

(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2007-258486
(P2007-258486A)

(43) 公開日 平成19年10月4日(2007.10.4)

(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 C 5 FO 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-81561 (P2006-81561) (22) 出願日 平成18年3月23日 (2006.3.23)</p>	<p>(71) 出願人 000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 (74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳 (74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳 (72) 発明者 伊藤 健治 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内 (72) 発明者 富田 一義 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内</p>
--	---

最終頁に続く

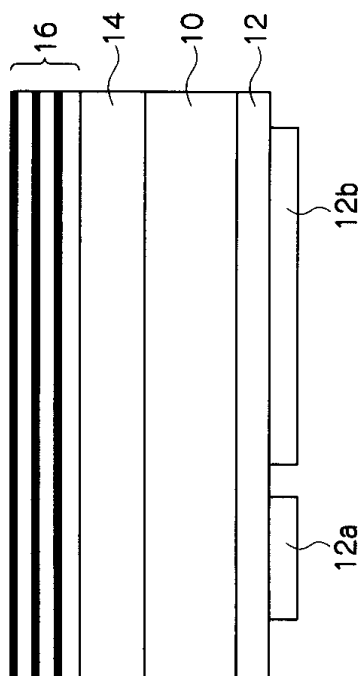
(54) 【発明の名称】 白色発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】従来構造よりも生産性が高く、発光強度に優れた白色発光ダイオードを提供する。

【解決手段】基板10の一方の面側にGa N系LED層12が設けられ、Ga N系LED層12にカソード電極12aおよびアノード電極12bが設けられ、基板10の他方の面側に蛍光体含有層14と反射鏡16とが順次設けられていることを特徴とする白色発光ダイオードである。蛍光体含有層14の厚みは、25~150 μmであることが好ましい。また、蛍光体含有層14は、蛍光体とこれを分散するガラス系材料とを含むことが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の一方の面側に G a N 系 L E D 層が設けられ、前記 G a N 系 L E D 層にカソード電極およびアノード電極が設けられ、

前記基板の他方の面側に蛍光体含有層と反射鏡とが順次設けられていることを特徴とする白色発光ダイオード。

【請求項 2】

前記蛍光体含有層の厚みが、25 ~ 150 μmであることを特徴とする請求項 1 に記載の白色発光ダイオード。

【請求項 3】

前記蛍光体含有層が、蛍光体とこれを分散保持するガラス系材料とを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の白色発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、白色発光ダイオードに関し、特に、共振型の白色発光ダイオードに関する。

【背景技術】

【0002】

白色発光ダイオード（以下、「白色 L E D」ということがある）は、光電変換部である L E D 部分と、この L E D によって発生した光から白色を得るための補色光発生部（波長変換部）である蛍光体部分とから構成される。例えば、L E D として青色 L E D を用い、この青色光によって Y A G 蛍光体を励起し黄色の発光を得、青色と黄色との両者を混ぜ合わせるにより白色を得ることができる。そのほかに紫外 L E D を用い、それによって励起される蛍光体から 3 原色などの発光を得ることにより白色に変換する方法も検討されている。

【0003】

現状の白色 L E D としては、主に青色光をダイオードから、黄色光を蛍光体から得ることにより両者の混色として白色光を出力する構造が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

上記構造は、図 2 に示すように、引出電極 22 を有する樹脂ケース 20 上に青色 L E D チップ 28 が設けられ、その上に透明樹脂 26 に分散された Y A G 蛍光体 24 が充填されている。青色 L E D の発光のうちの一部は、Y A G 蛍光体 24 を励起して黄色発光させて、他の一部はそのまま透過して青色を発光する。そして、外部には、青色と黄色とが混色して白色光が得られる。

【0005】

白色 L E D の効率はずでに白熱電球を上回っており、さらに蛍光灯の効率をも上回ることができれば、蛍光灯の L E D への置き換えも可能となる。そのためには L E D の電気 - 光変換効率の向上、蛍光体の光 - 光変換効率の向上、光の取り出し効率の向上などが課題である。

【0006】

すなわち、蛍光灯と比較した場合、効率が低いため、より電気光変換効率のよい L E D が求められている。L E D の発光効率および光の取り出し効率はかなり向上しているが、蛍光体の励起効率（光 - 光変換効率）を向上させることも必要である。

【0007】

蛍光体の励起方法には透過型（図 3）と反射型（図 4）とがある。図 3 は、透過型の例であり、リードフレーム 30 上にフリップチップ L E D 32 と、蛍光体層 37、紫外線反射層 38、およびガラス基板 39 とが積層して設けられている。そして、これらの層が封止樹脂 36 中に充填されている。L E D からの光は、一度だけ蛍光体層 37 を通過し、白色光を発する構成となっている。

10

20

30

40

50

【0008】

図4は、反射型の例であり、一对の引出電極42を配線した樹脂ケース40の凹内面に蛍光体層44が形成され、上部にはフリップチップLED45、電極パターン48、紫外線反射膜49、ガラス基板50が設けられている。蛍光体層44とフリップチップLED45等との間の空隙には、樹脂46または不活性ガスが充填されている。かかる構成もLEDからの光は、一度だけ蛍光体層37を通過し、白色光を発する構成となっている。

【0009】

上記のような従来技術では、反射型のほうが励起強度の高い光を有効に取り出すことが可能であるが、構造が簡単で作製が容易であることから透過型が主に使用されている。透過型の場合、蛍光体の厚さを最適化することにより最も効率的に白色光を取り出すことが可能となる。一方で、反射型では励起強度の高い表面からの蛍光を有効に取り出すことができるため、薄い蛍光体膜厚でより高い輝度を実現することが可能である。しかし、構造が複雑になるという欠点がある。

10

【特許文献1】特開平7-99345

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

以上から、本発明は、上記従来課題を解決することを目的とする。すなわち、本発明は、従来構造よりも生産性が高く、発光強度に優れた白色発光ダイオードを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決すべく鋭意検討したところ、本発明者らは、下記本発明に想到し、当該課題を解決できることを見出した。すなわち、本発明は、基板の一方の面側にGaN系LED層が設けられ、前記GaN系LED層にカソード電極およびアノード電極が設けられ、前記基板の他方の面側に蛍光体含有層と反射鏡とが順次設けられていることを特徴とする白色発光ダイオードである。

【0012】

反射鏡の一態様であるアノード電極と他の反射鏡とからなる共振器の形成によりLEDの発する励起光はこの共振器内部に閉じ込められるため、LEDのチップ直上における光強度は共振器を形成しない場合と比較して高くなる。光強度の高められた共振器内部に蛍光体を挿入することにより、蛍光体の励起強度を向上させることが可能となる。

30

【0013】

上記の効果により高効率の波長変換が可能になる。また、光強度の増加によって、より薄い蛍光体層によって高い発光強度を得ることが可能になり、蛍光体の使用量を低減することができ、コストの低減につながる。すなわち、生産性が向上するといえる。また、より薄い蛍光体層にできることにより、蛍光体の再吸収による遮蔽効果を低減することができる。励起光源として紫外LEDを用いた場合は、共振器のミラーの反射率を1に近づけることにより、外部に放射される紫外線を有効に低減することができる。

【0014】

前記蛍光体含有層の厚みは、20~150 μ mであることが好ましい。20~150 μ mとすることで、良好な発光特性を維持しながら、簡易な構成の白色発光ダイオードを実現することができる。

40

【0015】

また、前記蛍光体含有層は、蛍光体とこれを分散保持するガラス系材料とを含むことが好ましい。ガラス系材料を使用することで、蛍光体含有層を平坦化させることが可能となり、その上に形成される反射鏡も平坦化させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の白色発光ダイオードは、図1に示すように、基板10の一方の面側にGaN系

50

LED層12が設けられ、GaN系LED層12上にカソード電極12aおよびアノード電極12bが設けられている。また、基板10の他方の面側には、蛍光体含有層14と反射鏡16とが順次設けられている。

【0017】

本発明の白色発光ダイオードは、発光に寄与するLEDおよび蛍光体が、アノード電極12bと反射鏡16との間に設けられ、アノード電極12bと反射鏡16とが共振器を形成するための2つの鏡の役割を有している。共振器を構成する2枚の鏡は励起波長の全部あるいは一部を共振器内部に閉じ込めると同時に、蛍光体の発光波長に対しては一方の鏡はすべてを反射し、もう一方(光取り出し側)の鏡はほとんどすべてを透過可能なものとするのが好ましい。

10

【0018】

ここで、LEDの発光波長は蛍光体を励起できるものであって、主に青色から紫外の発光を有するものであることが必要である。そのため、GaN系LEDが採用される。当該GaN系LED層12の厚みは、1~10 μ m程度であることが好ましく、2~6 μ mであることがより好ましい。GaN系LED層12は公知のMOCVD法により形成することができる。

【0019】

カソード電極12aは、Alなどを使用することができる。アノード電極12bは、Agなどを使用することができる。カソード電極12aは、電流を供給するためのもので、n型GaN上でLEDの発光領域の周囲に設けることが好ましい。アノード電極12bは、p型GaN上で発光領域の全面に渡り設けることが好ましい。これらの電極は、公知の真空蒸着法あるいはスパッタリング法により形成することができる。

20

【0020】

蛍光体含有層14に含有される蛍光体は、青色から紫外の発光波長によって励起されるとともに、蛍光体の発光あるいはLEDの発光が混ざり合うことによって白色が得られるものであることが必要である。具体的には、YAGやサイアロンを使用することができる。

【0021】

蛍光体含有層14中の蛍光体を分散させるマトリックスとしては、エポキシ樹脂やシリコン樹脂を使用することができるが、蛍光体含有層14上に平坦な反射鏡を設けることを考慮すると、SOG(スピンオンガラス)といったガラス系材料を使用することが好ましい。SOGを使用することで、平坦な蛍光体含有層14を形成することが可能となり、その上に形成する反射鏡も平坦なものとするができる。

30

【0022】

蛍光体とこれを分散するガラス系材料(例えば、SOG)とを含む蛍光体含有層(SOG膜)は、シロキサンまたはシリケートを溶剤に混合させてSOG溶液を調製しこれに蛍光体を添加(例えば、10~20質量%)して、ノズルを通じて基板上にSOG溶液を滴下して回転塗布(スピンコート)を実施した後、脱水及び凝縮のためにベーク又はキュリング行って、形成することができる。スピンコートの回転数は、1000~5000rpmとすることが好ましい。

40

【0023】

ここで、SOGは、好ましくは側鎖(side chain)が C_xH_{2x+1} (x は自然数)の結合構造を有する有機シリコン系であり、また、溶剤は、好ましくはエーテル系の溶剤であり、より好ましくはプロピレングリコールジメチルエーテルを使用する。しかし、エーテル系溶剤より性能は良くないがアルコール系の溶剤も使用することができる。

【0024】

蛍光体含有層14の厚みは、20~150 μ mであることが好ましく、40~140 μ mであることがより好ましい。かかる範囲とすることで、良好な発光特性を維持しながら、簡易な構成の白色発光ダイオードを実現することができる。

【0025】

50

反射鏡 16 は、既述のように、アノード電極 12b と共に共振器を構成する。反射鏡 16 としては、SiO₂/HfO₂、SiO₂/MgO、SiO₂/Y₂O₃、SiO₂とTiO₂とを積層した誘電体反射層、SiO₂とZrO₂とを積層した誘電体反射層を用いることが好ましい。反射鏡を構成する各層の厚みは、その屈折率を n としたとき、λ/4n (λ は LED の発光波長) となることが好ましい。例えば、誘電体反射層は、それぞれの層を公知のスパッタリングにより、形成することができる。

【0026】

なお、アノード電極 12b を反射鏡とせずに、別途反射鏡を設けてもよい。この場合、反射鏡としては、既述の誘電体反射層や金属を使用することができる。そして、当該反射鏡を設ける場合は、アノード電極 12b は、透明電極とすることが好ましく、例えば、ITO や ZnO を使用することができる。

10

【実施例】

【0027】

本発明の白色発光ダイオードについて、蛍光体含有層の厚みを変化させて、当該厚みと放射強度との関係を調査した。

【0028】

具体的には、図 1 に示す構成の白色発光ダイオードについて調査した。まず、近紫外域 (385nm) で発光する発光ダイオードとして、InGaAlN からなる GaN 系 LED 層 12 を、両面を鏡面研磨されたサファイヤ基板 (厚さ 430μm) 10 上に形成した。フォトリソストを用いたパターンニングと ICP (Inductive Coupled Plasma) を用いた RIE により n 型 InGaAlN 層の一部を露出させ、Al からなるカソード電極 12a を形成した。また、p 型 InGaAlN 表面にアノード電極 12b を形成した。ここではアノード電極として Ag を用いることにより近紫外光に対して 90% の高い反射率を得ている。これによって、この Ag 電極は、既に述べた共振器を構成する一端の鏡として作用する。

20

【0029】

蛍光体 (Y₂O₂S:Eu, (Ba, Mg)Al₁₀O₁₇:Eu, Mn, (Ba, Mg)Al₁₀O₁₇:Eu) を重量比 1:1.3:0.15 で混合し SOG に重量比 20% で混合してサファイヤ基板裏面に塗布し、蛍光体含有層 14 を形成した。これによって蛍光体を塗布した層の平坦性を得ることができる。続いてその上にスパッタリングを用いて SiO₂ (厚さ 65nm) および ZrO₂ (厚さ 45nm) を交互に 3 周期 (それぞれ 3 層) ほど積層し、反射鏡 16 を設けることによって蛍光体の発する可視光の透過率が高く、LED の発する近紫外光の反射率の高い鏡を具備する白色発光ダイオードを作製した。

30

【0030】

図 5 に、上記白色発光ダイオードの放射強度の蛍光体含有層の厚さ依存性を示す。また、比較として、透過型 (図 3 参照) および反射型 (図 4 参照) の各構造の白色発光ダイオードにおける放射強度の蛍光体層の厚さ依存性を示す。図 5 より、共振型である本発明の白色発光ダイオードの採用により従来構造よりも薄い蛍光体含有層で最も高い発光強度が得られることが確認できた。

40

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】本発明の白色発光ダイオードの層構成を示す断面図である。

【図 2】従来の白色発光ダイオードの層構成を示す断面図である。

【図 3】透過型の白色発光ダイオードの層構成を示す断面図である。

【図 4】反射型の白色発光ダイオードの層構成を示す断面図である。

【図 5】白色発光ダイオードの放射強度の蛍光体含有層の厚さ依存性を示す図である。

【符号の説明】

【0032】

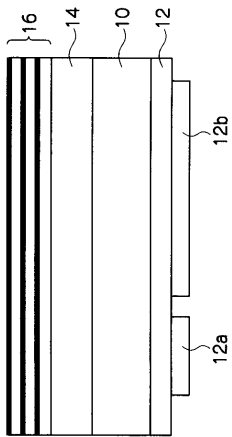
10・・・基板

12・・・GaN 系 LED 層

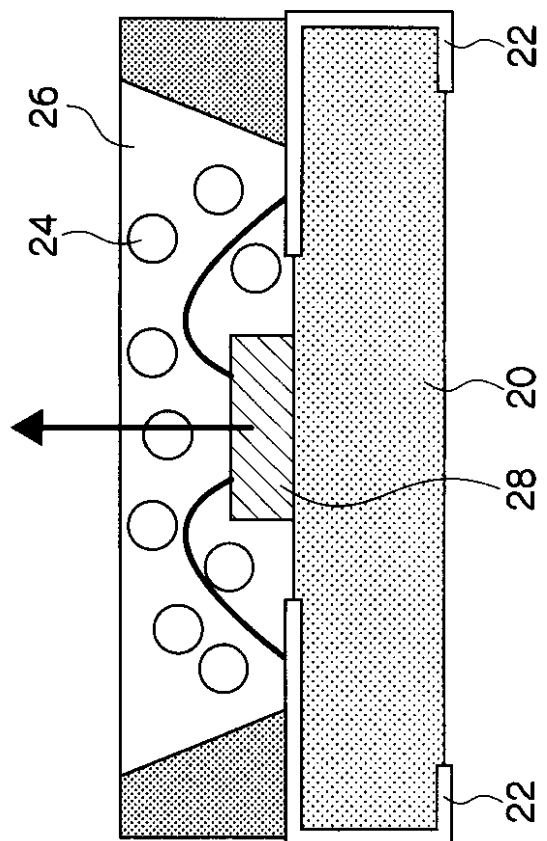
50

- 1 2 a . . . カソード電極
- 1 2 b . . . アノード電極
- 1 4 . . . 蛍光体含有層
- 1 6 . . . 反射鏡

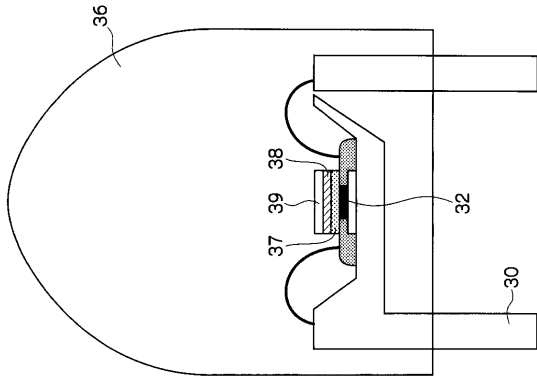
【 図 1 】



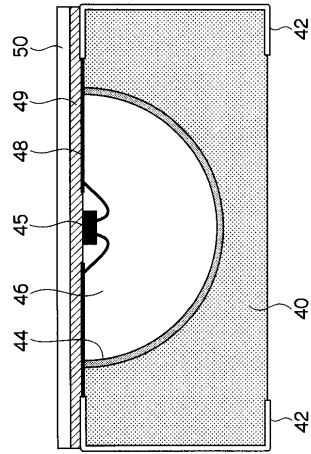
【 図 2 】



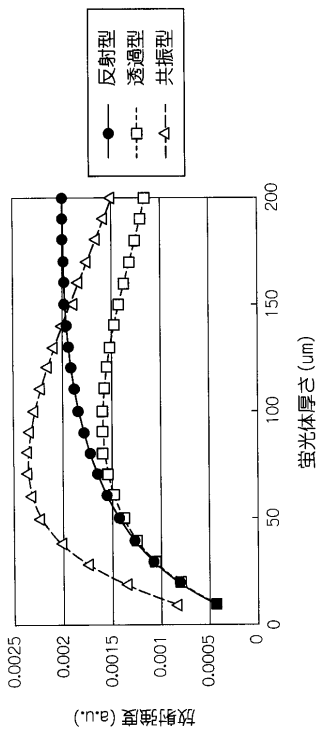
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 博

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 5F041 AA04 AA11 AA42 CA34 CA74 CA83 CA91 CB36