

(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
16. Oktober 2014 (16.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/166873 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 25/075 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/056937

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. April 2014 (07.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 206 154.4 8. April 2013 (08.04.2013) DE

(71) Anmelder: ZUMTOBEL LIGHTING GMBH [AT/AT];
Schweizer Straße 30, A-6850 Dornbirn (AT).

(72) Erfinder: ZEHETNER, Johann; Hochschulstraße 1, A-
6850 Dornbirn (AT). SCHMIDMAYR, David;
Hochschulstraße 1, A-6850 Dornbirn (AT). EDLINGER,
Johannes; Letzestr. 60a, A-6800 Feldkirch (AT).

(74) Anwalt: THUN, Clemens; Mitscherlich PartmbB,
Sonnenstraße 33, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: LIGHTING DEVICE HAVING A VARIABLY ADJUSTABLE LIGHT COLOR

(54) Bezeichnung : LEUCHTVORRICHTUNG MIT VARIABLE EINSTELLBARER LICHTFARBE

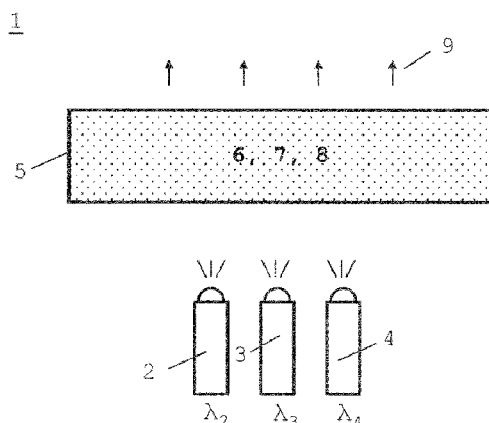


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to devices (1, 11) having a variably adjustable light color and to methods for adjusting the light color of a lighting device (1, 11). In a first concept of the invention, the wavelength of light from a plurality of excitation light sources (2, 3, 4) in a lighting device (1) is converted at least partially by a plurality of color-conversion means (6, 7, 8). The color-conversion means (6, 7, 8) are matched to the wavelengths λ_2 , λ_3 , λ_4 of the excitation light sources (2, 3, 4). In a second concept of the invention, the wavelength of light from an excitation light source (12) is converted by either a first color-conversion means (6) or a second color-conversion means (7), wherein the color-conversion means (6, 7) can be switched.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Vorrichtungen 1, 11 mit variabel einstellbarer Lichtfarbe sowie Verfahren zum Einstellen der Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung 1, 11. In einem ersten Konzept der vorliegenden Erfindung wird Licht aus mehreren Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 in einer Leuchtvorrichtung 1 zumindest teilweise von mehreren Farbkonversionsmitteln 6, 7, 8 wellenlängenkonvertiert. Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 sind dabei auf die Wellenlängen λ_2 , λ_3 , λ_4 der Erregerlichtquellen 2, 3, 4 abgestimmt. In einem zweiten Konzept der vorliegenden Erfindung wird Licht aus einer Erreger-Lichtquelle 12 wenigstens von entweder einem

ersten Farbkonversionsmittel 6 oder einem zweiten Farbkonversionsmittel 7 wellenlängenkonvertiert, wobei die Farbkonversionsmittel 6, 7 gewechselt werden können.

Leuchtvorrichtung mit variabel einstellbarer Lichtfarbe

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft Leuchtvorrichtungen mit variabel einstellbarer Lichtfarbe bzw. Lichtfarbtemperatur und Verfahren zum Einstellen der Lichtfarbe bzw. Lichtfarbtemperatur einer Leuchtvorrichtung. Insbesondere schlägt die vorliegende Erfindung vor, Licht aus Erreger-Lichtquellen der Leuchtvorrichtung zu konvertieren und dabei durch Einstellen bestimmter Betriebsparameter der
- 10 Leuchtvorrichtung die Lichtfarbe bzw. Lichtfarbtemperatur der Leuchtvorrichtung zu beeinflussen.

- Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung, insbesondere einer LED-Leuchte, zu variieren. Dafür sind üblicherweise
- 15 verschiedenfarbige LEDs räumlich getrennt (aber auf kleiner Fläche) angeordnet. Die LEDs werden unterschiedlich stark angesteuert. Aus genügend großer Entfernung betrachtet, wirkt die Mischung der einzelnen Lichtfarben der LEDs als eine resultierende Gesamtlichtfarbe der Leuchtvorrichtung.
- 20 Allerdings kann bei dieser Leuchtvorrichtung eine homogene Farbverteilung über den gesamten Abstrahlbereich der Leuchtvorrichtung problematisch sein. Ein weiterer Nachteil ist, dass jede der LEDs der Leuchtvorrichtung ein sehr schmalbandiges Emissionsspektrum aufweist. Deshalb weist die Leuchtvorrichtung einen vergleichsweise niedrigen Color Rendering Index (CRI) Wert auf, der ein Maß für die
- 25 Fähigkeit der Leuchtvorrichtung ist, verschiedene Farben mit gleicher Farbtemperatur wie eine ideale oder natürliche Lichtquelle zu erzeugen.

- Aus dem Stand der Technik ist des Weiteren eine Leuchtvorrichtung bekannt, in der blaues Licht einer LED bzw. eines Lasers durch eine
- 30 Farbkonversionsschicht beeinflusst wird, wobei die Farbkonversionsschicht aus Leuchtstoffen (beispielweise Fluoreszenzfarbstoffen) besteht, die verschiedenfarbiges Licht emittieren. Die Farbkonversionsschicht wird entweder unmittelbar auf die LED bzw. den Laser aufgetragen, oder in einem gewissen Abstand dazu als sogenannter „remote phosphor“ angeordnet.

Da die üblicherweise verwendeten Leuchtstoffe zueinander Überlagerungen im Absorptions- und Emissionsspektrum aufweisen, wird neben dem blauen Licht der LED oder des Lasers auch ein von einem der Leuchtstoffe sekundär emittiertes Licht von einem anderen der Leuchtstoffe (welcher im längeren Wellenlängenbereich emittiert) absorbiert. Daher ist es notwendig größere Mengen des Leuchtstoffs zu verwenden, als eigentlich zur Erzeugung der gewünschten Lichtfarbe erforderlich wären. Außerdem wird das Modellieren der Farbkonversionsschicht erschwert. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung durch die Mischungsverhältnisse der unterschiedlichen Leuchtstoffe fest vorgegeben und nicht veränderbar ist.

Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, den oben genannten Stand der Technik zu verbessern. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leuchtvorrichtung mit variabel einstellbarer Lichtfarbe bzw. Lichtfarbtemperatur zu erzeugen, die eine homogenere Farbverteilung über ihren gesamten Abstrahlbereich aufweist. Ferner ist es auch eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Leuchtvorrichtung mit einem höheren CRI Wert herzustellen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Menge an verwendeten Leuchtstoffen auf ein erforderliches Maß zu reduzieren. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Leuchtvorrichtung bereitzustellen, deren Leuchtstoffe keine gegenseitige Absorption zulassen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Leuchtvorrichtung zu erzeugen, für die das Modellieren einer Konversionsschicht einfach ist. Schließlich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Effizienz einer Leuchtvorrichtung mit variabel einstellbarer Lichtfarbe zu verbessern.

Die oben genannten Aufgaben werden durch die Leuchtvorrichtungen bzw. Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Die abhängigen Ansprüche bilden die Kerngedanken der Erfindung vorteilhaft weiter.

30

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung mit variabel einstellbarer Lichtfarbe, die aufweist: wenigstens eine erste Erreger-Lichtquelle zur Abgabe von Licht einer ersten Wellenlänge und eine zweite Erreger-Lichtquelle zur Abgabe von Licht einer zweiten Wellenlänge, wenigstens ein Farbkonversionselement zum

Konvertieren der Wellenlängen von zumindest einem Teil des von den Erreger-Lichtquellen abgegebenen Lichts, wobei das Farbkonversionselement wenigstens zwei Farbkonversionsmittel enthält und jedes Farbkonversionsmittel auf eine der Erreger-Lichtquellen abgestimmt ist.

5

Die variabel einstellbare Lichtfarbe umfasst insbesondere auch eine variabel einstellbare Lichtfarbtemperatur. Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung erzeugt insgesamt ein Licht, das aus dem Teil des Lichts der Erreger-Lichtquellen, das nicht konvertiert wird, und dem Teil des Lichts, der durch die Farbkonversionsmittel konvertiert wird, gemischt ist. Durch die mehreren Erreger-Lichtquellen und die vorzugsweise gleich vielen, auf die Wellenlängen der Erreger-Lichtquellen abgestimmten Farbkonversionsmittel kann eine homogenere Lichtfarbverteilung erreicht werden. Auch da das durch die Farbkonversionsmittel erzeugte Licht von einer homogenen Fläche aus emittiert wird, ist die Farbverteilung des Lichts der Leuchtvorrichtung homogener.

Beispielweise sind die Erreger-Lichtquellen unterschiedlich blau leuchtende Lichtquellen, deren blaues Licht teilweise in andersfarbiges Licht konvertiert wird, beispielweise in gelbes und/oder grünes Licht, um insgesamt eine weiß leuchtende Leuchtvorrichtung mit homogener aber variabel einstellbarer Farbtemperatur zu erzeugen.

Werden zum Beispiel breitbandige Farbstoffe mit unterschiedlichen Absorptionsmaxima als die wenigstens zwei Farbkonvertierungsmittel eingesetzt, können Farbvariationen der Leuchtvorrichtung durch unterschiedliche Erregungswellenlängen erzeugt werden. Der CRI Wert der Leuchtvorrichtung ist im Vergleich zum Stand der Technik höher. Außerdem können unterschiedliche Lichtintensitäten der Erreger-Lichtquellen das von der Leuchtvorrichtung abgegebene Licht beeinflussen. Mit der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung können daher spezielle CRI- und/oder Farbanforderungen realisiert werden. Die Farbe bzw. Farbtemperatur des Lichts der Leuchtvorrichtung ist stufenlos wählbar und beispielweise durch gesteuerte Lichtintensitäten der einzelnen Erreger-Lichtquellen variierbar.

Vorzugsweise weist jedes Farbkonversionsmittel ein Absorptionsmaximum bei der Wellenlänge einer der Erreger-Lichtquellen auf.

5 Dadurch wird eine gezielte Abstimmung der Farbkonversionsmittel auf die Erreger-Lichtquellen erreicht. Da das Absorptionsspektrum der Farbkonversionsmittel aber vorzugsweise nicht engbandig ist, können durch Anpassen der Erregerwellenlängen auch Farbvariationen erzielt werden. Ein hoher CRI Wert der Leuchtvorrichtung ist dadurch realisierbar.

10 Vorzugsweise wirkt die Wellenlänge von jeder Erreger-Lichtquelle selektiv für eines der Farbkonversionsmittel anregend, so dass das selektiv angeregte Farbkonversionsmittel Licht abgibt.

15 Daher wirken sich unterschiedliche bzw. gesteuerte Erregerintensitäten, d.h. Lichtintensitäten, der Erreger-Lichtquellen nur auf eine gewisse Emissionsbandbreite aus. Dadurch kann die Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung genauer und stufenlos eingestellt werden.

20 Vorzugsweise ist die Leuchtvorrichtung dazu ausgelegt, durch Verändern der Lichtintensitäten der Erreger-Lichtquellen, vorzugsweise durch Ansteuerung der Erreger-Lichtquellen mittels Pulsweiten-Modulation (PWM) die Farbe des von der Leuchtvorrichtung abgegebenen Lichts zu verändern.

25 Es ist also ein einfacher Steuermechanismus zum Variieren der Lichtfarbe bzw. der Lichtfarbtemperatur der Leuchtvorrichtung vorgesehen. Mittels PWM lässt sich die Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung stufenlos einstellen. Es können auch Alterungserscheinungen der Leuchtvorrichtung, die eine Farbänderung des Lichts zur Folge haben, einfach während des Betriebs der Leuchtvorrichtung ausgeglichen werden, indem die Lichtintensitäten der Erreger-Lichtquellen angepasst werden.

30 Die wenigstens zwei Farbkonversionsmittel können vorzugsweise homogen durchmischt in dem Farbkonversionselement enthalten sein.

- Dadurch, dass alle Farbkonversionsmittel in dem Farbkonversionsmittel gemeinsam angeordnet sind, wird bereits vorab eine gute, homogene Durchmischung erzielt. Eine homogene Durchmischung kann beispielsweise ein gut durchmisches weißes Licht erzeugen, das bzgl. seiner Farbtemperatur homogen ist. Die Farbverteilung ist
- 5 insbesondere über den gesamten Abstrahlbereich der Leuchtvorrichtung homogen. Es können auch zusätzliche Maßnahmen während der Herstellung der Leuchtvorrichtung vorgenommen werden, die für eine noch bessere Mischung der Farbkonversionsmittel sorgen. Die Durchmischung kann in etwa präzise maschinell während der Herstellung des Farbkonversionselements kontrolliert werden.
- 10 Alternativ besteht das Farbkonversionselement vorzugsweise aus wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten, wobei jede Schicht eines der Farbkonversionsmittel enthält.
- 15 Ein solches Farbkonversionselement ist leicht herzustellen. Die Dicken der Schichten können gleich oder unterschiedlich sein. Je nach gewünschter Lichtfarbe und/oder je nach Art der verwendeten Erreger-Lichtquellen können die Dicken der Schichten bemessen werden. Jede Schicht kann verteilte Farbkonversionsmittel enthalten, wobei
- 20 die Konzentration der Farbkonversionsmittel in den verschiedenen Schichten zueinander gleich oder verschieden sein kann. Es sind Konzentrationsgradienten innerhalb einer Schicht oder von einer Schicht zur nächsten denkbar.
- Vorzugsweise sind die wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten derart angeordnet, dass eine Schicht, die ein eine längere Wellenlänge abgebendes
- 25 Farbkonversionsmittel enthält, näher an den Erreger-Lichtquellen angeordnet ist als eine Schicht, die ein eine kürzere Wellenlänge abgebendes Farbkonversionselement enthält.
- Dadurch kann Licht, das von dem Farbkonversionsmittel einer bestimmten Schicht
- 30 beeinflusst wird, im Wesentlichen unbeeinflusst durch die weiteren nachfolgenden Schichten gelangen. Dies erlaubt eine genauere und vorhersagbarere Einstellung der Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung.

Vorzugsweise sind die wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten derart angeordnet, dass eine Schicht, die ein Farbkonversionsmittel mit einem breiteren Absorptionsspektrum enthält, näher an den Erreger-Lichtquellen angeordnet ist als eine Schicht, die ein Farbkonversionsmittel mit einem schmälere

5 Absorptionsspektrum enthält.

Dadurch wird ein Selbstabsorptionseffekt reduziert. Zum einen kann dann die Lichtfarbe genauer eingestellt werden, zum anderen wird die Effizienz der Leuchtvorrichtung gesteigert.

10

Vorzugsweise ist auf der den Erreger-Lichtquellen zugewandten Seite des Farbkonversionselements ein Spiegel, vorzugsweise ein Kantenfilter, angeordnet, der durchlässig für das von den Erreger-Lichtquellen abgegebene Licht ist.

15 Der Spiegel ist ferner dazu vorgesehen, das von den Farbkonversionsmitteln konvertierte und in Richtung der Erreger-Lichtquellen abgegebene Licht zu reflektieren. Dadurch wird die Effizienz der Leuchtvorrichtung gesteigert, da das gesamte Licht in der gewünschten Abstrahlrichtung abgegeben wird. Der Wirkungsgrad der Lichterzeugung der Leuchtvorrichtung wird also erhöht.

20

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Leuchtvorrichtung mit variabel einstellbarer Lichtfarbe, die aufweist: wenigstens eine Erreger-Lichtquelle zur Abgabe von Licht einer bestimmten Wellenlänge, wenigstens ein Farbkonversionselement zum Konvertieren der Wellenlänge von zumindest einem Teil des von der Erreger-

25 Lichtquelle abgegebenen Lichts, wobei das Farbkonversionselement wenigstens zwei Farbkonversionsmittel enthält, die so angeordnet sind, dass stets nur ein Farbkonversionsmittel das von der Erreger-Lichtquelle abgegebene Licht beeinflusst, wobei das Farbkonversionselement bewegbar ist, um das Farbkonversionsmittel, welches das von der Erreger-Lichtquelle abgegebene Licht beeinflusst, zu wechseln.

30

Die Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung kann also einfach eingestellt und im Betrieb der Leuchtvorrichtung variiert werden. Beispielweise kann durch schnelles Wechseln zwischen den wenigstens zwei Farbkonversionsmitteln, beispielweise durch hin- und her bewegen des Farbkonversionselements, Licht erzeugt werden, das von einem

Betrachter als gemischtes Licht wahrgenommen wird. Durch Verändern der Zeitspannen, während der die verschiedenen Farbkonversionsmittel jeweils das Licht der Erreger-Lichtquelle beeinflussen, kann die Lichtfarbe bzw. Lichtfarbtemperatur der Leuchtvorrichtung verändert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Modellieren
5 des Farbkonversionsmittels äußerst einfach ist.

Durch die Bewegung (z.B. Rotation) des Farbkonversionselements gegenüber der Erreger-Lichtquelle kann erreicht werden, dass verschiedene Lichtfarben zeitlich sequentiell aber an demselben ortsfesten Punkt erzeugt werden. Die Leuchtvorrichtung
10 kann also als eine farbveränderliche Punktlichtquelle arbeiten. Infolgedessen ist es möglich einfache und preisgünstige optische Komponenten, beispielweise Linsen, für die räumliche Verteilung des Lichtes zu verwenden. Für Leuchtvorrichtungen, die unterschiedliche Lichtfarben an unterschiedlichen Punkten erzeugen, sind hingegen meist komplexere Linsenformen nötig, um eine homogene räumliche Verteilung des
15 Lichts zu erreichen. Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung kann also einfach konstruiert werden. Dies gilt für alle Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, bei denen wenigstens ein Farbkonversionselement bewegbar ist.

Vorzugsweise ist das Farbkonversionselement scheibenförmig und umfasst wenigstens
20 zwei Scheibensegmente, wobei jedes Scheibensegment ein Farbkonversionsmittel enthält.

Vorzugsweise ist das scheibenförmige Farbkonversionselement drehbar, wobei ein Drehwinkel festlegt, welches der Farbkonversionsmittel das von der Erreger-
25 Lichtquelle abgegebene Licht beeinflusst.

Eine Rotation des scheibenförmigen Farbkonversionselements ist eine einfache Möglichkeit, um schnell zwischen den verschiedenen Farbkonversionsmitteln zu wechseln, welche jeweils das Licht der Erreger-Lichtquelle beeinflussen.
30

Vorzugsweise sind die wenigstens zwei Scheibensegmente durch Spiegelschichten voneinander getrennt.

Durch die optische Trennung der Farbkonversionsmittel in den Segmenten wird eine gegenseitige Absorption ausgeschlossen. Dadurch muss keine größere Menge an Farbkonversionsmitteln, als eigentlich benötigt, verwendet werden.

- 5 Vorzugsweise ist der Durchmesser von jedem Scheibensegment größer, vorzugsweise um einen Faktor 2 bis 10 größer, als der Durchmesser der Erreger-Lichtquelle.

Dadurch wird verhindert, dass das von der Erreger-Lichtquelle abgegebene Licht von mehr als einem Farbkonversionsmittel gleichzeitig absorbiert bzw. konvertiert wird.

10

Vorzugsweise ist die Leuchtvorrichtung dazu ausgelegt, durch eine Drehung des scheibenförmigen Farbkonversionselements und eine auf die Drehung abgestimmte Aktivierung der Erreger-Lichtquelle, die Farbe des von der Leuchtvorrichtung abgegebenen Lichts zu verändern.

15

Die Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung kann somit stufenlos eingestellt werden. Die Steuerung der Leuchtvorrichtung ist einfach umsetzbar.

Vorzugsweise ist die Leuchtvorrichtung dazu ausgelegt, die Erreger-Lichtquelle gepulst zu aktivieren und die Länge der Aktivierungspulse zu steuern.

20

Dadurch ist der Beitrag jeder einzelnen Farbe, d.h. der Beitrag des von jedem Farbkonversionsmittel erzeugten Lichts, zum insgesamt von der Leuchtvorrichtung abgegebenen Licht variabel einstellbar. Dadurch kann die Lichtfarbe der

25

Leuchtvorrichtung variiert werden.

Vorzugsweise ist eine Erreger-Lichtquelle eine LED oder ein Laser.

Vorzugsweise liegen die Wellenlängen der Erreger-Lichtquellen im blauen

30

Spektralbereich und ist das von der Leuchtvorrichtung abgegebene Licht weißes Licht.

Vorzugsweise sind die Farbkonversionsmittel Leuchtstoffe und/oder Quantendots.

- Es können organische oder anorganische Leuchtstoffe, etwa Fluoreszenzfarbstoffe verwendet werden. Die Leuchtstoffe können gelöst, verstreut, in Pulverform, in Partikelform oder in Clusterform in dem Farbkonversionselement bzw. den verschiedenen Schichten oder Segmenten des Farbkonversionselements vorhanden sein. Die Leuchtstoffe können dabei beispielweise in ein transparentes Material, etwa ein Kunststoffmaterial, oder ein Harz eingebettet sein. Die Leuchtstoffe können auch als eine Farbkonversionsschicht aufgetragen, aufgemalt oder aufgedruckt sein. Die Quantendots können beispielweise lithographisch strukturierte Quantendots sein. Die Quantendots können auch gewachsene Quantendots sein. Es können mehrere Lagen gestapelter Quantendots verwendet werden. Die verschiedenen Farbkonversionsmittel können durch verschieden große oder breite Quantendots realisiert sein. Für Quantendots ist eine noch genauere Abstimmung auf die Erregerwellenlängen der Erreger-Lichtquellen möglich.
- 5
- 10
- 15 Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Verändern der Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung, das die Schritte aufweist: Erzeugen von wenigstens erstem Licht einer ersten Wellenlänge und zweitem Licht einer zweiten Wellenlänge, Konvertieren der Wellenlängen von zumindest einem Teil des ersten Lichts und des zweiten Lichts durch wenigstens zwei Farbkonversionsmittel, wobei jedes
- 20 Farbkonversionsmittel auf eine der erzeugten Wellenlängen abgestimmt ist, und Verändern der Lichtintensitäten des ersten Lichts und des zweiten Lichts, um die Farbe des von der Leuchtvorrichtung abgegebenen Lichts zu verändern.

- Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Verändern der Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung, das die Schritte aufweist: Erzeugen von Licht einer bestimmten Wellenlänge, Konvertieren der Wellenlänge von zumindest einem Teil des erzeugten Lichts durch ein Farbkonversionselement, das wenigstens zwei Farbkonversionsmittel enthält, wobei stets nur ein Farbkonversionsmittel das erzeugte Licht beeinflusst, Bewegen des Farbkonversionselements, um das
- 25
- 30 Farbkonversionsmittel, welches das erzeugte Licht beeinflusst, zu wechseln.

Vorzugsweise wird durch die Bewegung des Farbkonversionselements und eine auf die Bewegung abgestimmte Erzeugung des Lichts, die Farbe des von der Leuchtvorrichtung abgegebenen Lichts verändert.

Die vorliegende Erfindung löst die oben genannten Aufgaben. Insbesondere werden die oben genannten Nachteile des Standes der Technik abgemildert oder gänzlich behoben.

5

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

Figur 1 zeigt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

10

Figur 2 zeigt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 3 zeigt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

15

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines ersten Grundkonzepts der vorliegenden Erfindung. Dabei ist vorgesehen, dass wenigstens zwei unterschiedliche Erreger-Lichtquellen 2, 3 zum Einsatz kommen. Vorteilhafterweise werden sogar drei, oder sogar mehr als drei, Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 in der Leuchtvorrichtung 1 verwendet.

20

Jede Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 gibt Licht einer unterschiedlichen Wellenlänge λ_2 , λ_3 bzw. λ_4 ab. In Fig. 1 gibt eine erste Erreger-Lichtquelle 2 Licht einer ersten Wellenlänge λ_2 ab, eine zweite Erreger-Lichtquelle 3 gibt Licht einer zweiten Wellenlänge λ_3 ab und eine dritte Erreger-Lichtquelle 4 gibt Licht einer dritten Wellenlänge λ_4 ab. Vorteilhafterweise liegen die Wellenlängen λ_2 , λ_3 , λ_4 alle im blauen Spektralbereich, d. h. jede der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 strahlt Licht eines unterschiedlichen Blautons aus. Die unterschiedlichen Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 können verschiedenartige LEDs, OLEDs und/oder Laser oder der gleichen sein. Alle Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 sind vorteilhafterweise steuerbar, vorzugsweise zumindest hinsichtlich der Intensität des von ihnen abgegebenen Lichts, ihrer Einschaltzeit in einem gepulsten Betrieb und/oder bezüglich einer Taktfrequenz bzw. eines Tastverhältnisses in einem PWM-Betrieb. Vorzugsweise ist jede Erreger-Lichtquelle 2,

25

30

3, 4 individuell steuerbar. Die Steuerung kann dabei von einer (nicht gezeigten) Steuervorrichtung der Leuchtvorrichtung 1, einer externen drahtgebundenen oder drahtlosen Steuervorrichtung, oder über eine Benutzerschnittstelle von einem Benutzer durchgeführt werden.

5

Die Leuchtvorrichtung 1 weist ferner ein Farbkonversionselement 5 auf. Das von den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 abgegebene Licht wird in das Farbkonversionselement 5 eingestrahlt. Das Farbkonversionselement 5 in Fig. 1 ist beispielsweise eine Farbkonversionsschicht. Das Farbkonversionselement 5 kann direkt auf die Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 aufgebracht sein oder in einem gewissen Abstand zu den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 angeordnet sein. Das Farbkonversionselement 5 kann plan oder konkav bzw. konvex sein. Das Farbkonversionselement 5 kann die Funktion einer Linse haben, d.h. kann Licht bündeln oder divergieren. Das Farbkonversionselement 5 ist dazu geeignet, die Wellenlänge $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ von zumindest einem Teil des von den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 abgegebenen Lichts zu konvertieren.

Dazu ist das Farbkonversionselement 5 mit wenigstens zwei Farbkonversionsmitteln 6, 7 versehen, die vorzugsweise in dem Farbkonversionselement 5 enthalten sind. Ein Farbkonversionsmittel 6, 7 wird durch Licht einer Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 angeregt und gibt daraufhin Licht einer anderen Wellenlänge ab. Es sind wenigstens zwei Farbkonversionsmittel 6, 7 in dem Farbkonversionselement 5 enthalten, insbesondere wenn die Leuchtvorrichtung 1 wenigstens zwei Erreger-Lichtquellen 2, 3 aufweist. Vorzugsweise ist für jede Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 der Leuchtvorrichtung ein Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 im Farbkonversionselement 5 enthalten. Das heißt die Anzahl der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 und die Anzahl der Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 ist vorzugsweise gleich. Die Anzahl der Farbkonversionsmittel 6, 7 kann auch größer als die Zahl der Erreger-Lichtquellen sein, wobei dann jeder Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 mehrere Farbkonversionsmittel 6, 7 zugeordnet sind. Jedes Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 ist vorzugsweise auf eine der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 abgestimmt.

30

Diese Abstimmung wird vorzugsweise dahingehend vorgenommen, dass bevorzugt jedes Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 nur von einer der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 genutzt werden kann. Das heißt, das entsprechende Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 besitzt beispielsweise einen Absorptionsbereich, der auf die Wellenlänge einer

zugeordneten Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 abgestimmt ist. Idealerweise weist jedes Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 ein Absorptionsmaximum bei einer Wellenlänge λ_2 , λ_3 , λ_4 von einer der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 auf. Die Wellenlänge λ_2 , λ_3 , λ_4 von jeder Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 ist somit zumindest in gewissen Grenzen selektiv für ein Farbkonversionsmittel 6, 7, 8. Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 können also vorzugsweise selektiv angeregt werden damit sie Licht abzugeben.

Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 unterscheiden sich zwar vorzugsweise hinsichtlich ihrer Absorptionsmaxima, haben aber nicht zwangsläufig engbandige Absorptionsspektren. Die Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 sind in geeigneter Weise auf das Absorptionsmaximum des Absorptionsspektrums der entsprechenden Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 eingestellt. Je enger das Absorptionsspektrum, desto besser kann eine Abstimmung auf die Erreger-Lichtquelle erzielt werden. Je breiter das Absorptionsspektrum, desto mehr Farbvariation ist möglich.

Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 sind vorzugsweise Leuchtstoffe, bspw. Phosphor- oder Fluoreszenzfarbstoffe. Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 können auch Quantendots sein. Quantendots können sehr genau auf die Erregerwellenlängen abgestimmt werden, da sich ihre Energieniveaus gezielt einstellen lassen. Ein Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 besteht also vorzugsweise aus einer Vielzahl von Leuchtstoffpartikeln und/oder Quantendots. Die Leuchtstoffe bzw. Quantendots der verschiedenen Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 sind zueinander verschieden, vorzugsweise zumindest hinsichtlich einer Anregungswellenlänge bzw. eines Absorptionsmaximums.

Das insgesamt von dem Farbkonversionselement 5 abgegebene Licht ist aufgrund der homogenen Fläche selbst äußerst homogen und kann dem insgesamt von der Leuchtvorrichtung 1 abgegebenen Licht 9 entsprechen. Das abgegebene Licht 9 kann aber zuvor zusätzlich durch geeignete Mittel der Leuchtvorrichtung 1 verändert, beispielweise gerichtet, gebündelt, konvergiert, divergiert oder gestreut werden. Das abgegebene Licht 9 ist zumindest eine Überlagerung des Lichts der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 und des Lichts, das von den mehreren Farbkonversionsmitteln 6, 7, 8 des Farbkonversionselements 5 abgegeben wird. Daraus resultiert, dass das

abgegebene Licht 9 ein Mischlicht ist und eine Lichtfarbe der Leuchtvorrichtung aus einer Mischung von mehreren Einzelfarben erreicht wird.

In Figur 1 sind die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 homogen in dem
5 Farbkonversionselement 5 vermischt. Die homogene Mischung der mehreren Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 kann bereits im Vorfeld, also bei der Herstellung des Farbkonversionselements 5, vorgenommen werden. Dementsprechend kann beispielsweise ein sehr gut durchmischtes weißes Licht erzeugt werden, das sehr homogen über den gesamten Abstrahlbereich der Leuchtvorrichtung 1 abgegeben wird
10 und insbesondere eine gleichmäßige Farbtemperatur aufweist.

Durch individuelle Ansteuerung der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 kann bspw. Einfluss auf die Intensität des Lichts von jeder Erreger-Lichtquelle 2, 3, 4 genommen werden. Unterschiedliche Lichtintensitäten, d.h. unterschiedliche Erregungsintensitäten, können
15 also zur selektiven Anregung der verschiedenen Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 eingestellt werden. Unterschiedliche Erregungsintensitäten wirken sich also nur auf eine gewisse Emissionsbandbreite aus, wodurch direkt Einfluss auf das von der Leuchtvorrichtung 1 abgegebene Licht 9 genommen werden kann. Insbesondere können die Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 durch PWM angesteuert werden, um die
20 Lichtabgabe der Leuchtvorrichtung 1 zu beeinflussen. Insbesondere kann so im Betrieb der Leuchtvorrichtung 1 die Farbe oder die Farbtemperatur des von der Leuchtvorrichtung 1 abgegebenen Lichts 9 eingestellt bzw. verändert werden.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform des ersten Grundkonzepts der vorliegenden
25 Erfindung. Die zweite Ausführungsform kann alle Merkmale der ersten Ausführungsform aufweisen, bis auf dass die Leuchtvorrichtung 1 der zweiten Ausführungsform ein Farbkonversionselement 5 aufweist, in dem die verschiedenen Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 nicht homogen durchmischt sind, sondern das wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten 61, 71 umfasst, wobei jede Schicht
30 eines der wenigstens zwei Farbkonversionsmittel 6, 7 enthält. Vorzugsweise werden sogar drei aufeinanderfolgende Schichten 61, 71, 81 verwendet, oder sogar mehr als drei aufeinanderfolgende Schichten verwendet, um das Farbkonversionselement 5 aufzubauen. Die Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 können wieder Leuchtstoffe und/oder Quantendots sein. Das Farbkonversionselement 5 kann aus drei aneinander

- angebrachten Schichten 61, 71, 81 bestehen. Die Schichten 61, 71, 81 können beispielweise aneinandergeklebt sein. Das Farbkonversionselement 5 kann auch aus einem Stück bestehen, aber drei aufeinanderfolgende Bereiche umfassen, in denen unterschiedliche Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 enthalten sind. Die verschiedenen
- 5 Farbkonversionsmittel 6, 7, 8 können wie in Figur 2 gezeigt beispielsweise rotes (R), grünes (G) bzw. blaues (B) Licht abgeben. In Kombination mit drei Erregungs-Lichtquellen 2, 3, 4, die alle Licht eines unterschiedlichen Blautons abgeben, wird insgesamt ein gut durchmischtes, d.h. homogenes, weißes Licht 9 erzielt.
- 10 Bei der zweiten Ausführungsform aus Fig. 2 ist darauf zu achten, dass vorzugsweise ein Farbkonversionsmittel 6, welches Licht einer längeren Wellenlänge bzw. der geringsten Energie abgibt, am nächsten zu den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 angeordnet ist, d. h. in Figur 2 an unterster Stelle angeordnet ist. Ein Farbkonversionsmittel 7, welches Licht einer kürzeren Wellenlänge bzw. höherer Energie abgibt, ist
- 15 vorzugsweise weiter entfernt von den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4, d.h. oberhalb des zuvor genannten Farbkonversionsmittels 6 in Fig. 2 angeordnet. Dadurch kann Licht, das von einem bestimmten Farbkonversionsmittel 6 beeinflusst wird, im Wesentlichen unbeeinflusst durch die nachfolgenden, weiter entfernten Schichten mit unterschiedlichen Farbkonversionsmitteln 7, 8 gelangen. Mit zunehmender Entfernung
- 20 von den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 enthält eine Schicht 61, 71, 81 also vorzugsweise ein Farbkonversionsmittel 6, 7, 8, das längere Lichtwellenlängen abgibt. Die Schichten 61, 71, 81 sind vorzugsweise derart angeordnet, dass eine Schicht 61 mit einem Farbkonversionsmittel 6 mit einem breiteren Absorptionsspektrum näher an den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 angeordnet ist als eine Schicht 71 mit einem
- 25 Farbkonversionsmittel 7 mit einem schmäleren Absorptionsspektrum. Durch die oben genannte vorteilhafte Anordnung der Schichten 61, 71, 81 wird ein Selbstabsorptionseffekt verhindert oder zumindest reduziert.

- In Fig. 2 ist auch noch gezeigt, dass ein Spiegel 10, vorzugsweise ein Kantenfilter,
- 30 welcher für Wellenlängen des Lichts der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 durchlässig ist, zwischen den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 und dem Farbkonversionselement 5 angeordnet sein kann. Der Spiegel 10 lässt also das von den Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 abgegebene Licht durch, reflektiert aber Licht das von den Farbkonversionsmitteln 6, 7, 8 in Richtung der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 abgegeben wird und lenkt dieses in

Richtung des von der Leuchtvorrichtung 1 abgegebenen Lichts 9. Dadurch wird der Wirkungsgrad der Leuchtvorrichtung 1 erhöht. Die Effizienz der Leuchtvorrichtung 1 kann also gesteigert werden. Ein solcher Spiegel kann auch für die erste Ausführungsform gemäß der Figur 1 verwendet werden.

5

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform eines zweiten Grundkonzepts der vorliegenden Erfindung. Merkmale der ersten beiden Ausführungsformen können auch für die dritte Ausführungsform vorgesehen sein, solange sich kein Widerspruch ergibt. Die in Figur 3 gezeigte Leuchtvorrichtung 11 umfasst nur eine einzige Erreger-

10 Lichtquelle 12, die Licht einer bestimmten Wellenlänge λ_{12} abgibt. Wiederum weist die Leuchtvorrichtung 11 ein Farbkonversionselement 15 auf. Das Farbkonversionselement 15 ist so angeordnet, dass das von der Erreger-Lichtquelle 12 abgegebene Licht darauf eingestrahlt wird. Das von der Leuchtvorrichtung 11 abgegebene Licht 19 kann das Licht, sein, das schließlich von dem
15 Farbkonversionselement 15 abgegeben wird. Wie für die ersten beiden Ausführungsformen kann das abgegebene Licht 19 aber zuvor noch weiter verändert bzw. beeinflusst werden.

Das Farbkonversionselement 15 weist wenigstens zwei Farbkonversionsmittel 16, 17
20 auf. Diese Farbkonversionsmittel 16, 17 sind vorzugsweise in getrennten Bereichen des Farbkonversionselements 15 angeordnet, so dass bei einer bestimmten Ausrichtung der Erreger-Lichtquelle 12 zu dem Farbkonversionselement 15 stets nur eines der Farbkonversionsmittel 16, 17, das von der Erreger-Lichtquelle 12 abgegebene Licht beeinflusst. Dazu ist es vorteilhaft, dass der Durchmesser der Erreger-Lichtquelle 12
25 deutlich kleiner ist als der Durchmesser des Bereichs, in dem eines der Farbkonversionsmittel 16 oder 17 angeordnet ist. Das Farbkonversionselement 15 kann beispielsweise aus wenigstens zwei Segmenten 161, 171 bestehen, deren Durchmesser jeweils um einen Faktor 2 bis 10, vorzugsweise 4 bis 6 größer ist als der Durchmesser der Erreger-Lichtquelle 12.

30

Das Farbkonversionselement 15 ist vorzugsweise bewegbar in der Leuchtvorrichtung 11 angeordnet, so dass durch eine Bewegung des Farbkonversionselements 15 wenigstens entweder ein erstes Farbkonversionsmittel 16 oder ein zweites Farbkonversionsmittel 17 derart vor der Erreger-Lichtquelle 12 angeordnet wird,

dass nur dieses Farbkonversionsmittel 16, 17 das von der Erreger-Lichtquelle 12
abgegebene Licht beeinflusst. Die Erfindung umfasst natürlich auch drei oder mehr
Farkonversionsmittel 16, 17, 18 in drei oder mehr verschiedenen Segmenten 161,
171, 181. Durch die Bewegung des Farbkonversionselements 15 und eine gleichzeitige
5 abgestimmte Aktivierung der Erreger-Lichtquelle 12 kann die Lichtabgabe der
Leuchtvorrichtung 11 im Betrieb beeinflusst werden, insbesondere kann die Farbe oder
die Farbtemperatur des von der Leuchtvorrichtung 11 abgegebenen Lichts 19 im
Betrieb verändert werden. Idealerweise wird dabei das Farbkonversionselement 15 so
schnell bewegt, bspw. hin und her bewegt, dass in schnellem Wechsel ein erstes
10 Farbkonversionsmittel 16 oder ein zweites Farbkonversionsmittel 17 das von der
Erreger-Leuchtquelle 12 abgegebene Licht beeinflusst. Der Wechsel ist vorzugsweise
so schnell, dass das insgesamt abgegebene Licht 19 in der Wahrnehmung eines
Betrachters ein Mischlicht ist.

15 Figur 3 zeigt, dass das Farbkonversionselement 15 beispielsweise ein
scheibenförmiges Element sein kann, das drehbar ist. Das scheibenförmige
Farkonversionselement 15 weist vorzugsweise drei Segmente 161, 171, 181 auf, die
jeweils ein unterschiedliches Farbkonversionsmittel 16, 17 bzw. 18 enthalten. Die
Segmente 161, 171, 181 des Farbkonversionselements 15 sind vorzugsweise durch
20 eine Speicherschicht 12 voneinander getrennt.

In Fig. 3 legt ein Drehwinkel 14 einer Drehung des Farbkonversionselements 15 fest,
welches der Farbkonversionsmittel 16, 17, 18 derart bezüglich der Erreger-
Leuchtquelle 12 angeordnet ist, dass nur dieses Farbkonversionsmittel 16, 17, 18 das
25 von der Erreger-Lichtquelle 12 abgegebene Licht beeinflusst. Das scheibenförmige
Farkonversionselement 15 kann bspw. mit einer Rotationsfrequenz im Bereich von
vorzugsweise 50 Hz oder mehr, mehr bevorzugt 50-200 Hz, noch mehr bevorzugt
ungefähr 100 Hz rotiert werden, um einen schnellen Wechsel des
Farkonversionsmittels 16, 17, 18 zu erzielen, welches das Licht von der Erregungs-
30 Lichtquelle 12 beeinflusst.

Abgestimmt auf die Drehung des Farbkonversionselements 15 kann die Erreger-
Lichtquelle 12 auch gepulst betrieben werden, wobei die Pulse unterschiedliche
Längen und/oder unterschiedliche Amplituden haben können, d.h. einer

unterschiedlichen Lichtintensität entsprechen können. Durch die Rotation des Farbkonversionselements 15 bewegen sich die verschiedenen Farbkonversionsmittel 16, 17, 18 nacheinander vor der Erregungs-Leuchtquelle 12 vorbei. Wird die Erregungs-Leuchtquelle 12 zusätzlich kontrolliert gepulst betrieben, so ist der Beitrag der einzelnen Lichtfarben, die von den einzelnen Farbkonversionsmitteln 16, 17, 18 erzeugt wird, variabel einstellbar, so dass die Farbe des insgesamt abgegebene Lichts 19 variierbar ist. Der jeweilige Anteil des entsprechenden Farbkonversionsmittel 16, 17, 18 kann so gewählt werden, dass durch Veränderung der genannten Parameter ein gewünschtes Mischlicht, vorzugsweise Weißlicht, von der Leuchtvorrichtung 11 abgegeben wird.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf Verfahren, die zur Einstellung bzw. Veränderung der Lichtfarbe der Leuchtvorrichtungen 1 und 11 ausgeführt werden können. Insbesondere wird dabei für das erste Grundkonzept der vorliegenden Erfindung ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Intensitäten der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4 individuell und kontrolliert gesteuert werden, vorzugsweise durch PWM. Für das zweite Grundkonzept der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Bewegung, bspw. die Rotationsgeschwindigkeit bzw. der Drehwinkel des Farbkonversionselements 15, in Abstimmung mit der Aktivierung, vorzugsweise gepulsten Aktivierung, der Erreger-Lichtquelle 12 gesteuert wird. Insbesondere kann dabei eine Pulsweite oder eine Pulsamplitude der Erreger-Lichtquelle 12 entsprechend des eingestellten Drehwinkels bzw. entsprechend einer Rotationsgeschwindigkeit des Farbkonversionselements 5 eingestellt werden.

Die vorliegende Erfindung stellt also eine Leuchtvorrichtung 1, 11 mit veränderlicher Lichtfarbe bzw. Verfahren zum Verändern der Lichtfarbe bereit. Mittels der vorliegenden Erfindung lassen sich spezielle CRI- und/oder Farbanforderungen an die Leuchtvorrichtung 1, 11 realisieren. Alterungserscheinungen der Leuchtvorrichtung 1, 11 können bspw. durch variieren der Intensitäten der Erreger-Lichtquellen 2, 3, 4, 12 kompensiert werden. Es können stufenlos einstellbare Lichtfarben realisiert werden. Zusätzlich kann der Einsatz größerer Leuchtstoffmengen als notwendig vermieden werden. Insgesamt wird also eine deutliche Verbesserung bezüglich des bekannten Standes der Technik erzielt.

Ansprüche

1. Leuchtvorrichtung (1) mit variabel einstellbarer Lichtfarbe, die aufweist
5 wenigstens eine erste Erreger-Lichtquelle (2) zur Abgabe von Licht einer ersten Wellenlänge (λ_2) und eine zweite Erreger-Lichtquelle (3) zur Abgabe von Licht einer zweiten Wellenlänge (λ_3),
 wenigstens ein Farbkonversionselement (5) zum Konvertieren der Wellenlängen (λ_2 , λ_3) von zumindest einem Teil des von den Erreger-Lichtquellen (2,
10 3) abgegebenen Lichts,
 wobei das Farbkonversionselement (5) wenigstens zwei Farbkonversionsmittel (6, 7) enthält und jedes Farbkonversionsmittel (6, 7) auf eine der Erreger-Lichtquellen (2, 3) abgestimmt ist.
- 15 2. Leuchtvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei
 jedes Farbkonversionsmittel (6, 7) ein Absorptionsmaximum bei der Wellenlänge (λ_2 , λ_3) einer der Erreger-Lichtquellen (2, 3) aufweist.
3. Leuchtvorrichtung (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei
20 die Wellenlänge (λ_2 , λ_3) von jeder Erreger-Lichtquelle (2, 3) selektiv für eines der Farbkonversionsmittel (6, 7) anregend wirkt, so dass das selektiv angeregte Farbkonversionsmittel (6, 7) Licht abgibt.
4. Leuchtvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, die dazu ausgelegt
25 ist, durch Verändern der Lichtintensitäten der Erreger-Lichtquellen (2, 3), vorzugsweise durch Ansteuerung der Erreger-Lichtquellen (2, 3) mittels Pulsweiten-Modulation, die Farbe des von der Leuchtvorrichtung (1) abgegebenen Lichts (9) zu verändern.
- 30 5. Leuchtvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei
 die wenigstens zwei Farbkonversionsmittel (6, 7) homogen durchmischt in dem Farbkonversionselement (5) enthalten sind.
6. Leuchtvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei

das Farbkonversionselement (5) aus wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten (61, 71) besteht, wobei jede Schicht eines der Farbkonversionsmittel (6, 7) enthält.

- 5 7. Leuchtvorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, wobei
 die wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten (61, 71) derart angeordnet
 sind, dass eine Schicht (61), die ein eine längere Wellenlänge (R) abgebendes
 Farbkonversionsmittel (6) enthält, näher an den Erreger-Lichtquellen (2, 3) angeordnet
 ist als eine Schicht (71), die ein eine kürzere Wellenlänge (G) abgebendes
10 Farbkonversionselement (7) enthält.
8. Leuchtvorrichtung (1) gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei
 die wenigstens zwei aufeinanderfolgenden Schichten (61, 71) derart angeordnet
 sind, dass eine Schicht (61), die ein Farbkonversionsmittel (6) mit einem breiterem
15 Absorptionsspektrum enthält, näher an den Erreger-Lichtquellen (2, 3) angeordnet ist
 als eine Schicht (71), die ein Farbkonversionsmittel (7) mit einem schmäleren
 Absorptionsspektrum enthält.
9. Leuchtvorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,
20 wobei auf der den Erreger-Lichtquellen (2, 3) zugewandten Seite des
 Farbkonversionselements (5) ein Spiegel (10), vorzugsweise ein Kantenfilter,
 angeordnet ist, der durchlässig für das von den Erreger-Lichtquellen (2, 3) abgegebene
 Licht ist.
- 25 10. Leuchtvorrichtung (11) mit variabel einstellbarer Lichtfarbe, die aufweist
 wenigstens eine Erreger-Lichtquelle (12) zur Abgabe von Licht einer
 bestimmten Wellenlänge (λ_{12}),
 wenigstens ein Farbkonversionselement (15) zum Konvertieren der
 Wellenlänge (λ_{12}) von zumindest einem Teil des von der Erreger-Lichtquelle (12)
30 abgegebenen Lichts,
 wobei das Farbkonversionselement (15) wenigstens zwei
 Farbkonversionsmittel (16, 17) enthält, die so angeordnet sind, dass stets nur ein
 Farbkonversionsmittel (16, 17) das von der Erreger-Lichtquelle (12) abgegebene Licht
 beeinflusst,

wobei das Farbkonversionselement (15) bewegbar ist, um das Farbkonversionsmittel (16, 17), welches das von der Erreger-Lichtquelle (12) abgegebene Licht beeinflusst, zu wechseln.

- 5 11. Leuchtvorrichtung (11) gemäß Anspruch 10, wobei
das Farbkonversionselement (15) scheibenförmig ist und wenigstens zwei
Scheibensegmente (161, 171) umfasst,
wobei jedes Scheibensegment (161, 171) ein Farbkonversionsmittel (16, 17)
enthält.
- 10 12. Leuchtvorrichtung (11) gemäß Anspruch 11,
wobei das scheibenförmige Farbkonversionselement (15) drehbar ist,
wobei ein Drehwinkel (14) festlegt, welches der Farbkonversionsmittel (16, 17)
das von der Erreger-Lichtquelle (12) abgegebene Licht beeinflusst.
- 15 13. Leuchtvorrichtung (11) gemäß Anspruch 11 oder 12,
wobei die wenigstens zwei Scheibensegmente (161, 171) durch
Spiegelschichten (12) voneinander getrennt sind.
- 20 14. Leuchtvorrichtung (11) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei
der Durchmesser von jedem Scheibensegment (161, 171) größer, vorzugsweise
um einen Faktor 2 bis 10 größer, als der Durchmesser der Erreger-Lichtquelle (12) ist.
- 25 15. Leuchtvorrichtung (11) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, die dazu
ausgelegt ist, durch eine Drehung des scheibenförmigen Farbkonversionselements (15)
und eine auf die Drehung abgestimmte Aktivierung der Erreger-Lichtquelle (12), die
Farbe des von der Leuchtvorrichtung (11) abgegebenen Lichts (19) zu verändern.
- 30 16. Leuchtvorrichtung (11) gemäß Anspruch 15, die dazu ausgelegt ist, die
Erreger-Lichtquelle (12) gepulst zu aktivieren und die Länge der Aktivierungspulse zu
steuern.
17. Leuchtvorrichtung (1, 11) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei
eine Erreger-Lichtquelle (2, 3, 12) eine LED oder ein Laser ist.

18. Leuchtvorrichtung (1, 11) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17,
wobei die Wellenlängen (λ_2 , λ_3 , λ_{12}) der Erreger-Lichtquellen (2, 3, 12) im
blauen Spektralbereich liegen und
5 das von der Leuchtvorrichtung (1, 11) abgegebene Licht weißes Licht ist.
19. Leuchtvorrichtung (1, 11) gemäß Anspruch einem der Ansprüche 1 bis 18,
wobei
Farbkonversionsmittel (6, 7) Leuchtstoffe und/oder Quantendots sind.
10
20. Verfahren zum Einstellen der Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung (1), das die
Schritte aufweist
Erzeugen von wenigstens erstem Licht einer ersten Wellenlänge (λ_2) und
zweitem Licht einer zweiten Wellenlänge (λ_3),
15 Konvertieren der Wellenlängen (λ_2 , λ_3) von zumindest einem Teil des ersten
Lichts und des zweiten Lichts durch wenigstens zwei Farbkonversionsmittel (6, 7),
wobei jedes Farbkonversionsmittel (6, 7) auf eine der erzeugten Wellenlängen (λ_2 , λ_3)
abgestimmt ist, und
Verändern der Lichtintensitäten des ersten Lichts und des zweiten Lichts, um
20 die Farbe des von der Leuchtvorrichtung (1) abgegebenen Lichts (9) zu verändern.
21. Verfahren zum Einstellen der Lichtfarbe einer Leuchtvorrichtung (11), das die
Schritte aufweist
Erzeugen von Licht einer bestimmten Wellenlänge (λ_{12}),
25 Konvertieren der Wellenlänge (λ_{12}) von zumindest einem Teil des erzeugten
Lichts durch ein Farbkonversionselement (15), das wenigstens zwei
Farbkonversionsmittel (16, 17) enthält, wobei stets nur ein Farbkonversionsmittel (16,
17) das erzeugte Licht beeinflusst,
Bewegen des Farbkonversionselements (15), um das Farbkonversionsmittel
30 (16, 17), welches das erzeugte Licht beeinflusst, zu wechseln.
22. Verfahren gemäß Anspruch 19, wobei

durch die Bewegung des Farbkonversionselements (15) und eine auf die Bewegung abgestimmte Erzeugung des Lichts, die Farbe des von der Leuchtvorrichtung (11) abgegebenen Lichts (19) verändert wird.

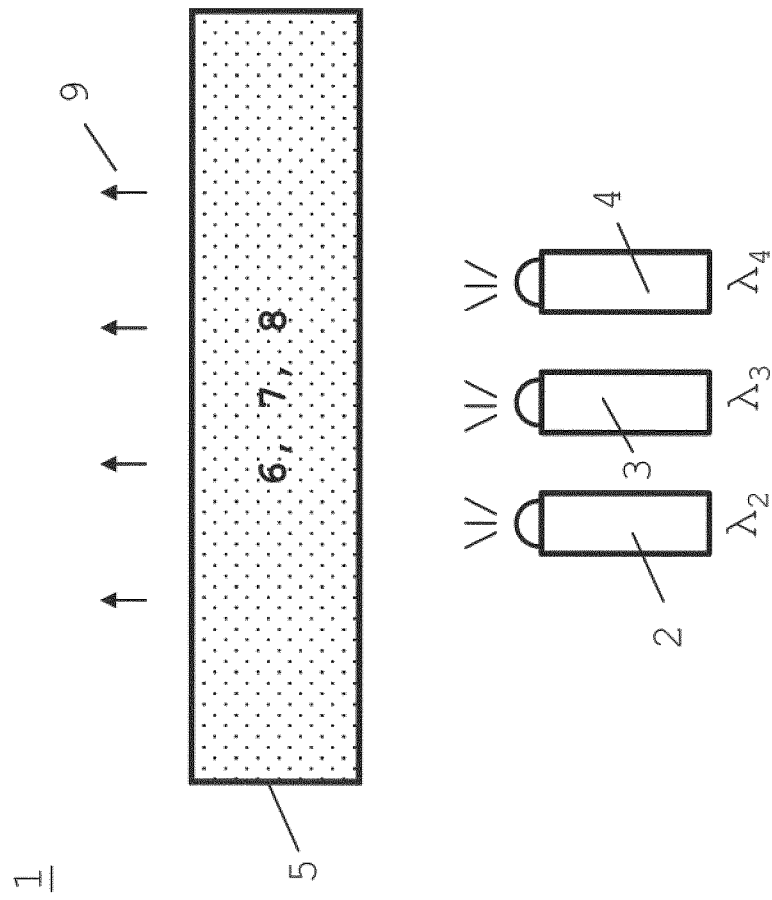


Fig. 1

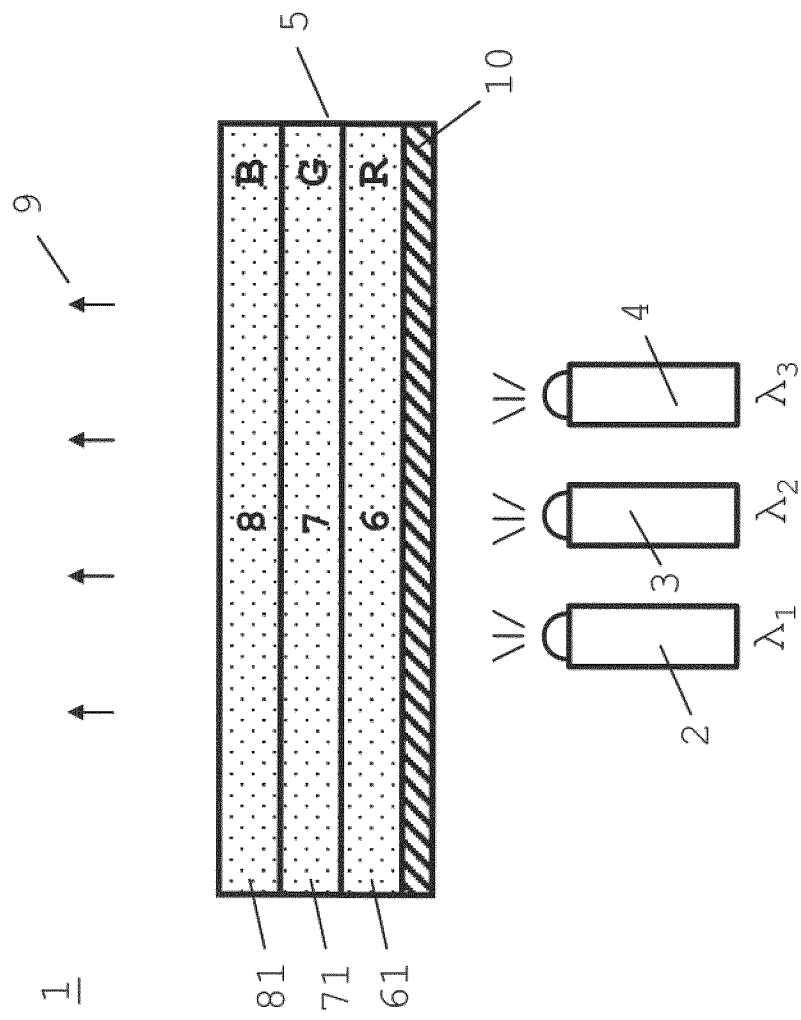


Fig. 2

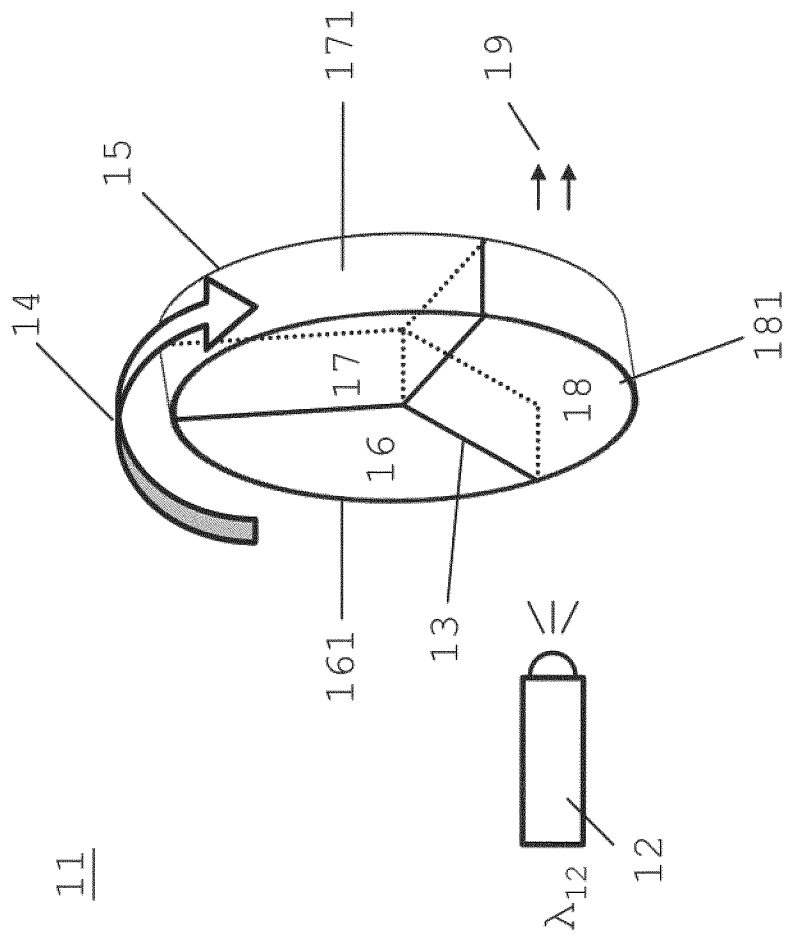


Fig. 3