

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6087142号
(P6087142)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/32 (2010.01) H O 1 L 33/32

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-287333 (P2012-287333)	(73) 特許権者	513276101
(22) 出願日	平成24年12月28日(2012.12.28)		エルジー イノテック カンパニー リミテッド
(65) 公開番号	特開2013-140983 (P2013-140983A)		大韓民国 100-714, ソウル, ジュネーグ, ハンガンターロ, 416, ソウル スクエア
(43) 公開日	平成25年7月18日(2013.7.18)		
審査請求日	平成27年12月7日(2015.12.7)		
(31) 優先権主張番号	10-2012-0000622	(74) 代理人	100146318
(32) 優先日	平成24年1月3日(2012.1.3)		弁理士 岩瀬 吉和
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100114188
			弁理士 小野 誠
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100129713
			弁理士 重森 一輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板の上にある第1導電型半導体層と、
前記第1導電型半導体層の上にある活性層と、
前記活性層の上にある第2導電型半導体層と、
前記第2導電型半導体層の上面に前記第2導電型半導体層より小さな屈折率を有する窒化物半導体層と、
前記第2導電型半導体層と前記窒化物半導体層との間に配置された透光性オーミック層と、

を含み、

前記窒化物半導体層の屈折率は、前記第2導電型半導体層から遠いほど減少することを特徴とする、発光素子。

【請求項 2】

前記窒化物半導体層の屈折率が減少する方向は、前記活性層から前記第2導電型半導体層に向う方向と同一であることを特徴とする、請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記窒化物半導体層の屈折率は、前記第2導電型半導体層と近い所が遠い所より大きいことを特徴とする、請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記窒化物半導体層は、 $Al_xGa_{1-x}N$ 層 ($0 < x < 1$) を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記窒化物半導体層の Al の組成 (x) は、前記第 2 導電型半導体層から遠いほど増加することを特徴とする、請求項 4 に記載の発光素子。

【請求項 6】

前記窒化物半導体層は、 n 型窒化物半導体層を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 7】

前記窒化物半導体層の上において前記窒化物半導体層より小さな屈折率を有する透明絶縁層をさらに含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

10

【請求項 8】

前記透光性オーミック層は、前記第 2 導電型半導体層の屈折率と前記窒化物半導体層の屈折率との間の値を有する屈折率を備えることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 9】

前記第 2 導電型半導体層の上に配置される第 2 電極をさらに含み、

前記第 2 電極は前記透光性オーミック層の上に配置されることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

20

【請求項 10】

前記第 2 電極は前記透光性オーミック層と接することを特徴とする、請求項 9 に記載の発光素子。

【請求項 11】

前記窒化物半導体層の屈折率 (n) は前記活性層から前記第 2 導電型半導体層の方向に、 2.4 の屈折率から 2.0 の屈折率に徐々に減少することを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 12】

前記窒化物半導体層は、第 1 窒化物半導体層、第 2 窒化物半導体層、第 3 窒化物半導体層、第 4 窒化物半導体層、第 5 窒化物半導体層、第 6 窒化物半導体層、第 7 窒化物半導体層、第 8 窒化物半導体層、及び第 9 窒化物半導体層を含み、

30

前記第 1 窒化物半導体層は GaN であり、

前記第 9 窒化物半導体層は AlN であることを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 13】

前記透明絶縁層はシリコン酸化物またはシリコン窒化物を含むことを特徴とする、請求項 7 に記載の発光素子。

【請求項 14】

前記窒化物半導体層は、 p 型窒化物半導体層を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

40

【請求項 15】

前記窒化物半導体層は、アンドロップ窒化物半導体層を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 5 のうち、いずれか 1 項に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

発光素子 (Light Emitting Device) は、電気エネルギーが光エネルギーに変換される特性の素子であって、例えば化合物半導体の組成比を調節することによって多様な色相出現が可能である。

【0003】

発光素子は、順方向電圧印加時、n層の電子とp層の正孔 (hole) とが結合して伝導帯 (Conduction band) と価電子帯 (Valance band) のエネルギーギャップに該当するだけのエネルギーを発散するが、このエネルギーは、主として熱や光の形態に放出され、光の形態に発散されれば発光素子になるものである。

【0004】

例えば、窒化物半導体は、高い熱的安定性と幅広いバンドギャップエネルギーにより光素子及び高出力電子素子開発分野で大いなる関心を受けている。特に、窒化物半導体を用いた青色 (Blue) 発光素子、緑色 (Green) 発光素子、紫外線 (UV) 発光素子などは商用化されて広く使われている。

【0005】

従来の技術による GaN をベースにした LED は、発光効率を改善するためには活性層のデザイン (design) を通じて、より多い光効率を改善し、以後に抽出効率を改善する作業が入って最適化段階に達する。

【0006】

従来の技術によれば、光抽出効率を改善するために、発光素子チップの下部には基板にパターン (pattern) を用いた P S S が用いられ、上部にはラフニング (Roughening) を用いて光抽出効率を改善しているが、高出力発光素子の需要によって光抽出効率の改善が要求されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の実施形態の目的は、光抽出効率改善できる発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムを提供することにある。

【0008】

本発明の実施形態他の目的は、光学的効率を増大させることができる発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に従う発光素子は、基板、上記基板の上にある第1導電型半導体層、上記第1導電型半導体層の上にある活性層、上記活性層の上にある第2導電型半導体層、及び上記第2導電型半導体層の上にあつて上記第2導電型半導体層より小さな屈折率を有する窒化物半導体層を含む。

【発明の効果】

【0010】

本発明の実施形態に従う発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムによれば、光抽出効率を増大させることができる。

【0011】

また、本発明の実施形態によれば、光学的効率を増大させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態に従う発光素子の断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態に従う発光素子の部分拡大図である。

【図3】本発明の第2実施形態に従う発光素子の断面図である。

【図4】本発明の第3実施形態に従う発光素子の断面図である。

【図5】本発明の実施形態に従う発光素子の製造方法の工程断面図である。

【図6】本発明の実施形態に従う発光素子の製造方法の工程断面図である。

10

20

30

40

50

【図7】本発明の実施形態に従う発光素子の製造方法の工程断面図である。

【図8】本発明の実施形態に従う発光素子の製造方法の工程断面図である。

【図9】本発明の実施形態に従う発光素子パッケージの断面図である。

【図10】本発明の実施形態に従う発光素子が備えられた照明システムの実施形態を示す分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施形態に従う発光素子、発光素子パッケージ、及び照明システムを添付した図面を参照して説明する。

【0014】

本発明を説明するに当たって、各層（膜）、領域、パターン、または構造物が、基板、各層（膜）、領域、パッド、またはパターンの“上（on）”に、または“下（under）”に形成されることと記載される場合において、“上（on）”と“下（under）”は、“直接（directly）”または“他の層を介して（indirectly）”形成されることを全て含む。また、各層の上または下に対する基準は、図面を基準として説明する。

【0015】

図面において、各層の厚さやサイズは説明の便宜及び明確性のために誇張、省略、または概略的に図示された。また、各構成要素のサイズは必ずしも実際のサイズを完全に反映するものではない。

【0016】

（実施形態）

図1は本発明の第1実施形態に従う発光素子100の断面図であり、図2は本発明の第1実施形態に従う発光素子における窒化物半導体層130の部分拡大図である。

【0017】

実施形態に従う発光素子100は、基板105、上記基板105の上に第1導電型半導体層112、上記第1導電型半導体層112の上に活性層114、上記活性層114の上に第2導電型半導体層116、及び上記第2導電型半導体層116の上に上記第2導電型半導体層116より小さな屈折率を有する窒化物半導体層130を含むことができる。

【0018】

上記窒化物半導体層130は、 $Al_xGa_{1-x}N$ （ $0 < x < 1$ ）を含むことができる。

【0019】

実施形態は光抽出効率が改善できる発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムを提供しようとする。

【0020】

また、実施形態は光学的効率を増大させることができる発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムを提供しようとする。

【0021】

上記の課題を解決するために、LED成長中にインシトゥー（in-situ）で低屈折率（low index）物質を成長して光抽出効率を改善することができる。

【0022】

例えば、上記窒化物半導体層130の屈折率（ n ）は上記活性層114から第2導電型半導体層116の方向に減少する。

【0023】

上記窒化物半導体層130は、上記第2導電型半導体層116と接する。

【0024】

実施形態は、上記窒化物半導体層130のAlの組成（ x ）を制御して窒化物半導体層の屈折率を制御することができる。例えば、上記窒化物半導体層130のAlの組成（ x ）は、上記活性層114から第2導電型半導体層116の方向に増加する。

【0025】

10

20

30

40

50

これによって、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) は上記活性層 114 から第2導電型半導体層 116 の方向に徐々に減少するようになって、活性層で発光した光が側方よりは上方に光抽出効率を高めることができる。

【0026】

例えば、上記窒化物半導体層 130 は、第1窒化物半導体層 131、第2窒化物半導体層 132、第3窒化物半導体層 133、第4窒化物半導体層 134、第5窒化物半導体層 135、第6窒化物半導体層 136、第7窒化物半導体層 137、第8窒化物半導体層 138、及び第9窒化物半導体層 139 を含むことができ、上記第1窒化物半導体層 131 は GaN であり、上記第9窒化物半導体層 139 は AlN であることがあるが、これに限定されるものではない。

10

【0027】

これによって、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) は上記活性層 114 から第2導電型半導体層 116 の方向に、約 2.4 の屈折率から約 2.0 の屈折率に徐々に減少するが、これに限定されるものではない。

【0028】

また、実施形態において、上記窒化物半導体層 130 は n 型にドーピングされた n 型窒化物半導体層でありうる。例えば、上記窒化物半導体層 130 は Si でドーピングされるが、これに限定されるものではない。

【0029】

上記窒化物半導体層 130 が n 型にドーピングされることによって、第2電極 152 が上記第2導電型半導体層 116 と接しないで、上記窒化物半導体層 130 の上に形成されてもキャリアの注入に問題のないことがある。

20

【0030】

上記窒化物半導体層 130 は、キャリアのトンネリングが可能な厚さで形成されるが、これに限定されるものではない。

【0031】

また、実施形態は、上記窒化物半導体層 130 の上に上記窒化物半導体層より小さい屈折率を有する透光性オーミック層 140 をさらに含むことができる。上記第2電極 152 は、上記透光性オーミック層 140 の上に形成される。

【0032】

上記第1透光性オーミック層 140 の水平幅は上記窒化物半導体層 130 の水平幅と実質的に同一に形成されて、上記窒化物半導体層 130 で均一な電流拡散が可能である。一方、上記第1透光性オーミック層 140 の水平幅は上記窒化物半導体層 130 の水平幅より小さく形成されることもできる。

30

【0033】

上記透光性オーミック層 140 は、キャリアを効率的に注入できる金属酸化物の単一または多層構造でありうる。例えば、上記透光性オーミック層 140 は、ITO (indium tin oxide)、IZO (indium zinc oxide)、IZTO (indium zinc tin oxide)、IAZO (indium aluminum zinc oxide)、IGZO (indium gallium zinc oxide)、IGTO (indium gallium tin oxide)、AZO (aluminum zinc oxide)、ATO (antimony tin oxide)、GZO (gallium zinc oxide)、IZON (IZO Nitride)、AGZO (Al-Ga ZnO)、IGZO (In-Ga ZnO)、ZnO、IrOx、RuOx、NiO、RuOx / ITO、Ni / IrOx / Au、及び Ni / IrOx / Au / ITO のうち、少なくとも1つを含んで形成されることができ、このような材料に限定されるものではない。

40

【0034】

これにより、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) が、上記活性層 114 から第2導電型半導体層 116 の方向に、約 2.4 の屈折率から約 2.0 の屈折率に減少する。上記窒化物半導体層の屈折率 (n) が、上記活性層 114 から第2導電型半導体層 116 の方向に、約 2.4 の屈折率から約 2.0 の屈折率に徐々に減少する。

【0035】

50

上記透光性オーミック層 140 で屈折率が約 2.0 から約 1.0 超過程度に制御されることによって、上記第 2 導電型半導体層 116、上記窒化物半導体層 130、及び上記透光性オーミック層 140 の方向に屈折率が徐々に減少するにつれて、活性層で発光した光が上方(L2)に一層効率的に抽出できる。

【0036】

図 3 は、本発明の第 2 実施形態に従う発光素子 102 の断面図である。

【0037】

第 2 実施形態は第 1 実施形態の技術的な特徴を採用することができる。

【0038】

第 2 実施形態において、第 2 電極 152 は上記窒化物半導体層 130 を貫通して上記第 2 導電型半導体層 116 と接することができる。

10

【0039】

第 2 実施形態の場合、窒化物半導体層 130 がキャリアのトンネリングが可能な厚さの制限がないことがある。

【0040】

また、第 2 実施形態で上記窒化物半導体層 130 は、p 型元素がドーピングされた p 型窒化物半導体層を含むことができる。例えば、第 2 導電型半導体層 116 の形成後、インシトゥーに進行して p 型元素がドーピングされた p 型窒化物半導体層を含む窒化物半導体層 130 を形成することができる。

【0041】

20

また、上記窒化物半導体層 130 はドーピングされていないアンドロッド窒化物半導体層を含むことができる。例えば、上記窒化物半導体層 130 の形成工程時、n 型または p 型導電型元素のドーピング無しで工程を進行してアンドロッド窒化物半導体層を含む窒化物半導体層 130 を形成することができる。

【0042】

また、第 2 実施形態は上記窒化物半導体層 130 の上に上記窒化物半導体層 130 より小さな屈折率を有する透明絶縁層 142 をさらに含むことができる。

【0043】

上記透明絶縁層 142 は、シリコン酸化物またはシリコン窒化物などであるが、これに限定されるものではない。

30

【0044】

第 2 実施形態によれば、上記窒化物半導体層の屈折率(n)が上記活性層 114 から第 2 導電型半導体層 116 の方向に、約 2.4 の屈折率から約 2.0 の屈折率に徐々に減少し、上記透明絶縁層 142 で屈折率が約 2.0 から約 1.0 超過程度に制御されることによって、上記第 2 導電型半導体層 116、上記窒化物半導体層 130、及び上記透明絶縁層 142 の方向に屈折率が徐々に減少するにつれて、活性層で発光した光が側方よりは上方に一層効率的に抽出できる。

【0045】

図 4 は、本発明の第 3 実施形態に従う発光素子 103 の断面図である。

【0046】

40

第 3 実施形態は第 1 実施形態及び第 2 実施形態の技術的な特徴を採用することができる。

【0047】

第 3 実施形態は、上記第 2 導電型半導体層 116 と上記窒化物半導体層 130 との間に第 2 透光性オーミック層 140 b をさらに含むことができる。

【0048】

上記第 2 透光性オーミック層 140 b は、上記第 2 導電型半導体層 116 の屈折率と上記窒化物半導体層 130 の屈折率との間の値を有する屈折率を備えて光抽出効率を極大化することができる。

【0049】

50

上記第2導電型半導体層116の上に形成される第2電極152は、上記第2透光性オーミック層140bの上に形成される。

【0050】

図1乃至図4で、説明されていない図面符号に関する構成要件は、以下の製造方法で説明される。

【0051】

実施形態によれば、A1%を制御して光のスプレディング(spreading)を改善することができ、製品への適用が容易である。

【0052】

実施形態に従う発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムによれば、光抽出効率を増大させることができる。また、実施形態によれば、光学的効率を増大させることができる。

10

【0053】

以下、図5乃至図8を参照して実施形態に従う発光素子の製造方法を説明する。

【0054】

まず、図5のように基板105を準備する。上記基板105は、伝導性基板または絶縁性基板を含み、例えば、上記基板105はサファイア(Al_2O_3)、SiC、Si、GaAs、GaN、ZnO、GaP、InP、Ge、及び Ga_2O_3 のうち、少なくとも1つを使用することができる。上記基板105の上には凹凸構造が形成され、これに対して限定するものではない。上記基板105に対して湿式洗浄を行って表面の不純物を除去することができる。

20

【0055】

上記基板105には光抽出構造、例えば、PSS(図示せず)が形成されるが、これに限定されるものではない。

【0056】

以後、上記基板105の上に第1導電型半導体層112、活性層114、及び第2導電型半導体層116を含む発光構造物110を形成することができる。

【0057】

上記基板105の上にはバッファ層(図示せず)が形成される。上記バッファ層は、上記発光構造物110の材料と基板105の格子不整合を緩和させることができ、バッファ層の材料は3族-5族化合物半導体、例えば、GaN、InN、AlN、InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInNのうち、少なくとも1つで形成される。

30

【0058】

上記バッファ層の上にはアンドーパド(undoped)半導体層(図示せず)が形成され、これに対して限定するものではない。

【0059】

実施形態は、上記基板105またはアンドーパド半導体層の上に第1導電型半導体層112を形成することができる。

【0060】

上記第1導電型半導体層112は、第1導電型ドーパントがドーピングされた3族-5族化合物半導体で具現されることができ、上記第1導電型半導体層112がn型半導体層の場合、上記第1導電型ドーパントはn型ドーパントとして、Si、Ge、Sn、Se、Teを含むことができるが、これに限定されるものではない。

40

【0061】

上記第1導電型半導体層112は、 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x < 1$, $0 < y < 1$, $0 < x + y < 1$)の組成式を有する半導体物質を含むことができる。

【0062】

上記第1導電型半導体層112は、GaN、InN、AlN、InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInN、AlGaAs、InGaAs、AlInGaAs、GaP、AlGaP、InGaP、AlInGaP、InPのうち、いずれか1つ以上で形成

50

される。

【0063】

上記第1導電型半導体層112は、化学蒸着方法(CVD)、分子線エピタキシ(MBE)、スパッタリング、または水酸化物蒸気相エピタキシ(HVPE)などの方法を使用してn型GaN層を形成することができる。また、上記第1導電型半導体層112は、チャンパーにトリメチルガリウムガス(TMGa)、アンモニアガス(NH₃)、窒素ガス(N₂)、及びシリコン(Si)のようなn型不純物を含むシランガス(SiH₄)が注入されて形成される。

【0064】

次に、上記第1導電型半導体層112の上に電流拡散層122を形成する。上記電流拡散層122は、アンドーパド窒化ガリウム層(undoped GaN layer)であることがあるが、これに限定されるものではない。

10

【0065】

次に、実施形態は上記電流拡散層122の上に電子注入層124を形成することができる。上記電子注入層124は、第1導電型窒化ガリウム層でありうる。例えば、上記電子注入層124はn型ドーピング元素が $6.0 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3 \sim 8.0 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度でドーピングされることで、効率的に電子注入を行うことができる。

【0066】

また、実施形態は電子注入層124の上にストレイン制御層(図示せず)を形成することができる。例えば、電子注入層124の上に $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 < x < 1, 0 < y < 1$) / GaNなどで形成されたストレイン制御層を形成することができる。

20

【0067】

上記ストレイン制御層は、第1導電型半導体層112と活性層114との間の格子不一致による応力を効果的に緩和させることができる。

【0068】

また、上記ストレイン制御層は、第1の $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_N$ 及び第2の $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_N$ などの組成を有する少なくとも6周期で反復積層されることによって、より多い電子が活性層114の低いエネルギー準位に集まるようになり、結果的に、電子と正孔との再結合確率が増加して発光効率が向上する。

30

【0069】

次に、上記第1導電型半導体層112の上に活性層114を形成する。

【0070】

上記活性層114は、単一量子井戸構造、多重量子井戸構造(MQW: Multi Quantum Well)、量子線(Quantum-Wire)構造、または量子点(Quantum Dot)構造のうち、少なくともいずれか1つで形成される。例えば、上記活性層114は、トリメチルガリウムガス(TMGa)、アンモニアガス(NH₃)、窒素ガス(N₂)、及びトリメチルインジウムガス(TMIn)が注入されて多重量子井戸構造が形成されるが、これに限定されるものではない。

【0071】

40

上記活性層114の井戸層/障壁層は、 $\text{InGa}_N/\text{Ga}_N$ 、 $\text{InGa}_N/\text{InGa}_N$ 、 $\text{Ga}_N/\text{AlGa}_N$ 、 $\text{InAlGa}_N/\text{Ga}_N$ 、 $\text{GaAs}(\text{InGaAs})/\text{AlGaAs}$ 、 $\text{GaP}(\text{InGaP})/\text{AlGaP}$ のうち、いずれか1つ以上のペア構造で形成されるが、これに限定されるものではない。上記井戸層は、上記障壁層のバンドギャップより低いバンドギャップを有する物質で形成される。

【0072】

実施形態において、上記活性層114の上には電子遮断層126が形成されて電子遮断(electron blocking)及び活性層のクラディング(MQW cladding)の役割をすることによって、発光効率を改善することができる。例えば、上記電子遮断層126は、 $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{(1-x-y)}\text{N}$ ($0 < x < 1, 0 < y < 1$)系半導体で形成され、上記活性

50

層 1 1 4 のエネルギーバンドギャップよりは高いエネルギーバンドギャップを有することができ、約 1 0 0 ~ 約 6 0 0 の厚さで形成されるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 7 3 】

また、上記電子遮断層 1 2 6 は、 $Al_z Ga_{(1-z)} N / GaN (0 < z < 1)$ 超格子 (superlattice) で形成されるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 7 4 】

上記電子遮断層 1 2 6 は p 型でイオン注入されてオーバーフローされる電子を効率的に遮断し、ホールの注入効率を増大させることができる。例えば、上記電子遮断層 1 2 6 は、Mg が約 $10^{18} \sim 10^{20} / cm^3$ 濃度範囲でイオン注入されてオーバーフローされる電子を効率的に遮断し、ホールの注入効率を増大させることができる。

10

【 0 0 7 5 】

次に、上記電子遮断層 1 2 6 の上に第 2 導電型半導体層 1 1 6 を形成する。

【 0 0 7 6 】

上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 は、第 2 導電型ドーパントがドーピングされた 3 族 - 5 族化合物半導体、例えば、 $In_x Al_y Ga_{1-x-y} N (0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < x + y < 1)$ の組成式を有する半導体物質を含むことができる。上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 が P 型半導体層の場合、上記第 2 導電型ドーパントは P 型ドーパントとして、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba などを含むことができる。

【 0 0 7 7 】

上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 はチャンパーに、トリメチルガリウムガス (TMGa)、アンモニアガス (NH₃)、窒素ガス (N₂)、及びマグネシウム (Mg) のような p 型不純物を含むピセチルサイクロペンタジエニルマグネシウム (EtCp₂Mg) {Mg (C₂H₅C₅H₄)₂} が注入されて p 型 GaN 層が形成されるが、これに限定されるものではない。

20

【 0 0 7 8 】

実施形態において、上記第 1 導電型半導体層 1 1 2 は n 型半導体層、上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 は p 型半導体層で具現できるが、これに限定されるものではない。また、上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 の上には上記第 2 導電型と反対の極性を有する半導体、例えば n 型半導体層 (図示せず) を形成することができる。これによって、発光構造物 1 1 0 は n - p 接合構造、p - n 接合構造、n - p - n 接合構造、p - n - p 接合構造のうち、いずれか 1 つの構造で具現できる。

30

【 0 0 7 9 】

次に、図 6 のように、第 2 導電型半導体層 1 1 6 の上に上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 より小さな屈折率を有する窒化物半導体層 1 3 0 を形成する。上記窒化物半導体層 1 3 0 は $Al_x Ga_{1-x} N (0 < x < 1)$ を含むことができる。

【 0 0 8 0 】

実施形態は、LED 成長中にインシトゥー (in-situ) で低屈折率 (low index) 物質を成長して光抽出効率を改善することができる。例えば、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) は上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体層 1 1 6 の方向に減少する。

40

【 0 0 8 1 】

実施形態は、上記窒化物半導体層 1 3 0 の Al の組成 (x) を制御して窒化物半導体層の屈折率を制御することができる。例えば、上記窒化物半導体層 1 3 0 の Al の組成 (x) は上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体層 1 1 6 の方向に増加する。

【 0 0 8 2 】

これによって、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) は上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体層 1 1 6 の方向に徐々に減少するようになって、活性層で発光した光が側方よりは上方に光抽出効率を高めることができる。

【 0 0 8 3 】

例えば、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) は上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体

50

層 1 1 6 の方向に、約 2 . 4 の屈折率から約 2 . 0 の屈折率に徐々に減少するが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 4 】

また、実施形態において、上記窒化物半導体層 1 3 0 は n 型にドーピングされた n 型窒化物半導体層でありうる。例えば、上記窒化物半導体層 1 3 0 は Si でドーピングされるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 5 】

上記窒化物半導体層 1 3 0 が n 型にドーピングされることによって、第 2 電極 1 5 2 が上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 と接しないで、上記窒化物半導体層 1 3 0 の上に形成されてもキャリアの注入に問題のないことがある。

10

【 0 0 8 6 】

上記窒化物半導体層 1 3 0 は、キャリアのトンネリングが可能な厚さで形成されるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 8 7 】

また、第 1 実施形態は、図 1 のように上記窒化物半導体層 1 3 0 の上に上記窒化物半導体層より小さな屈折率を有する透光性オーミック層 1 4 0 をさらに含むことができる。上記第 2 電極 1 5 2 は上記透光性オーミック層 1 4 0 の上に形成される。上記透光性オーミック層 1 4 0 はキャリアを効率的に注入できる金属酸化物の単一または多層構造でありうる。例えば、上記透光性オーミック層 1 4 0 は、ITO (indium tin oxide)、IZO (indium zinc oxide)、IZTO (indium zinc tin oxide)、IAZO (indium aluminum zinc oxide)、IGZO (indium gallium zinc oxide)、IGTO (indium gallium tin oxide)、AZO (aluminum zinc oxide)、ATO (antimony tin oxide)、GZO (gallium zinc oxide)、IZON (IZO Nitride)、AGZO (Al-Ga ZnO)、IGZO (In-Ga ZnO)、ZnO、IrOx、RuOx、NiO、RuOx / ITO、Ni / IrOx / Au、及び Ni / IrOx / Au / ITO のうち、少なくとも 1 つを含んで形成され、このような材料に限定されるものではない。

20

【 0 0 8 8 】

これを通じて、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) が上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体層 1 1 6 の方向に、約 2 . 4 の屈折率から約 2 . 0 の屈折率に徐々に減少し、上記透光性オーミック層 1 4 0 で屈折率が約 2 . 0 から約 1 . 0 超過程度に制御されることによって、上記第 2 導電型半導体層 1 1 6、上記窒化物半導体層 1 3 0、及び上記透光性オーミック層 1 4 0 の方向に屈折率が徐々に減少するにつれて、活性層で発光した光が上方 (L2) に一層効率的に抽出できる。

30

【 0 0 8 9 】

また、第 2 実施形態は、図 6 のように、上記窒化物半導体層 1 3 0 の上に上記窒化物半導体層 1 3 0 より小さな屈折率を有する透明絶縁層 1 4 2 をさらに含むことができる。上記透明絶縁層 1 4 2 は、シリコン酸化物またはシリコン窒化物などであるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 9 0 】

第 2 実施形態によれば、上記窒化物半導体層の屈折率 (n) が上記活性層 1 1 4 から第 2 導電型半導体層 1 1 6 の方向に、約 2 . 4 の屈折率から約 2 . 0 の屈折率に徐々に減少し、上記透明絶縁層 1 4 2 で屈折率が約 2 . 0 から約 1 . 0 超過程度に制御されることによって、上記第 2 導電型半導体層 1 1 6、上記窒化物半導体層 1 3 0、及び上記透明絶縁層 1 4 2 の方向に屈折率が徐々に減少するにつれて、活性層で発光した光が側方よりは上方に一層効率的に抽出できる。

40

【 0 0 9 1 】

第 2 実施形態において、第 2 電極 1 5 2 は上記窒化物半導体層 1 3 0 を貫通して上記第 2 導電型半導体層 1 1 6 と接することができる。第 2 実施形態の場合、窒化物半導体層 1 3 0 がキャリアのトンネリングが可能な厚さの制限のないことがある。

【 0 0 9 2 】

50

また、図4のように第3実施形態によれば、上記第2導電型半導体層116と上記窒化物半導体層130との間に第2透光性オーミック層140bをさらに含むことができる。

【0093】

上記第2透光性オーミック層140bは、上記第2導電型半導体層116の屈折率と上記窒化物半導体層130の屈折率との間の値を有する屈折率を備えて光抽出効率を極大化することができる。

【0094】

実施形態によれば、A1%を制御して光のスプレディング(spreading)を改善することができ、製品への適用が容易である。

【0095】

このために、図7のように、実施形態は上記透明絶縁層142と窒化物半導体層130の一部を除去して第2導電型半導体層116を露出させることができる。

【0096】

また、上記透明絶縁層142、窒化物半導体層130、第2導電型半導体層、電子遮断層、ストレイ制御層、電子注入層124、及び電流拡散層122の一部を除去して第1導電型半導体層112を除去することができる。

【0097】

次に、図8のように、上記露出した第2導電型半導体層116の上に第2電極152を、上記露出した第1導電型半導体層112の上に第1電極151を各々形成することができる。

【0098】

実施形態に従う発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システムによれば、光抽出効率を増大させることができる。

【0099】

また、実施形態によれば、光学的効率を増大させることができる。

【0100】

図9は、本発明の実施形態に従う発光素子が設置された発光素子パッケージ200を説明する図である。

【0101】

実施形態に従う発光素子パッケージ200は、パッケージ胴体部205と、上記パッケージ胴体部205に設置された第3電極層213及び第4電極層214と、上記パッケージ胴体部205に設置されて上記第3電極層213及び第4電極層214と電氣的に連結される発光素子100と、上記発光素子100を囲むモールディング部材230とが含まれる。

【0102】

上記パッケージ胴体部205は、シリコン材質、合成樹脂材質、または金属材質を含んで形成され、上記発光素子100の周囲に傾斜面が形成される。

【0103】

上記第3電極層213及び第4電極層214は互いに電氣的に分離され、上記発光素子100に電源を提供する役割をする。また、上記第3電極層213及び第4電極層214は、上記発光素子100で発生した光を反射させて光効率を増加させる役割をすることができ、上記発光素子100で発生した熱を外部に排出させる役割をすることもできる。

【0104】

上記発光素子100は、図1、図3、または図4に例示された水平型タイプの発光素子が適用できるが、これに限定されるものではない。

【0105】

上記発光素子100は、上記パッケージ胴体部205の上に設置されたり、上記第3電極層213または第4電極層214の上に設置される。

【0106】

上記発光素子100は、上記第3電極層213及び/または第4電極層214とワイヤ

10

20

30

40

50

ー方式、フリップチップ方式、またはダイボンディング方式のうち、いずれか1つにより電氣的に連結されることもできる。実施形態では、上記発光素子100が上記第3電極層213、第4電極層214と各々ワイヤーを介して電氣的に連結されるが、これに限定されるものではない。

【0107】

上記モルディング部材230は、上記発光素子100を囲んで上記発光素子100を保護することができる。また、上記モルディング部材230には蛍光体が含まれて上記発光素子100から放出された光の波長を変化させることができる。

【0108】

実施形態に従う発光素子パッケージは、複数個が基板の上にアレイされ、上記発光素子パッケージで放出される光の経路上に光学部材である導光板、プリズムシート、拡散シート、蛍光シートなどが配置される。このような発光素子パッケージ、基板、及び光学部材は、バックライトユニットとして機能したり、照明ユニットとして機能することができ、例えば、照明システムは、バックライトユニット、照明ユニット、指示装置、ランプ、及び街灯を含むことができる。

10

【0109】

図10は、本発明の実施形態に従う発光素子が備えられた照明システムの実施形態を示す分解斜視図である。

【0110】

図10に示すように、実施形態に従う照明装置は、カバー2100、光源モジュール2200、放熱体2400、電源提供部2600、内部ケース2700、及びソケット2800を含むことができる。また、実施形態に従う照明装置は、部材2300とホルダー2500のうち、いずれか1つ以上をさらに含むことができる。上記光源モジュール2200は、本発明に従う発光素子100または発光素子パッケージ200を含むことができる。

20

【0111】

例えば、上記カバー2100は、バルブ(bulb)または半球の形状を有し、中が空いており、一部分が開口された形状に提供できる。上記カバー2100は、上記光源モジュール2200と光学的に結合できる。例えば、上記カバー2100は、上記光源モジュール2200から提供される光を拡散、散乱、または励起させることができる。上記カバー2100は一種の光学部材でありうる。上記カバー2100は、上記放熱体2400と結合できる。上記カバー2100は、上記放熱体2400と結合する結合部を有することができる。

30

【0112】

上記カバー2100の内面には乳白色塗料がコーティングできる。乳白色の塗料は光を拡散させる拡散材を含むことができる。上記カバー2100の内面の表面粗さは、上記カバー2100の外面の表面粗さより大きく形成される。これは、上記光源モジュール2200からの光が十分に散乱及び拡散されて外部に放出させるためのものである。

【0113】

上記カバー2100の材質は、ガラス(glass)、プラスチック、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)、ポリカーボネート(PC)などでありうる。ここで、ポリカーボネートは、耐光性、耐熱性、強度に優れる。上記カバー2100は、外部から上記光源モジュール2200が見えるように透明であることがあり、不透明であることがある。上記カバー2100は、ブロー(blow)成形を通じて形成される。

40

【0114】

上記光源モジュール2200は、上記放熱体2400の一面に配置される。したがって、上記光源モジュール2200からの熱は上記放熱体2400に伝導される。上記光源モジュール2200は、光源部2210、連結プレート2230、及びコネクタ2250を含むことができる。

【0115】

50

上記部材 2300 は上記放熱体 2400 の上面の上に配置され、複数の光源部 2210 とコネクタ 2250 とが挿入されるガイド溝 2310 を有する。上記ガイド溝 2310 は、上記光源部 2210 の基板及びコネクタ 2250 と対応する。

【0116】

上記部材 2300 の表面は光反射物質で塗布またはコーティングされたものであることがある。例えば、上記部材 2300 の表面は白色の塗料で塗布またはコーティングされたものであることがある。このような上記部材 2300 は、上記カバー 2100 の内面に反射されて上記光源モジュール 2200 側の方向に戻る光をまた上記カバー 2100 の方向に反射する。したがって、実施形態に従う照明装置の光効率を向上させることができる。

【0117】

上記部材 2300 は、例として絶縁物質からなることができる。上記光源モジュール 2200 の連結プレート 2230 は、電気伝導性の物質を含むことができる。したがって、上記放熱体 2400 と上記連結プレート 2230 との間に電氣的な接触がなされることができる。上記部材 2300 は絶縁物質で構成されて上記連結プレート 2230 と上記放熱体 2400 との電氣的短絡を遮断することができる。上記放熱体 2400 は、上記光源モジュール 2200 からの熱と上記電源提供部 2600 からの熱の伝達を受けて放熱する。

【0118】

上記ホルダー 2500 は、内部ケース 2700 の絶縁部 2710 の収納溝 2719 を塞ぐ。したがって、上記内部ケース 2700 の上記絶縁部 2710 に収納される上記電源提供部 2600 は密閉される。上記ホルダー 2500 は、ガイド突出部 2510 を有する。上記ガイド突出部 2510 は、上記電源提供部 2600 の突出部 2610 が貫通するホールを有する。

【0119】

上記電源提供部 2600 は、外部から提供を受けた電氣的信号を処理または変換して上記光源モジュール 2200 に提供する。上記電源提供部 2600 は、上記内部ケース 2700 の収納溝 2719 に収納され、上記ホルダー 2500 により上記内部ケース 2700 の内部に密閉される。

【0120】

上記電源提供部 2600 は、突出部 2610、ガイド部 2630、ベース 2650、及び延長部 2670 を含むことができる。

【0121】

上記ガイド部 2630 は、上記ベース 2650 の一側から外部に突出した形状を有する。上記ガイド部 2630 は、上記ホルダー 2500 に挿入できる。上記ベース 2650 の一面の上に多数の部品が配置される。多数の部品は、例えば、外部電源から提供される交流電源を直流電源に変換する直流変換装置、上記光源モジュール 2200 の駆動を制御する駆動チップ、上記光源モジュール 2200 を保護するための ESD (Electro Static discharge) 保護素子などを含むことができるが、これに対して限定するものではない。

【0122】

上記延長部 2670 は、上記ベース 2650 の他の一側から外部に突出した形状を有する。上記延長部 2670 は、上記内部ケース 2700 の連結部 2750 の内部に挿入され、外部からの電氣的信号の提供を受ける。例えば、上記延長部 2670 は、上記内部ケース 2700 の連結部 2750 の幅と等しいか小さく提供される。上記延長部 2670 には“+電線”と“-電線”の各一端が電氣的に連結され、“+電線”と“-電線”の他の一端はソケット 2800 に電氣的に連結される。

【0123】

上記内部ケース 2700 は、内部に上記電源提供部 2600 と共にモールドイング部を含むことができる。モールドイング部はモールドイング液体が固まった部分であって、上記電源提供部 2600 が上記内部ケース 2700 の内部に固定できるようにする。

【0124】

実施形態に従う発光素子、発光素子の製造方法、発光素子パッケージ、及び照明システ

10

20

30

40

50

ムによれば、光抽出効率を増大させることができる。

【0125】

また、実施形態によれば、光学的効率を増大させることができる。

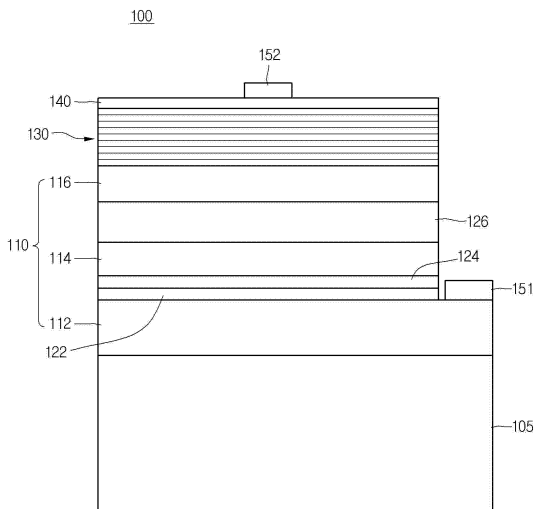
【0126】

以上、実施形態に説明された特徴、構造、効果などは、本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれ、必ず1つの実施形態のみに限定されるものではない。延いては、各実施形態で例示された特徴、構造、効果などは、実施形態が属する分野の通常の知識を有する者により他の実施形態に対しても組み合わせられまたは変形されて実施可能である。したがって、このような組み合わせと変形に関連した内容は本発明の範囲に含まれることと解釈されるべきである。

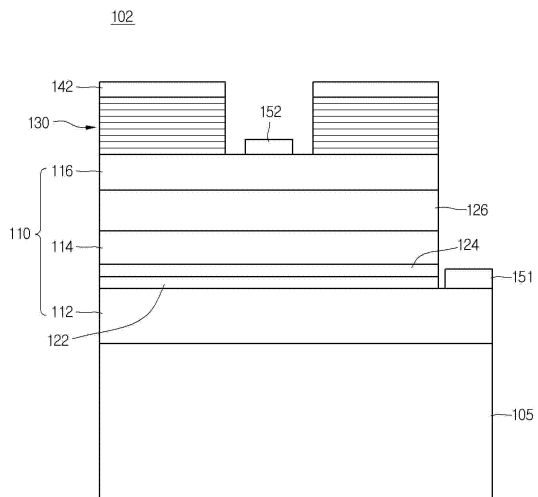
【0127】

以上、本発明を好ましい実施形態をもとに説明したが、これは、単なる例示であり、本発明を限定するのではない。本発明の本質的な特性を逸脱しない範囲内で、多様な変形及び応用が可能であることが当業者にとって明らかである。例えば、実施形態に具体的に表れた各構成要素は変形して実施することができ、このような変形及び応用にかかわる差異点も、特許請求の範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

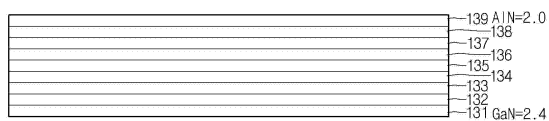
【図1】



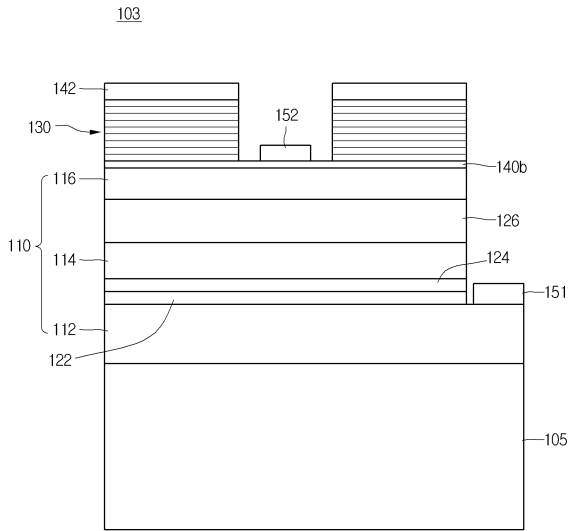
【図3】



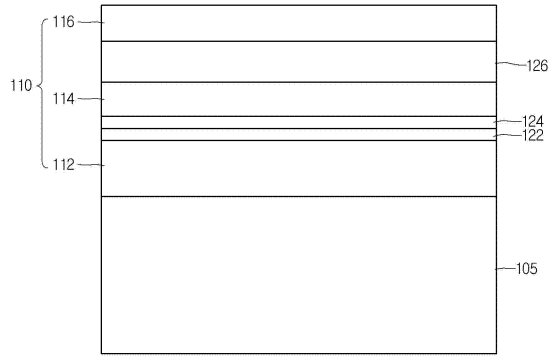
【図2】



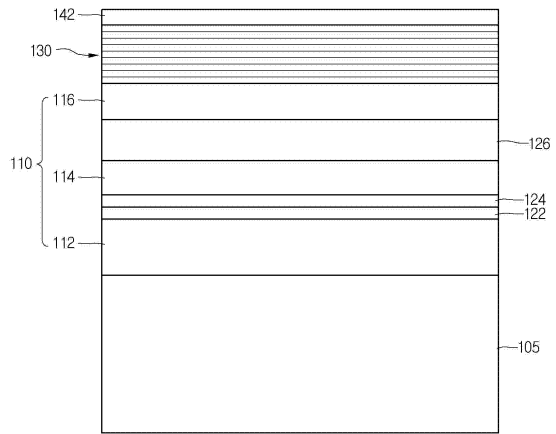
【 図 4 】



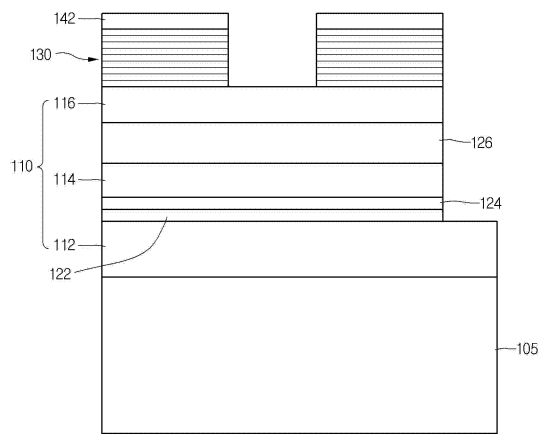
【 図 5 】



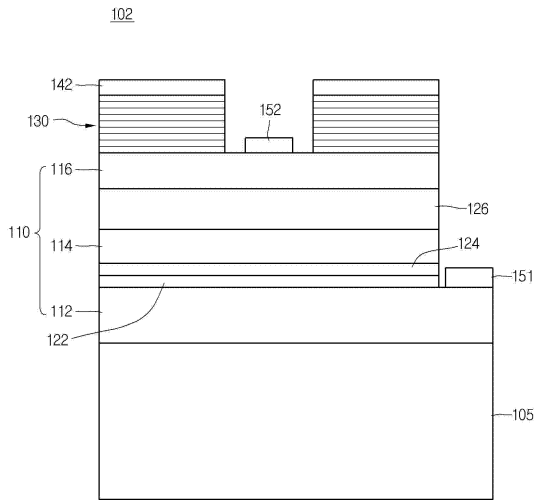
【 図 6 】



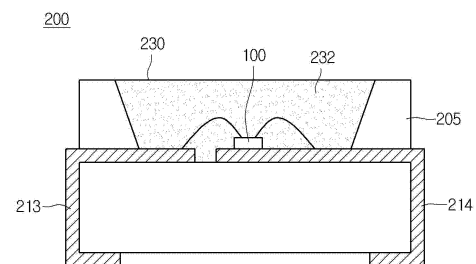
【 図 7 】



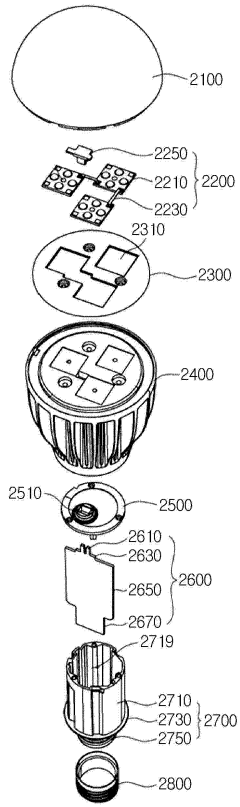
【 図 8 】



【 図 9 】



【図10】



フロントページの続き

(74)代理人 100143823

弁理士 市川 英彦

(72)発明者 ジョン・ジョンピル

大韓民国 100-714 ソウル, ジュン-グ, ナムデムンノ 5-ガ, ソウル スクエア, 2
0階

(72)発明者 ファン・ジョンヒョン

大韓民国 100-714 ソウル, ジュン-グ, ナムデムンノ 5-ガ, ソウル スクエア, 2
0階

(72)発明者 キム・ジョンクク

大韓民国 100-714 ソウル, ジュン-グ, ナムデムンノ 5-ガ, ソウル スクエア, 2
0階

審査官 村井 友和

(56)参考文献 特開平09-116192(JP, A)

特開2007-134388(JP, A)

特開2009-252836(JP, A)

特開2014-007181(JP, A)

特開2004-343147(JP, A)

特開2003-168822(JP, A)

特開2007-096116(JP, A)

特開2007-220973(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00-33/64