

(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
10. Dezember 2020 (10.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/245282 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C09K 11/77 (2006.01) G03B 21/20 (2006.01)
F21S 41/14 (2018.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/065505

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Juni 2020 (04.06.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 208 285.8
06. Juni 2019 (06.06.2019) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **BICHLER, Daniel**; Weite Gasse 14a, 86150
Augsburg (DE). **DALLMEIR, Simon**; Am alten Wehr 9,
87640 Biessenhofen (DE). **PLUNDRICH, Gudrun**; Am
Alten Wehr 9, 87640 Biessenhofen (DE). **VORSTHO-
VE, Mark**; Gustav-Stresemann-Str.32, 86199 Augsburg

(DE). **PESCHKE, Simon**; Schulstr. 6, 85617 Aßling (DE).
STRUBE-KNYRIM, Johanna; Steinplatt 6, 86947 Weil
(DE). **THOMA, Jutta**; Streitheimerstr. 23, 86497 Horgau
(DE). **KOCH, Christian**; Grüntenstr. 4, 86517 Wehringen
(DE). **SCHMID, Philipp**; Meisenweg 7, 82110 Germering
(DE). **STOLL, Christiane**; Weberstraße 7, 86830 Schwab-
münchen (DE).

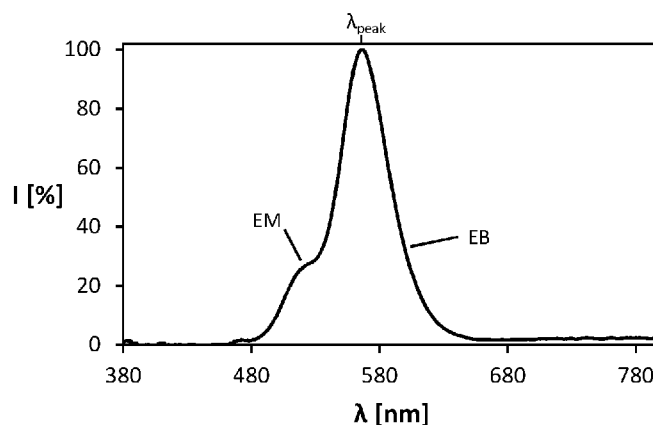
(74) Anwalt: **ENGELHARDT, Martin**; c/o OSRAM GmbH,
Marcel-Breuer-Str. 6, 80807 München (DE).

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

(54) Title: YELLOW LUMINOPHORE AND LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: GELBER LEUCHTSTOFF UND LICHTQUELLE

FIG. 2



(57) **Abstract:** A luminophore is specified. The luminophore crystallizes in a triclinic crystal system and has the general empirical formula $\text{XA}_3\text{AlO}_4\text{:E}$, where - X = Mg, Ca, Sr and/or Ba; - A = Li, Na, K, Rb and/or Cs and - E = Eu, Ce, Yb and/or Mn. A further luminophore having the general empirical formula $\text{X}'_1\text{-xA}'_y(\text{Al}_1\text{+zA}'_{3\text{-z}})\text{O}_4\text{:E'}$ is specified. The further luminophore crystallizes in a tetragonal crystal system, where - X' = Mg, Ca, Sr and/or Ba; - A' = Li, Na, K, Rb and/or Cs; - E' = Eu, Ce, Yb and/or Mn; - $0 < x < 0.25$; - $y \leq x$ and - $z = 0.5(2x-y)$.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Leuchtstoff angegeben. Der Leuchtstoff kristallisiert in einem triklinen Kristallsystem und weist die allgemeinen Summenformel $\text{XA}_3\text{AlO}_4\text{:E}$, wobei - X = Mg, Ca, Sr und/oder Ba; - A = Li, Na, K, Rb und/oder Cs und - E = Eu, Ce, Yb und/oder Mn. Es wird ein weiterer Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $\text{X}'_1\text{-xA}'_y(\text{Al}_1\text{+zA}'_{3\text{-z}})\text{O}_4\text{:E'}$ angegeben. Der weitere Leuchtstoff kristallisiert in einem tetragonalen Kristallsystem, wobei - X' = Mg, Ca, Sr und/oder Ba; - A' = Li, Na, K, Rb und/oder Cs; - E' = Eu, Ce, Yb und/oder Mn; - $0 < x < 0.25$; - $y \leq x$ und - $z = 0.5(2x-y)$.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

GELBER LEUCHTSTOFF UND LICHTQUELLE

- 5 Die Erfindung betrifft einen Leuchtstoff und eine Lichtquelle, die insbesondere den Leuchtstoff umfasst.

In konversionsbasierten Lichtquellen kommt derzeit für die Konversion blauer Primärstrahlung einer lichtemittierenden Diode (LED) oder Laserdiode in Sekundärstrahlung im gelben Spektralbereich fast ausschließlich der gelbe Leuchtstoff $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (YAG) zur Anwendung. YAG kristallisiert in der Granatstruktur in der kubischen Raumgruppe $1a\bar{3}d$. YAG absorbiert effizient Strahlung im blauen Spektralbereich und emittiert im gelben Spektralbereich. Dabei ist YAG zwar sehr effizient in der Konversion der Strahlung, jedoch weist die gelbe Sekundärstrahlung eine sehr hohe spektrale Halbwertsbreite („full width at half maximum“ – FWHM) von über 100 nm auf.

20

Es besteht Bedarf an Leuchtstoffen, die eine Emission im gelben Spektralbereich und eine schmale spektrale Halbwertsbreite aufweisen.

- 25 Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Leuchtstoff anzugeben, der im gelbgrünen bis gelben Spektralbereich Strahlung emittiert und eine schmale spektrale Halbwertsbreite aufweist. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung eine Lichtquelle mit dem hier beschriebenen
30 Leuchtstoff und eine Verwendung der Lichtquelle anzugeben.

Diese Aufgabe wird beziehungsweise diese Aufgaben werden durch einen Leuchtstoff, eine Leuchtstoffmischung, eine

Lichtquelle und eine Verwendung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

5

Es wird ein Leuchtstoff angegeben. Der Leuchtstoff weist die allgemeine Summenformel $XA_3AlO_4:E$ auf, wobei

- X = Mg, Ca, Sr und/oder Ba;

- A = Li, Na, K, Rb und/oder Cs und

10 - E = Eu, Ce, Yb und/oder Mn. E kann als Aktivator bezeichnet werden und ist insbesondere für die Emission von Strahlung des Leuchtstoffs verantwortlich.

Hier und im Folgenden werden Leuchtstoffe anhand von

15 Summenformeln beschrieben. Es ist bei den angegebenen Summenformeln möglich, dass der Leuchtstoff weitere Elemente etwa in Form von Verunreinigungen aufweist, wobei diese Verunreinigungen zusammengekommen bevorzugt höchstens einen Gewichtsanteil an dem Leuchtstoff von höchstens 1 Promille
20 oder 100 ppm (parts per million) oder 10 ppm aufweisen sollten.

Überraschenderweise weisen die Leuchtstoffe bei einer Anregung mit einer Primärstrahlung eine Emission bzw.

25 Sekundärstrahlung mit einer Peak- oder Dominanzwellenlänge im gelbgrünen bis gelben Spektralbereich auf und zeigen zudem eine schmale spektrale Halbwertsbreite (FWHM, full width at half maximum). Die Peakwellenlänge liegt bevorzugt zwischen einschließlich 510 nm und 580 nm, besonders bevorzugt
30 zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm oder zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm.

Unter der spektralen Halbwertsbreite wird hier und im Folgenden die spektrale Breite auf halber Höhe des Maximums eines Emissionspeaks bzw. einer Emissionsbande verstanden.

- 5 Als "Peakwellenlänge" wird vorliegend die Wellenlänge im Emissionsspektrum eines Leuchtstoffs bezeichnet, bei der die maximale Intensität im Emissionsspektrum bzw. einer Emissionsbande liegt.
- 10 Eine Emissionsbande oder das Emissionsspektrum des Leuchtstoffs kann hier und im Folgenden einen oder zwei Emissionspeaks aufweisen. Weist eine Emissionsbande oder das Emissionsspektrum zwei Emissionspeaks auf, zeigt die Emissionsbande insbesondere zwei Emissionsmaxima, wobei das
- 15 Emissionsmaximum mit der größeren Intensität der Peakwellenlänge oder ungefähr der Peakwellenlänge entspricht. Wenn die beiden Emissionsmaxima nahe beisammen liegen, kann es durch Überlagerung zu einem leichten Shift im Maximum der Gesamtbande gegenüber des Emissionsmaximums des
- 20 Emissionspeaks mit der größeren Intensität kommen.

- Die Dominanzwellenlänge ist eine Möglichkeit, nichtspektrale (polychromatische) Lichtmischungen durch spektrales (monochromatisches) Licht, welches eine ähnliche
- 25 Farbtonwahrnehmung erzeugt, zu beschreiben. Im CIE-Farbraum kann die Linie, die einen Punkt für eine bestimmte Farbe und den Punkt $\text{CIE-}x = 0.333$, $\text{CIE-}y = 0.333$ verbindet, so extrapoliert werden, dass sie den Umriss des Raums in zwei Punkten trifft. Der Schnittpunkt, der näher an der besagten
- 30 Farbe liegt, repräsentiert die Dominanzwellenlänge der Farbe als Wellenlänge der reinen spektralen Farbe an diesem Schnittpunkt. Die Dominanzwellenlänge ist also die Wellenlänge, die von dem menschlichen Auge wahrgenommen wird.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emission bzw. das Emissionsspektrum einen oder zwei Emissionspeaks auf. Die Emissionspeaks weisen insbesondere jeweils ein

5 Emissionsmaximum auf. Dabei ist es insbesondere möglich, dass sich die Emissionspeaks zumindest teilweise überlagern, so dass eine Emissionsbande resultiert, die je nach Intensität der einzelnen zwei Emissionspeaks ein Emissionsmaximum oder zwei Emissionsmaxima aufweist. Dabei kann es sein, dass die
10 Emissionsmaxima der Emissionsbande gegenüber den Emissionsmaxima der einzelnen Emissionspeaks verschoben, also bei kürzeren oder längeren Wellenlängen liegen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emission bzw.

15 das Emissionsspektrum zwei Emissionspeaks auf. Insbesondere sind die Emissionspeaks zumindest teilweise überlagert, so dass eine Emissionsbande mit einem Emissionsmaximum, die der Peakwellenlänge entspricht oder zwei Emissionsmaxima, die einem Emissionsmaximum und einem zweiten Emissionsmaximum bei
20 ungefähr der Peakwellenlänge entsprechen, resultiert.

Insbesondere liegt ein Emissionsmaximum der Emissionsbande zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm und die Peakwellenlänge der Emissionsbande zwischen

einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm oder ein
25 Emissionsmaximum der Emissionsbande liegt zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm und die Peakwellenlänge der Emissionsbande zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm. Bevorzugt liegt ein Emissionsmaximum der Emissionsbande zwischen einschließlich
30 515 nm und einschließlich 525 nm und die Peakwellenlänge der Emissionsbande zwischen einschließlich 565 nm und einschließlich 575 nm oder ein Emissionsmaximum der Emissionsbande liegt zwischen einschließlich 565 nm und

einschließlich 575 nm und die Peakwellenlänge der Emissionsbande zwischen einschließlich 515 nm und einschließlich 525 nm. Weist die Emissionsbande nur ein Emissionsmaximum auf liegt dieses und damit die

5 Peakwellenlänge bevorzugt zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm oder zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 565 nm und einschließlich 575 nm oder zwischen einschließlich 515 nm und einschließlich 525 nm. Vorteilhafterweise kann die
10 relative Intensität der zwei Emissionspeaks über die Synthesebedingungen eingestellt werden, so dass darüber der Farbort der Sekundärstrahlung variiert werden kann. So ist es insbesondere auch möglich, dass ein Emissionspeak vollständig unterdrückt oder nahezu vollständig unterdrückt wird und
15 somit das Emissionsspektrum nur einen Emissionspeak aufweist und somit die Emissionsbande dem Emissionspeak entspricht.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emission bzw. das Emissionsspektrum einen Emissionspeak auf bzw. besteht
20 aus einem Emissionspeak. Die Peakwellenlänge liegt bevorzugt zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 565 nm und einschließlich 575 nm und somit im gelben Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emissionsbande eine spektrale Halbwertsbreite unter 90 nm auf, bevorzugt zwischen einschließlich 40 nm und einschließlich 90 nm. Setzt sich die Emissionsbande aus zwei
30 Emissionspeaks zusammen können die Emissionspeaks jeweils eine spektrale Halbwertsbreite unter 50 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 40 nm und einschließlich 50 nm aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emission bzw. das Emissionsspektrum nur einen Emissionspeak auf bzw.

besteht aus einem Emissionspeak. Die spektrale

- 5 Halbwertsbreite liegt zwischen 40 nm und 50 nm, beispielsweise bei 46 nm. Insbesondere liegt die Peakwellenlänge dieser Ausführungsform zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm, bevorzugt zwischen einschließlich 565 nm und einschließlich 575 nm.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kristallisiert der Leuchtstoff mit der Summenformel $\text{XA}_3\text{AlO}_4\text{:E}$ in einer triklinen Kristallstruktur. Bevorzugt kristallisiert der Leuchtstoff in der triklinen Raumgruppe $P\bar{1}$.

15

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist E zumindest Eu, bevorzugt zumindest Eu^{2+} . Dabei kann Eu oder Eu^{2+} mit Ce, Yb und/oder Mn kombiniert sein. Besonders bevorzugt gilt $\text{E} = \text{Eu}$ oder Eu^{2+} .

20

Durch Verwendung der Aktivatoren Eu, Ce, Yb und/oder Mn, insbesondere Eu oder Eu in Kombination mit Ce, Yb und/oder Mn, kann besonders gut der Farbort des Leuchtstoffs im CIE-Farbraum (1931), dessen Peakwellenlänge (λ_{peak})

- 25 beziehungsweise Dominanzwellenlänge (λ_{dom}), und die spektrale Halbwertsbreite eingestellt werden.

Der Aktivator E kann gemäß einer weiteren Ausführungsform in Mol%-Mengen zwischen 0,1 Mol% bis 20 Mol%, 1 Mol% bis 10

- 30 Mol%, 0,5 Mol% bis 5 Mol%, 2 Mol% bis 5 Mol%, vorhanden sein. Zu hohe Konzentrationen an E können zu einem Effizienzverlust durch Konzentrationsquenching führen. Hier und im Folgenden werden Mol%-Angaben für den Aktivator E, insbesondere Eu,

insbesondere als Mol%-Angaben bezogen auf die Molanteile von X im jeweiligen Leuchtstoff verstanden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff

5 die allgemeine Summenformel $(\text{Sr}_{1-x}\text{X}^*_x)\text{A}_3\text{AlO}_4\text{:E}$ auf, wobei

- $\text{X}^* = \text{Mg}, \text{Ba}$ und/oder Ca ,
- $\text{A} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}$ und/oder Cs ,
- $\text{E} = \text{Eu}, \text{Ce}, \text{Yb}$ und/oder Mn ,

und

10 - $0 \leq x \leq 1$, bevorzugt $0 \leq x < 1$, besonders bevorzugt $0 \leq x \leq 0,5$, ganz besonders bevorzugt $0 \leq x \leq 0,3$. Durch die Variation des Anteils an Sr in dem Leuchtstoff kann mit Vorteil die Lage der Peakwellenlänge beeinflusst werden. Insbesondere haben sich Leuchtstoffe mit einem hohen
15 Strontiumanteil als besonders effizient und langzeitstabil erwiesen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff die allgemeine Summenformel $\text{SrA}_3\text{AlO}_4\text{:E}$ auf, wobei

- 20
- $\text{A} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{Rb}$ und/oder Cs und
 - $\text{E} = \text{Eu}, \text{Ce}, \text{Yb}$ und/oder Mn .

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff die allgemeine Summenformel $(\text{Sr}_{1-x}\text{X}^*_x)\text{Li}_3\text{AlO}_4\text{:E}$ auf, wobei

- 25
- $\text{X}^* = \text{Mg}, \text{Ba}$ und/oder Ca ,
 - $\text{E} = \text{Eu}, \text{Ce}, \text{Yb}$ und/oder Mn ,

und

- $0 \leq x \leq 1$, bevorzugt $0 \leq x < 1$, besonders bevorzugt $0 \leq x \leq 0,5$, ganz besonders bevorzugt $0 \leq x \leq 0,3$.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff die allgemeine Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4\text{:E}$ auf, wobei

- $\text{E} = \text{Eu}, \text{Ce}, \text{Yb}$ und/oder Mn , bevorzugt $\text{E} = \text{Eu}$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Leuchtstoff dazu befähigt, Primärstrahlung aus dem UV bis blauen Spektralbereich zu absorbieren und in Sekundärstrahlung zu konvertieren, die eine Peakwellenlänge zwischen einschließlich 510 nm und 580 nm, besonders bevorzugt zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm oder zwischen einschließlich 560 nm und einschließlich 580 nm aufweist. Die Dominanzwellenlänge kann bei einer Anregung mit einer Primärstrahlung aus dem UV bis blauen Spektralbereich im Bereich zwischen einschließlich 550 nm und 580 nm liegen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff die allgemeine Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}$ auf. Eu ist insbesondere Eu^{2+} .

Der Leuchtstoff $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}$ emittiert bei Anregung mit einer Primärstrahlung aus dem UV- bis blauen Spektralbereich eine Sekundärstrahlung mit einer Peakwellenlänge im gelbgrünen Spektralbereich, insbesondere zwischen einschließlich 535 nm und einschließlich 545 nm oder im gelben Spektralbereich, insbesondere zwischen einschließlich 565 nm und einschließlich 575 nm. Mit Vorteil kann durch die Synthesebedingungen das Emissionsspektrum beeinflusst werden. So kann die Emission bzw. das Emissionsspektrum eine oder zwei Emissionspeaks aufweisen, was eine Einstellung des Farborts ermöglicht. Im Falle von zwei Emissionspeaks kann deren Intensität variiert werden. Überraschenderweise weist die Emissionsbande, bestehend aus einem oder zwei Emissionspeaks des Leuchtstoffs, eine sehr schmale spektrale Halbwertsbreite unter 90 nm und damit eine hohe Lichtausbeute infolge eines großen Überlapps mit der menschlichen Augenempfindlichkeitskurve mit einem Maximum bei 555 nm, auf.

Dadurch können mit dem Leuchtstoff besonders effiziente Lichtquellen bereitgestellt werden. Die Emissionspeaks können dabei jeweils eine spektrale Halbwertsbreite unter 50 nm aufweisen.

5

Die Erfinder haben somit erkannt, dass ein neuartiger schmalbandiger Leuchtstoff mit einer Peakwellenlänge im gelbgrünen bis gelben Bereich mit vorteilhaften Eigenschaften bereitgestellt werden kann, der bisher nicht bereitgestellt werden konnte.

10

Die Erfindung betrifft ferner einen weiteren Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $X'_{1-x}A'_y(Al_{1+z}A'_{3-z})O_4:E'$, der in einem tetragonalen Kristallsystem kristallisiert und wobei

15

- $X' = \text{Mg, Ca, Sr und/oder Ba};$
- $A' = \text{Li, Na, K, Rb und/oder Cs};$
- $E' = \text{Eu, Ce, Yb und/oder Mn};$
- $0 < x < 0,25;$
- $y \leq x$ und

20

- $z = 0,5(2x-y).$

Überraschenderweise weist auch der weitere Leuchtstoff bei einer Anregung mit einer Primärstrahlung eine Emission bzw. Sekundärstrahlung mit einer Peak- oder Dominanzwellenlänge im gelbgrünen bis gelben Spektralbereich auf und zeigt zudem eine schmale spektrale Halbwertsbreite (FWHM, full width at half maximum).

25

Die Schreibweise der Summenformel $X'_{1-x}A'_y(Al_{1+z}A'_{3-z})O_4:E'$, bei der A' zweimal aufgeführt ist, ist einem Fachmann auf dem Gebiet der anorganischen Chemie allgemein bekannt. Insbesondere verdeutlicht diese Summenformel dem Fachmann,

30

dass das A' innerhalb der Kristallstruktur des Leuchtstoffs unterschiedliche Positionen besetzen kann.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Emission bzw.
 5 das Emissionsspektrum des weiteren Leuchtstoffs einen Emissionspeak auf bzw. besteht aus einem Emissionspeak.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der weitere Leuchtstoff die allgemeine Summenformel

10 $X'_{1-x}Li_y(Al_{1+z}Li_{3-z})O_4:E'$ auf, wobei

- $X' = Mg, Ca, Sr$ und/oder Ba ;
- $E' = Eu, Ce, Yb$ und/oder Mn ;
- $0 < x < 0,25$;
- $y \leq x$ und

15 - $z = 0,5(2x-y)$. Eine alternative Schreibweise der allgemeinen Summenformel $X'_{1-x}Li_y(Al_{1+z}Li_{3-z})O_4:E'$ ist $X'_{1-x}Li_{y+3-z}Al_{1+z}O_4:E'$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der weitere
 20 Leuchtstoff die allgemeine Summenformel

$Sr_{1-x}Li_y(Al_{1+z}Li_{3-z})O_4:E'$ auf, wobei

- $E' = Eu, Ce, Yb$ und/oder Mn ;
- $0 < x < 0,25$;
- $y \leq x$ und

25 - $z = 0,5(2x-y)$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform gilt für den weiteren Leuchtstoff $x = y$.

30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform gilt für den weiteren Leuchtstoff $0,10 < x < 0,18$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform kristallisiert der weitere Leuchtstoff in einer tetragonalen Kristallstruktur. Bevorzugt kristallisiert der Leuchtstoff in der tetragonalen Raumgruppe $I4/m$.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist E' zumindest Eu, bevorzugt zumindest Eu^{2+} . Dabei kann Eu oder Eu^{2+} mit Ce, Yb und/oder Mn kombiniert sein. Besonders bevorzugt gilt $E' = Eu$ oder Eu^{2+} .

10

Der Aktivator E' kann gemäß einer weiteren Ausführungsform in Mol%-Mengen zwischen 0,01 Mol% bis 20 Mol%, 1 Mol% bis 10 Mol%, 0,5 Mol% bis 5 Mol%, 2 Mol% bis 5 Mol%, vorhanden sein. Zu hohe Konzentrationen an E können zu einem Effizienzverlust durch Konzentrationsquenching führen. Hier und im Folgenden werden Mol%-Angaben für den Aktivator E' , insbesondere Eu, insbesondere als Mol%-Angaben bezogen auf die Molanteile von X' im jeweiligen Leuchtstoff verstanden.

15

20 Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Leuchtstoff die allgemeine Summenformel $Sr_{0,86}Li_{0,14}(Li_{2,93}Al_{1,07})O_4:Eu$ auf. Eu ist insbesondere Eu^{2+} .

Im Vergleich zu $SrLi_3AlO_4:Eu$ sind in

25

$Sr_{0,86}Li_{0,14}(Li_{2,93}Al_{1,07})O_4:Eu$ die AlO_4 - und die LiO_4 -Tetraeder fehlgeordnet. Zusätzlich ist die Sr-Lage statistisch unterbesetzt. Das wird durch einen leichten Überschuss an Al in den $(Li,Al)O_4$ -Tetraedern und etwas zusätzliches Li in den Kanälen ausgeglichen.

30

Die Erfindung betrifft ferner ein Leuchtstoffgemisch. Das Leuchtstoffgemisch umfasst den Leuchtstoff und den weiteren Leuchtstoff. Dabei gelten alle Ausführungen und Definitionen

des Leuchtstoffs und des weiteren Leuchtstoffs auch für das Leuchtstoffgemisch.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das

- 5 Leuchtstoffgemisch den Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{E}$, der in einem triklinen Kristallsystem kristallisiert, wobei
- $\text{E} = \text{Eu}$
- und den weiteren Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel
- 10 $\text{Sr}_{1-x}\text{Li}_y(\text{Al}_{1+z}\text{Li}_{3-z})\text{O}_4:\text{E}'$, der in einem tetragonalen Kristallsystem kristallisiert, wobei
- $\text{E}' = \text{E}$;
 - $0 < x < 0,25$;
 - $y \leq x$, bevorzugt $x = y$ und
- 15 - $z = 0,5 (2x - y)$.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst das

- Leuchtstoffgemisch den Leuchtstoff mit der Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}$, der in einem triklinen Kristallsystem
- 20 kristallisiert und den weiteren Leuchtstoff $\text{Sr}_{0,86}\text{Li}_{0,14}(\text{Li}_{2,93}\text{Al}_{1,07})\text{O}_4:\text{Eu}$, der in einem tetragonalen Kristallsystem kristallisiert.

Die Erfindung betrifft ferner eine Lichtquelle. Insbesondere

25 weist die Lichtquelle den Leuchtstoff, den weiteren Leuchtstoff oder das Leuchtstoffgemisch auf. Dabei gelten alle Ausführungen und Definitionen des Leuchtstoffs, des weiteren Leuchtstoffs und des Leuchtstoffgemischs auch für die Lichtquelle und umgekehrt.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Lichtquelle eine Primärstrahlungsquelle auf. Bevorzugt ist die Primärstrahlungsquelle eine Halbleiterlichtquelle, besonders

bevorzugt eine lichtemittierende Diode (LED) oder eine Laserdiode. Die Primärstrahlungsquelle ist zur Emission von elektromagnetischer Primärstrahlung eingerichtet.

- 5 In Kombination mit dem in der Lichtquelle vorhandenen Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch ist die Lichtquelle bevorzugt dazu eingerichtet, in Vollkonversion gelbes oder gelbgrünes Licht oder in Teil- oder Vollkonversion weißes Licht zu emittieren. Durch den hohen Überlapp der
- 10 Sekundärstrahlung des Leuchtstoffs, des weiteren Leuchtstoffs oder des Leuchtstoffgemischs mit der Augenempfindlichkeitskurve weist die Lichtquelle eine hohe Lichtausbeute der Gesamtstrahlung auf.
- 15 Die Lichtquelle weist gemäß zumindest einer Ausführungsform ein Konversionselement auf. Insbesondere umfasst das Konversionselement den Leuchtstoff, den weiteren Leuchtstoff oder das Leuchtstoffgemisch oder besteht aus dem Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch. Der
- 20 Leuchtstoff, der weitere Leuchtstoff oder das Leuchtstoffgemisch konvertiert zumindest teilweise oder vollständig die elektromagnetische Primärstrahlung in elektromagnetische Sekundärstrahlung. Die Peakwellenlänge der Sekundärstrahlung liegt insbesondere zwischen einschließlich
- 25 510 nm und einschließlich 580 nm und somit im gelbgrünen bis gelben Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

- Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement ein drehbares Leuchtstoffrad. Das
- 30 Leuchtstoffrad ist insbesondere um eine Drehachse drehbar und kann beispielweise kreisförmig oder ringförmig geformt sein. Eine Rotationsfrequenz oder Drehzahl kann beispielsweise zwischen 1 Hz und 200 Hz liegen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement, insbesondere das drehbare Leuchtstoffrad beabstandet von der Primärstrahlungsquelle angeordnet. Mit
5 anderen Worten steht das Konversionselement nicht in direktem mechanischen Kontakt mit der Primärstrahlungsquelle.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist das Konversionselement, insbesondere das drehbare Leuchtstoffrad
10 beabstandet von einer Laserdiode angeordnet. Mit anderen Worten steht das Konversionselement nicht in direktem mechanischen Kontakt mit der Laserdiode. Bei der Lichtquelle gemäß dieser Ausführungsform handelt es sich insbesondere um ein Laser Activated Remote Phosphor (LARP) System. Solche
15 Systeme eignen sich insbesondere für Projektoren und Displays.

Es wird eine Verwendung der Lichtquelle in einem Projektor oder einem Display angegeben. Insbesondere ist das
20 Konversionselement als drehbares Leuchtstoffrad ausgebildet und bei der Lichtquelle handelt es sich um ein LARP System.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement bzw. die Lichtquelle neben dem
25 Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch keinen weiteren Leuchtstoff auf. Das Konversionselement kann auch aus dem Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch bestehen. Der Leuchtstoff, der weitere Leuchtstoff oder das
30 Leuchtstoffgemisch kann dazu eingerichtet sein die Primärstrahlung vollständig zu konvertieren. Die Gesamtstrahlung der Lichtquelle liegt gemäß dieser

Ausführungsform im gelbgrünen bis gelben Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Gesamtstrahlung
5 der Lichtquelle eine weiße Mischstrahlung. Die, eine weiße Mischstrahlung emittierende, Lichtquelle kann bevorzugt neben dem Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch keinen weiteren Leuchtstoff enthalten. Der Leuchtstoff, der weitere Leuchtstoff oder das
10 Leuchtstoffgemisch ist dazu eingerichtet die Primärstrahlung teilweise zu konvertieren. Hierzu liegt die Peakwellenlänge der Primärstrahlung bevorzugt im sichtbaren blauen Spektralbereich, beispielsweise zwischen 400 nm und 460 nm. Eine Überlagerung der blauen Primärstrahlung und der
15 gelbgrünen bis gelben Sekundärstrahlung ergibt eine weiße Gesamtstrahlung der Lichtquelle. Es handelt sich im Falle der Verwendung des Leuchtstoffs oder des weiteren Leuchtstoffs um eine sogenannte Ein-Leuchtstoff-Lösung. Solche Lichtquellen können insbesondere in der Allgemeinbeleuchtung und im
20 Automotive Bereich, insbesondere in Fahrzeugscheinwerfern oder Fahrtrichtungsanzeiger, Anwendung finden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das Konversionselement neben dem Leuchtstoff, dem weiteren
25 Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch einen zweiten und/oder dritten Leuchtstoff auf. Das Konversionselement kann neben dem Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch und dem zweiten und dritten Leuchtstoff weitere Leuchtstoffe umfassen. Beispielsweise sind die
30 Leuchtstoffe in einem Matrixmaterial eingebettet. Alternativ können die Leuchtstoffe auch in einer Konverterkeramik vorliegen.

Die Lichtquelle kann einen zweiten Leuchtstoff zur Emission von Strahlung aus dem grünen Spektralbereich aufweisen.

Zusätzlich oder alternativ kann die Lichtquelle einen dritten
5 Leuchtstoff aufweisen. Der dritte Leuchtstoff kann zur Emission von Strahlung aus dem roten Spektralbereich eingerichtet sein. Mit anderen Worten kann die Lichtquelle dann zumindest drei Leuchtstoffe, den grüngelb bis gelb emittierenden Leuchtstoff, einen rot emittierenden
10 Leuchtstoff und einen grün emittierenden Leuchtstoff, aufweisen oder die Lichtquelle kann zumindest das Leuchtstoffgemisch, einen rot emittierenden Leuchtstoff und einen grün emittierenden Leuchtstoff, aufweisen. Die Lichtquelle ist zur Vollkonversion oder Teilkonversion
15 eingerichtet, wobei die Primärstrahlung bei Vollkonversion vorzugsweise aus dem UV bis blauen Spektralbereich und bei Teilkonversion aus dem blauen Bereich ausgewählt ist. Die resultierende Gesamtstrahlung der Lichtquelle ist dann insbesondere eine weiße Mischstrahlung.

20

Ein zusätzlich zu dem Leuchtstoff, dem weiteren Leuchtstoff oder dem Leuchtstoffgemisch vorhandener zweiter und/oder dritter Leuchtstoff kann insbesondere den Farbwiedergabeindex (CRI, „color rendering index“) steigern. Weitere Leuchtstoffe
25 neben dem zweiten und dem dritten Leuchtstoff sind dabei insbesondere nicht ausgeschlossen. Je höher der Farbwiedergabeindex desto echter oder naturgetreuer ist der wahrgenommene Farbeindruck.

30 Die Erfindung betrifft ferner einen Scheinwerfer. Insbesondere weist der Scheinwerfer die Lichtquelle auf. Dabei gelten alle Ausführungen und Definitionen der Lichtquelle für den Scheinwerfer und umgekehrt.

Es wird ein Scheinwerfer angegeben. Der Scheinwerfer umfasst eine Lichtquelle. Die Lichtquelle weist zumindest eine Primärstrahlungsquelle und ein Konversionselement umfassend
5 den Leuchtstoff, den weiteren Leuchtstoff oder das Leuchtstoffgemisch auf. Bevorzugt ist die Primärstrahlungsquelle eine Laserdiode.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Scheinwerfer ein Fahrzeugscheinwerfer.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird der Scheinwerfer zur Allgemeinbeleuchtung, Außenbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Spezialbeleuchtung oder
15 Bühnenbeleuchtung verwendet.

Ausführungsbeispiele

Ein Ausführungsbeispiel AB1 des erfindungsgemäßen
20 Leuchtstoffs mit der Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ wurde wie folgt hergestellt: SrO , Li_2CO_3 , Al_2O_3 und Eu_2O_3 wurden gemischt und die Mischung in einem Nickeltiegel bei 800°C in einem Gasdrucksinterofen unter 10 bar Stickstoffatmosphäre für 20 h
geglüht. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde ein
25 Einkristall des Leuchtstoffs AB1 isoliert und charakterisiert. AB1 emittiert bei Anregung mit blauer Primärstrahlung gelbes Licht mit einer Dominanzwellenlänge $\lambda_{\text{dom}} = 568 \text{ nm}$. Die Peakwellenlänge λ_{peak} liegt bei 566 nm. Die spektrale Halbwertsbreite der Emissionsbande liegt bei 46 nm.
30 Es hat sich gezeigt, dass sich neben dem Leuchtstoff $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1) auch der Leuchtstoff $\text{Sr}_{0,86}\text{Li}_{0,14}(\text{Li}_{2,93}\text{Al}_{1,07})\text{O}_4:\text{Eu}$ (AB1') gebildet hat. Auch von AB1' wurde ein Einkristall des Leuchtstoffs isoliert und

charakterisiert. Die Kristalle der Leuchtstoffe AB1 und AB1' sind in dem entstehenden Leuchtstoffgemisch durch Röntgenbeugungsexperimente und durch deren Kristallstruktur unterscheidbar und separierbar. Durch die Separierbarkeit können die Leuchtstoffe AB1 und AB1' jeweils getrennt zueinander verwendet werden. Möglich ist auch die Verwendung des Leuchtstoffgemischs aus AB1 und AB1'.

Die Einwaagen der Edukte der Synthese für AB1 und AB1' finden sich in nachfolgender Tabelle 1.

Tabelle 1:

Edukt	Masse / g
SrO	14,47g
Li ₂ CO ₃	17,20g
Al ₂ O ₃	7,91g
Eu ₂ O ₃	0,41g

Ein Ausführungsbeispiel AB2 des erfindungsgemäßen Leuchtstoffs mit der Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ wurde wie folgt hergestellt: SrO, Li₂O, Al₂O₃ und EuN wurden gemischt und die Mischung bei 800 °C in einem Strömungssofen unter 10% Wasserstoff enthaltender Formiergasatmosphäre für 20 h geglüht. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde ein Einkristall des Leuchtstoffs isoliert und charakterisiert. AB2 emittiert bei Anregung mit blauer Primärstrahlung gelbgrünes Licht mit einer Dominanzwellenlänge $\lambda_{\text{dom}} = 555 \text{ nm}$. Die Peakwellenlänge liegt bei 521 nm. Die spektrale Halbwertsbreite der Emissionsbande liegt bei 85 nm.

Die Einwaagen der Edukte für AB2 finden sich in nachfolgender Tabelle 2.

Tabelle 2:

Edukt	Masse / g
SrO	5,132g
Li ₂ O	2,220g
Al ₂ O ₃	2,525g
EuN	0,123g

5

Die Edukte des Leuchtstoffs sind kommerziell erhältlich, weitestgehend stabil, einfach handhabbar und zudem sehr preisgünstig.

10 Nachfolgende Tabelle 3 zeigt kristallographische Daten von SrLi₃AlO₄:Eu²⁺ (AB1). Der Leuchtstoff kristallisiert im triklinen Kristallsystem in der Raumgruppe $P\bar{1}$.

Tabelle 3:

Summenformel	$\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$
Molare Masse	199.42 g/mol
Z	4
Strukturtyp	$\text{SrLiAl}_3\text{N}_4$
Kristallsystem	triklin
Raumgruppe	$P\bar{1}$
Gitterparameter	
a / pm	575.15(2)
b / pm	732.68(2)
c / pm	971.96(3)
α / °	83.978(1)
β / °	76.647(1)
γ / °	79.625(1)
Volumen /nm ³	0.39114(1)
Kristallographische Dichte ρ /g cm ⁻³	3.39
T /K	296(2)
Diffraktometer	BRUKER D8 Quest
Strahlung	Cu-K α (λ = 154.178 nm)
Messbereich	$4.686 < \theta < 68.171$
Reflexe gesamt	10034
Gemessene / unabhängige Reflexe	10567 / 1406
Gemessener Reziproker Raum	$-6 \leq h \leq 6;$ $-8 \leq k \leq 8;$ $-11 \leq l \leq 11$
$R_{\text{all}}/wR_{\text{ref}}$	2.42 % / 5.66 %
GoF	1.123

Nachfolgende Tabellen 4a und 4b zeigen kristallographische Lageparameter von $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1).

Tabelle 4a:

Name	Atomtyp	Wyckoff- Lage	x	y	z
Sr01	Sr	2i	0.53212(6)	0.63473(4)	0.62467(3)
Sr02	Sr	2i	0.50901(6)	0.12019(5)	0.11643(4)
Al03	Al	2i	0.95879(18)	0.28802(14)	0.13445(11)
Al04	Al	2i	0.33910(18)	0.80331(14)	0.34593(11)
O005	O	2i	0.1553(5)	0.6605(4)	0.4630(3)
O006	O	2i	0.8319(4)	0.1159(4)	0.2601(3)
O007	O	2i	0.3401(4)	0.8044(3)	0.1635(3)
O008	O	2i	0.6906(4)	0.4255(3)	0.0997(3)
O009	O	2i	0.3268(5)	0.3030(4)	0.3954(3)
O00A	O	2i	0.1432(5)	0.1602(4)	0.9935(3)
O00B	O	2i	0.1416(5)	0.3831(4)	0.2224(3)
O00C	O	2i	0.6382(4)	0.6892(4)	0.3577(3)
Li0D	Li	2i	0.6982(13)	0.6717(10)	0.1474(7)
Li0E	Li	2i	0.9473(12)	0.5500(10)	0.3725(7)
Li0F	Li	2i	0.0235(12)	0.1777(9)	0.3871(7)
Li0G	Li	2i	0.6964(12)	0.9419(9)	0.4012(7)
Li0H	Li	2i	0.3144(14)	0.5625(10)	0.0995(8)
Li0I	Li	2i	0.0339(12)	0.9284(9)	0.1284(7)

Tabelle 4b:

Name	Besetzung	U_{iso}
Sr01	1	0.0082(2)
Sr02	1	0.0108(2)
Al03	1	0.0038(2)
Al04	1	0.0035(2)
O005	1	0.0079(5)
O006	1	0.0062(5)
O007	1	0.0060(5)
O008	1	0.0066(5)
O009	1	0.0066(5)
O00A	1	0.0069(5)
O00B	1	0.0068(5)
O00C	1	0.0063(5)
Li0D	1	0.0144(14)
Li0E	1	0.0118(13)
Li0F	1	0.0103(13)
Li0G	1	0.0116(13)
Li0H	1	0.0171(15)
Li0I	1	0.0120(13)

Die Kristallstruktur und die in den Tabellen 4a und 4b
5 gezeigten kristallographischen Daten wurden durch
Röntgenbeugungsexperimente an Einkristallen des Leuchtstoffs
bestimmt. Wie aus den Tabellen 4a und 4b ersichtlich weist
die Kristallstruktur zwei kristallographisch unterschiedliche
Sr-Atome (Sr01, Sr02), zwei kristallographisch
10 unterschiedliche Al-Atome (Al03, Al04), sechs
kristallographisch unterschiedliche Li-Atome (Li0D, Li0E,
Li0F, Li0G, Li0H, Li0I) und acht kristallographisch
unterschiedliche O-Atome (O005, O006, O007, O008, O009, O00A,
O00B, O00C) auf.

15

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt kristallographische Daten von
 $Sr_{0,86}Li_{0,14}(Li_{2,93}Al_{1,07})O_4:Eu^{2+}$ (AB1'). Der Leuchtstoff

kristallisiert im tetragonalen Kristallsystem in der Raumgruppe $I4/m$.

Tabelle 5:

Summenformel	$\text{Sr}_{0,86}\text{Li}_{0,14}(\text{Li}_{2,93}\text{Al}_{1,07}\text{O}_4)$
Formelmasse / g mol^{-1}	379.06
Z	1
Strukturtyp	UCr_4C_4
Kristallsystem	tetragonal
Raumgruppe	$I4/m$
Gitterparameter	
a	782.8 (1) pm
c	318.00 (5) pm
Volumen V	0.19487(6) nm^3
Kristallographische Dichte ρ / g cm^{-3}	3.258
T /K	296(2)
Diffraktometer	BRUKER D8 Quest
Strahlung	$\text{Cu K}\alpha$ (154.178 nm)
Messbereich	$8.01 \leq \theta \leq 59.3$
Gemessene / unabhängige Reflexe	924/ 89
Gemessener reziproker Raum	$-8 \leq h \leq 8;$ $-8 \leq k \leq 8;$ $-3 \leq l \leq 3$
$R_{\text{all}}/wR_{\text{ref}}$	2.30%/ 5.93%
GoF	1.184

5

Nachfolgende Tabelle 6 zeigt kristallographische Lageparameter von $\text{Sr}_{0,86}\text{Li}_{0,14}(\text{Li}_{2,93}\text{Al}_{1,07})\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1').

Tabelle 6:

Name	Atom- typ	x	y	z	Besetzung	U_{iso}
Sr01	Sr	0.5	0.5	0.5	0.861(11)	0.0230(5)
Al02	Al	0.1953(9)	0.6509(10)	0	0.2670(19)	0.0092(16)
Li02	Li	0.165(2)	0.636(2)	0	0.7330(19)	0.0092(16)
O03	O	0.2427(5)	0.4094(4)	0	1	0.0201(13)
Li04	Li	0.5	0.5	0	0.139(11)	0.05

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen
 5 der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung
 mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt der
 Kristallstruktur des
 10 erfindungsgemäßen Leuchtstoffs

Figuren 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 zeigen Emissionsspektren.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt der Kristallstruktur
 15 (monoklin, Raumgruppe $P\bar{1}$) des erfindungsgemäßen Leuchtstoffs
 der Formel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$. Die Kristallstruktur wurde mittels
 Einkristallröntgenbeugung bestimmt. Die Gitterparameter,
 kristallographischen Daten sowie die Güteparameter der
 röntgenographischen Bestimmung finden sich in Tabelle 3 und
 20 die kristallographischen Lageparameter der verfeinerten
 Struktur in den Tabellen 4a und 4b. Die Kristallstruktur des
 Leuchtstoffes entspricht derer von $\text{Sr}[\text{LiAl}_3\text{N}_4]:\text{Eu}^{2+}$ (Pust, P.
 et al. Narrow-band red-emitting $\text{Sr}[\text{LiAl}_3\text{N}_4]:\text{Eu}^{2+}$ as a next-
 generation LED-phosphor material. Nat. Mater. (2014)). In
 25 Figur 1 stehen ausgefüllte Kreise für Sr, schraffierte
 Tetraeder für LiO_4 -Tetraeder und ausgefüllte Tetraeder für
 AlO_4 -Tetraeder. Bei den Tetreadern befinden sich

Sauerstoffatome jeweils an den Ecken und Al oder Li im Zentrum der Tetraeder.

Figur 2 zeigt das Emissionsspektrum des Leuchtstoffs

5 $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1). Auf der x-Achse ist die Wellenlänge in Nanometern aufgetragen und auf der y-Achse die relative Intensität in Prozent. Der Leuchtstoff emittiert bei Anregung mit blauer Primärstrahlung gelbe Sekundärstrahlung mit einer Dominanzwellenlänge $\lambda_{\text{dom}} = 568 \text{ nm}$ und einer Peakwellenlänge
10 $\lambda_{\text{peak}} = 566 \text{ nm}$. Die Emissionsbande EB weist neben der Peakwellenlänge ein Emissionsmaximum EM auf. Die spektrale Halbwertsbreite der Emissionsbande liegt bei 46 nm.

Figur 3 zeigt wie Figur 2 das Emissionsspektrum des

15 Leuchtstoffs $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1). Hier wird deutlich, dass sich die Emissionsbande EB aus einer teilweisen Überlagerung von zwei Emissionspeaks EP1 und EP2 ergibt. EP1 weist eine geringere Intensität auf als EP2. Die sich ergebende Emissionsbande EB weist ein Emissionsmaximum EM resultierend
20 aus EP1 und ein weiteres Emissionsmaximum, welches ungefähr der Peakwellenlänge entspricht, resultierend aus EP2 auf. Das Emissionsmaximum von EP1 liegt bei ca. 520 nm, das Emissionsmaximum von EP2 bei ca. 570 nm. Die spektrale Halbwertsbreite von EP1 beträgt ca. 40 nm, die von EP2 ca.
25 46 nm.

Figur 4 zeigt das Emissionsspektrum des Leuchtstoffs

$\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB2). Der Leuchtstoff emittiert bei Anregung mit blauer Primärstrahlung gelbe Sekundärstrahlung mit einer
30 Dominanzwellenlänge $\lambda_{\text{dom}} = 555 \text{ nm}$ und einer Peakwellenlänge $\lambda_{\text{peak}} = 521 \text{ nm}$. Die Emissionsbande weist neben der Peakwellenlänge ein Emissionsmaximum EM auf. Die spektrale Halbwertsbreite der Emissionsbande liegt bei 85 nm.

Figur 5 zeigt wie Figur 4 das Emissionsspektrum des Leuchtstoffs $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB2). Hier wird deutlich, dass sich die Emissionsbande EB aus einer teilweisen Überlagerung von zwei Emissionspeaks EP1 und EP2 ergibt. EP2 weist eine geringere Intensität auf als EP1. Die sich ergebende Emissionsbande EB weist ein Emissionsmaximum EM resultierend aus EP2 und ein weiteres Emissionsmaximum, welches ungefähr der Peakwellenlänge λ_{peak} entspricht, resultierend aus EP1 auf. Wie in dem Emissionsspektrum deutlich erkennbar, ist das Emissionsmaximum EM der Emissionsbande gegenüber dem Emissionsmaximum des Emissionspeaks EP2 gering kurzwellig verschoben, während die Peakwellenlänge λ_{peak} der Emissionsbande gegenüber dem Emissionsmaximum des Emissionspeaks EP1 gering langwellig verschoben ist. Das Emissionsmaximum von EP1 liegt bei ca. 520 nm, das Emissionsmaximum von EP2 bei ca. 570 nm. Die spektrale Halbwertsbreite von EP1 beträgt ca. 40 nm, die von EP2 ca. 46 nm.

Ein Vergleich mit dem Emissionsspektrum von AB1 aus Figur 3 zeigt, dass für AB1 die Intensität von EP1 geringer ist als die von EP2, während für AB2 die Intensität von EP2 geringer ist als die von EP1. Die Emissionsspektren von AB1 und AB2 der Figuren 2 bis 5 zeigen somit, dass das Verhältnis der Emissionspeaks EP1 und EP2 zueinander veränderbar ist und zumindest der Emissionspeak EP1 komplett oder nahezu komplett unterdrückt werden kann (siehe Figuren 2 und 3). Die Emissionsbande von AB1 entspricht daher nahezu dem Emissionspeak EP2.

Den Erfindern ist es somit überraschenderweise gelungen einen Leuchtstoff bereit zu stellen, dessen Peakwellenlänge in

einem Bereich zwischen einschließlich 510 nm und einschließlich 530 nm oder zwischen einschließlich 560 und einschließlich 580 nm liegen kann. Die Lage der Peakwellenlänge hängt von der relativen Intensität der zwei Emissionspeaks der Emissionsbande ab, wobei durch Änderung der Synthesebedingungen insbesondere der Emissionspeak EP1 eine sehr geringe Intensität aufweisen oder vollständig unterdrückt werden kann.

10 In Figur 6 ist ein Vergleich des Emissionsspektrums von AB1 mit dem des Leuchtstoffs $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (VB1) gezeigt. VB1 weist, gemessen an der Dominanzwellenlänge λ_{dom} , einen vergleichbaren Farbeindruck wie der erfindungsgemäße Leuchtstoff AB1 auf.

15

In Figur 7 ist ein Vergleich des Emissionsspektrums von AB2 mit dem des Leuchtstoffs $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (VB2) gezeigt. VB2 weist, gemessen an der Dominanzwellenlänge λ_{dom} , einen vergleichbaren Farbeindruck wie der erfindungsgemäße Leuchtstoff AB2 auf.

20

Wie aus den Figuren 6 und 7 deutlich erkennbar, weisen die Ausführungsbeispiele AB1 und AB2 deutlich geringere spektrale Halbwertsbreiten auf als die entsprechenden

25

Vergleichsbeispiele VB1 und VB2. Diese geringere spektrale Halbwertsbreite führt in beiden Fällen zu einer deutlich erhöhten Lichtausbeute (LER), wie man an der in Tabelle 7 dargestellten relativen Lichtausbeute $\frac{\eta_v(\text{Ausführungsbeispiel})}{\eta_v(\text{Vergleichsbeispiel})}$ erkennen kann.

30

Tabelle 7:

Leuchtstoff	λ_{dom}	FWHM	LER = $\frac{\eta_v(\text{Ausführungsbeispiel})}{\eta_v(\text{Vergleichsbeispiel})}$
VB1: $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	567 nm	46 nm	100%
AB1: $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$	568 nm	116 nm	122%
VB2: $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	555 nm	85 nm	100%
AB2: $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4:\text{Eu}^{2+}$	555 nm	110 nm	120%

Diese ca. 20% erhöhte Lichtausbeute der Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Leuchtstoffs ist direkt vorteilhaft für die meisten konversionsbasierten Lichtquellen. Als Einzelleuchtstoff in einer Vollkonversionslösung eingesetzt entspricht diese erhöhte Lichtausbeute dem Effizienzgewinn der Konversionslösung bei Verwendung der erfindungsgemäßen Leuchtstoffe.

Diese deutlichen Vorteile erstrecken sich nicht nur auf Vollkonversionsanwendungen mit nur einem einzelnen Leuchtstoff. Als Teil einer Konversionslösung mit mehreren Leuchtstoffen (z. B. weißes Licht emittierende Lichtquellen) kann der Effizienzgewinn durch den erfindungsgemäßen Leuchtstoff immer noch zu deutlichen Verbesserungen führen. Die genaue Größe des Effizienzgewinns in einer Mischung ist jedoch auch von den anderen Leuchtstoffen in der Mischung abhängig.

Figur 8 zeigt das Emissionsspektrum des Leuchtstoffs $\text{Sr}_{0,86}\text{Li}_{0,14}(\text{Li}_{2,93}\text{Al}_{1,07})\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ (AB1'). Auf der x-Achse ist die Wellenlänge in Nanometern aufgetragen und auf der y-Achse die relative Intensität in Prozent.

Die in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele und deren Merkmale können gemäß weiterer Ausführungsbeispiele auch miteinander kombiniert werden, auch wenn solche Kombinationen nicht explizit in den Figuren gezeigt sind. Weiterhin können die in Verbindung mit den

Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiele zusätzliche oder alternative Merkmale gemäß der Beschreibung im allgemeinen Teil aufweisen.

Bezugszeichenliste

	EP1	Emissionspeak
	EP2	Emissionspeak
5	EB	Emissionsbande
	EM	Emissionsmaximum
	LED	lichtemittierende Diode
	LER	Lichtausbeute
	FWHM	Halbwertsbreite
10	λ_{dom}	Dominanzwellenlänge
	λ_{peak}	Peakwellenlänge
	AB	Ausführungsbeispiel
	VB	Vergleichsbeispiel
	g	Gramm
15	I	Intensität
	Mol%	Molprozent
	nm	Nanometer
	°C	Grad Celsius

Patentansprüche

1. Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $\text{XA}_3\text{AlO}_4\text{:E}$, der in einem triklinen Kristallsystem
- 5 kristallisiert und wobei
- X = Mg, Ca, Sr und/oder Ba;
 - A = Li, Na, K, Rb und/oder Cs und
 - E = Eu, Ce, Yb und/oder Mn.
- 10 2. Leuchtstoff nach Anspruch 1, der in der triklinen Raumgruppe $P\bar{1}$ kristallisiert.
3. Leuchtstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit der allgemeinen Summenformel $\text{XLi}_3\text{AlO}_4\text{:E}$.
- 15 4. Leuchtstoff nach Anspruch 1 oder 2 mit der allgemeinen Summenformel $(\text{Sr}_{1-x}\text{X}^*_x)\text{A}_3\text{AlO}_4\text{:E}$, wobei
- $\text{X}^* = \text{Mg, Ba und/oder Ca,}$
- und
- 20 - $0 \leq x \leq 1$.
5. Leuchtstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit der allgemeinen Summenformel $(\text{Sr}_{1-x}\text{X}^*_x)\text{Li}_3\text{AlO}_4\text{:E}$, wobei
- $\text{X}^* = \text{Mg, Ba und/oder Ca,}$
- 25 und
- $0 \leq x \leq 1$.
6. Leuchtstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit der allgemeinen Summenformel $\text{SrLi}_3\text{AlO}_4\text{:E}$.
- 30 7. Leuchtstoff nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei E = Eu.

8. Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $X'_{1-x}A'_y(Al_{1+z}A'_{3-z})O_4:E'$, der in einem tetragonalen Kristallsystem kristallisiert und wobei

- $X' = Mg, Ca, Sr$ und/oder Ba ;

5 - $A' = Li, Na, K, Rb$ und/oder Cs ;

- $E' = Eu, Ce, Yb$ und/oder Mn ;

- $0 < x < 0,25$;

- $y \leq x$ und

- $z = 0,5(2x-y)$.

10

9. Leuchtstoff nach Anspruch 8 mit der allgemeinen Summenformel $X'_{1-x}Li_y(Al_{1+z}Li_{3-z})O_4:E'$.

10. Leuchtstoff nach einem der Ansprüche 8 bis 9 mit der
15 allgemeinen Summenformel $Sr_{1-x}Li_y(Al_{1+z}Li_{3-z})O_4:E'$.

11. Leuchtstoff nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei
 $x = y$.

20 12. Leuchtstoff nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei
 $0,10 < x < 0,18$

13. Leuchtstoff nach einem der Ansprüche 8 bis 12, der in der tetragonalen Raumgruppe $I4/m$ kristallisiert.

25

14. Leuchtstoffgemisch umfassend einen Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $XA_3AlO_4:E$, der in einem triklinen Kristallsystem kristallisiert, wobei

- $X = Mg, Ca, Sr$ und/oder Ba ;

30 - $A = Li, Na, K, Rb$ und/oder Cs und

- $E = Eu, Ce, Yb$ und/oder Mn und einen Leuchtstoff mit der allgemeinen Summenformel $X'_{1-x}A'_y(Al_{1+z}A'_{3-z})O_4:E'$, der in einem tetragonalen Kristallsystem kristallisiert, wobei

- $X' = \text{Mg, Ca, Sr und/oder Ba};$
- $A' = \text{Li, Na, K, Rb und/oder Cs};$
- $E' = \text{Eu, Ce, Yb und/oder Mn};$
- $0 < x < 0,25;$
- 5 - $y \leq x$ und
- $z = 0,5(2x-y).$

15. Lichtquelle umfassend einen Leuchtstoff gemäß zumindest
einem der Ansprüche 1 bis 13 oder einem Leuchtstoffgemisch
10 gemäß Anspruch 14.

16. Lichtquelle nach Anspruch 15 aufweisend

- zumindest eine Primärstrahlungsquelle, die zur Emission von
elektromagnetischer Primärstrahlung eingerichtet ist und
- 15 - ein Konversionselement, das den Leuchtstoff oder das
Leuchtstoffgemisch umfasst und zumindest teilweise die
elektromagnetische Primärstrahlung in elektromagnetische
Sekundärstrahlung konvertiert.

20 17. Lichtquelle nach Anspruch 16, wobei die Lichtquelle zur
Emission einer weißen Gesamtstrahlung oder zur Emission einer
gelben Gesamtstrahlung eingerichtet ist.

18. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei
25 die zumindest eine Primärstrahlungsquelle eine
lichtemittierende Diode oder eine Laser Diode ist.

19. Lichtquelle nach Anspruch 18, wobei die
Primärstrahlungsquelle eine Laser Diode ist.

30

20. Lichtquelle nach Anspruch 19, wobei das
Konversionselement ein drehbares Leuchtstoffrad ist.

21. Scheinwerfer umfassend eine Lichtquelle nach Anspruch
19.

22. Scheinwerfer nach Anspruch 21, wobei es sich bei dem
5 Scheinwerfer um einen Fahrzeugscheinwerfer handelt.

23. Verwendung eines Scheinwerfers nach Anspruch 21 in der
Allgemeinbeleuchtung, Außenbeleuchtung,
Sicherheitsbeleuchtung, Bühnenbeleuchtung oder
10 Spezialbeleuchtung.

24. Verwendung einer Lichtquelle nach einem der Ansprüche 8
bis 20 in einem Display oder einem Projektor.

1/4

FIG. 1

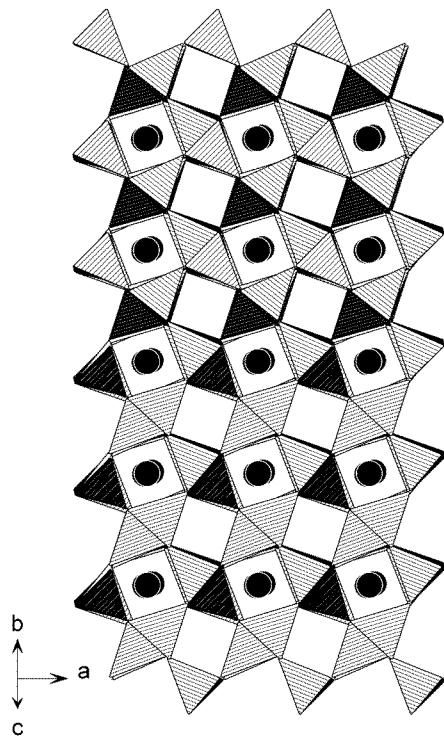
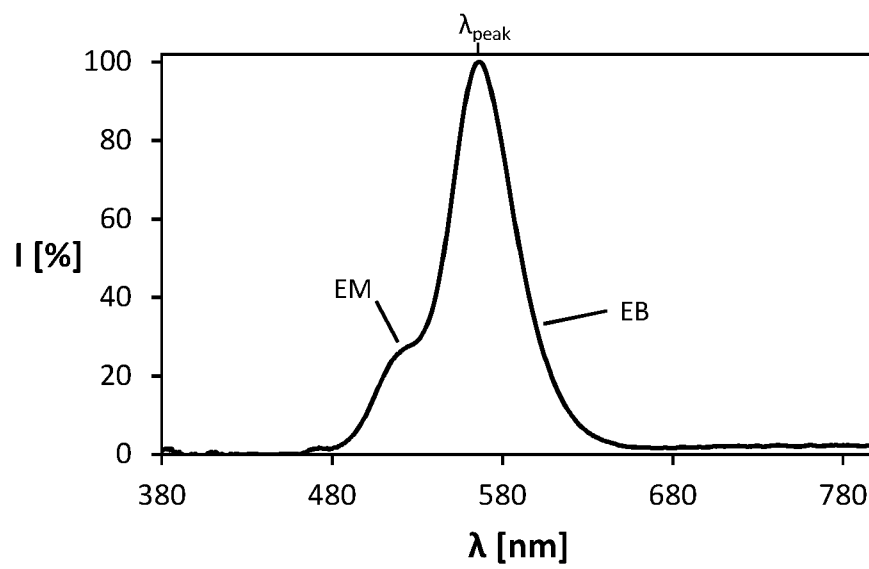


FIG. 2



2/4

FIG. 3

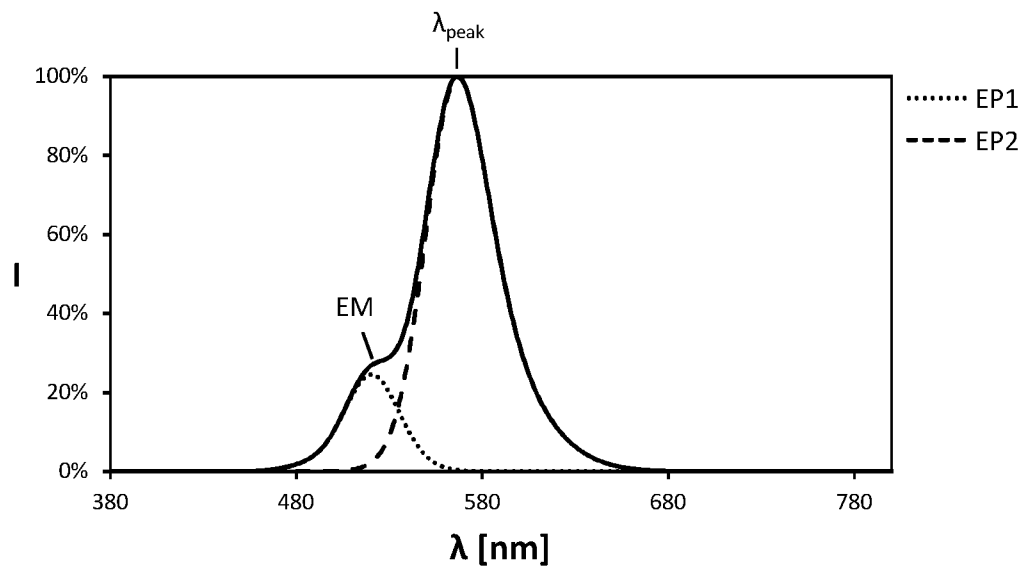


FIG. 4

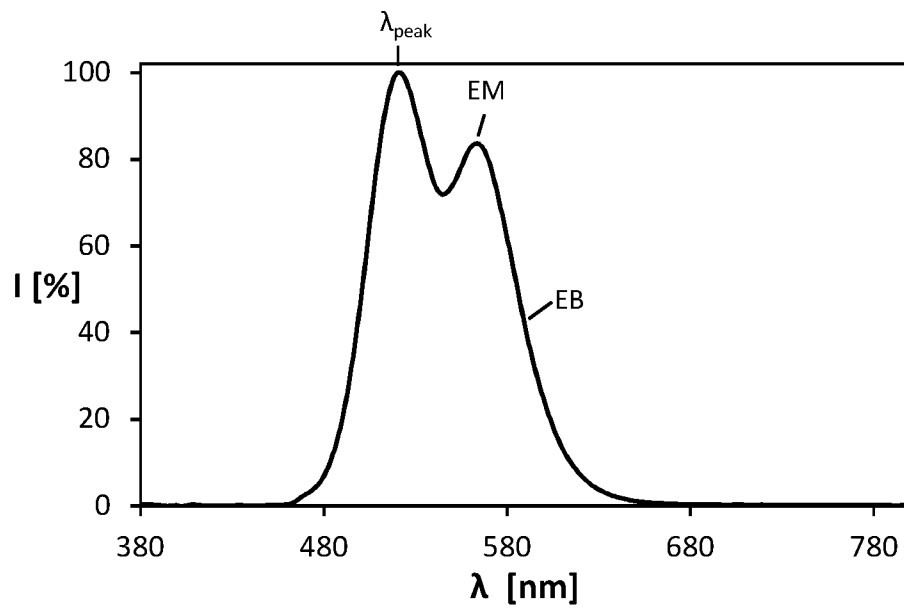


FIG. 5

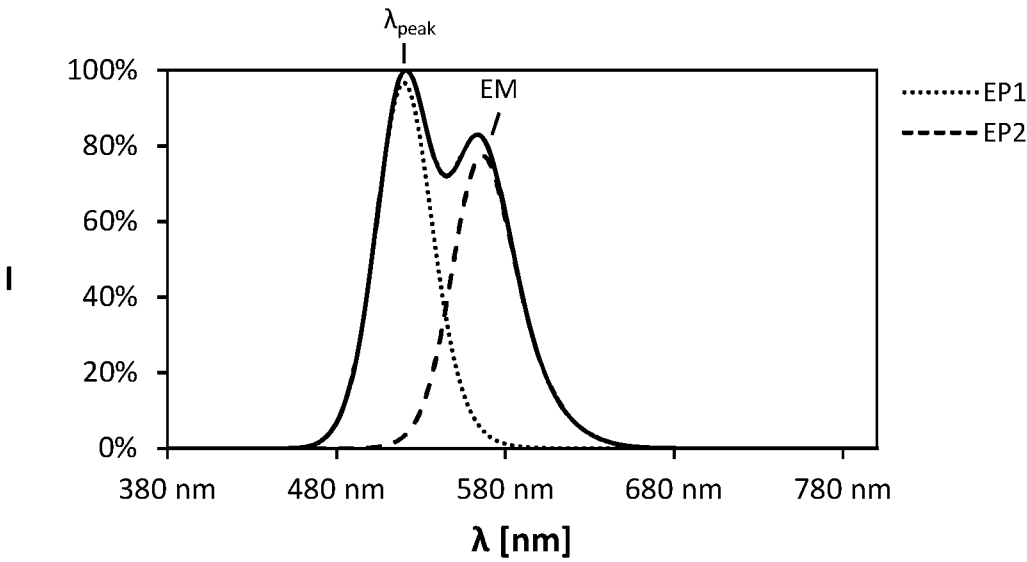


FIG. 6

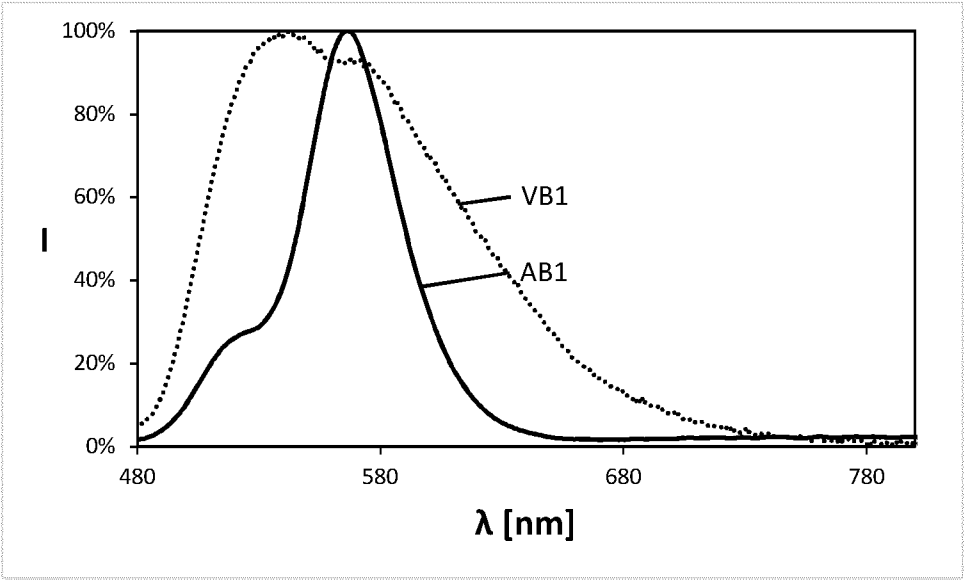


FIG. 7

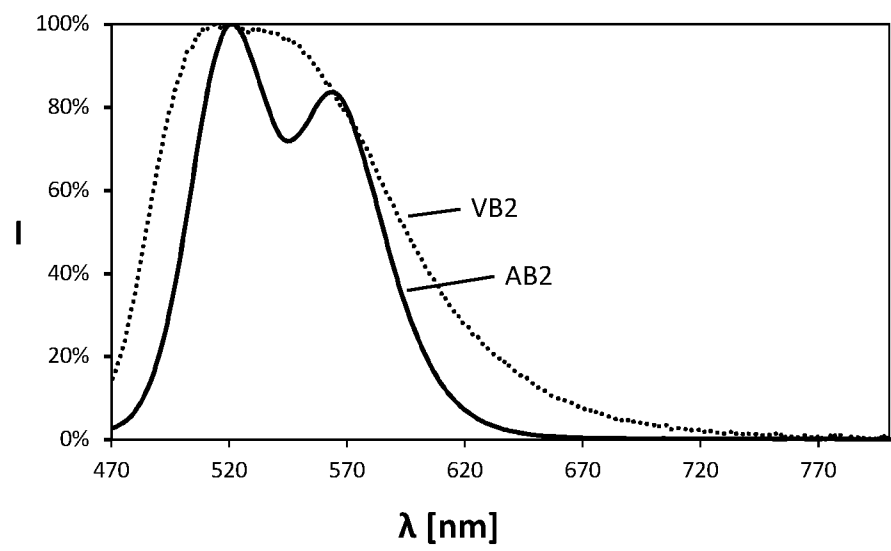
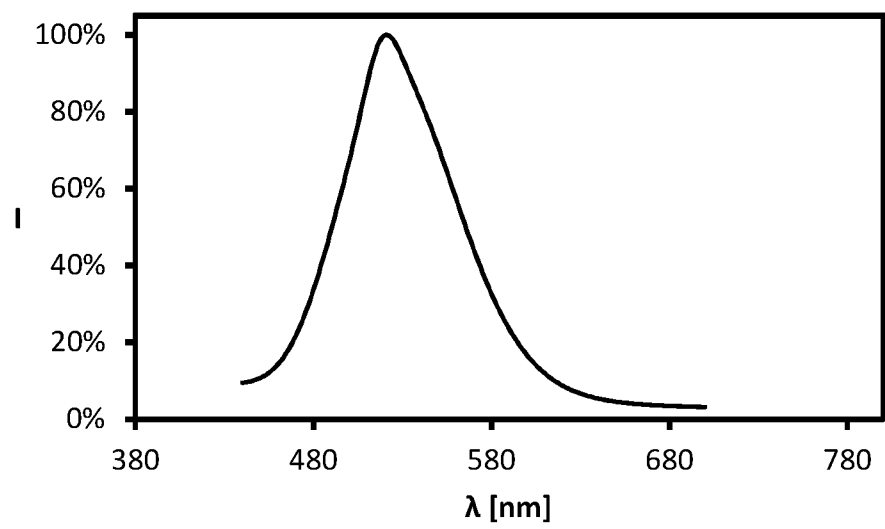


FIG. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/065505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**C09K 11/77**(2006.01)i; **F21S 41/14**(2018.01)i; **G03B 21/20**(2006.01)i

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)

C09K; F21S; G03D; G03B

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, CHEM ABS Data, 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 2019144745 A1 (SEIBALD MARKUS [DE] ET AL) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0003], [0308], [0309], [0563]; figures 1E,38	1-24
X A	WO 2019075469 A1 (UNIV CALIFORNIA [US]) 18 April 2019 (2019-04-18) paragraph [0002]; claims 1,3	1-7,15-24 8-14
X,P	WO 2019188319 A1 (DENKA COMPANY LTD [JP]; NAT INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE NIMS [JP]) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraphs [0078], [0127] - [0131]; claims	1-7,15-18



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

03 September 2020

Date of mailing of the international search report

14 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Baldé, Kaisa

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/065505

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019144745	A1	16 May 2019	CN	109804047	A	24 May 2019
				CN	109983099	A	05 July 2019
				DE	102016121692	A1	15 February 2018
				DE	112017004057	A5	25 April 2019
				JP	2019527760	A	03 October 2019
				KR	20190038800	A	09 April 2019
				KR	20190082825	A	10 July 2019
				US	2019144744	A1	16 May 2019
				US	2019144745	A1	16 May 2019
				US	2019322934	A1	24 October 2019
				WO	2018029299	A1	15 February 2018
WO	2019075469	A1	18 April 2019	NONE			
WO	2019188319	A1	03 October 2019	TW	201942336	A	01 November 2019
				WO	2019188319	A1	03 October 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C09K11/77 F21S41/14 G03B21/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C09K F21S G03D G03B

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, CHEM ABS Data, 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 2019/144745 A1 (SEIBALD MARKUS [DE] ET AL) 16. Mai 2019 (2019-05-16) Absätze [0003], [0308], [0309], [0563]; Abbildungen 1E,38 -----	1-24
X	WO 2019/075469 A1 (UNIV CALIFORNIA [US]) 18. April 2019 (2019-04-18) Absatz [0002]; Ansprüche 1,3 -----	1-7, 15-24
A		8-14
X,P	WO 2019/188319 A1 (DENKA COMPANY LTD [JP]; NAT INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE NIMS [JP]) 3. Oktober 2019 (2019-10-03) Absätze [0078], [0127] - [0131]; Ansprüche -----	1-7, 15-18



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

3. September 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/09/2020

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

Baldé, Kaisa

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/065505

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019144745 A1	16-05-2019	CN 109804047 A	24-05-2019
		CN 109983099 A	05-07-2019
		DE 102016121692 A1	15-02-2018
		DE 112017004057 A5	25-04-2019
		JP 2019527760 A	03-10-2019
		KR 20190038800 A	09-04-2019
		KR 20190082825 A	10-07-2019
		US 2019144744 A1	16-05-2019
		US 2019144745 A1	16-05-2019
		US 2019322934 A1	24-10-2019
		WO 2018029299 A1	15-02-2018

WO 2019075469 A1	18-04-2019	KEINE	

WO 2019188319 A1	03-10-2019	TW 201942336 A	01-11-2019
		WO 2019188319 A1	03-10-2019
