

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5447870号
(P5447870)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl.	F 1
C09K 11/64	(2006.01) C09K 11/64 CPM
C09K 11/62	(2006.01) C09K 11/62 CQH
H01L 33/50	(2010.01) H01L 33/00 410
F21V 9/08	(2006.01) F21V 9/08

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-537357 (P2010-537357)
(86) (22) 出願日	平成20年11月17日 (2008.11.17)
(65) 公表番号	特表2011-506654 (P2011-506654A)
(43) 公表日	平成23年3月3日 (2011.3.3)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2008/065648
(87) 國際公開番号	W02009/077277
(87) 國際公開日	平成21年6月25日 (2009.6.25)
審査請求日	平成22年6月11日 (2010.6.11)
(31) 優先権主張番号	102007060198.2
(32) 優先日	平成19年12月14日 (2007.12.14)
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)

(73) 特許権者	512288684 オスラム ゲーエムベーハー O S R A M G m b H ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ヘラブル ンネルシュトラーセ 1 H e l l a b r u n n e r S t r . 1 , D - 8 1 5 4 3 M u e n c h e n , G e r m a n y
(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄
(74) 代理人	10009483 弁理士 久野 琢也
(74) 代理人	100112793 弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】コンバージョンLED

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一次光源と、該一次光源に前置された発光物質とを備えるコンバージョンLEDであつて、

前記一次光源は、300 nmから420 nmの短波長のビーム領域で放射し、

前記発光物質はホスト格子としてのBAMシステムからなり、前記光源のビームを少なくとも部分的に長波長のビームに変換するコンバージョンLEDにおいて、

前記光源の表面にBAM発光物質が、薄膜として最高で50 μmまでの層厚で直接被覆されており、

前記BAM発光物質の一般的化学量論比は

$M_x Eu_{1-x} Mg_{1+d} Al_{1.0+2f} O_{1.7+d+3f}$

を有し、ここで

$0.2 \times 0.48 ;$

$0. d 0.1 ;$

$-0.1 f 1.0$ であり、

$M = Ba$ が単独で使用されるか、または式

$M = Ba_g (Ca, Sr)_{1-g}$ ただし $g = 0.7$

にしたがい Sr および / または Ca により部分的に置換されていることを特徴とするコンバージョンLED。

【請求項 2】

10

20

前記 B A M 発光物質は化学量論比

$M_x Eu_1 - x Mg_{1+d} Al_{10+2f} O_{17+d+3f}$
を有し、

ここで 0.35×0.45 ;

であることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。

【請求項 3】

前記化学量論比は

$Ba_x Eu_1 - x Mg Al_{10} O_{17}$
であり、

x に対しては 0.35×0.45 が当てはまることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。 10

【請求項 4】

前記化学量論比は

$Ba_x Eu_1 - x Mg_{1+d} Al_{10+2f} O_{17+d+3f}$
であり、

ここで、

0.2×0.48 ;

$0d 0.1$;

$-0.1f 1.0$ であることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。 20

【請求項 5】

光源は、 InGaN をベースにする LED であることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。 20

【請求項 6】

光源は、 InGaN をベースにする LED を備える照明モジュールであることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。 20

【請求項 7】

前記一次放射のピーク波長は、 340 から 410 nm の領域にあることを特徴とする請求項 1 記載のコンバージョン LED。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 の上位概念に記載されている、しばしば LUKOLED と称されるコンバージョン LED に関する。さらに本発明は、前記コンバージョン LED によって作製された光源、ないしはこの種のコンバージョン LED を備える照明システムに関する。 30

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、Eu および Mn がドープされた、BAM をベースにする発光物質が開示されている。この発光物質は UV - LED で使用することが考えられる。類似の発光物質が特許文献 2 から公知である。さらに特許文献 3 から、Eu だけがドープされた、BAM ベースの発光物質が公知である。この種の発光物質での通常のドーピングは、Eu²⁺ の最大含有量が Ba の最大で 50 mol % である。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 7077978 号

【特許文献 2】国際特許出願第 2006/072919 号

【特許文献 3】国際特許出願第 2006/027786 号

【特許文献 4】欧州特許第 529956 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、短波長領域に一次光源を有し、早期の老化を示さない変換LEDを提供することである。ここで励起のピーク波長は最長で420nmとする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項1の特徴部分に記載されている構成によって解決される。

【0006】

ことに有利な実施形態は従属請求項に記載されている。

【0007】

コンバージョンLEDは、UVビームを放射する一次光源を有する。本発明によれば光源は少なくとも1つのチップであり、このチップの表面に新種のBAM発光物質が配置されている。ここで層厚は最高で50μm、有利には30μmまでである。とりわけ層厚は5から20μmである。新種の発光物質は、有害なUVビームが層から漏出することがまったくないほど効率的に吸収する。

10

【0008】

これまで公知のBAM発光物質は典型的には化学量論比BaMgAl₁₁O₁₇:Euを有する。ここでEuは二価の活性剤であり、モル%で計算して通例は最大でBaの50%の濃度で添加される。場合により、放射を長波長にするためMnもコ・アクティベータとして使用される。したがって放射は青または青緑のスペクトル領域にある。

20

【0009】

とりわけ効率的な白色LEDをUV-LEDに基づいて実現するためには、温度の安定した効率的な青色発光物質が必要である。このことは近UV-LEDの場合、340~420nmの領域、とりわけ380~410nmでの発光物質の良好な吸収と、高い量子効率を前提にする。発光物質は、とりわけ高出力LEDで生じるような高い励起強度の場合には飽和しなくとも良い。さらに発光物質は、高出力LEDでの温度が200までと高いため、ルミネセンスの熱的消光をできるだけ小さくすべきである。

【0010】

現在そのためには、もっぱらSCAP:Eu(Sr, Ca-塩素矽石灰)ならびにBAM:Eu(BaMg-アルミニン酸塩)が青色発光物質として使用されるSCAPは、通常使用される5から15%の間のEu濃度ですでに非常に高い吸収を380~410nmのスペクトル領域に有する。とりわけ量子効率と熱的消光特性が、このEu濃度では最適ではなく、BAM:Euの場合よりも悪い。さらにSCAPからの短波長で狭帯域な放射は、高い色演色性を備える効率的な白色LEDを作製すべき場合には必ずしも常に利点ではない。Eu濃度が50%未満(典型的には30%未満)のBAM:Euが使用されるが、しかしこのBAM:EuはSCAPに対して、380~410nmの領域での吸収が良くないという欠点を有する。

30

【0011】

Ba²⁺イオンを、BAMホスト格子BaMgAl₁₁O₁₇中のEu²⁺によりほとんど置換することにより、驚くほど効率的な発光物質が得られる。ここではBa含有量を、Eu²⁺イオン間での過度に強いエネルギー移動が阻止されるように調整することが重要である。典型的には式Ba_xEu_{1-x}MgAl₁₁O₁₇、ただし $x = 0.35$ から0.45により、35から45%のBa濃度に対して非常に適切な発光物質が得られる。

40

【0012】

典型例はEu_{0.6}Ba_{0.4}MgAl₁₁O₁₇である。Ba²⁺の40%の割合がここでは強いエネルギー移動を効果的に阻止し、したがって熱的ルミネセンス消失を阻止する。新規の発光物質は例えば、「カラーオンデマンド」LEDまたは白色LEDに適する。この発光物質は、種々異なる色温度に対して、および高効率と良好な演色性を備える適用に対して調製される。

【0013】

本発明のEu-アルミニン酸塩発光物質は極端に小さな温度消失を有する。175でも

50

効率は、25での効率の80%以上である。化合物Eu0.6Ba0.4MgAl11O17のパウダーペレット吸収は、400nmによる励起の際にすでに80%以上であり、380nmでは、発光物質の粒子サイズが12μmより小さければ90%以上である。適切な粒子サイズは0.5から10μmである。ここで粒子サイズはd50値として理解されたい。より正確に言えば、レーザ散乱、例えばCILASによって測定された、容積に関連する粒子サイズ分布の中央値である。

【0014】

新規の発光物質の量子効率(QE)は、典型的には400nmによる励起の際に84%±5%である。さらに短波長の励起では90%以上のQE値が達成される。

【0015】

ここ、通常よく行われるMuのコ・ドーピングは意図的に省略される。そのような場合、MnはMgの格子スペースを占領する。しかしこの種の発光物質は、純粋にEuをドープした発光物質よりも著しく劣化した特性を示す。イオンMnは、飽和に対して格段に敏感である。

【0016】

高いユーロピウムドーピングは、他の化学量論比と組成のBAM発光物質にも適用される。別の実施形態では、BAM発光物質が、化学量論比Ba_xEu_{1-x}Mg_{1+d}Al_{10+2f}O_{17+d+3f}により記述される。

ここで0.2x0.48、好ましくは0.35x0.45；
0d0.1；
-0.1f1.0である。

【0017】

ここでは化学量論的に簡単に記述される化合物、例えばBAMに対する変種として知られている化合物が取り扱われる。基本的にこのようなホスト格子は非特許文献2から公知である。したがって一般式でホスト格子BAMはタイプBaAl₁₂O₁₉の化学量論比も含む。またはより一般的に、多くのBAMに対する化学量論比が2つのアルミニン酸塩の混合物として公式化され、ここで第1のアルミニン酸塩はBa欠乏であり、相応して化学量論比0.82BaO*6Al₂O₃であり、第2のアルミニン酸塩はMg含有であり、本来のBAM BaMgAl₁₁O₁₇を表す。Ba欠乏アルミニン酸塩と本来のBAM BaMgAl₁₁O₁₇は、ベータAl₂O₃と同じ結晶構造を有するから、両者の化合物はベータAl₂O₃構造と固溶体を形成する。したがって一般的なアルミニン酸塩化学量論比は、{(1-a)*(0.82[Ba_xEu_{1-x}O]*6[Al₂O₃])}*a(Ba_xEu_{1-x}MgAl₁₁O₁₇)として記述される。ここでaは基本的に0a1により与えられる。好ましくはaは少なくとも0.65であり、とくに好ましくは少なくとも0.8である。xに対する値は少なくとも0.52、0.8までである。好ましくはx=0.55から0.65である。

【0018】

負荷の小さい適用では、アルミニン酸塩化学量論比にしたがいMgに対する代替としてMnをコ・ドープすることもできる。

{(1-a)*(0.82[Ba_xEu_{1-x}O]*6[Al₂O₃])}*a(Ba_xEu_{1-x}Mg_{1-z}Mn_zAl₁₁O₁₇)

ここでzはとりわけ高くて0.15であり、好ましくは最高で0.04である。

【0019】

さらにBaは、この式では部分的にまたは完全にSrによって、または部分的にCaによって置換される。

【0020】

別の実施形態では、高いユーロピウム濃度が発光物質に適用される。この発光物質では、Baが部分的にまたは完全にSrおよび/またはCaにより置換されており、本来のBAMから誘導される。この発光物質は化学量論比M_xEu_{1-x}Mg_{1+d}Al_{10+2f}O_{17+d+3f}により記述される。ただしM=(Ba, Sr, Ca)であり、Mは好

10

20

30

40

50

ましくは $Ba_z (Ca, Sr)_{1-z}$ により表され、 $z = 0.7$ である。

【0021】

ここで 0.2×0.48 、好ましくは 0.35×0.45 ;
 0.1×0.1 ;
 -0.1×1.0 である。

【0022】

一般化した式でこのタイプの発光物質も、特許文献4に記載されている。一般式は $(M_{1-r} Mg_r) O * k Al_2O_3$ であり、 $r = 0.4$ から 0.6 である。これはユーロピウムがドープされた金属Mに対して当てはまる。ただし $M = Eu$ 、 $Eu = Ba, Sr, Ca$ である。 e に対しては $e = 0.52$ から 0.8 、とりわけ $e = 0.55$ から 0.65 が当てはまる。 k に対しては $k = 1.5$ から 4.5 が当てはまる。

【0023】

この種の発光物質はとりわけ、例えばRGB原理による他の発光物質との混合体に適する。とりわけ緑色成分に対する $Zn_2SiO_4 : Mn$ または $BaAl_12O_19 : Mn$ と、赤色成分に対する $(Y, Gd) BO_3 : Eu$ または YO_2E 、すなわち $Y_2O_3 : Eu$ を含有する新規のBAMの混合物が適する。

【0024】

この種の発光物質の製造は、原理的には公知のBAM発光物質の場合のように行われる。融剤としてはハロゲン化合物、好ましくはフッ化物および塩化物が使用される。しかしリチウム含有化合物およびホウ素含有化合物も使用できる。

【0025】

製造のために精製物 Al_2O_3 、 $BaCO_3$ 、 $SrCO_3$ 、 MgO 、 Eu_2O_3 、 BaF_2 がタンブリングミキサで数時間混合される。反応温度は 1500 から 1650 にすべきである。その後、2から20%の割合で H_2 を含有する化成ガスが導入される。引き続き発光物質がミルで約5から30分粉碎される。続いて発光物質を場合によりさらに、水または希薄した酸により洗浄することができる。

【0026】

さらにこの一般的なホスト格子に、少量の元素 $F, Cl, Li, Na, B, La, Ce, Nd, Sm, Pr, Gd, Yb, Lu$ が添加される。このときXRDにより証明可能な格子構造が、実質的に不变であるべきである。詳細にはとりわけ次の修正が施される。

- ・ Al を少量だけ B により代用する。
- ・ $2M$ を $M1 + M3$ により置換する。ここで $M1$ は1つまたは複数の一価の金属 Li および/または Na であり、 $M3$ は $La, Ce, Nd, Sm, Pr, Gd, Yb, Lu$ の群からの1つまたは複数の三価の希土類金属である。
- ・ $M1 + H$ をホスト格子に取り付ける。ここで $M1$ は上に定義したような一価の金属であり、 H は F, Cl の群からの1つまたは複数のハロゲンであり、好ましくは最大で1%の割合である。
- ・ 中間格子スペースに三価の希土類金属 $M3 + ZZ$ を取り付ける。ここで $M3$ は上記と同様に定義され、 ZZ の中間格子スペースは F, Cl, O の群からの1つまたは複数の元素であり、混合物は好ましくは F および Cl に対する割合が最大で1%、 O に対しては最大で5%である。
- ・ ルミネセンスを消光することとなる Si のような種々の金属イオンを、ルミネセンスが著しく減少しない周囲に取り付ける。これにより割合は微量となり、1重量%より格段に小さい。

【0027】

本発明の発光物質は、UVでの放射に使用されるLEDに対して、可視スペクトル領域へのコンバージョンを達成するのに有利である。励起は、 300 から 420nm 、好ましくは 340 から 410nm 、とくに好ましくは 380 から 410nm のピーク波長でもっとも良好に行われる。光源としては、コンバージョンLEDの原理によるすべてのLEDが適する。ここで一方では有色の発光LEDが実現され、上記アルミニン酸塩タイプのただ

10

20

30

40

50

1つの発光物質、とりわけBAMが使用される。とりわけ大きなFWHMを備える青色発光LEDが実現され、このLEDは演色性の高いLEDまたはLEDモジュールに対するベースを形成する。

【0028】

しかし他のLEDも実現される。そのために一般的には、黄色(Yellow)解決のために)を放射する少なくとも1つの別の発光物質、または緑色と赤色(Red Green)解決のために)を放射する発光物質が公知のように付加的に使用される。これによりとくに演色性の高い白色発光LEDが実現される。Raは少なくとも80、とりわけ少なくとも90である。

【0029】

BY解決のためには、とりわけYAG:CeのようなガーネットまたはSi_{on}が付加的発光物質として適する。RGB解決のためには、ケイ酸窒化物のような緑色発光物質とニトリドのような赤色発光物質が付加的発光物質として適する。

【0030】

とりわけ新種の発光物質の種々の実施形態からの混合物、例えば青と青緑を放射する変種も使用される

以下では実施例に基づき本発明を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】室温でのBAM発光物質の効率を、Eu含有率の関数として示す線図である。

【図2】175でのBAM発光物質の効率を、Eu含有率の関数として示す線図である。

【図3】同じBAM発光物質の放射強度を、400nmでの励起でEu含有率の関数として示す線図である。

【図4】同じBAM発光物質の量子効率を、400nmでの励起でEu含有率の関数として示す線図である。

【図5】同じBAM発光物質の吸収を、400nmでの励起でEu含有率の関数として示す線図である。

【図6】特別のBAM発光物質の反射率を波長の関数として示す線図である。

【図7】同じ発光物質の放射強度を波長の関数として示す線図である。

【図8】同じ発光物質の消失特性(ケンチング)を温度の関数として示す線図である。

【図9】Mnを取り付けた場合に変更されたBAM発光物質の放射特性を示す線図である。

【図10】種々異なる化学量論比を備える種々の発光物質の放射特性を示す線図である。

【図11】青色光用の光源の原理構造を示す概略図である。

【図12】白色光用の光源の原理構造を示す概略図である。

【図13】2つのLEDの放射スペクトルを比較する線図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図1は、BAM発光物質Ba_xEu_{1-x}MgAl₁₀O₁₇の相対効率を、M=(Ba, Eu)としたEu含有率M₀1%の関数として示す線図である。室温(25)での最適のEu濃度は約60%であり、値x=0.4に相当することが示されている。

【0033】

温度175での同じ測定が図2に示されている。ここでは、最適のEu濃度は約54%であり、値x=0.46に相当するという結果になっている。

【0034】

図3には、この発光物質の放射強度が、Eu濃度の関数として400nmにより励起した場合で示されている。驚くことには、最大強度には約60%のEu濃度の際に達する。これも値x=0.4に相当する。

【0035】

図4には、量子効率がEu濃度の関数としてプロットされている。驚くことには、量子

10

20

30

40

50

効率は比較的長波長の励起、ここでは 400 nm による励起の場合で Eu 濃度の上昇とともに最初は増大する。Eu に対する最適値は 50 から 60 % の領域にあり、これは $x = 0.4$ から 0.5 に相当する。

【0036】

図 5 は、この B A M 発光物質の吸収を、パウダーペレットに関連して示す。この新規の発光物質がこれまで通例の B A M : Eu 発光物質に対して、格段に良好な吸収を有することが分かる。

【0037】

コンバージョン LED の特性に対して重要なのは QE と A の積である。

【0038】

図 6 は、パウダーペレットに存在する発光物質 Eu_{0.6}Ba_{0.4}MgAl₁₀O₁₇ の反射率を示す。この発光物質はこれまでの発光物質に対して、格段に良好な反射率を有することが分かる。このことはとりわけ吸収に対して当てはまる。

【0039】

図 7 は、この具体的な発光物質の放射を波長の関数として示す。この放射特性は、演色性の高い LED に非常に良く適することが分かる。放射は比較的長波長であり、高い青・緑成分を有する。この励起も 400 nm により行われた。

【0040】

図 8 は、この具体的な発光物質の消失特性を温度の関数として示す。消失特性は非常に安定しており、175 での効率は 25 での効率のまだ 80 % 以上である。このことは新規の発行物質を、とりわけ温度負荷の大きい環境において、例えば車両前照灯用の LED において魅力的にする。

【0041】

図 9 は、化学量論比 Ba_{0.4}Eu_{0.6}Mg_{1-y}Mn_yAl₁₀O₁₇ による発光物質の放射特性を示す。Mn を Mg 格子スペースに取り付けることにより、高効率で狭帯域の緑色発光物質が実現される。この緑色発光物質は温度負荷の小さい環境に適し、例えば LCD バック照明に最適である。

【0042】

図 10 は、Ba 欠乏アルミニン酸塩相と本来の B A M 相からなる種々の混合物の放射を比較して示す。混合パラメータは上記のように a である。アルミニン酸塩濃度が低い場合、 $a = 0.08$ では、純粋な B A M 相、すなわち $a = 0$ に対して有意な変化は観察されない。両方の曲線は実質的に重なっている。アルミニン酸塩濃度 a が高いと、放射に短波長シフトが生じる。図示の実施形態では $a = 0.88$ である。このときそれぞれの Eu 濃度 x は、金属 M = (Ba_{1-x}, Eu_x) の割合として 60 % である。ここでは、Mn がコ・ドープとして使用されていない ($z = 0$)。この混合作用は、LED の放射波長ないしピークの最適調整のために使用することができる。

【0043】

図 11 は、本発明の発光物質を備えるコンバージョン LED、LUKOLED の基本構造を示す。青緑色光のための光源の構造が図 11 に明示されている。この光源は、例えば 405 nm の UV にピーク放射波長を有する InGaN タイプのチップ 1 を有する半導体素子であり、前記半導体素子は、光不透過性のベースハウジング 8 内の凹設部 9 の領域に埋め込まれている。前記チップ 1 は、ボンディングワイヤ 14 を介して、第 1 のコネクタ 3 と接続されており、かつ第 2 の電気的コネクタ 2 と直接接続されている。チップ上には、新規の B A M の薄層 50 が取り付けられている。好ましくはこのために電子泳動が使用され、5 から 30 μ m の理想的に薄い層厚が達成される。従来技術から公知の他の技術の使用も考えられる。重要なことは、他の物質、例えばバインダーの割合をできるだけ小さくすることである。

【0044】

前記凹設部 9 は注型材料 5 で充填されていて、前記注型材料は主成分としてシリコーン樹脂 (80 ~ 90 質量 %) および他の発光物質顔料 6 (一般に 20 質量 % より少ない) を

10

20

30

40

50

含有する。ここで黄色発光物質は例えばYAG:Ceである。前記凹設部は壁17を有し、前記壁は、前記チップ1または前記顔料6からの一次放射線および二次放射線のためのリフレクタとして用いられる。UV-LEDの一次放射線は、発光物質により完全に青色ビームに変換される。使用される、薄く塗布された青色発光物質は上記のBAM:Eu(60%)である。

【0045】

同様にこの種の発光物質によって白色効用の光源を実現することもできる。これは例えば、UV放射源により励起されて赤色、緑色および青色で発光する3種の発光物質を使用することにより行われる。緑色発光物質は例えばBaN-SiO₂であり、赤色は例えばCa₅Al₄Si₈N₁₈:Euまたはケイ酸窒化物(Ca, Sr)₂Si₅N₈:Euであり、直接チップ上に取り付けられる青色発光物質はBAM:Eu、ただし $x = 0.4$ のようなアルミニン酸塩発光物質である。

10

【0046】

白色光のための他の光源の構造は図12に明確に示されている。この光源は、例えば380nmのピーク発光波長を有するInGaNタイプのUV放射チップ11を備えたLEDタイプの半導体素子16である。チップ11上には薄い、20μm厚の層が取り付けられており、この層はユーロピウム高含有のBAM、とりわけBAM:Eu(60%)からなる(図示されていない)。この半導体素子16は、側壁15および窓19を備える光不透過性ベースハウジング18を有する。コンバージョンLED16は、窓19の上にある層14に取り付けられた別の発光物質のための光源である。チップ13のビームを部分的に変換する別の発光物質は、例えばYAG:Ceのような黄色発光物質であり、これはチップ13の一次放射を部分的にピーク無放射560nmの黄色ビームに変換する。

20

【0047】

他の例示的実施形態では、白色RGB発光コンバージョンLED用の一次光源として、UV-LED(約380nm)が使用される。ここではケーシングおよび樹脂または発光物質の劣化および分解の問題は発生しない。なぜなら高安定性のBAM発光物質がチップの表面に直接塗布されているからである。これにより、ハウジング材料の念入りな選択、耐UV性樹脂成分の添加といった通例の手段をとる必要がなくなる。さらにこの解決手段の大きな利点は、発光色の低い視野角依存性および高い色安定性である。

30

【0048】

照明システム用の光源として好ましくはInGaNベースのコンバージョンLED、またはとりわけLEDベースの発光モジュールが適する。

【0049】

本発明の要点は、UV吸収性の大きい発光物質の緻密度の高い層がUV-LEDチップに非常に薄く被覆されていることである。この発光物質は、本発明のBAM:Euにより初めて達成される。ここで層は好ましくは30μm以下に、チップのUVビームを実質的に吸収する厚さに選択される。これによりハウジングおよび樹脂等の損傷を恐れる必要がなくなる。ここで、この緻密度の高い層中の発光物質の容積割合は少なくとも50%、好ましくは少なくとも70%に選択される。そのためにはとりわけ電気泳動で析出された層が適する。したがってこの緻密度の高い層は、劣化に脆弱な物質を非常にわずかしか含有しない。BAM発光物質またはBAL発光物質の劣化をこの関連で無視することができる。したがってこの層は、十分な劣化耐性を有する。

40

【0050】

従来の被覆方法、例えばスクリーン印刷は、この発光物質の容積割合が高いと加工不能である。このように、発光物質のため固体の割合が大きく、発光物質ペーストの粘度が高いため、従来の加工処理は不可能である。この配置構成によって、注型材料またはパッケージ材料の早期の劣化が回避される。全寿命にわたって完全な発光出力が達成される。

【0051】

完全コンバージョンLEDは通例、非常に高い発光物質濃度を必要とし、これは格別の光損失の原因である。この損失は、吸収性が強く、したがって散乱の少ない発光物質によ

50

って初めて緩和することができる。新規のBAM:Eu発光物質では、Eu活性体含有率が高いため、とりわけ360から400nmの領域にある近UV吸収率が劇的に高まっているから、青色放射と関連して完全コンバージョンLEDを照明目的に形成することができる。大きな利点は、変換が高効率であることと、パッケージが有害なUVビームから保護されていることである。変換型発光物質層における注型材料の割合が小さく、この層の外でのUV強度が小さいことによって、LED全体はUVに起因する材料劣化に対して格別に脆弱ではない。具体的には図13に、380nmのLED(一次放射ピーク)が相対エネルギーとスペクトルでプロットされており、このLEDには層厚が10μmの本発明の発光物質BAM:Eu(60%)が被覆されている。被覆されない透明注型されたLED(1)と、被覆され透明注型されたLED(2)が図13に示されている。エネルギー的変換効率は、被覆しないLEDに対してはおよそ100%であるのに対し、被覆したバージョンで78%である。

【0052】

このようにして形成されたLEDでは、従来の青色LEDのように格段に改善された特性が観察される。放射は強い青緑成分を有するが、この成分は従来のLEDでは実質的に完全に欠けている。ここから新規のLEDの格別の演色性が得られる。青色への純粋な変換の他に、もちろん上に示したように他のすべてのコンバージョンLEDが実現可能であり、とりわけこの種の新規の青色LEDをベースにした白色LEDが実現可能である。YAG:CeまたはYAGaG:Ceによるコーティングも可能である。この発光物質は、395nm(YAG:Ceの場合)または380nm(YAGaG:Ceの場合)に顕著な吸収ギャップを有する。同様のことが、Ceがドープされた他の公知のガーネット発光物質に対しても当てはまる。したがって、LED上の本発明のBAM:Eu層の上に黄色ガーネット層を取り付けることができる。この黄色ガーネット層は、透過した残りのUVビームをBAM:Eu層に後方反射する。これによりこのBAM:Eu層またはBAL:Eu層をさらに薄くすることができる。したがってこの発光物質は、UVビームを吸収する付加的手段を得る。黄色光または赤色光を形成するための他の発光物質は、しばしばUVビームにより直接ポンピングすることができる。しかしここでも、パッケージをこれにより負荷することなくBAM:Eu層をさらに薄くすることができる。BAM:Euと他の発光物質からなる混合物も同様に可能である。ここでは、層が所要の緻密度を維持することが保証されなければならない。

【0053】

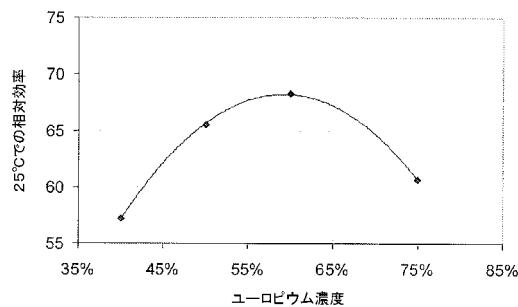
新規の発光物質のとくに価値のある特性は、現在では約55から65nmであるFWHMが広いことである。青色LED(InGaN)を使用する場合、このFWHMは典型的には10から20nmしかない。このことは、この青色LEDに基づく白色LEDの演色性を、白色LEDが新規の青色LEDに基づく場合よりも格段に悪化させる。新規の青色LEDでは、UV一次放射がBAM:Euによって直接変化される。さらに新規のLEDでは、電流耐性および温度耐性、ならびに波長シフトが、直接放射型のLEDの場合よりも格段に改善されている。

10

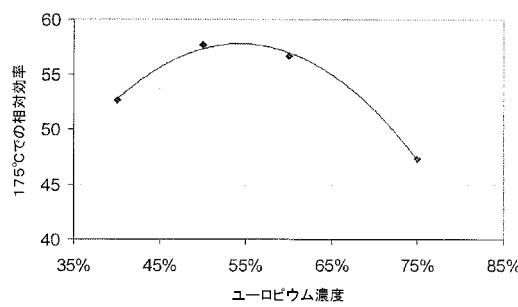
20

30

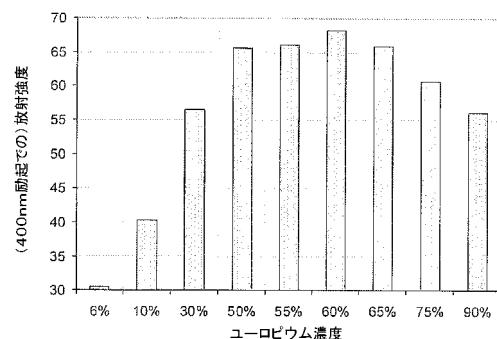
【図1】



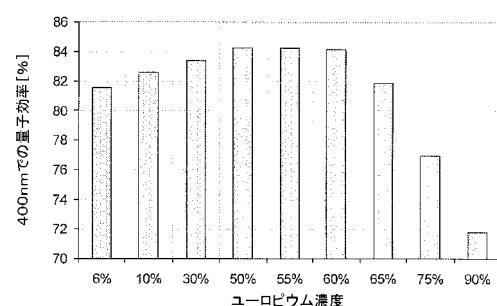
【図2】



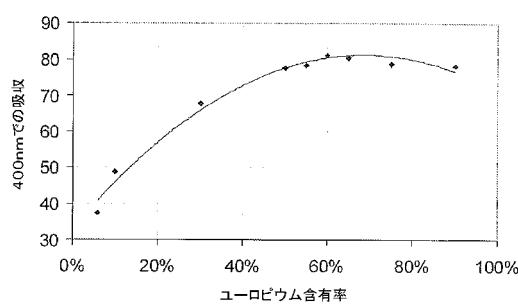
【図3】



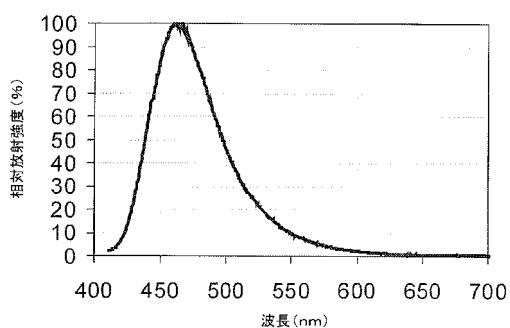
【図4】



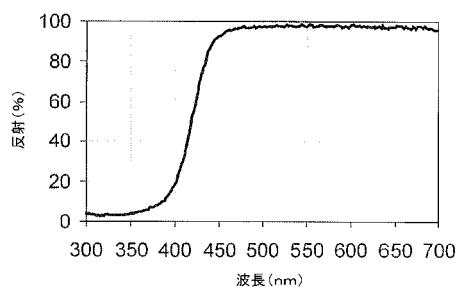
【図5】



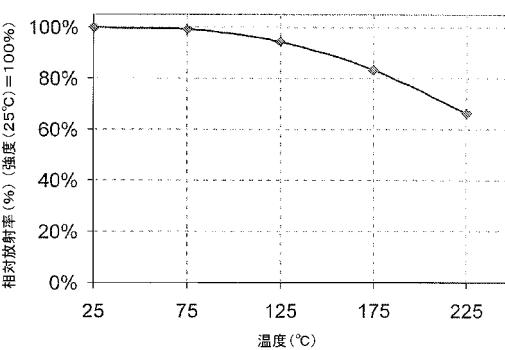
【図7】



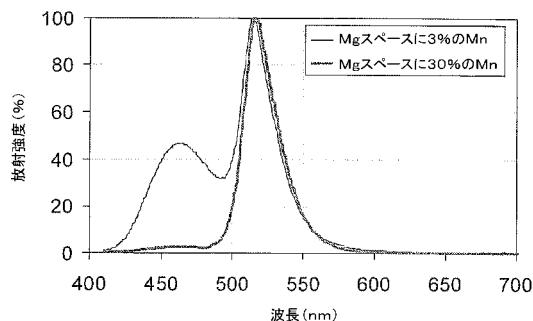
【図6】



【図8】



【図 9】



【図 11】

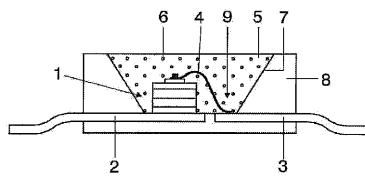
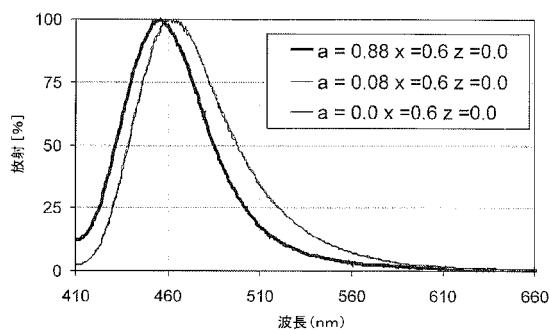


FIG 11

【図 10】



【図 12】

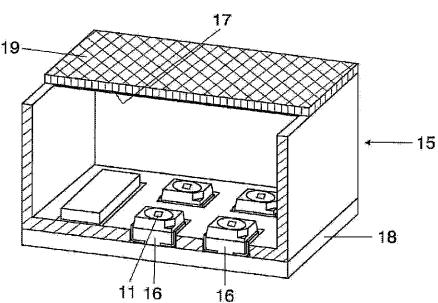
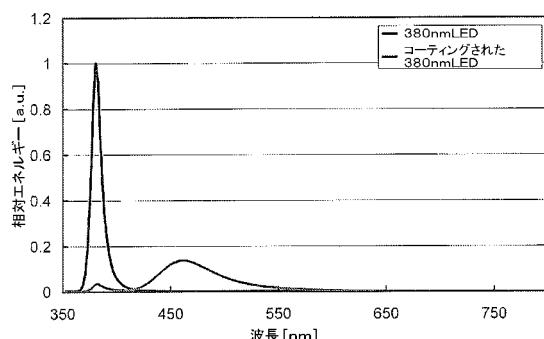


FIG 12

【図 13】



フロントページの続き

(74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト
(72)発明者 ディルク ペアベン
ドイツ連邦共和国 ポービンゲン ホーホシュトラーセ 48ベー¹
(72)発明者 ティム フィードラー
ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ハウフシュトラーセ 9
(72)発明者 レナーテ ヒルレ
ドイツ連邦共和国 アウグスブルク カーヴェンデルシュトラーセ 131
(72)発明者 ギュンター フーバー
ドイツ連邦共和国 シュローベンハウゼン ライファイゼンシュトラーセ 1
(72)発明者 フランク イエルマン
ドイツ連邦共和国 ケーニヒスブルン ダーリエンヴェーク 5ツェー²
(72)発明者 マルティン ツアッハウ
ドイツ連邦共和国 ゲルテンドルフ プファラー - ウンジン - シュトラーセ 17

審査官 安藤 達也

(56)参考文献 特開2004-266201(JP, A)
特開2003-306675(JP, A)
特表2006-523017(JP, A)
特表2007-528606(JP, A)
特表2008-508742(JP, A)
国際公開第2006/022793(WO, A1)
国際公開第2007/005486(WO, A1)
国際公開第2007/020556(WO, A1)
米国特許出願公開第2005/0253114(US, A1)
米国特許第06255670(US, B1)
米国特許第06466135(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K11/00~C09K11/89
F21V1/00~F21V99/00
H01L33/00~H01L33/64
H01L51/00~H01L51/56