

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-313902
(P2006-313902A)

(43) 公開日 平成18年11月16日(2006.11.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/00 (2006.01)	HO 1 L 33/00 N	4 H 0 0 1
CO 9 K 11/08 (2006.01)	CO 9 K 11/08 J	5 F 0 4 1
CO 9 K 11/71 (2006.01)	CO 9 K 11/71 CPW	
CO 9 K 11/78 (2006.01)	CO 9 K 11/78 CPK	
CO 9 K 11/59 (2006.01)	CO 9 K 11/59 CQA	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-122612 (P2006-122612)
 (22) 出願日 平成18年4月26日 (2006.4.26)
 (31) 優先権主張番号 10-2005-0036685
 (32) 優先日 平成17年5月2日 (2005.5.2)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 591003770
 三星電機株式会社
 大韓民国京畿道水原市靈通區梅灘3洞314番地
 (74) 代理人 100072349
 弁理士 八田 幹雄
 (74) 代理人 100110995
 弁理士 奈良 泰男
 (74) 代理人 100114649
 弁理士 宇谷 勝幸
 (72) 発明者 金 丙 基
 大韓民国京畿道軍浦市堂洞900番地 東亜アパート106棟210号

最終頁に続く

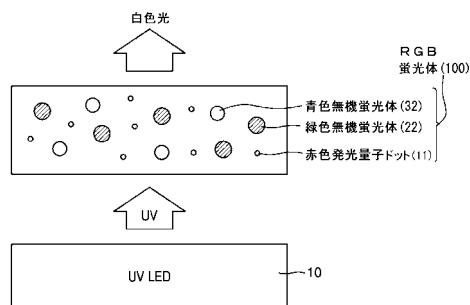
(54) 【発明の名称】 白色発光素子

(57) 【要約】

【課題】 高い発光効率を有するように構造が改善された白色発光素子を提供することである。

【解決手段】 光源素子と、光源素子の周囲で光源によって励起されて白色光を発光するものであって、発光ナノ粒子と、無機蛍光体を含む蛍光体と、を備える白色発光素子である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源素子と、

前記光源素子の周囲で前記光源によって励起されて白色光を発光する、発光ナノ粒子と

、無機蛍光体を含む蛍光体と、

を備えることを特徴とする白色発光素子。

【請求項 2】

前記発光ナノ粒子は、II-VI族半導体化合物量子ドット及びIII-V族半導体量子ドットからなる群から選択される少なくとも一種を含み、前記発光ナノ粒子による紫外線吸光度が50%以下であることを特徴とする請求項1に記載の白色発光素子。

10

【請求項 3】

前記発光ナノ粒子は、赤色発光ナノ粒子、緑色発光ナノ粒子及び青色発光ナノ粒子からなる群から選択される少なくとも一種を含み、

前記無機蛍光体は、赤色無機蛍光体、緑色無機蛍光体及び青色無機蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の白色発光素子。

【請求項 4】

前記赤色無機蛍光体は、 $(Sr, Ca, Ba, Mg)P_2O_7 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $CaLa_2S_4 : Ce^{3+}$ 、 $SrY_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ca, Sr)S : Eu^{2+}$ 、 $SrS : Eu^{2+}$ 、 $Y_2O_3 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $YVO_4 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、

20

前記緑色無機蛍光体は、 $YBO_3 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $ZnS : Cu, Al, Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $Ba_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $Ba_2(Mg, Zn)Si_2O_7 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)Al_2O_4 : Eu^{2+}$ 、 $Sr_2Si_3O_8, 2SrCl_2 : Eu^{2+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、

前記青色無機蛍光体は、 $(Sr, Mg, Ca)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ ； $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ ； $BaMg_2Al_{16}O_{27} : Eu^{2+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であることを特徴とする請求項3に記載の白色発光素子。

30

【請求項 5】

前記光源は、360nm～440nmの波長範囲を有することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の白色発光素子。

【請求項 6】

前記光源素子は、GaN系発光素子であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の白色発光素子。

【請求項 7】

光源素子と、

前記光源素子の周囲で前記光源によって励起されて白色光を発光する発光ナノ粒子と、無機蛍光体を含む蛍光体と、

40

を備え、前記蛍光体は、

前記光源素子上に形成されるものであって、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第1蛍光体層と、

前記第1蛍光体層上に形成されるものであって、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第2蛍光体層と、

前記第2蛍光体層上に形成されるものであって、青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第3蛍光体層と、

を備えることを特徴とする白色発光素子。

50

【請求項 8】

前記発光ナノ粒子は、II-VI族半導体化合物量子ドットまたはIII-V族半導体量子ドットからなり、前記発光ナノ粒子による紫外線吸光度が50%以下であることを特徴とする請求項7に記載の白色発光素子。

【請求項 9】

前記赤色無機蛍光体は、 $(Sr, Ca, Ba, Mg)P_2O_7 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $CaLa_2S_4 : Ce^{3+}$ 、 $SrY_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ca, Sr)S : Eu^{2+}$ 、 $SrS : Eu^{2+}$ 、 $Y_2O_3 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $YVO_4 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、

10

前記緑色無機蛍光体は、 $YBO_3 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $ZnS : Cu, Al, Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $Ba_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $Ba_2(Mg, Zn)Si_2O_7 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)Al_2O_4 : Eu^{2+}$ 、 $Sr_2Si_3O_8, 2SrCl_2 : Eu^{2+}$ からなる群で選択される少なくとも一種であり、

前記青色無機蛍光体は、 $(Sr, Mg, Ca)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ 、 $BaMg_2Al_{16}O_{27} : Eu^{2+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であることを特徴とする請求項7または8に記載の白色発光素子。

20

【請求項 10】

前記光源は、360nm~440nmの波長範囲を有することを特徴とする請求項7~9のいずれか1項に記載の白色発光素子。

【請求項 11】

前記光源素子は、GaN系発光素子であることを特徴とする請求項7~10のいずれか1項に記載の白色発光素子。

【請求項 12】

光源素子と、

前記光源素子の周囲で前記光源によって励起されて白色光を発光する発光ナノ粒子と、無機蛍光体を含む蛍光体と、

30

を備え、

前記蛍光体は、

前記光源素子上に形成されるものであって、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第1蛍光体層と、

前記第1蛍光体層上に形成されるものであって、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方と、

青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体層のうち少なくとも一方を含む第4蛍光体層と、を備えることを特徴とする白色発光素子。

【請求項 13】

前記発光ナノ粒子は、II-VI族半導体化合物量子ドット及びIII-V族半導体量子ドットからなり、前記発光ナノ粒子による紫外線吸光度が50%以下であることを特徴とする請求項12に記載の白色発光素子。

40

【請求項 14】

前記赤色無機蛍光体は、 $(Sr, Ca, Ba, Mg)P_2O_7 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $CaLa_2S_4 : Ce^{3+}$ 、 $SrY_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ca, Sr)S : Eu^{2+}$ 、 $SrS : Eu^{2+}$ 、 $Y_2O_3 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $YVO_4 : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ 、 Bi^{3+} 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、

前記緑色無機蛍光体は、 $YBO_3 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $ZnS : C$

50

u, Al、Ca₈Mg(SiO₄)₄Cl₂:Eu²⁺, Mn²⁺、Ba₂SiO₄:Eu²⁺、(Ba, Sr)₂SiO₄:Eu²⁺、Ba₂(Mg, Zn)Si₂O₇:Eu²⁺、(Ba, Sr)Al₂O₄:Eu²⁺、Sr₂Si₃O₈, 2SrCl₂:Eu²⁺ からなる群から選択される少なくとも一種であり、

前記青色無機蛍光体は、(Sr, Mg, Ca)₁₀(PO₄)₆Cl₂:Eu²⁺、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺、BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu²⁺ からなる群で選択される少なくとも一種であることを特徴とする請求項12または13に記載の白色発光素子。

【請求項15】

前記光源は、360nm~440nmの波長範囲を有することを特徴とする請求項12~14のいずれか1項に記載の白色発光素子。 10

【請求項16】

前記光源素子は、GaN系発光素子であることを特徴とする請求項12~15のいずれか1項に記載の白色発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、白色発光素子に係り、さらに詳細には、高い発光効率を有するように構造が改善された白色発光素子に関する。以下発光素子をLEDともいう。

【背景技術】

【0002】

最近、窒化物半導体系列の青色及び緑色LEDと、InGaAlPを利用した赤色LEDの発光効率が急上昇しつつ、既存のディスプレイ中心の使用範囲を越えて照明として使用しようとする努力が全世界的に急速に広がっている。LED光源は、既存の光源に比べて極小型であり、消費電力が少なく(1/10)、寿命が既存の電球に比べて10倍以上であり、速い反応速度(既存の1000倍)で既存の光源に比べて非常に優秀な特性を表す。これと共に、紫外線のような有害波の放出がなく、水銀及びその他の放電用ガスを使用しない環境に優しい光源である。特に、地球の温暖化を防止するために1997年12月に採択された京都議定書を通じて、二酸化炭素のガス放出量を2010年までには1990年のレベルに減らそうとする努力が全世界的に広がるにつれて、日本及びアメリカを含む各国々がエネルギー節約に心血を注いでいる。このような雰囲気、LEDが次世代光源として徐々に頭角を現しつつ、LED基盤の次世代照明市場が急成長している。 30

【0003】

一般照明への応用のためには、まずLEDを利用した白色光を得ねばならない。白色LEDを実現する方法は、3つに大別される。第一に、光の三原色である赤色、緑色および青色を発光する3種類のLEDを組み合わせて白色を発光する方法である。この方法は、一つの白色光源を作るために3個のLEDを使用せねばならず、それぞれのLEDを制御する技術が開発されねばならない。第二には、青色LEDを光源として使用して、黄色蛍光体を励起させることによって白色を発光させる方法が挙げられる。この方法は、発光効率に優れるものの、演色評価数(CRI)が低く、電流密度によってCRIが変わる特徴があるため、太陽光に近い白色光を得るためには多くの研究が必要である。最後に、紫外線(UV)LEDを光源として利用して、三原色の蛍光体を励起させて白色を発光する方法である。この方法は、高電流下における使用が可能であり、色感が良く、最も活発に研究が進められつつある。しかし、このような白色LEDの実現において、従来の無機蛍光体からなる三原色の蛍光体が利用されが、このような無機蛍光体、特に赤色無機蛍光体は、発光効率が低いため、高効率及び高発光効率の白色LEDを具現するのに障害となりうる。 40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする技術的課題は、前記従来技術の問題点を改善するためのものであって、高い発光効率を有するように構造が改善された白色LEDを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による白色LEDは、光源素子と、前記光源素子の周囲で前記光源によって励起されて白色光を発光する、発光ナノ粒子及び無機蛍光体を含む蛍光体と、を備える。

【0006】

ここで、前記発光ナノ粒子は、赤色発光ナノ粒子、緑色発光ナノ粒子及び青色発光ナノ粒子からなる群で選択される少なくとも何れか一つを含む。そして、前記無機蛍光体は、赤色無機蛍光体、緑色無機蛍光体及び青色無機蛍光体からなる群で選択される少なくとも何れか一つを含む。

10

【0007】

前記発光ナノ粒子は、量子閉じ込め効果を有する所定サイズの半導体粒子（量子ドット）をいい、この際、量子ドットの直径は、1～10nmの範囲であり、量子ドットのサイズを制御することによって、所望の波長の発光が得られる。

【0008】

すなわち、量子サイズの効果によって、様々な波長の光、すなわち、赤色、緑色および青色を含む様々な色を容易に得ることができる。様々な色を放つLEDを作ることができれば、様々な色を放つ量子ドットを組み合わせることによって、白色または様々な色の光を得ることができる。

20

【0009】

前記量子ドットは、化学的湿式方法によって合成される。ここで、前記化学的湿式方法は、既に公知の技術であり、有機溶媒に前駆体物質を入れて、量子ドットを成長させる方法である。前記量子ドットの一例としては、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTeまたはHgSなどのII-VI族の化合物が挙げられる。

【0010】

また、前記量子ドットは、コア・シェル構造を有する。ここで、前記コアは、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe及びHgSからなる群から選択される何れか一つの物質を含み、前記シェルは、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe及びHgSからなる群から選択される何れか一つの物質を含む。他に、InPなどのIII-V族の化合物も量子ドットとして使用することが可能である。前記発光ナノ粒子の含有量は、発光ナノ粒子によるUV吸光度を50%以下になるように制御することが望ましい。

30

【0011】

本発明の赤色、緑色、青色無機蛍光体の物質は、特に制限されず、公知の無機蛍光体を使用できる。望ましくは、本発明の赤色無機蛍光体は、 $(Sr, Ca, Ba, Mg)P_2O_7 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $CaLa_2S_4 : Ce^{3+}$ 、 $SrY_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ca, Sr)S : Eu^{2+}$ 、 $SrS : Eu^{2+}$ 、 $Y_2O_3 : Eu^{3+}, Bi^{3+}$ 、 $YVO_4 : Eu^{3+}, Bi^{3+}$ 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}, Bi^{3+}$ 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、前記緑色無機蛍光体は、 $YBO_3 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4 : Eu^{2+}$ 、 $ZnS : Cu, Al, Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 、 $Ba_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)_2SiO_4 : Eu^{2+}$ 、 $Ba_2(Mg, Zn)Si_2O_7 : Eu^{2+}$ 、 $(Ba, Sr)Al_2O_4 : Eu^{2+}$ 、 $Sr_2Si_3O_8, 2SrCl_2 : Eu^{2+}$ からなる群から選択される少なくとも一種であり、前記青色無機蛍光体は、 $(Sr, Mg, Ca)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ 、 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ 、 $BaMg_2Al_{16}O_{27} : Eu^{2+}$ からなる群から選択される少なくとも一種を使用することが望ましい。

40

【0012】

50

前記光源は、特に360nm～440nmの波長範囲を有し、前記光源素子としてGaN系LEDが利用されうる。

【0013】

また、本発明による白色LEDは、光源素子と、前記光源素子の周囲で前記光源により励起されることによって白色光を発光する発光ナノ粒子と、無機蛍光体を含む蛍光体と、を備え、この際、前記蛍光体は、前記光源素子上に形成されるものであって、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第1蛍光体層と、前記第1蛍光体層上に形成されるものであって、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第2蛍光体層と、前記第2蛍光体層上に形成されるものであって、青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第3蛍光体層と、を備える。

10

【0014】

また、本発明による白色LEDは、光源素子と、前記光源素子の周囲で前記光源により励起されることによって白色光を発光する発光ナノ粒子と、無機蛍光体を含む蛍光体と、を備え、この際、前記蛍光体は、前記光源素子上に形成されるものであって、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第1蛍光体層と、前記第1蛍光体層上に形成されるものであって、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方と、青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む第4蛍光体層と、を備える。

【発明の効果】

【0015】

本発明による白色LEDによれば、無機蛍光体と共に発光効率の高い発光ナノ粒子を含む蛍光体を備えることによって、高い発光効率を有する白色LEDが得られる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明による白色LEDの望ましい実施形態を、添付された図面を参照して詳細に説明する。この過程で、図面に示された層や領域の厚さは、明細書の明確性のために誇張して示した。

【0017】

図1は、本発明の第1実施形態による白色LEDの概略的な断面図である。

【0018】

図1を参照すれば、本発明の第1実施形態による白色LEDは、光源素子10及び前記光源素子10上に設けられた蛍光体100を備える。

30

【0019】

前記光源素子10は、前記蛍光体100を励起させるために、特に360nm～440nmの波長範囲のUV青色光を発生させるものであり、UVLEDが例として挙げられる。前記UVLEDの機能、種類及びその構造は、既に公知のものであるので、これについての詳細な説明及び図面提示は省略する。特に、前記UVLEDとしてGaN系LEDが利用されうる。一般的に、前記GaN系LEDは、サファイア(Al_2O_3)基板上に順次に積層されるn-GaN層、活性層、p-GaN層及びp-電極等を備える。前記p-電極に対応してn-電極が前記n-GaN層上に設けられる。ここで、前記活性層は、量子井戸層及び前記量子井戸層の上下部にそれぞれ設けられたバリヤ層を含む。前記活性層の例として、AlGaN/GaN/AlGaN、InAlGaN/InAlGaN/InAlGaNまたはAlGaN/InGaN/AlGaNなどがあり、このような活性層は、多重量子井戸または単一量子井戸のうち何れか一つの構造を有しうる。

40

【0020】

前記蛍光体100は、前記光源10によって励起されて白色光を発光する。本明細書で、蛍光体100とは、それぞれ赤色(Red)、緑色(Green)及び青色(Blue)発光特性を有する蛍光体を何れも備えるものであって、前記三原色、すなわち、赤色、緑色及び青色の組み合わせによって白色光を発光する三原色蛍光体物質を通称する概念として利用する。

50

【0021】

本発明による白色LEDにおいて、前記蛍光体100は、発光ナノ粒子及び無機蛍光体の適当な割合で組み合わせることによって、白色光を放出することを特徴とする。ここで、前記発光ナノ粒子は、赤色発光ナノ粒子、緑色発光ナノ粒子及び青色発光ナノ粒子からなる群から選択される少なくとも一種を含み、前記無機蛍光体は、赤色無機蛍光体、緑色無機蛍光体及び青色無機蛍光体からなる群から選択される少なくとも一種を含む。

【0022】

前記発光ナノ粒子とは、量子閉じ込め効果を有する所定サイズの粒子をいい、例として、量子ドット(QD)がある。このようなQDの直径は、1~10nmの範囲である。前記QDは、化学的湿式法によって合成されうる。ここで、前記化学的湿式法は、有機溶媒に前駆体物質を入れて粒子を成長させる方法であって、化学的湿式法によるQDの合成方法は、既に公知の技術である。前記QDの一例としては、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTeまたはHgSなどがある。また、前記QDは、コア・シェル構造を有しうる。ここで、前記コアとは、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe及びHgSからなる群から選択される少なくとも何れか一つの物質を含み、前記シェルとは、CdSe、CdTe、CdS、ZnSe、ZnTe、ZnS、HgTe及びHgSからなる群から選択される少なくとも何れか一つの物質を含む。

10

【0023】

前記QDから量子サイズ効果による多様な波長の光、すなわち、そのサイズによって赤色、緑色及び青色を含む7色の虹色が容易に得られる。それによって、それぞれのサイズ別に発光するLEDを作ることができ、混合して使用して白色及び多様な色を実現することができる。

20

【0024】

特に、前記QDは、発光特性に優れていると知られている。一般的に、無機蛍光体の場合、発光効率が低いものとして知られているが、前記無機蛍光体に代替して、または前記無機蛍光体と共に、発光ナノ粒子が適切に利用される場合、白色LEDの発光特性が向上しうる。

【0025】

したがって、前記蛍光体100は、前述したような発光ナノ粒子及び無機蛍光体を適切に混合することによって製造され、蛍光体100は、スピンコーティング、ディップコーティング、プリンティングまたはスプレイコーティングのような多様な方法によって前記光源素子10上に塗布されうる。望ましくは、前記蛍光体100は、多層構造を有することである。

30

【0026】

前記図1で、前記蛍光体100は、赤色発光量子ドット11、緑色無機蛍光体22及び青色無機蛍光体32を備える。ここで、前記赤色発光量子ドット11として、CdSe・CdSコア・シェル構造のQDが、前記緑色無機蛍光体22として、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, Mn²⁺が、前記青色無機蛍光体32として、Sr₅(PO₄)₃Cl:Euがそれぞれ利用される。特に、前記赤色発光量子ドット11は、発光効率が高いものとして知られている。したがって、前記赤色発光量子ドット11は、従来から発光効率が低いものとして知られている赤色無機蛍光体に代替するか、または前記赤色無機蛍光体と共に利用されることによって、前記白色LEDの発光特性を向上させうる。

40

【0027】

しかし、前記蛍光体100内に発光ナノ粒子、すなわち、QDの含量が多すぎる場合、前記QDによる自己吸収が発生してしまうことがある。ここで、自己吸収とは、前記UVを吸収したQDまたは無機蛍光体から発生した可視光、すなわち、赤色、緑色または青色光が前記QDに再吸収されることをいう。このような自己吸収は、前記白色LEDの発光効率を落すことがある。したがって、前記白色LEDが高い発光効率を有するためには、前記蛍光体100内の前記QDの含量は、最適なものでなければならない。望ましくは、

50

前記 Q D による U V 吸光度が 5 0 % 以下となるように Q D の含量が制御されねばならない。このような本発明による白色 L E D によれば、無機蛍光体と共に、発光効率の高い発光ナノ粒子を含む蛍光体を備えることによって、高い発光効率を有する白色 L E D が得られる。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、本発明の第 2 実施形態による白色 L E D の概略的な断面図である。ここで、図 1 の第 1 実施形態と同じ構成要素については、同じ参照番号をそのまま使用し、重複説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

前記第 2 実施形態で、蛍光体 1 1 0 は、多層構造を有し、前記 U V L E D 1 0 上に順次に積層された第 1 蛍光体層 1 4、第 2 蛍光体層 2 4 及び第 3 蛍光体層 3 4 を備える。ここで、前記第 1 蛍光体層 1 4 は、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含み、前記第 2 蛍光体層 2 4 は、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含み、前記第 3 蛍光体層 3 4 は、青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含む。図 2 において、具体的に説明すれば、前記第 1 蛍光体層 1 4 は、赤色発光量子ドット 1 1 を含み、前記第 2 蛍光体層 2 4 は、緑色無機蛍光体 2 2 を含み、前記第 3 蛍光体層 3 4 は、青色無機蛍光体 3 2 を含む。前述したように、無機蛍光体と共に発光効率の高い発光ナノ粒子を含む蛍光体を備えることによって、発光効率の高い白色 L E D が得られる。特に、前記第 2 実施形態のような多層構造の白色 L E D によれば、前記第 1 蛍光体層 1 4 中の赤色発光量子ドット 1 1 によって吸収されない過剰の U V は、第 2 蛍光体層 2 4 及び第 3 蛍光体層 3 4 の緑色無機蛍光体 2 2 及び青色無機蛍光体 3 2 でそれぞれ吸収されうる。したがって、U V 利用効率を高めうる。さらに他の効果として、U V を吸収した緑色無機蛍光体 2 2 及び青色無機蛍光体 3 2 から発生した可視光のうちの一部は、前記蛍光体 1 1 0 の外部に放出されず、その内部、すなわち、U V L E D 1 0 側に進むが、このように内部に進む一部の光は、前記赤色発光量子ドット 1 1 によって吸収されて前記赤色発光量子ドット 1 1 を励起させる光源として利用されうる。したがって、光利用効率を高めうる。このような構造を有する本発明によれば、U V 利用効率及び光利用効率を高め、結局、白色 L E D の発光効率を改善できる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、本発明の第 3 実施形態による白色 L E D の概略的な断面図である。ここで、図 1 の第 1 実施形態と同じ構成要素については、同じ参照番号をそのまま使用し、重複説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

前記第 3 実施形態で、蛍光体 1 2 0 は、多層構造を有し、前記 U V L E D 1 0 上に順次に積層された第 1 蛍光体層 1 4 及び第 4 蛍光体層 4 0 を備える。ここで、前記第 1 蛍光体層 1 4 は、赤色発光ナノ粒子及び赤色無機蛍光体のうち少なくとも一方を含み、前記第 4 蛍光体層 4 0 は、緑色発光ナノ粒子及び緑色無機蛍光体のうち少なくとも一方と、青色発光ナノ粒子及び青色無機蛍光体のうち少なくとも一方と、を含む。図 3 において、具体的に説明すれば、前記第 1 蛍光体層 1 4 は、赤色発光量子ドット 1 1 を含み、前記第 4 蛍光体層 4 0 は、緑色無機蛍光体 2 2 及び青色無機蛍光体 3 2 を含む。前述したように、無機蛍光体と共に発光効率の高い発光ナノ粒子を含む蛍光体を備えることによって、発光効率の高い白色 L E D が得られる。特に、前記第 3 実施形態のような多層構造の白色 L E D によれば、前記第 1 蛍光体層 1 4 中の赤色発光量子ドット 1 1 によって吸収されない過剰な U V は、第 4 蛍光体層 4 0 の緑色無機蛍光体 2 2 及び青色無機蛍光体 3 2 によりそれぞれ吸収されうることにより U V 利用効率を高めうる。さらに他の効果として、U V を吸収した緑色無機蛍光体 2 2 及び青色無機蛍光体 3 2 から発生した可視光のうちの一部は、前記蛍光体 1 2 0 の外部に放出されず、その内部、すなわち、U V L E D 1 0 側に進むが、このように内部に進む一部の光は、前記赤色発光量子ドット 1 1 によって吸収されて前記赤色発光量子ドット 1 1 を励起させる光源として利用されうる。したがって、光利用効率を高めうる。このような構造を有する本発明によれば、U V 利用効率及び光利用効率を高め

、結局、白色LEDの発光効率を改善できる。

【0032】

図4は、UV吸収による発光ナノ粒子の光ルミネセンス(PL)特性を示すグラフである。

【0033】

前記グラフで、UV吸収によるQDのPL特性が、吸光度50%までは線形的に上昇し、50%超では次第に増加率が低下すると現れている。このような現象は、前記QDによる自己吸収が発生したためであると思われる。したがって、蛍光体内の前記QDの含量は、UV吸光度が50%以下になるように制御されねばならない。

【0034】

図5A~図5Cは、それぞれ赤色発光ナノ粒子、緑色無機蛍光体及び青色無機蛍光体のPL特性を示すグラフである。図5Bにおいて、「365nm」は、光源の波長を示す。また、「516nm」及び「450nm」は、前記365nmの光源により励起されたBaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, Mn²⁺から発生する可視光波長を示す。図5Cにおいて、「EX:365nm」は、光源の波長である。また、「EM:470nm」は、前記365の光源により励起されたSr₅(PO₄)₃Cl:Euから発生される可視光波長を示す。

【0035】

図6は、本発明による白色LEDのPL特性を示すグラフである。

【0036】

本発明は、図面に示された実施形態を参考として説明されたが、これは、例示的なものに過ぎず、当業者ならば、これから多様な変形及び均等な他の実施形態が可能であるということが分かる。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲の技術的思想によって決定されねばならない。

【産業上の利用可能性】

【0037】

本発明は、例えば、照明関連の技術分野に効果的に適用されうる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の第1実施形態による白色LEDの概略的な断面図である。

【図2】本発明の第2実施形態による白色LEDの概略的な断面図である。

【図3】本発明の第3実施形態による白色LEDの概略的な断面図である。

【図4】UV吸収による発光ナノ粒子のPL特性を示すグラフである。

【図5A】赤色発光ナノ粒子のPL特性を示すグラフである。

【図5B】緑色無機蛍光体のPL特性を示すグラフである。

【図5C】青色無機蛍光体のPL特性を示すグラフである。

【図6】本発明による白色LEDのPL特性を示すグラフである。

【符号の説明】

【0039】

10	光源素子	
11	赤色発光量子ドット	
14	第1蛍光体層	
22	緑色無機蛍光体	
24	第2蛍光体層	
32	青色無機蛍光体	
34	第3蛍光体層	
40	第4蛍光体層	
100, 110, 120	RGB蛍光体	

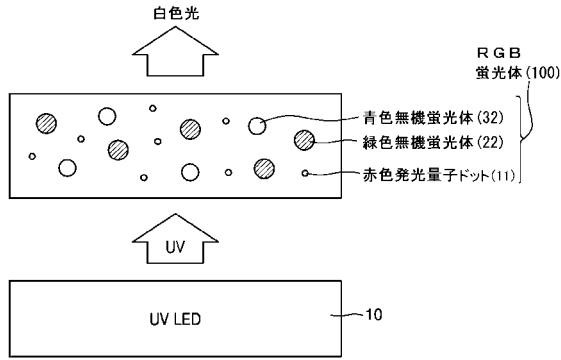
10

20

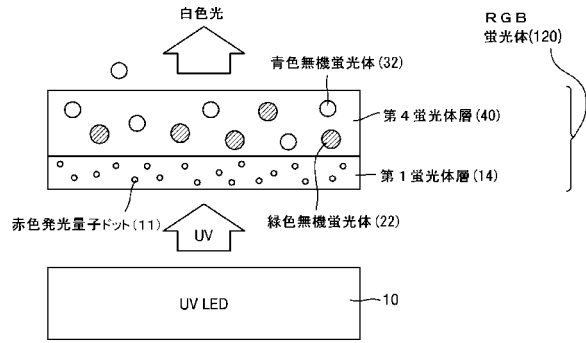
30

40

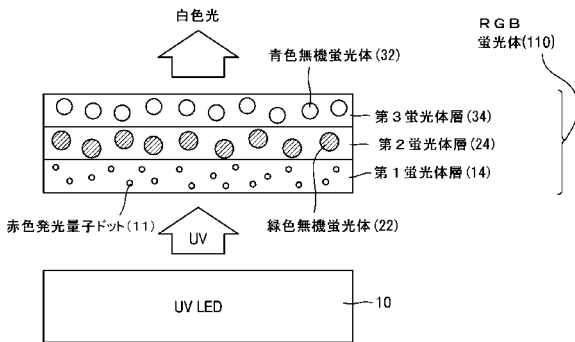
【 図 1 】



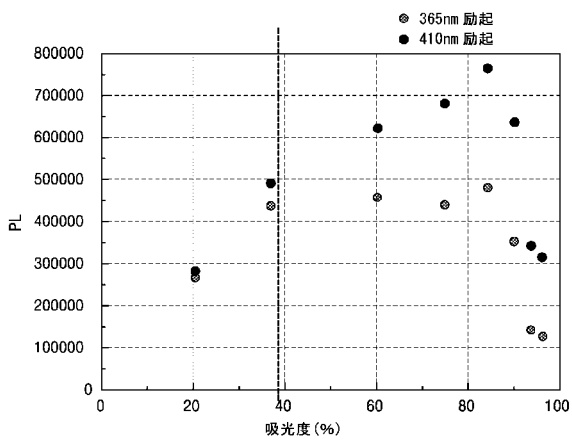
【 図 3 】



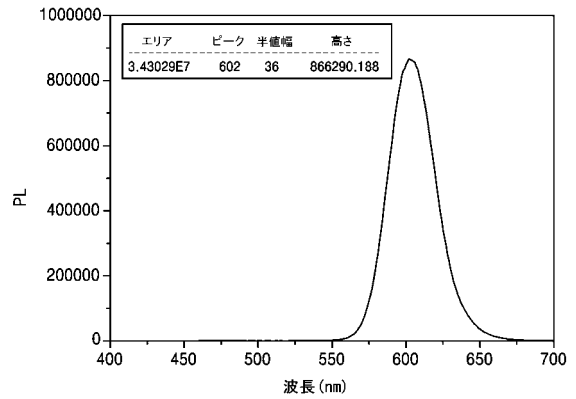
【 図 2 】



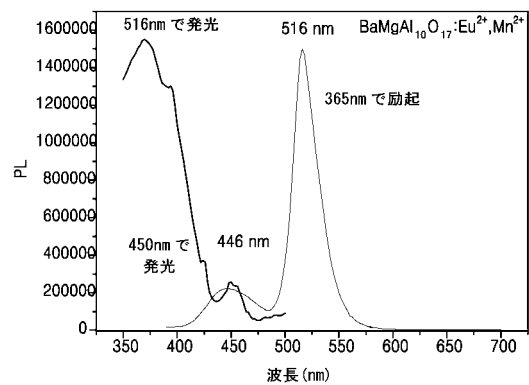
【 図 4 】



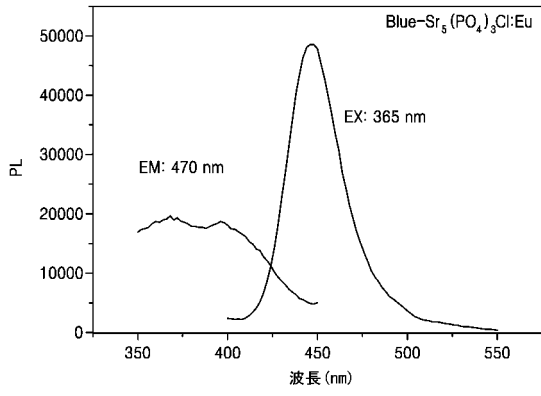
【 図 5 A 】



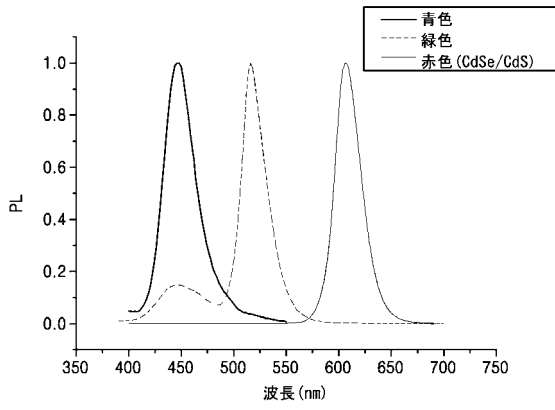
【 図 5 B 】



【 図 5 C 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
C 0 9 K 11/61 (2006.01)		C 0 9 K 11/61	C P B	
C 0 9 K 11/62 (2006.01)		C 0 9 K 11/62	C P D	
C 0 9 K 11/64 (2006.01)		C 0 9 K 11/64	C P X	
C 0 9 K 11/72 (2006.01)		C 0 9 K 11/72	C P M	
C 0 9 K 11/56 (2006.01)		C 0 9 K 11/56	C Q F	
C 0 9 K 11/88 (2006.01)		C 0 9 K 11/88	C P F	
C 0 9 K 11/69 (2006.01)		C 0 9 K 11/69	C P R	
C 0 9 K 11/63 (2006.01)		C 0 9 K 11/63		

(72)発明者 張 銀 珠

大韓民国大田広域市儒城区田民洞4 6 2 - 5 番地 世宗アパート1 0 9 棟8 0 1 号

(72)発明者 趙 慶 相

大韓民国京畿道果川市果川洞4 8 5 - 1 3 番地

F ターム(参考) 4H001 CA05 XA05 XA07 XA08 XA12 XA13 XA14 XA15 XA16 XA17
 XA20 XA23 XA25 XA30 XA31 XA34 XA38 XA39 XA48 XA52
 XA56 XA57 XA80 YA13 YA25 YA29 YA58 YA63 YA65 YA83
 5F041 AA03 AA11 CA05 CA34 CA40 EE25