur Auswertung der relativen Anteile von konvertiertem und nicht konvertiertem Licht kann mit Hilfe eines Temperatursensors oder eines Infrarotsensors die Erwärmung des Lichtwellenlängenkonversionselement überwacht werden, die durch die sogenannte Stokes-Verschiebung im Leuchtstoff des Lichtwellenlängenkonversionselements entsteht. Um die auf andere Ursachen zurückzuführende Erwärmung des Lichtwellenlängenkonversionselements auszublenden, kann bei der Temperaturmessung die Kombination von Modulation des Laserlichts und sogenannter Lock-In-Technik durchgeführt werden. Das heißt, die Temperaturmessung wird synchron mit einer bestimmten Phase des modulierten Laserlichts vorgenommen.

Die Mess- und Auswerteeinrichtung kann kalibriert werden bzw. eine Selbstkalibrierungsfunktion enthalten. Eine Kalibrierung kann zum Beispiel vor Beginn einer jeden Inbetriebnahme der Beleuchtungseinrichtung erfolgen. Die Ka-

- 29 -

librierung kann beispielsweise mit einer sehr geringen Laserleistung erfolgen.

Die Anregungslichtquellen können getaktet oder im Dauerstrichbetrieb betrieben werden, oder in einer Kombination
5 beider Betriebsweisen.

Alle Ausführungsbeispiele funktionieren auch ohne die den Laserlichtquellen vorgeschalteten, als Faseroptiken ausgebildeten Lichtleiter, da die Laserstrahlen auch direkt auf das Wellenlängen umwandelnde Lichtwellenlängenkonversionselement gerichtet werden können. Hier ist die Methode der Signalstärkenmessung unabhängig davon, wie die Laserstrahlen zum Lichtwellenlängenkonversionselement geführt werden. Außerdem können anstelle der Faseroptiken andere Formen von Lichtleitern, beispielsweise sogenannte
10 TIR-Optiken, die auf dem Prinzip der inneren Totalreflexion beruhen, oder auch Reflektoren oder eine Kombination von Faseroptiken und TIR-Optiken oder eine Kombination von Faseroptiken und Reflektoren verwendet werden.
15

Bei dem in Figur 2 abgebildeten zweiten Ausführungsbeispiel kann auch der zweite Lichtsensoren 15 in dem Gehäuse 100 untergebracht sein, da am Lichtwellenlängenkonversionselement 13 gestreutes und konvertiertes gelbes Licht in die Faseroptik 12 eingekoppelt und so zum ersten Ende 122 der Faseroptik 12 zurückgeleitet wird, das dann vom
20 zweiten Lichtsensor 15 detektiert werden kann.
25

Unter dem Begriff gestreutes Licht bzw. Streulicht soll sowohl am Lichtwellenlängenkonversionselement oder anderen optischen Elementen gestreutes, unkonvertiertes La-

- 30 -

serlicht verstanden werden, als auch das vom Lichtwellenlängenkonversionselement abgegebene konvertierte Licht.

- 31 -

Ansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung mit mindestens einer Laserlichtquelle (10) und mindestens einem Lichtwellenlängenkonversionselement (13, 33, 43, 53, 63), das dazu ausgebildet ist, von der mindestens einen Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) emittiertes Licht anteilig in Licht anderer Wellenlänge zu konvertieren, wobei die Beleuchtungseinrichtung mindestens einen Lichtsensor zur Überwachung der Lichtemission für die mindestens eine Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Lichtsensoren (14, 15, 24, 34, 35, 44, 45, 54, 55, 64, 65) vorgesehen sind, wobei ein erster Lichtsensor (14, 24, 34, 44, 54, 64) zum Detektieren von nicht konvertiertem Laserlicht auf die Wellenlänge des von der mindestens einen Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) emittierten Lichts abgestimmt ist, und wobei ein zweiter Lichtsensor (15, 35, 45, 55, 65) zum Detektieren von konvertiertem Laserlicht auf die Wellenlänge des von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (13, 33, 43, 53, 63) konvertierten Lichts abgestimmt ist.
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtsensoren (14, 15, 24, 34, 35, 44, 45, 54, 55, 64, 65) derart angeordnet sind, dass sie an dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionsele-

- 32 -

ment gestreutes oder reflektiertes Licht detektieren.

3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Lichtsensor (24) derart angeordnet
5 ist, dass er nicht konvertiertes, von der mindestens einen Laserlichtquelle (10) emittiertes Licht detektiert, und der zweite Lichtsensor (15) derart angeordnet ist, dass er an dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (13) gestreutes
10 Licht detektiert.
4. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Beleuchtungseinrichtung mindestens einen Lichtleiter (32e) aufweist, der derart angeordnet ist, dass Streulicht von dem mindestens einen Lichtwellenlängenkonversionselement (33) in den
15 Lichtleiter (32e) eingekoppelt wird und aus dem Lichtleiter (32e) austretendes Licht auf die Lichtsensoren (34, 35) trifft.
5. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1
20 bis 4, wobei eine Auswertungseinheit (110) vorgesehen und derart ausgebildet ist, dass ein Quotient aus den von dem ersten Lichtsensor (14, 24, 34, 44, 54, 64) und von dem zweiten Lichtsensor (15, 35, 45, 55, 65) ermittelten Lichtintensitäten oder ein
25 dazu proportionales Signal ausgewertet wird.
6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die mindestens eine Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) derart ausgebildet ist, dass sie Licht aus dem Wellenlängenbereich von

- 33 -

380 nm bis 490 nm emittiert, und das mindestens eine Lichtwellenlängenkonversionselement (13, 33, 43, 53, 63) derart ausgebildet ist, dass es Licht von der mindestens einen Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) anteilig in Licht mit einer dominanten Wellenlänge aus dem Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm konvertiert.

7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, wobei der erste Lichtsensor (14, 24, 34, 44, 54, 64) auf einen Wellenlängenbereich von 380 nm bis 490 nm abgestimmt ist und der zweite Lichtsensor (15, 35, 45, 55, 65) auf einen Wellenlängenbereich von 560 nm bis 590 nm oder auf Wellenlängen größer oder gleich 550 nm abgestimmt ist.

8. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die mindestens eine Laserlichtquelle (10, 30a, 30b, 40, 50, 60a, 60b) als Laserdiode ausgebildet ist.

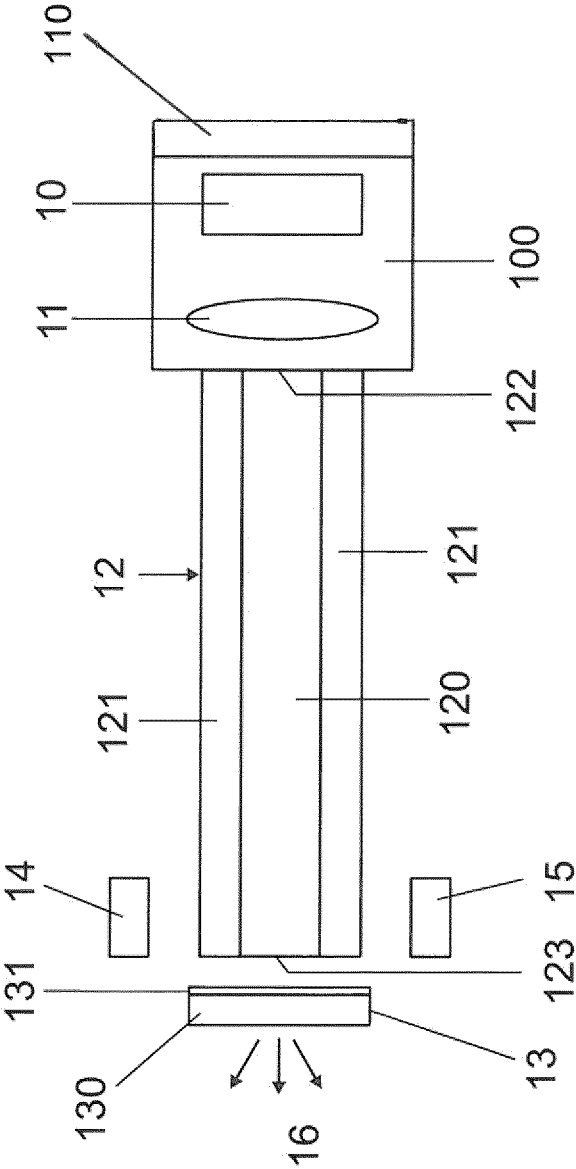


FIG 1

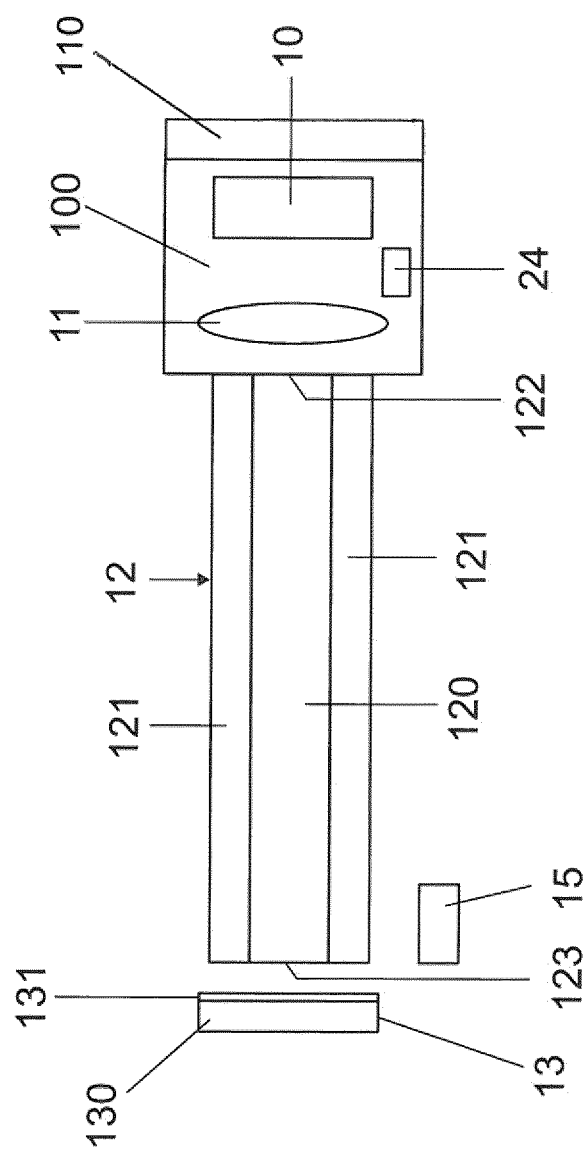


FIG 2

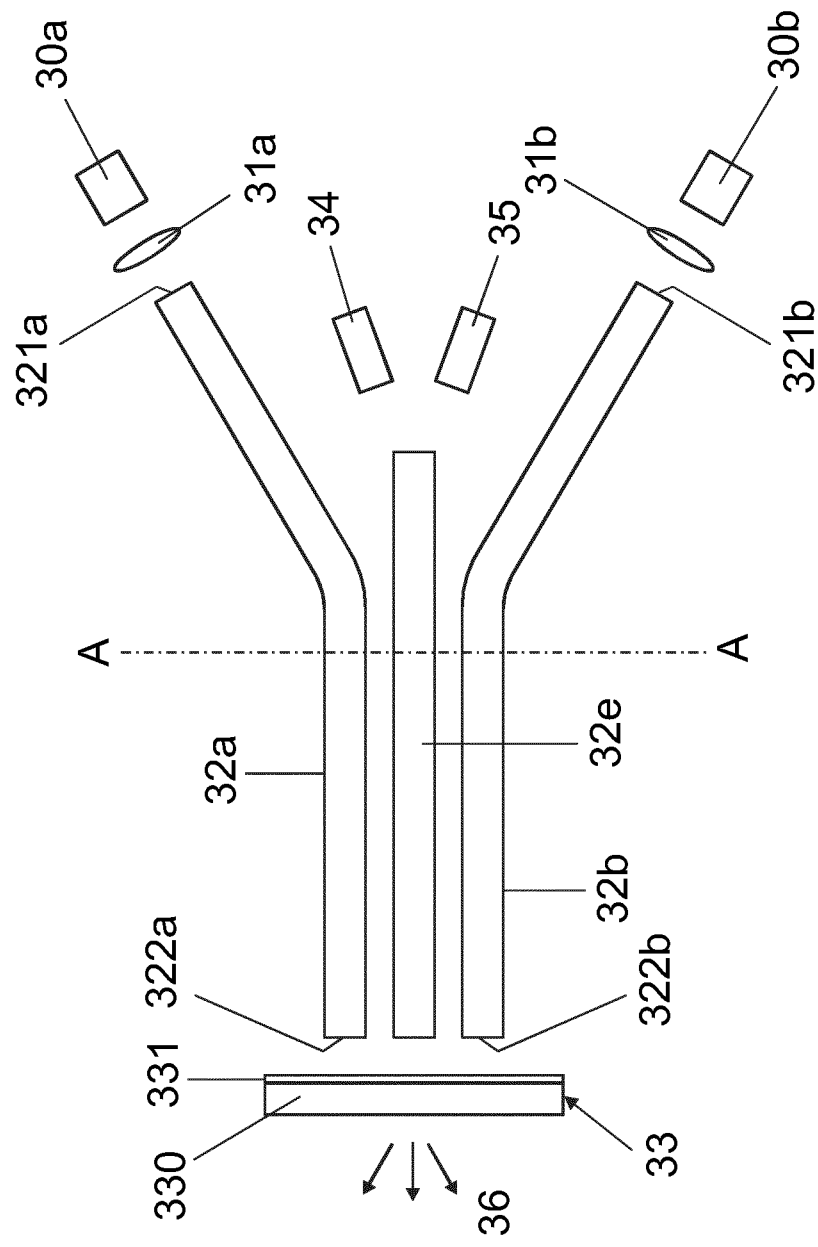


FIG 3

4/6

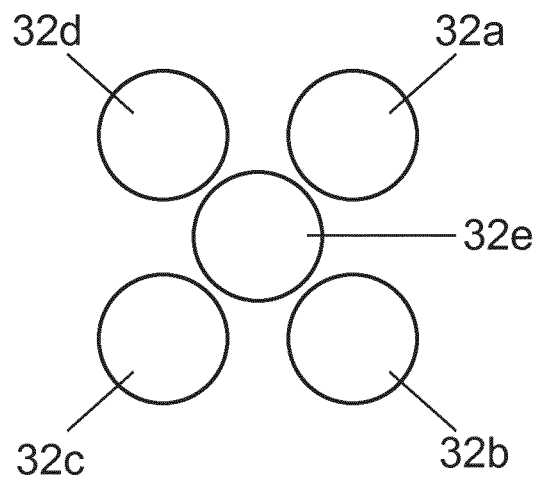


FIG 4

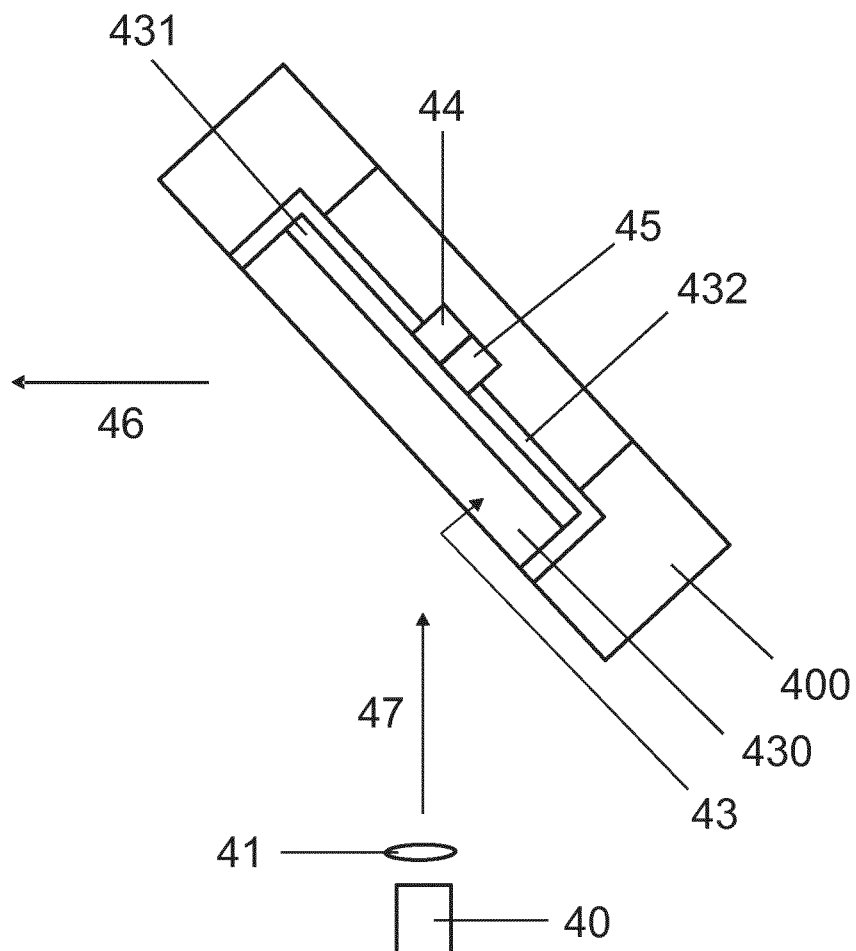


FIG 5

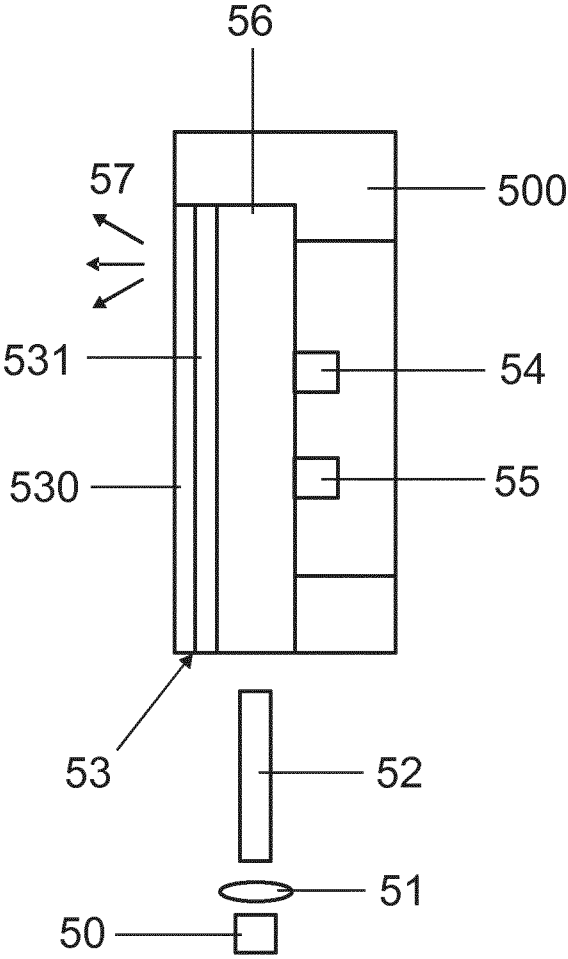


FIG 6

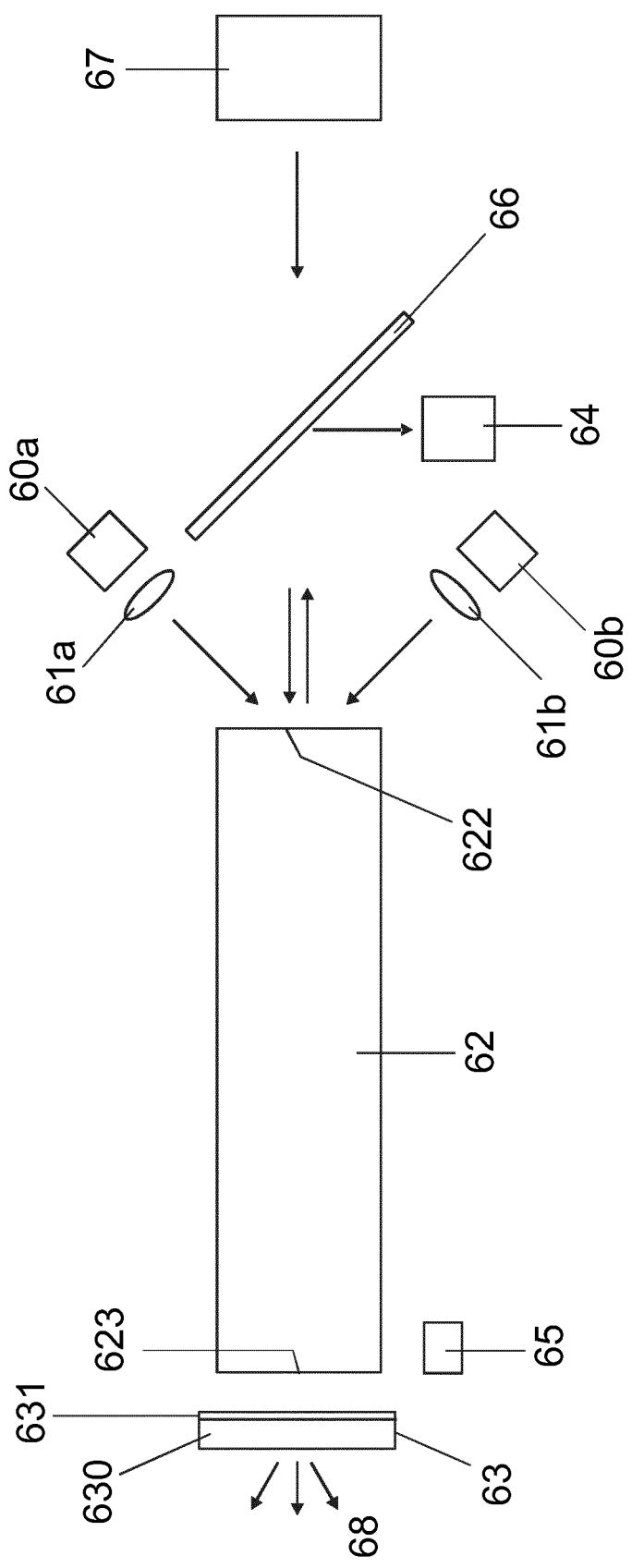


FIG 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/067319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01J3/51 F21K99/00 G01J3/36 G01J3/50 F21V23/04
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)

G01J F21K H01L F21V F21Y F21W

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	US 2011/116520 A1 (KRIJN MARCELLINUS PETRUS CAROLUS MICHAEL [NL] ET AL) 19 May 2011 (2011-05-19)	1-8
Y	paragraph [0044] - paragraph [0047] paragraph [0050]; figures 1,2,4 paragraph [0006]	1-3,6,8
Y	----- US 2011/121758 A1 (BIERHUIZEN SERGE J [US] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) paragraphs [0012], [0013], [0017]; figure 1	1-3,6,8
A	----- US 2011/084609 A1 (KAWAGUCHI YOSHINOBU [JP] ET AL) 14 April 2011 (2011-04-14) cited in the application paragraph [0112] - paragraph [0120]; figure 13 ----- -/-	1-8



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

21 October 2013

Date of mailing of the international search report

29/10/2013

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

Besser, Veronika

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/067319

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 81/01466 A1 (VERSATILE INTEGRATED MODULES [US]) 28 May 1981 (1981-05-28) the whole document -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/067319

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011116520 A1	19-05-2011	CN 102089945 A	08-06-2011
		EP 2297827 A2	23-03-2011
		JP 2011527518 A	27-10-2011
		TW 201010218 A	01-03-2010
		US 2011116520 A1	19-05-2011
		WO 2010004477 A2	14-01-2010
US 2011121758 A1	26-05-2011	CN 102439721 A	02-05-2012
		EP 2102909 A1	23-09-2009
		JP 2010514153 A	30-04-2010
		KR 20090096627 A	11-09-2009
		RU 2009127111 A	20-01-2011
		TW 200843145 A	01-11-2008
		US 2008142816 A1	19-06-2008
		US 2011121758 A1	26-05-2011
		WO 2008072196 A1	19-06-2008
US 2011084609 A1	14-04-2011	CN 102042549 A	04-05-2011
		JP 4975797 B2	11-07-2012
		JP 2011086432 A	28-04-2011
		US 2011084609 A1	14-04-2011
WO 8101466 A1	28-05-1981	US 4308456 A	29-12-1981
		WO 8101466 A1	28-05-1981

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. G01J3/51	F21K99/00	G01J3/36 G01J3/50 F21V23/04
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
G01J F21K H01L F21V F21Y F21W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/116520 A1 (KRIJN MARCELLINUS PETRUS CAROLUS MICHAEL [NL] ET AL) 19. Mai 2011 (2011-05-19)	1-8
Y	Absatz [0044] - Absatz [0047] Absatz [0050]; Abbildungen 1,2,4 Absatz [0006]	1-3,6,8
Y	US 2011/121758 A1 (BIERHUIZEN SERGE J [US] ET AL) 26. Mai 2011 (2011-05-26) Absätze [0012], [0013], [0017]; Abbildung 1	1-3,6,8
A	US 2011/084609 A1 (KAWAGUCHI YOSHINOBU [JP] ET AL) 14. April 2011 (2011-04-14) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0112] - Absatz [0120]; Abbildung 13	1-8
	-/-	
☒ 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
21. Oktober 2013		29/10/2013
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 Besser, Veronika

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 81/01466 A1 (VERSATILE INTEGRATED MODULES [US]) 28. Mai 1981 (1981-05-28) das ganze Dokument -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/067319

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011116520	A1	19-05-2011	CN	102089945 A		08-06-2011
			EP	2297827 A2		23-03-2011
			JP	2011527518 A		27-10-2011
			TW	201010218 A		01-03-2010
			US	2011116520 A1		19-05-2011
			WO	2010004477 A2		14-01-2010

US 2011121758	A1	26-05-2011	CN	102439721 A		02-05-2012
			EP	2102909 A1		23-09-2009
			JP	2010514153 A		30-04-2010
			KR	20090096627 A		11-09-2009
			RU	2009127111 A		20-01-2011
			TW	200843145 A		01-11-2008
			US	2008142816 A1		19-06-2008
			US	2011121758 A1		26-05-2011
			WO	2008072196 A1		19-06-2008

US 2011084609	A1	14-04-2011	CN	102042549 A		04-05-2011
			JP	4975797 B2		11-07-2012
			JP	2011086432 A		28-04-2011
			US	2011084609 A1		14-04-2011

WO 8101466	A1	28-05-1981	US	4308456 A		29-12-1981
			WO	8101466 A1		28-05-1981
