

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6117540号
(P6117540)

(45) 発行日 平成29年4月19日(2017.4.19)

(24) 登録日 平成29年3月31日(2017.3.31)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 33/48	(2010.01) HO 1 L 33/48
HO 1 L 33/10	(2010.01) HO 1 L 33/10
HO 1 L 33/04	(2010.01) HO 1 L 33/04
HO 1 L 33/16	(2010.01) HO 1 L 33/16

請求項の数 24 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-271170 (P2012-271170)
(22) 出願日	平成24年12月12日 (2012.12.12)
(65) 公開番号	特開2013-123057 (P2013-123057A)
(43) 公開日	平成25年6月20日 (2013.6.20)
審査請求日	平成27年12月7日 (2015.12.7)
(31) 優先権主張番号	10-2011-0132886
(32) 優先日	平成23年12月12日 (2011.12.12)
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)
(31) 優先権主張番号	10-2012-0137768
(32) 優先日	平成24年11月30日 (2012.11.30)
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)

(73) 特許権者	513276101 エルジー イノテック カンパニー リミテッド 大韓民国 100-714, ソウル, ジュニング, ハンガン-テーロ, 416, ソウル スクエア
(74) 代理人	100146318 弁理士 岩瀬 吉和
(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】発光素子パッケージ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

キャビティを有しているボディーと、
前記ボディー上に配置された少なくとも一つの絶縁層と、
前記絶縁層上に配置され、互いに電気的に分離されている第1及び第2の電極層と、
前記キャビティの底面に配置され、前記第1及び第2の電極層と電気的に接続している
少なくとも一つの発光素子と、

前記キャビティに配置された前記発光素子を封止する光透過性樹脂層と、
前記ボディーの背面において前記発光素子と対面している金属層と、
前記絶縁層と前記第1及び第2の電極層により覆われずに露出された前記ボディーの上側及び下側にそれぞれ配置された第3及び第4の拡散層と、
を備え、

前記発光素子は、

基板上に無極性方向に成長しており、且つ
第1の導電型の半導体層、活性層及び第2の導電型の半導体層を有する発光構造物を
備え、且つ

前記ボディーの厚さ方向において前記第3の拡散層と重ならない、発光素子パッケージ。

【請求項 2】

前記発光構造物は、r方向の前記基板上に、前記無極性方向であるa方向に成長してい

10

20

る、請求項 1 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 3】

前記発光構造物は、前記基板の(1123)面上に、前記無極性方向であるm方向に成長している、請求項 1 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 4】

前記金属層の幅が前記発光素子の幅よりも大きくなっている、請求項 2 または 3 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 5】

前記発光素子から発された光が、0.5以上の中純度を有する、請求項 4 に記載の発光素子パッケージ。

10

【請求項 6】

前記光透過性樹脂層は、複数の発光物質の少なくとも一つを含む、請求項 5 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 7】

前記複数の発光物質は、

480 nm ~ 500 nm の発光波長を有する第 1 の発光物質と、

580 nm ~ 620 nm の発光波長を有する第 2 の発光物質と、を含む、請求項 6 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 8】

前記発光素子は、近紫外線波長を有する光を放出する、請求項 7 に記載の発光素子パッケージ。

20

【請求項 9】

前記発光素子は、

前記基板と前記第 1 の導電型の半導体層との間に前記無極性方向に成長したバッファー層をさらに備える、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の発光素子パッケージ。

【請求項 10】

前記バッファー層の転位密度は、 10^9 乃至 $10^{10} / \text{cm}^3$ である、請求項 9 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 11】

前記光透過性樹脂層は、

30

平坦な上部面を有する第 1 の光透過性樹脂層を備える、請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の発光素子パッケージ。

【請求項 12】

前記光透過性樹脂層は、

前記第 1 の光透過性樹脂層上に配置され、上部がドーム形態になっている第 2 の光透過性樹脂層をさらに備える、請求項 11 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 13】

前記第 2 の光透過性樹脂層の屈折率は、前記第 1 の光透過性樹脂層の屈折率以上である、請求項 12 に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 14】

前記絶縁層と前記第 1 及び第 2 の電極層は、

40

前記キャビティの底面の少なくとも一部、及び前記金属層が配置された前記ボディーの背面には形成されていない、請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の発光素子パッケージ。

【請求項 15】

前記ボディーに形成され、前記第 1 及び第 2 の電極層と電気的にそれぞれ接続し、不純物が注入されている第 1 及び第 2 の拡散層をさらに備える、請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の発光素子パッケージ。

【請求項 16】

前記第 1 及び第 2 の拡散層は、前記キャビティを中心に前記ボディーの両側上面にそれぞれ配置されている、請求項 15 に記載の発光素子パッケージ。

50

【請求項 17】

前記第3及び第4の拡散層は、前記第1及び第2の電極層と電気的に分離されている、請求項1に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 18】

前記発光素子は、

前記第2の導電型の半導体層と前記活性層との間に配置され、 $A_1_x G_a_{1-x} N$ 超格子層及び $A_1_y G_a_{1-y} N$ 超格子層の二重層構造を少なくとも一つ有する反射層をさらに備え、

前記xとyが互いに異なっており、前記 $A_1_x G_a_{1-x} N$ 超格子層と前記 $A_1_y G_a_{1-y} N$ 超格子層が互いに異なる屈折率を有する、請求項1乃至17のいずれかに記載の発光素子パッケージ。10

【請求項 19】

前記活性層は、井戸層と障壁層のペア構造を少なくとも一つ有し、

前記反射層のバンドギャップエネルギーは、前記障壁層のバンドギャップエネルギーよりも大きい、請求項18に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 20】

yはxよりも大きい、請求項19に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 21】

0.2×0.3 であり、 $0.3 < y < 1$ である、請求項20に記載の発光素子パッケージ。20

【請求項 22】

前記反射層は、第2の導電型ドーパントによりドープされている、請求項21に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 23】

前記第2の導電型の半導体層は、 $A_1 G_a N$ よりも高い電気伝導度を有する物質で形成されている、請求項22に記載の発光素子パッケージ。

【請求項 24】

前記第3の拡散層は、前記発光素子から分離して配置されている、請求項1に記載の発光素子パッケージ。

【発明の詳細な説明】30**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施例は、発光素子パッケージに関する。

【背景技術】**【0002】**

発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)は、化合物半導体の特性を用いて電気を赤外線または光に変換して、信号を取り取りしたり、光源として用いる半導体素子の一種である。

【0003】

I II族-V族窒化物半導体(group III-V nitride Semiconductor)は、物理的及び化学的特性から、発光ダイオード(LED)またはレーザーダイオード(LD:Laser Diode)などの発光素子の核心素材として脚光を浴びている。40

【0004】

この種の発光ダイオードは、白熱灯や蛍光灯などの既存の照明器具に使われてきた水銀(Hg)のような環境有害物質を含んでおらず、優れた親環境性、長寿命、及び低電力消費といったメリットから、既存の光源を代替している。一般的の発光素子では、基板上に、極性方向であるc方向、すなわち、[0001]方向に発光構造物が成長する。このような結晶構造に成長した発光素子は、結晶構造の特性上、圧電(piezoelectric)及び自発分極(spontaneous polarization)によりビルト50

イン(b u i l t - i n)電界が引き起こされ、該電界による量子閉じ込めシユタルク効果(Quantum-Confin ed Stark Effect)が生じてしまう。
なお、ビルトイン電界は、電子と正孔とを分離させて発光素子の活性層におけるキャリア再結合効率を低下させ、波長の赤色移動(red-shift)を招く。そのため、このような発光素子を用いる発光素子パッケージの色再現率が変化したり、色表現が不安定になることがある(特許文献1等参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2009/0315012号明細書

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

実施例は、色再現率と色表現が安定しているながらも、優れた放熱特性及び改善されたドーピング効率を有する発光素子パッケージを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

発光素子パッケージは、キャビティを有しているボディーと、前記ボディー上に配置された少なくとも一つの絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、互いに電気的に分離されている第1及び第2の電極層と、前記キャビティの底面に配置され、前記第1及び第2の電極層と電気的に接続している少なくとも一つの発光素子と、前記キャビティに配置された前記発光素子を封止する光透過性樹脂層と、前記ボディーの背面において前記発光素子と対面している金属層と、を備え、前記発光素子は、基板上に無極性方向に成長しており、且つ第1の導電型の半導体層、活性層及び第2の導電型の半導体層を有する発光構造物を備えている。

20

【0008】

前記発光構造物は、r方向の前記基板上に、前記無極性方向であるa方向に成長してもよく、前記基板の(1123)面上に、前記無極性方向であるm方向に成長してもよい。

【0009】

30

前記金属層の幅は前記発光素子の幅よりも大きくなっていてもよい。前記発光素子から発された光は、0.5以上の色純度を有してもよい。

【0010】

前記光透過性樹脂層は、複数の燐光物質の少なくとも一つを含むことができる。前記複数の燐光物質は、480nm～500nmの発光波長を有する第1の燐光物質と、580nm～620nmの発光波長を有する第2の燐光物質と、を含んでいてもよい。前記発光素子は、近紫外線波長を有する光を放出することができる。

【0011】

前記発光素子は、前記基板と前記第1の導電型の半導体層との間に前記無極性方向に成長したバッファー層をさらに備えてよい。前記バッファー層の転位密度は、 1×10^9 乃至 $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ であってもよい。

40

【0012】

前記光透過性樹脂層は、平坦な上部面を有する第1の光透過性樹脂層を備えることができる。また、前記光透過性樹脂層は、前記第1の光透過性樹脂層上に配置され、上部がドーム形態になっている第2の光透過性樹脂層をさらに備えてよい。前記第2の光透過性樹脂層の屈折率は、前記第1の光透過性樹脂層の屈折率以上でよい。前記絶縁層と前記第1及び第2の電極層は、前記キャビティの底面の少なくとも一部、及び前記金属層が配置された前記ボディーの背面には形成されていない。

【0013】

前記発光素子パッケージは、前記ボディーに形成され、前記第1及び第2の電極層と電

50

気的にそれぞれ接続し、不純物が注入されている第1及び第2の拡散層をさらに備えることができる。前記第1及び第2の拡散層は、前記キャビティを中心に前記ボディーの両側上面にそれぞれ配置されていてもよい。

【0014】

前記発光素子パッケージは、前記絶縁層と前記第1及び第2の電極層により覆われずに露出された前記ボディーの上側及び下側にそれぞれ配置された第3及び第4の拡散層の少なくとも一つをさらに備えることができる。前記第3及び第4の拡散層は、前記第1及び第2の電極層と電気的に分離されている。

【0015】

前記発光素子は、前記第2の導電型の半導体層と前記活性層との間に配置され、 $A_1 \times G_1 - x N$ 超格子層及び $A_1 y G_1 - y N$ 超格子層の二重層構造を少なくとも一つ有する反射層をさらに備えており、前記xとyが互いに異なっていることから、前記 $A_1 \times G_1 - x N$ 超格子層と前記 $A_1 y G_1 - y N$ 超格子層は互いに異なる屈折率を有してもよい。

【0016】

前記活性層は、井戸層と障壁層のペア構造を少なくとも一つ有し、前記反射層のバンドギャップエネルギーは、前記障壁層のバンドギャップエネルギーよりも大きくなっていてもよい。yはxよりも大きくなっていてもよく、 0.2×0.3 で、 $0.3 \leq y \leq 1$ であってもよい。

【0017】

前記反射層は、第2の導電型ドーパントによりドープされており、前記第2の導電型の半導体層は、 $A_1 G_a N$ よりも高い電気伝導度を有する物質で形成されていてもよい。

【発明の効果】

【0018】

実施例は、r方向の基板上にa方向に発光構造物を成長させたり、基板の(1123)面上にm方向に発光構造物を成長させたりして、発光素子(または、発光素子パッケージ)の色再現率を一定にさせ、色表現を安定にさせ、発光素子パッケージから発生した熱を外部に効果的に放出させ、且つp型ドーピングの効率を改善させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

下記の図面を参照して実施例について詳細に説明する。ただし、図面中、同一の構成要素には同一の参照符号を付する。

【図1】一実施例に係る発光素子パッケージを示す平面図である。

【図2】図1に示した発光素子パッケージの一実施例におけるA-A'線断面図である。

【図3】実施例に係る発光素子を示す断面図である。

【図4】図1に示した発光素子パッケージの他の実施例におけるA-A'線断面図である。

【図5】他の実施例に係る発光素子パッケージを示す平面図である。

【図6】図5に示した発光素子パッケージのB-B'線断面図である。

【図7】実施例に係る発光素子を示す断面図である。

【図8】図7における“A”部分を拡大した部分断面図である。

【図9A】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9B】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9C】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9D】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9E】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9F】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9G】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図9H】図7に示した発光素子の製造方法の実施例を示す図である。

【図10】実施例に係る発光素子パッケージを備えているヘッドランプの実施例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図11】実施例に係る発光素子パッケージを備えている表示装置の実施例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、実施例を、添付の図面を参照して説明する。

【0021】

本実施例の説明において、ある構成要素 (element) の「上(上部)」または「下(下部)」(on or under) に他の構成要素が形成されるという記載は、これらの両構成要素が互いに直接 (directly) 接触して形成される場合も、これら両構成要素の間に一つ以上のさらに他の構成要素が介在して (indirectly) 形成される場合も含む。
10

【0022】

また、「上(上部)」または「下(下部)」と表現された場合は、一つの構成要素を基準に上方を指す場合もあり、下方を指す場合もある。

【0023】

図中、各層の厚さや大きさは、説明の便宜及び明確性のために、誇張、省略または概略して示されている。なお、各構成要素の大きさが実際の大きさを必ずしも全体的に反映しているわけではない。

【0024】

図1は、一実施例に係る発光素子パッケージ100を示す平面図であり、図2は、図1に示した発光素子パッケージ100の一実施例100AにおけるA-A'線断面図である。説明の便宜上、図2の第1の光透過性樹脂層160と第1及び第2の電極層142, 144を図1では省略している。
20

【0025】

図1及び図2を参照すると、発光素子パッケージ100, 100Aは、ボディー110、少なくとも一つの絶縁層120, 130、第1及び第2の電極層142, 144、発光素子150、第1の光透過性樹脂層160、少なくとも一つの熒光物質162, 164、金属層170、第1、第2、第3及び第4拡散層182, 184, 186, 188、及びワイヤー192, 194を備えている。

【0026】

ボディー110は、シリコン (silicon) 材質を用いたウェハーレベルパッケージ (WLP: Wafer Level Package)、シリコン基板、シリコンカーバイド (SiC)、アルミニウム窒化物 (AlN) などのように、絶縁性または熱伝導度が良好な物質から形成されており、複数枚の基板が積層された構造を有しているが、このボディー110の材質、構造及び形状に実施例が限定されるわけではない。ボディー110の上部に所定深さのキャビティ (cavity) が形成されている。キャビティは、有底管形の溝、多角形の溝または円形の溝のいずれか一形態に形成されている。
30

【0027】

図2に示すように、キャビティを包囲しているボディー110は、所定の角度または所定の曲率で傾斜して形成されている。すなわち、ボディー110の上面は、中央のキャビティの周縁に形成されており、ボディー110側面の一部面、例えば、左及び右の側面は、垂直な平面ではなく、所定の角度で折れ曲がった上部側面110A及び下部側面110Bを有している。
40

【0028】

ボディー110上には少なくとも一つの絶縁層120, 130が配置されている。図1に示したように、複数個の第1及び第2の絶縁層120, 130がボディー110の表面上に配置されている。第1及び第2の絶縁層120, 130は、絶縁性物質で形成されており、該物質としては半導体化合物を含むことができる。例えば、第1及び第2の絶縁層120, 130を、シリコン熱酸化膜、AlN、SiC、アルミナ、シリコン窒化膜などの種々の絶縁材質で形成されている。
50

【0029】

第1の絶縁層120は、第1Aの絶縁層122及び第1Bの絶縁層124を有している。第1A及び第1Bの絶縁層122, 124は互いに繋がっており、キャビティの底面の一周期からボディー110の上面の内側110Cに延びてあり、続いてボディー110の上面の外側110D、上部側面110A、下部側面110B及び背面の一部110Eまで延びている。

【0030】

第2の絶縁層130は、第2Aの絶縁層132及び第2Bの絶縁層134を有している。第2A及び第2Bの絶縁層132, 134は互いに繋がっており、キャビティの底面の他周縁からボディー110の上面内側110Cに延びてあり、続いてボディー110の上面の外側110D、上部側面110A、下部側面110B及び背面の一部110Eまで延びている。10

【0031】

第1及び第2の絶縁層120, 130は、キャビティの底面の少なくとも一部に形成された第1の開放領域A1及びボディー110の背面110Fにおける第2の開放領域A2を除いた領域に一体に配置されていてもよく、第1及び第2の電極層142, 144の下に、対応する構造で配置されていてもよい。

【0032】

ボディー110のキャビティの底面からボディー110の背面110Fまでの厚さd1は、シリコン基板が割れることなく熱が効果的に伝達されるように、例えば、500μm乃至2000μmに形成されている。20

【0033】

また、ボディー110の両側上面の内部には、第1及び第2の拡散層182, 184が配置されており、ボディー110のキャビティの底面の少なくとも一部に第3の拡散層186が配置されており、ボディー110の背面110Fの内部に第4の拡散層188が配置されている。

【0034】

第1の拡散層182は、ボディー110の上面110C, 110Dにそれぞれ位置する第1Aの絶縁層122及び第1Bの絶縁層124により定義される開放された領域に配置されている。第2の拡散層184は、ボディー110の上面110C, 110Dにそれぞれ位置する第2Aの絶縁層132及び第2Bの絶縁層134により定義される開放された領域に配置されている。すなわち、第1及び第2の拡散層182, 184は、キャビティを中心にボディー110の両側上面にそれぞれ配置されている。また、第1及び第2の拡散層182, 184は、ボディー110の両側上面の内部に、シリコン基板110と反対の極性を有する不純物を注入して形成してもよい。このような第1及び第2の拡散層182, 184はジェナーダイオードにしてもよいが、これに限定されるわけではない。30

【0035】

第3の拡散層186は、キャビティの底面の中央の第1の開放領域A1において、第1A及び第2Aの絶縁層122, 132と第1及び第2の電極層142, 144により覆われずに露出されたボディー110の上側の内部に配置されている。すなわち、第3の拡散層186は発光素子150の下に形成されている。40

【0036】

第4の拡散層188は、ボディー110の背面110Fの第2の開放領域A2において、第1B及び第2Bの絶縁層124, 134と第1及び第2の電極層142, 144により覆われずに露出されたボディー110の下側の内部に形成されている。すなわち、第4の拡散層188は金属層170上に配置されている。

【0037】

第3の拡散層186または/及び第4の拡散層188は、第1及び第2の電極層142, 144と電気的に分離されている。そのため、第3の拡散層186または/及び第4の拡散層188は、発光素子150と電気的に分離されてフローティング状態にあるから、50

定電流トランジスタや他の素子保護用のジェナーダイオードの役割を果たすように具現されているが、これに限定されることはない。

【0038】

第1及び第2の絶縁層120, 130上に、所定パターンの第1及び第2の電極層142, 144がそれぞれ配置されている。第1及び第2の電極層142, 144は、第1及び第2の開放領域A1, A2により互いに電気的に分離されており、キャビティ領域、ボディー110の上面110C, 110D、側面110A, 110B、及び背面110Eの一部に配置されている。ここで、第1及び第2の電極層142, 144は、キャビティの底面の少なくとも一部の第1の開放領域A1とボディー110の背面110Fの第2の開放領域A2には配置されていない。

10

【0039】

第1及び第2の電極層142, 144は、少なくとも2個の電極リードとして用いることでき、リードの個数は、第1及び第2の電極層142, 144のパターンによって異なっていてもよい。また、第1及び第2の電極層142, 144は、第1及び第2の拡散層182, 184上にそれぞれ配置されて、第1及び第2の拡散層182, 184と電気的に接続されている。

【0040】

また、第1及び第2の電極層142, 144は、キャビティ内でワイヤー192, 194を介して発光素子150に接続し、ボディー110の背面及び側面においてベース基板に表面実装技術(SMT: Surface Mount Technology)でソルダーボンディング(solder bonding)されている。ここで、第1及び第2の電極層142, 144は、そのパターンによって、第1及び第2の拡散層182, 184と発光素子150とを並列回路にすることもでき、または、互いに独立した回路にすることもできる。

20

【0041】

第1及び第2の電極層142, 144は、電気伝導度を有する物質で形成されている。第1及び第2の電極層142, 144は金属で形成されていてもよく、例えば、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、金(Au)、チタン(Ti)の少なくとも一つを用いて単層または多層で形成されていてもよいが、これに限定されない。

【0042】

30

一方、ボディー110のキャビティには少なくとも一つの発光素子150が搭載されている。発光素子150は、キャビティの底面、すなわち、ボディー110の表面に取り付けられている。例えば、発光素子150は、ボディー110のキャビティ内の開放領域A1において第3の拡散層186上に取り付けられており、且つ第1及び第2の電極層142, 144と電気的に接続されている。発光素子150は、例えば、青色LEDチップ、緑色LEDチップ、赤色LEDチップ、黄色LEDチップなどの有色LEDチップ、または紫外線(UV: Ultra Violet)LEDチップで構成されているが、これに発光素子150の種類や個数が限定されるわけではない。特に、本実施例では、発光素子150は、近紫外線(NUV:near UV)波長の光を放出する近紫外線LEDチップで構成されていてもよい。

40

【0043】

図3は、実施例に係る発光素子150を示す断面図である。

【0044】

図3を参照すると、発光素子150は、基板152、バッファー層153、発光構造物154、第1及び第2の電極156, 158を備えている。

【0045】

発光素子150において、バッファー層153と発光構造物154は、基板152上に無極性(non-polar)方向に成長している。一実施例によれば、バッファー層153と発光構造物154は、r方向の基板152上に、無極性方向であるa方向に成長してもよい。または、他の実施例によれば、バッファー層153と発光構造物154は

50

、基板 152 の (1123) 面上に、無極性方向である m 方向に成長してもよい。ここで、1123 面は

11 $\bar{2}3$

面を意味する。

【0046】

基板 152 は、半導体成長に適合した物質で形成されており、半導体化合物を含んで形成されている。基板 152 は、例えば、サファイア (Al_2O_3)、SiC、GaAs、GaN、ZnO、Si、GaP、InP、Ge の少なくとも一つで形成されていてもよいが、これに限定されない。
10

【0047】

また、基板 152 は、全体窒化物半導体に反りが発生しないとともに、スクライビング (scribing) 工程及びブレーキング (breaking) 工程を通じて別個のチップとして分離しやすいレベルの機械的強度を有している。

【0048】

バッファー層 153 は、基板 152 と第 1 の導電型の半導体層 154Aとの間に配置されており、多層や単層に形成されている。例えば、バッファー層 153 の転位密度 (dislocation density) は、 $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ になっている。また、バッファー層 153 は、 $2 \mu\text{m}$ 乃至 $5 \mu\text{m}$ の厚さになっており、X 線回折 (XRD : X-Ray Diffraction) ロッキング (rocking) 曲線において 400 arc Sec 以下の半値全幅 (FWHM : Full Width at Half Maximum) を有することができる。
20

【0049】

発光構造物 154 はバッファー層 153 上に配置されており、第 1 の導電型の半導体層 154A、活性層 154B 及び第 2 の導電型の半導体層 154C を有している。第 1 の導電型の半導体層 154A、活性層 154B 及び第 2 の導電型の半導体層 154C のそれぞれ、r 方向の基板 152 上に、無極性方向である a 方向に成長していくよく、基板 152 の (1123) 面上に、無極性方向である m 方向に成長していくよい。
30

【0050】

第 1 の導電型の半導体層 154A は、バッファー層 153 上に配置されており、半導体化合物で形成されている。第 1 の導電型の半導体層 154A は、IIII族 - V 族、II 族 - VI 族などの化合物半導体で具現されており、第 1 の導電型ドーパントがドープされている。例えば、第 1 の導電型の半導体層 154A は、 $\text{Al}_a\text{In}_b\text{Ga}(1-a-b)\text{N}$ ($0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $0 < a+b < 1$) の組成式を有する半導体物質、InAlGaN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInP のいずれか一つ以上で形成していくよい。例えば、a は、 0.04 乃至 0.08 であればよい。第 1 の導電型の半導体層 154A が n 型半導体層の場合に、第 1 の導電型ドーパントとしては Si、Ge、Sn、Se、Te などのような n 型ドーパントを含むことができる。第 1 の導電型の半導体層 154A は、単層または多層に形成されており、これに限定はない。例えば、第 1 の導電型の半導体層 154A は、 $2 \mu\text{m}$ 乃至 $3 \mu\text{m}$ の厚さになっていくよい。
40

【0051】

活性層 154B は、第 1 の導電型の半導体層 154A 上に形成されており、単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸 (MQW : Multi Quantum Well) 構造、量子点構造、または量子線構造のいずれか一つを有することができる。活性層 154B は、IIII族 - V 族元素の化合物半導体材料を用いて、井戸層と障壁層、例えば、InGaN/GaN、InGaN/InGaN、GaN/AlGaN、InAlGaN/GaN、GaAs (InGaAs) / AlGaAs、GaP (InGaP) / AlGaP のいずれか一つ以上のペア構造になっているが、これに限定されない。例
50

えば、活性層 154B は、井戸層と障壁層の 3 乃至 5 ペア構造を有することができる。井戸層は、障壁層のバンドギャップエネルギーよりも小さいバンドギャップエネルギーを有する物質で形成されている。特に、実施例に係る活性層 154B は、近紫外線波長帯域、例えば、330 nm 乃至 405 nm 波長帯域の光を生成することができる。

【0052】

活性層 154B の障壁層が AlGaN からなる場合は、キャリア注入を向上させるために、電子遮断層に近い側から 2 番目または 3 番目の障壁層から n 型のドーパントを用いてドープされるとよい。このように成長した活性層 154B は、330 nm 乃至 405 nm 波長帯域の光を放出することができる。

【0053】

活性層 154B と第 1 の導電型の半導体層 154A との間、または活性層 154B と第 2 の導電型の半導体層 154C との間には、導電型のクラッド層（図示せず）が形成されてもよい。導電型のクラッド層は、活性層 154B の障壁層のバンドギャップエネルギーよりも広いバンドギャップエネルギーを有する半導体で形成されている。例えば、導電型のクラッド層は、GaN、AlGaN、InAlGaN または超格子構造などを含むことができる。また、導電型のクラッド層は、n 型または p 型にドープされている。

【0054】

第 2 の導電型の半導体層 154C は、半導体化合物で形成されている。第 2 の導電型の半導体層 154C は、III族 - V 族、II 族 - VI 族などの化合物半導体で具現されており、第 2 の導電型ドーパントがドープされていてもよい。例えば、In_aAl_bGa_(1-a-b)N (0 < a < 1, 0 < b < 1, 0 < a+b < 1) の組成式を有する半導体物質または AlInN、AlGaAs、GaP、GaAs、GaAsP、AlGaInP のいずれか一つ以上で形成されている。第 2 の導電型の半導体層 154C が p 型半導体層の場合に、第 2 の導電型ドーパントは、Mg、Zn、Ca、Sr、Ba などのような p 型ドーパントであればよい。第 2 の導電型の半導体層 154C は単層または多層で形成されており、これに限定はない。第 2 の導電型の半導体層 154C が AlGaN からなる場合に、アルミニウムの組成比 (a) は、0.04 乃至 0.08 になっている。

【0055】

また、第 1 の電極 156 は、第 1 の導電型の半導体層 154A に接しており、金属で形成されている。例えば、第 1 の電極 156 は、Ag、Ni、Al、Rh、Pd、Ir、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hf のいずれか、またはこれらの組み合わせで形成されている。また、第 1 の電極 156 は、オーミック特性を有する反射電極材料で単層または多層に形成されていてもよい。また、第 1 の電極 156 は、前述の金属物質と、ITO (indium tin oxide)、IZO (indium zinc 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)、IrO_x、RuO_x、RuO_x/ITO、Ni/IrO_x/Au、及び Ni/IrO_x/Au/ITO の少なくとも一つを含むことができ、これらの材料に限定されない。第 1 の電極 156 は、第 1 の導電型の半導体層 154A とオーミック接触する物質を含むことができる。第 1 の電極 156 がオーミックの役割を果たす場合は、別途のオーミック層（図示せず）は形成されなくてもよい。

【0056】

第 2 の電極 158 は、第 2 の導電型の半導体層 154C の上部に形成されており、第 1 の電極 156 と同じ物質を含むことができる。

【0057】

第 1 及び第 2 の電極 156, 158 は、ワイヤー 194, 192 を介して第 2 及び第 1 の電極層 144, 142 にそれぞれ接続する。

10

20

30

40

50

【0058】

一方、キャビティの内には、発光素子150を封止する第1の光透過性樹脂層160が配置されている。第1の光透過性樹脂層160は、キャビティを封止する物質であればいい。例えば、第1の光透過性樹脂層160は、シリコンまたはエポキシのような透明な樹脂材質で形成されている。

【0059】

また、第1の光透過性樹脂層160に少なくとも一つの熒光物質(photophor)が添加されてもよく、熒光物質の種類に限定はない。図示のように、様々な熒光物質の少なくとも一つが第1の光透過性樹脂層160中に含まれている。

【0060】

例えば、様々な熒光物質としては、480nm乃至500nmの発光波長を有する第1の熒光物質162と、580nm乃至620nmの発光波長を有する第2の熒光物質164とが含まれている。ここで、第1の熒光物質はシアン(cyan)熒光物質であり、第2の熒光物質はオレンジ(orange)熒光物質である。この場合、発光素子パッケージ100Aは、360nm乃至420nmの波長を有する白色系の光を放出することができる。

【0061】

一方、第2の開放領域A2において、ボディー110の背面110F上に、発光素子150と対面する金属層170が配置されている。金属層170は、第1及び第2の電極層142, 144と同じ材質で形成されていてもよく、放熱特性に優れた別の金属材質で形成されていてもよい。金属層170は、発光素子150に対応する第4の拡散層188の下に形成されており、発光素子150から発された熱を放出する。この場合、金属層170の幅w2が発光素子150の幅w1よりも大きくなっていると、より優れた放熱効果を得ることができる。金属層170の厚さd2は、0.5μm乃至100μmになっているが、これに限定されない。

【0062】

また、実施例によれば、第1の光透過性樹脂層160の上部は、図2に示すように、平坦(flat)になっていてもよい。

【0063】

図4は、図1に示した発光素子パッケージ100の他の実施例100BにおけるA-A'線断面図である。

【0064】

図2に示した発光素子パッケージ100Aは、第1の光透過性樹脂層160のみを有しているが、図4の発光素子パッケージ100Bは、第1の光透過性樹脂層160に加えて、第2の光透過性樹脂層166も有している。それ以外は、図4の発光素子パッケージ100Bは図2の発光素子パッケージ100Aと同一に構成されており、同一部分には同一参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0065】

図4に示した発光素子パッケージ100Bにおいて、第2の光透過性樹脂層166は第1の光透過性樹脂層160上に配置されており、上部が膨らんだドーム(dome)形態になっている。ここで、第2の光透過性樹脂層166はドームレンズであってもよい。このように、ドーム形態の第2の光透過性樹脂層166が第1の光透過性樹脂層160の上部に配置されると、さらなる光量効率の向上を得るとともに指向角を調節することができる。また、第2の光透過性数値層166の屈折率は、第1の光透過性樹脂層160の屈折率と同一になっていてもよく、大きくなっていてもよい。

【0066】

また、図4では、第1及び第2の光透過性樹脂層160, 166が両方とも第1及び第2の熒光物質162, 164を含んでいるが、実施例はこれに限定されない。他の実施例によれば、第1または第2の光透過性樹脂層160, 166のいずれか一方のみ、第1及び第2の熒光物質162, 164の少なくとも一つを含んでいてもよい。

10

20

30

40

50

【0067】

一方、上述の発光素子パッケージ100A, 100Bにおいて、第1及び第2の電極層142, 144を介して電源が供給されると、発光素子150は、ワイヤー192及び194を介して第1及び第2の電極層142, 144から電源が印加されて駆動し発光する。

【0068】

実施例に係る発光素子パッケージ100, 100A, 100Bにおいて、近紫外線発光素子150を用いるとともに、第1及び第2の発光物質162, 164を含んでいる第1及び第2の光透過性樹脂層160, 166の少なくとも一つを用いると、NTSC(National Television System Committee)の90%~120%の高い色再現率を得ることができる。また、NTSCに相応する別の指標(例えば、Adobe RGB、sRGBまたはPhototRGBなど)に対しても、90%~120%の高い色再現率を得ることができる。10

【0069】

発光素子150で発生した熱は、その下に配置されているボディー110及び金属層170に伝達されて放出される。すなわち、発光素子150で発生した熱は、ボディー110及び金属層170に伝達されて外部に放出される。

【0070】

発光素子150が、発光特性に非常に優れた近紫外線発光素子であると、発光素子150から発される熱も非常に高くなる。しかし、前述のような放熱構造を有するパッケージでは、このような高い熱を効果的に外部に放出することができる。20

【0071】

一方、図1、図2及び図4に示した発光素子パッケージ100, 100A, 100Bに備えられている発光素子150は水平型の発光素子であるが、実施例はこれに限定されない。すなわち、発光素子パッケージ100, 100A, 100Bに備えられている発光素子150は、フリップチップボンディング用の発光素子であってもよく、次に説明する垂直型の発光素子であってもよい。

【0072】

図5は、他の実施例に係る発光素子パッケージ200を示す平面図であり、図6は、図5に示した発光素子パッケージ200のB-B'線断面図である。説明の便宜上、図6の第1及び第2の光透過性樹脂層260, 266と第1及び第2の電極層242, 244を図5では省略した。30

【0073】

図6に示したボディー210、少なくとも一つの絶縁層220, 230、第1及び第2の電極層242, 244、第1及び第2の光透過性樹脂層260, 266、少なくとも一つの発光物質262, 264、金属層270、第1、第2、第4の拡散層282, 284, 288は、図4に示したボディー110、少なくとも一つの絶縁層120, 130、第1及び第2の電極層142, 144、第1及び第2の光透過性樹脂層160, 166、少なくとも一つの発光物質162, 164、金属層170、第1、第2、第4の拡散層182, 184, 188にそれぞれ相当する。そのため、図6に示した第1の絶縁層220の第1Aの絶縁層222及び第1Bの絶縁層224は、図4に示した第1の絶縁層120の第1Aの絶縁層122及び第1Bの絶縁層124にそれぞれ相当し、第2の絶縁層230の第2Aの絶縁層232及び第2Bの絶縁層234は、図4に示した第2の絶縁層130の第2Aの絶縁層132及び第2Bの絶縁層134にそれぞれ相当する。また、ボディー210の上部側面210A、下部側面210B、上面の内側210C、上面の外側210Dは、図4に示したボディー110の上部側面110A、下部側面110B、上面の内側110C、上面の外側110Dにそれぞれ相当する。また、図6に示した厚さd1, d2は、図4に示した厚さd1, d2にそれぞれ相当する。このように、図6において、図4と対応する部分についての詳細な説明を省略し、図6に示した発光素子パッケージ200において、図4に示した発光素子パッケージ100Bと異なる部分についてのみ説明する4050

。

【0074】

第3の拡散層286は、キャビティの底面の一部の第1の開放領域B1において、第1A及び第2Aの絶縁層222, 232と第1及び第2の電極層242, 244により覆われずに露出されたボディー210の上側内部に配置されている。第3の拡散層286は、第1及び第2の電極層242, 244と電気的に分離されている。このように、第3の拡散層286は発光素子250と電気的に分離されてフローティング状態にあるから、定電流トランジスタや他の素子保護用のジェナーダイオードの役割を果たすように具現されているが、これに限定されない。

【0075】

図6で、金属層270の幅w4が発光素子250の幅w3よりも大きいと、より優れた放熱効果を得ることができる。

【0076】

ボディー210のキャビティには、少なくとも一つの発光素子250が搭載されている。発光素子250は、キャビティにおいて第2の電極層244上に配置されて第2の電極層244と電気的に直接接続しており、第1の電極層242とはワイヤー292で電気的に接続している。発光素子250は、例えば、青色LEDチップ、緑色LEDチップ、赤色LEDチップ、黄色LEDチップなどの有色LEDチップ、または紫外線LEDチップで構成されている。このような発光素子250の種類や個数は特に限定されない。特に、実施例によれば、発光素子250は、近紫外線(NUV)波長の光を放出する近紫外線LEDチップで構成されていてもよい。

【0077】

図7は、実施例に係る発光素子250を示す断面図である。

【0078】

同図の発光素子250は、支持基板251、第1の電極層256、発光構造物253、反射層254、中間層255、及び第2の電極層252を備えている。

【0079】

支持基板251は発光構造物253の下に配置されており、第2の電極層252と共に電極の役割を担うことから、電気伝導度に優れた金属を使用している。また、発光素子の作動時に発生する熱を十分に発散させるように、支持基板251は熱伝導度の高い金属で構成されている。

【0080】

例えば、支持基板251は、モリブデン(Mo)、シリコン(Si)、タンゲステン(W)、銅(Cu)及びアルミニウム(Al)からなる群から選ばれるいずれかの物質、またはこれらの組み合わせで構成されており、また、金(Au)、銅合金(Cu alloy)、ニッケル(Ni)、銅-タンゲステン(Cu-W)、キャリアウェハー(例: GaN, Si, Ge, GaAs, ZnO, SiGe, SiC, SiGe, Ga₂O₃など)などを選択的に含んでいてもよい。

【0081】

また、支持基板251は、全体窒化物半導体に反りが発生しないとともに、スクライビング(scribing)工程及びブレーキング(breaking)工程を通じて別個のチップとして分離しやすいレベルの機械的強度を有している。

【0082】

第2の電極層252は、支持基板251と第2の導電型の半導体層253Aとの間に配置されている。第2の導電型の半導体層253Aは、不純物ドーピング濃度が低くて接触抵抗が高いため、オーミック特性が良くないことがあるが、第2の電極層252は、このようなオーミック特性を改善する役割を果たすことができ、透明電極などで構成されている。

【0083】

第2の電極層252は、約200オングストローム()の厚さになっている。例えば

10

20

30

40

50

、第2の電極層252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、IrO_x、RuO_x、NiO、RuO_x/ITO、Ni/IrO_x/Au、及びNi/IrO_x/Au/ITO、Ag、Ni、Cr、Ti、Al、Rh、Pd、Ir、Sn、In、Ru、Mg、Zn、Pt、Au、Hfの少なくとも一つを含んで形成されているが、これらの材料に限定されない。
10

【0084】

図示してはいないが、支持基板251と第2の電極層252との間に接合層がさらに配置されていてもよい。接合層は、第2の電極層252と支持基板251とを結合する結合層(adhesion layer)に相当する。ただし、第2の電極層252が結合層の機能も兼ねる場合は、接合層は省かれてもよい。例えば、接合層は、金(Au)、錫(Sn)、インジウム(In)、アルミニウム(Al)、シリコン(Si)、銀(Ag)、ニッケル(Ni)及び銅(Cu)からなる群から選ばれる物質、またはこれらの組み合わせで形成されている。
20

【0085】

発光構造物253は、支持基板251上に順次に配置された第2の導電型の半導体層253A、活性層253B及び第1の導電型の半導体層253Cを有している。発光構造物253は、図9A乃至図9Fで後述されるように、基板257上に無極性方向に成長して形成されている。実施例によれば、発光構造物253は、r方向の基板257上に、無極性方向であるa方向に成長して形成されていてもよく、発光構造物253は、基板257の(1123)面上に、無極性方向であるm方向に成長して形成されていてもよい。第1の導電型の半導体層253Cは活性層253Bの上に配置されており、活性層253Bは第2の導電型の半導体層253Aと第1の導電型の半導体層253Cとの間に配置されて光を放出し、第2の導電型の半導体層253Aは第2の電極層252の上部に配置されている。特に、活性層253Bは、330nm乃至405nm波長帯域の近紫外線(NUV)波長の光を放出することができる。
30

【0086】

第1の導電型の半導体層253Cは、半導体化合物で形成することができる。第1の導電型の半導体層253Cは、II族-V族、II族-VI族などの化合物半導体で構成されており、第1の導電型ドーパントがドープされていてもよい。例えば、第1の導電型の半導体層253Cは、Al_aIn_bGa_(1-a-b)N(0 a 1, 0 b 1, 0 a + b 1)の組成式を有する半導体物質を含むことができる。第1の導電型の半導体層253Cは、GaN、InN、AlN、InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInN、AlGaAs、InGaAs、AlInGaAs、GaP、AlGaP、InGaP、AlInGaP、InPのいずれか一つ以上で形成されている。第1の導電型の半導体層253Cがn型半導体層の場合に、第1の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、これに限定されない。例えば、第1の導電型の半導体層253Cは、2μm乃至3μmの厚さになっている。もし、第1の導電型の半導体層253CがAlGaNで形成される場合に、アルミニウムの組成比(a)は、0.04乃至0.08で、Gaの組成比は0.92乃至0.96であればよい。
40

【0087】

活性層253Bは、第2の導電型の半導体層253Aから注入される正孔(または、電子)と第1の導電型の半導体層253Cから注入される電子(または、正孔)とが会って
50

、活性層 253B をなす物質固有のエネルギー・バンドによって決定されるエネルギーを有する光を放出する層である。

【0088】

活性層 253B は、単一井戸構造、多重井戸構造、単一量子井戸構造、多重量子井戸 (MQW : Multi Quantum Well) 構造、量子線 (Quantum Wire) 構造、または量子点 (Quantum Dot) 構造の少なくとも一つで形成されている。例えば、活性層 253B 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 (TMI_n) が注入されて多重量子井戸構造が形成されてもよいが、これに限定されるわけではない。

【0089】

活性層 253B の井戸層 / 障壁層は、InGaN / GaN、InGaN / InGaN、GaN / AlGaN、InAlGaN / GaN、GaAs (InGaAs) / AlGaAs、GaP (InGaP) / AlGaP のいずれか一つ以上のペア構造で形成されているが、これに限定されない。例えば、活性層 253B は、井戸層と障壁層の 3 乃至 5 ペア構造を有することができる。井戸層は、障壁層のバンドギャップエネルギーよりも小さいバンドギャップエネルギーを有する物質で形成されている。

【0090】

活性層 253B の上または / 及び下には、導電型のクラッド層 (図示せず) が形成されているてもよい。導電型のクラッド層は、活性層 253B の障壁層のバンドギャップエネルギーよりも広いバンドギャップエネルギーを有する半導体で形成されている。例えば、導電型のクラッド層は、GaN、AlGaN、InAlGaN または超格子構造などを含むことができる。また、導電型のクラッド層は、n 型または p 型にドープされていてもよい。

【0091】

第 2 の導電型の半導体層 253A は、半導体化合物で形成されている。第 2 の導電型の半導体層 253A は、II 族 - IV 族、II 族 - V 族などの化合物半導体で構成されており、第 2 の導電型ドーパントがドープされている。例えば、In_aAl_bGa_(1-a-b)N (0 < a < 1, 0 < b < 1, 0 < a+b < 1) の組成式を有する半導体物質を含むことができる。例えば、a は、0.04 乃至 0.08 になっている。第 2 の導電型の半導体層 253A が p 型半導体層の場合に、第 2 の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。特に、本実施例によれば、活性層 253B が NUV 光を放出する場合にも、第 2 の導電型の半導体層 253A は、AlGaN に代えて GaN で形成されていてもよい。

【0092】

第 1 の導電型の半導体層 253C は n 型半導体層にし、第 2 の導電型の半導体層 253A は p 型半導体層にすることができる。または、第 1 の導電型の半導体層 253C は p 型半導体層にし、第 2 の導電型の半導体層 253A は n 型半導体層にしてもよい。発光構造物 253 は、n - p 接合構造、p - n 接合構造、n - p - n 接合構造、p - n - p 接合構造のいずれか一構造にすることができる。

【0093】

以下、第 1 の導電型は n 型で、第 2 の導電型は p 型であるとして説明するが、第 1 の導電型が p 型で、第 2 の導電型が n 型である場合にも、同様な適用が可能である。

【0094】

実施例に係る発光素子 250 は、第 2 の導電型の半導体層 253A と活性層 253B との間に配置された反射層 254 をさらに備えている。反射層 254 は、Al_xG_{1-x}N 超格子層 254B-1, 254B-2 及び Al_yG_{1-y}N 超格子層 254A-1, 254A-2 の二重層構造を少なくとも一つ有することができる。

【0095】

図 8 は、図 7 の「A」部分を拡大した部分断面図である。

【0096】

10

20

30

40

50

図8を参照すると、反射層254は、N個の二重層構造254-1, ..., 254-Nを有している。ここで、Nは、1以上の正の整数である。各二重層構造254-1, ..., 254-Nは、A1×G1-xN超格子層254B-1, ..., 254B-N及びA1yG1-yN超格子層254A-1, ..., 254A-Nを有している。例えば、第1の二重層構造254-1は、A1×G1-xN超格子層254B-1及びA1yG1-yN超格子層254A-1で構成され、第Nの二重層構造254-Nは、A1×G1-xN超格子層254B-N及びA1yG1-yN超格子層254A-Nで構成されている。各二重層構造254-1, ..., 254-Nにおいて、A1yG1-yN超格子層254A-1, ..., 254A-Nは、ボトム層になっており、A1×G1-xN超格子層254B-1, ..., 254B-Nは、ボトム層254A-1, ..., 254-N上に配置されるトップ層になっている。

【0097】

また、反射層254に含まれた二重層254-1, ..., 254-Nの個数Nは、20個~50個(例えば30個)であればよい。

【0098】

以下では、説明の便宜上、図7及び図8の発光素子250においてNを2として説明するが、本実施例はこれに限定されず、Nが1の場合、または2以上の場合にも同様の適用が可能である。

【0099】

再び図7を参照すると、各二重層254-1, 254-2においてxとyは互いに異なっている。そのため、A1×G1-xN超格子層254B-1, 254B-2の屈折率とA1yG1-yN超格子層254A-1, 254A-2の屈折率は、互いに異なる。このように、異なった屈折率を有するA1×G1-xN超格子層254B-1, 254B-2とA1yG1-yN超格子層254A-1, 254A-2が交互に多層に積層されると、反射層254は、分布布拉格反射層(DBR: D i s t r i b u t e d B r a g g R e f l e c t o r)の機能を果たすから、反射率が高くなり、活性層253Bから放出された光を反射させることができる。

【0100】

A1×G1-xN超格子層254B-1, 254B-2とA1yG1-yN超格子層254A-1, 254A-2との屈折率差が大きいほど反射率が大きくなり、積層回数、すなわち、Nを減らすことができる。DBRの機能を果たす反射層254は、 $\frac{1}{4}n$ の厚さで低屈折率層と高屈折率層が交互に積層して構成されている。ここで、 n は、放出される光の波長、 n は、媒質の屈折率を意味する。A1×G1-xN超格子層254B-1, 254B-2を低屈折率層にし、A1yG1-yN超格子層254A-1, 254A-2を高屈折率層にすることができる。

【0101】

また、光を吸収しないように、反射層254は、活性層253Bから放出される光の波長よりも大きいバンドギャップエネルギーを有することができる。

【0102】

なお、実施例によれば、反射層254のバンドギャップエネルギーは、活性層253Bの障壁層のバンドギャップエネルギーよりも大きくなっていてもよい。これは、第1の導電型の半導体層253Cから活性層253Bに供給される第1の導電型キャリアである電子が第2の導電型の半導体層253Aに流入することを遮断する電子遮断層(EBL: E l e c t r o n b l o c k i n g L a y e r)の役割を、反射層254に担わせるためである。

【0103】

前述の反射層254がDBR、EBLの両役割を果たすように、 y は x よりも大きくなっている。例えば、0.2 x 0.3、0.3 y 1である。

【0104】

反射度は x 及び y の値によって変わり、活性層253Bから放出される光の波長によつ

て反射層 254 の反射度が可変する。実施例では、反射層 254 の反射度が 50 % 乃至 90 % になるように、x 及び y を前述の範囲内で決定すればよい。

【0105】

または、反射層 254 と活性層 253Bとの間に別の EBL 層(図示せず)がさらに配置されていてもよい。または、図7の発光素子 250において、反射層 254 に代えて EBL 層(図示せず)が配置されていてもよい。この場合、EBL 層は、AlGaN で形成し、Al の組成は 0.18 ~ 0.25、厚さは 20 nm ~ 40 nm にすればよい。

【0106】

一般に、活性層 253B から UV 光が放出される際に、第1及び第2の導電型の半導体層 253C, 253A での光の吸収を低減するために、第1及び第2の導電型の半導体層 253C, 253A は、GaN の代わりに、光の吸収が少ない AlGaN で形成されている。しかし、AlGaN は電気伝導度が低いため、動作電圧を上昇させる不具合があつた。

【0107】

そこで、実施例では、発光素子 250 の活性層 253B と第2の導電型の半導体層 253A との間に反射層 254 を配置することで、活性層 253B から放出された光が第2の導電型の半導体層 253A に吸収される前に反射層 254 で反射させている。そのため、第2の導電型の半導体層 253A を p 型 AlGaN ではなく p 型 GaN で形成しても、GaN からなる第2の導電型の半導体層 253A での光の吸収が反射層 254 の存在によつて防止され、光学的特性が悪化せずにすむ。

【0108】

また、p 型 AlGaN よりも高い電気伝導度を有する p 型 GaN で第2の導電型の半導体層 253A が形成されるから、動作電圧の上昇が防止され、電気的な特性も改善できる。このように、図7に示した実施例の発光素子 250 は、既存の発光素子に比べて、より優れた電気的な特性を有しながらも光学的特性が悪化することがない。

【0109】

また、Al_xG_{1-x}N 超格子層 254B-1, 254B-2 と Al_yG_{1-y}N 超格子層 254A-1, 254A-2 はそれぞれ、3 nm ~ 5 nm の厚さを有し、反射層 254 の総厚さは 150 nm 以下になっている。このように、反射層 254 の厚さが小さくなっているため、活性層 253B と第2の導電型の半導体層 253A との間に反射層 254 が配置されていても、第2の導電型の半導体層 253A から活性層 253B に、第2の導電型キャリアである正孔を注入することが可能である。また、反射層 254 を、第2の導電型である p 型ドーパントによりドープすると、第2の導電型キャリアである正孔が活性層 253B へより多く注入され、発光素子 250 の電気的な特性をさらに改善することができる。

【0110】

また、この反射層 254 は、反射の役割及び EBL の役割を果たす他、発光素子 250 の結晶性を向上させてクラックを減少させることもできる。

一方、図7を参照すると、活性層 254B と第1の導電型の半導体層 253C との間に中間層 255 がさらに配置されていてもよい。中間層 255 は、複数の超格子層 255-1, 255-2, 255-3, 255-4 を有している。中間層 255 は、歪み(strain)を緩和させる役割を果たし、AlN 超格子層と AlGaN 超格子層とのペア構造が反復的に積層された構造でよい。場合によって、発光素子 250 において中間層 255 は省かれてもよい。

【0111】

第1の電極層 256 は、第1の導電型の半導体層 253C 上に配置されている。第1の電極層 256 は金属で形成されており、またオーミック特性を有する反射電極材料で形成されていてもよい。例えば、第1の電極層 256 は、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、金(Au)の少なくとも一つを含み、单層または多層構造で形成されている。

10

20

30

40

50

【0112】

図示してはいないが、第1の導電型の半導体層253Cの上部は、光取り出し効率を上げるために、光結晶構造(photonic crystal structure)または凸凹(roughness)を有していてもよい。

【0113】

図9A乃至図9Hは、図7に示した発光素子250の製造方法の実施例を示す図である。

【0114】

図9Aに示すように、基板257を用意する。ここで、基板257は、伝導性基板または絶縁性基板であり、例えば、サファイア(Al_2O_3)、SiC、GaAs、GaN、
ZnO、Si、GaP、InP、Ge、及び Ga_2O_3 の少なくとも一つを使っている。
10

続いて、基板257上にバッファー層258を無極性方向に1000～1100の温度条件で成長させる。一実施例によれば、バッファー層258は、r方向の基板257上に、無極性方向であるa方向に成長している。または、他の実施例によれば、バッファー層258は、基板257の(1123)面上に、無極性方向であるm方向に成長してもよい。ここで、バッファー層258は、2μm～5μmの厚さになっており、X線回折(XRD)ロッキング曲線において400arcsec以下の半値全幅(FWHM)を有することができる。

【0115】

バッファー層258は、材料の格子不整合及び熱膨脹係数のずれを緩和させる役割を果たす。バッファー層258は、II族-V族化合物半導体、例えば、GaN、InN、
AlN、InGaN、AlGaN、InAlGaN、AlInNの少なくとも一材料で形成されている。バッファー層258上に非ドープ(undoped)の半導体層が形成されてもよいが、これに限定されない。
20

【0116】

次に、図9Bに示すように、バッファー層258上に、第1の導電型の半導体層253Cを形成する。第1の導電型の半導体層253Cは、例えば、有機金属化学蒸着法(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)、化学蒸着法(CVD: Chemical Vapor Deposition)、プラズマ化学蒸着法(PECVD: Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition)、分子線成長法(MBE: Molecular beam Epitaxy)、水素化物気相成長法(HVPE: Hydride Vapor Phase Epitaxy)などの方法を用いて形成することができ、これに限定されない。
30

【0117】

第1の導電型の半導体層253Cの組成は、上述した通りであり、チャンバ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)を注入して形成することができる。

【0118】

その後、図9Cを参照すると、第1の導電型の半導体層253Cの上部に中間層255を形成する。例えば、AlN超格子層255-1, 255-3とAlGaN超格子層255-2, 255-4とのペア構造が反復的に積層された構造として中間層255を形成できるが、これに限定されない。
40

【0119】

続いて、図9Dを参照すると、中間層255の上部に活性層253Bを形成する。活性層253Bは、例えば、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(TMI_n)を注入して多重量子井戸構造に活性層253Bを形成できるが、これに限定されない。

【0120】

10

20

30

40

50

その後、図9Eを参照すると、活性層253Bの上部に反射層254を形成する。例えば、トリメチルガリウムガス(TMGa)、TMA(trimethoxyamphetamines)、アンモニアガス(NH₃)、窒素ガス(N₂)、トリメチルマグネシウム(TMMg)、トリメチルインジウムガス(TMI_n)を反応ソースとし、MOCVDやMOVPE(Metal-Organic Vapor-Phase Epitaxy)などの方法を用いて約950～1000の工程温度で反射層254を形成できるが、これに限定されない。

【0121】

次に、図9Fを参照すると、反射層254の上部に第2の導電型の半導体層253Aを形成する。第2の導電型の半導体層253Aの組成は、上述した通りであり、チャンバーに、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型不純物を含むビスエチルシクロペンタジエニルマグネシウム(EtCp₂Mg){Mg(C₂H₅C₅H₄)₂}を注入してp型GaN層を形成できるが、これに限定されない。

【0122】

実施例によれば、前述した発光構造物253の第1の導電型の半導体層253C、活性層253B及び第2の導電型の半導体層253Aはそれぞれ、基板257上に無極性方向に成長すればいい。一実施例によれば、発光構造物253は、r方向の基板257上に、無極性方向であるa方向に成長する。または、他の実施例によれば、発光構造物253は、基板257の(1123)面上に、無極性方向であるm方向に成長する。

【0123】

その後、図9Gを参照すると、発光構造物253、すなわち、第2の導電型の半導体層253A上に第2の電極層252を形成する。第2の電極層252は、スパッター法や電子ビーム蒸着法によって形成することができる。続いて、第2の電極層252上に支持基板251を形成する。支持基板251を形成する方法は、電気化学的な金属蒸着方法や、共晶金属(Eutetic Metal)を使ったボンディング方法などを用いることができる。

【0124】

その後、図9Hに示すように、基板257とバッファー層258を発光構造物253から分離する。基板257の除去には、エキシマレーザーなどを使ったレーザーリフトオフ(Laser Lift Off: LLO)の方法を用いたり、乾式及び湿式エッティングの方法を用いたりできる。

【0125】

レーザーリフトオフ法を例に挙げると、基板257の方向に一定領域の波長を有するエキシマレーザー光をフォーカシングして照射すると、基板257と発光構造物253の第1の導電型の半導体層253Cとの境界面に熱エネルギーが集中して、境界面がガリウムと窒素分子とに分離されながら、レーザー光が通る部分で瞬間的に基板257の分離が起き、バッファー層258も共に分離される。

【0126】

その後、図9Hに示すように、基板257とバッファー層258が除去された結果物をひっくり返した後、図7に示すように、第1の電極層256を第1の導電型の半導体層253C上に形成する。

【0127】

一般的な発光素子では、基板上に、極性方向であるc方向([0001]方向)に発光構造物が成長する。このような結晶構造に成長した発光素子は、結晶構造の特性上、圧電(piezoelectric)及び自発分極(spontaneous polarization)に起因するビルトイン(built-in)電界により量子閉じ込めシュタルク効果(quantum-confined Stark effect)が発生してしまう。このようなビルトイン電界は電子と正孔とを分離させて、活性層でのキャリア再結合効率を低下させ、波長の赤色移動(red-shift)を招く。そのため、この

10

20

30

40

50

ような発光素子を用いる発光素子パッケージでは、色再現率が変化したり、色表現が不安定になることがある。

【0128】

しかし、実施例に係る発光素子150, 250は、c軸方向にエピ成長した発光素子ではなく、r方向（例えば、[1102]、[1011]、[1122]）の基板152, 257上に、バッファー層153, 258及び発光構造物154, 253を、無極性方向であるa方向（[1100]、[1120]）に成長させたものとする。または、他の実施例に係る発光素子150, 250は、基板152, 257の（1123）面上に、バッファー層153, 258及び発光構造物154, 253を、無極性方向であるm方向に成長させて形成してもよい。10

【0129】

したがって、この発光素子150, 250は、光のシフトがないため、0.5以上の色純度（color purity）を有することができる。ここでいう色純度は、ある光源の質（quality）と白色性（whiteness）を記述するパラメータのことを指す。すなわち、本実施例に係る発光素子150, 250は、色再現率が一定で、色表現が安定している。

【0130】

また、GaNにドープされるMgのようなp型ドーパントの濃度が10E19/cm³乃至10E21/cm³と高濃度の場合に、既存の極性方向に成長したp-GaNの活性化（activation）後に、正孔のキャリア濃度は5×10E17/cm³と低い。そのため、既存の紫外線（UV）発光素子は、p型AlGaNのドーピングがし難く、効率が低下することがあった。これに対し、実施例に係る発光素子パッケージ100, 100A, 100B, 200は、無極性方向に成長した発光構造物154, 253を有しているため、活性化後にキャリア濃度が7×10E18/cm³以上と、既存よりも高い。そのため、本実施例に係る発光素子パッケージ100, 100A, 100B, 200は、p型ドーピングがし易くなり、効率を増大させることができる。このように活性化後にキャリア濃度が高いと、第2の導電型の半導体層154C, 253Aの厚さを減らすことができる。20

【0131】

要するに、実施例は、r方向の基板上にa方向に発光構造物を成長させたり、基板の（1123）面上にm方向に発光構造物を成長させて、発光素子（または、発光素子パッケージ）の色再現率を一定にさせ、色表現を安定にさせ、発光素子パッケージから発生した熱を外部に効果的に放出させ、且つ、p型ドーピングの効率を改善させる。30

【0132】

他の実施例は、以上の実施例に係る発光素子パッケージを備えている表示装置、指示装置、または照明システムにすることができる、例えば、照明システムとしてはランプや街灯を含むことができる。以下では、上述した発光素子パッケージが配置された照明システムの実施例として、ヘッドランプと表示装置を説明する。

【0133】

図10は、実施例に係る発光素子モジュール402を備えているヘッドランプ400の実施例を示す図である。図10に示した発光素子モジュール402は、図1、図2、図4、図5、図6に示した発光素子パッケージ100, 100A, 100B, 200のいずれかにすればよい。40

【0134】

ヘッドランプ400は、前述の発光素子パッケージが配置された発光素子モジュール402から放出された光が、リフレクタ404とシェード406で反射されたのちレンズ408を透過して車体の前方に向くことができる。

【0135】

上述したように、発光素子モジュール402に用いられた発光素子の光取り出し効率が向上しているため、ヘッドランプ400全体の光特性を向上させることができる。50

【0136】

発光素子モジュール402に用いられた前述の発光素子パッケージは、発光素子150, 250を複数個搭載していてもよく、これに限定されない。

【0137】

図11は、実施例に係る発光素子パッケージ532を備えている表示装置500の実施例を示す図である。

【0138】

同図に示すように、本実施例に係る表示装置500は、光源モジュールと、ボトムカバー510上の反射板520と、反射板520の前方に配置されて、光源モジュールから放出される光を表示装置の前方にガイドする導光板540と、導光板540の前方に配置されている第1のプリズムシート550及び第2のプリズムシート560と、第2のプリズムシート560の前方に配置されているパネル570と、パネル570の前方に配置されているカラーフィルタ580と、を備えている。10

【0139】

光源モジュールは、回路基板530と、該回路基板530上の発光素子パッケージ532とを備えてなる。ここで、回路基板530は、印刷回路基板（PCB：Printed Circuit board）などにすればよく、発光素子パッケージ532は、図1、図2、図4、図5、図6に示した発光素子パッケージ100, 100A, 100B, 200にすればよい。20

【0140】

ボトムカバー510は、表示装置500内の構成要素を収納する構造になっている。反射板520は、図11に示すように、別の構成要素にしてもよく、導光板540の背面やボトムカバー510の前面に、反射度の高い物質でコーティングされる形態にしてもよい。20

【0141】

反射板520は、反射率が高く、超薄型に使用可能な素材を使用すればよく、ポリエチレンテレフタレート（PET：Poly Ethylene Terephthalate）を用いてもよい。

【0142】

導光板540は、発光素子パッケージ532から放出される光を散乱させて、液晶表示装置の画面全体領域にわたって均一に分布させる役割を果たす。そのため、導光板540は、屈折率及び透過率に優れた材料で形成されている。例えば、ポリメチルメタクリレート（PMMA：Poly Methyl Methacrylate）、ポリカーボネート（PC：Poly Carbonate）、またはポリエチレン（PE：Poly Ethylene）などで形成されている。また、導光板540を省いて、エアーガイド方式の表示装置を具現してもよい。30

【0143】

第1のプリズムシート550は、支持フィルムの一面に、光透過性と共に弾性を有する重合体材料で形成されており、重合体は、複数個の立体構造が反復して形成されたプリズム層を有していてもよい。ここで、複数個のパターンは、図11に示すように、谷552と山554が反復されるストライプ状になっている。40

【0144】

第2のプリズムシート560において、支持フィルムの一面上の谷562と山564の方向は、第1のプリズムシート550の支持フィルムの一面上の谷552と山554の方向と垂直に延びている。これは、光源モジュール及び反射シートから伝達された光をパネル570の全面に均等に分散させるためである。

【0145】

本実施例では、第1のプリズムシート550と第2のプリズムシート560が光学シートを構成しているが、光学シートは、他の実施例、例えば、マイクロレンズアレイ単独、拡散シートとマイクロレンズアレイとの組み合わせ、または一つのプリズムシートとマイ

1020304050

クロレンズアレイとの組み合わせなどで構成してもよい。

【0146】

パネル570として液晶表示パネル(liquid crystal display)が配置されているが、これに限定されない。液晶表示パネルの他、光源を必要とするいきなる種類のディスプレイ装置をも用いることができる。

【0147】

パネル570は、ガラスボディー同士の間に液晶が挟持されており、光の偏光性を用いるために、両ガラスボディーに偏光板を配置している。ここで、液晶は、液体と固体の中間的な特性を有する。すなわち、液体のように流動性を有する有機分子である液晶が、結晶のように規則的に配列されているもので、分子配列が外部電界により変化する性質を用いて画像を表示する。

【0148】

表示装置に用いられる液晶表示パネルは、アクティブマトリクス(Active Matrix)方式を用いるもので、各画素に供給される電圧を調節するスイッチとしてトランジスタを用いている。

【0149】

カラーフィルタ580は、パネル570の前面に配置されており、パネル570から投射された光に対して、それぞれの画素ごとに赤色、緑色及び青色のいずれか一つのみを透過させることで画像を表現する。

【0150】

実施例に係る表示装置500は、発光素子パッケージ532に用いられた発光素子150, 250の光取り出し効率が向上しているため、表示装置の光特性の向上を得ることができる。

【0151】

以上実施例を中心に説明してきたが、これらは单なる例示に過ぎず、本発明を限定するためのものではない。したがって、これらの実施例に限定されず、本発明の属する分野における通常の知識を有する者であれば、本実施例の本質的な特性から逸脱しない範囲で種々の変形及び応用が可能であるということが理解される。例えば、実施例に具体的に示した各構成要素は変形して実施可能である。なお、このような変形と応用における差異点は、添付の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して解釈すべきであろう。

【符号の説明】

【0152】

100, 100A, 100B, 200	発光素子パッケージ
110, 210	ボディー
120, 130, 220, 230	絶縁層
142, 144, 242, 244	電極層
150, 250	発光素子
152, 257	基板
153, 258	バッファー層
154, 253	発光構造物
160, 166, 260, 266	光透過性樹脂層
170, 270	金属層
182 ~ 188	拡散層
192, 194, 292	ワイヤー
400	ヘッドランプ
402	発光素子モジュール
404	リフレクタ
406	シェード
408	レンズ

10

20

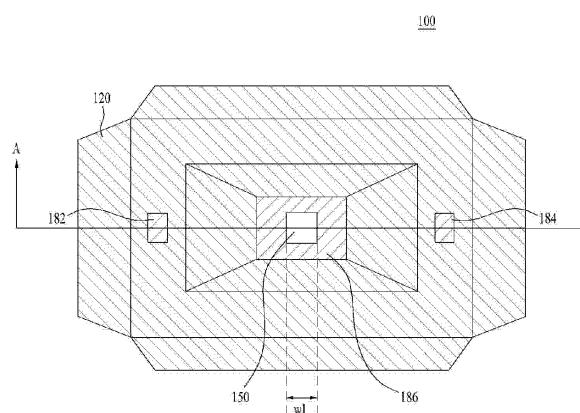
30

40

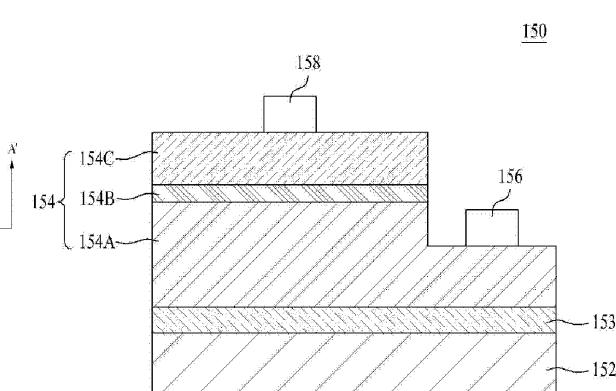
50

- 5 0 0 表示装置
 5 1 0 ボトムカバー
 5 2 0 反射板
 5 3 0 回路基板
 5 4 0 導光板
 5 5 0 第1のプリズムシート
 5 6 0 第2のプリズムシート
 5 7 0 パネル
 5 8 0 カラーフィルタ

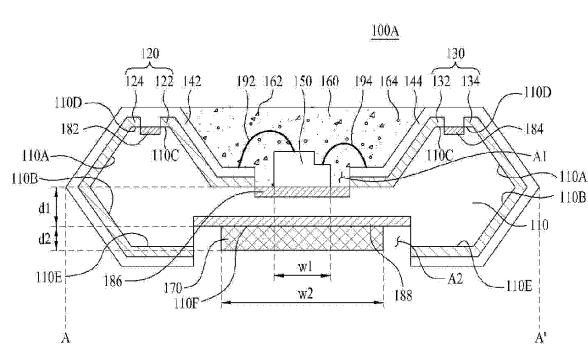
【図1】



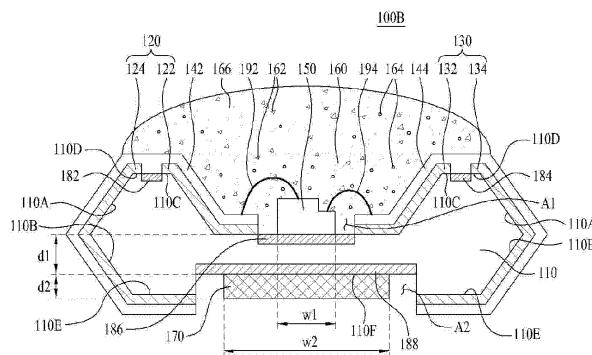
【図3】



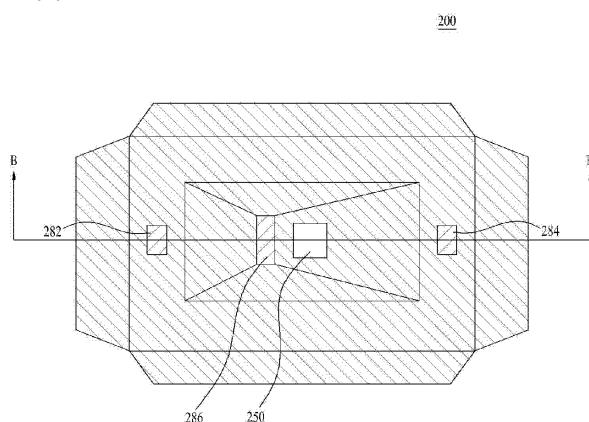
【図2】



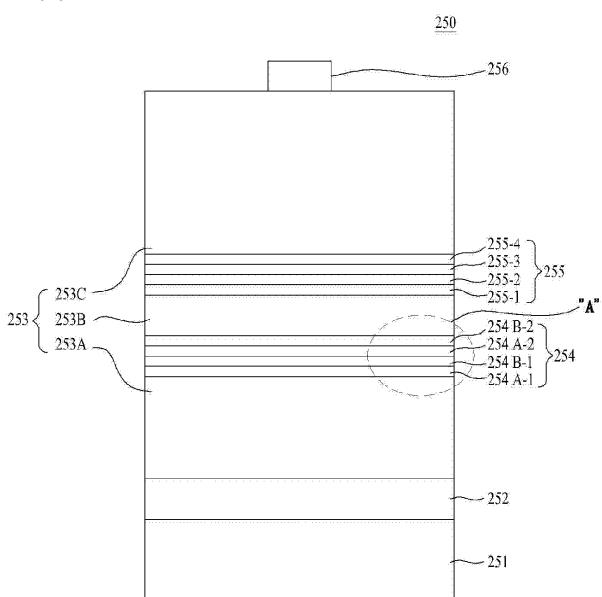
【図4】



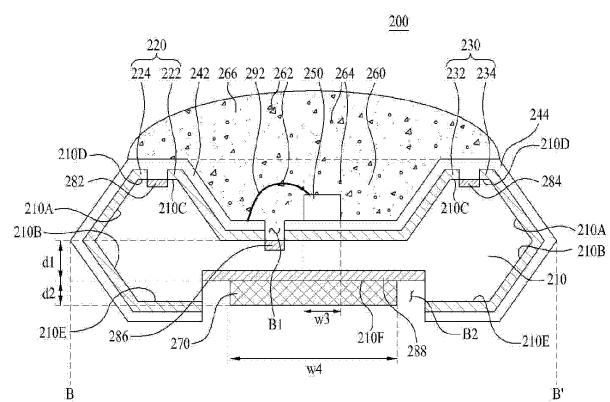
【図5】



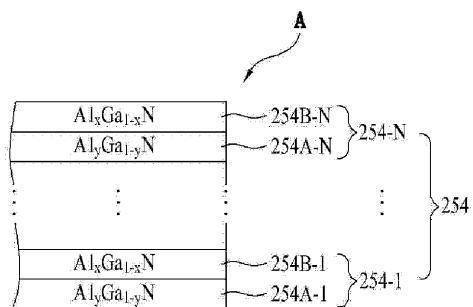
【図7】



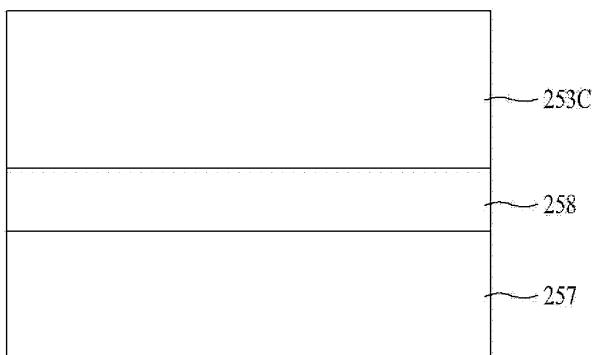
【図6】



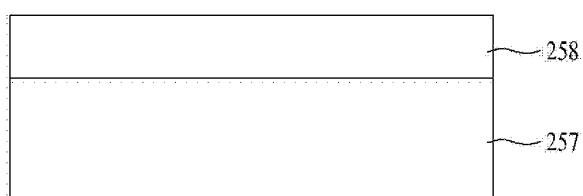
【図8】



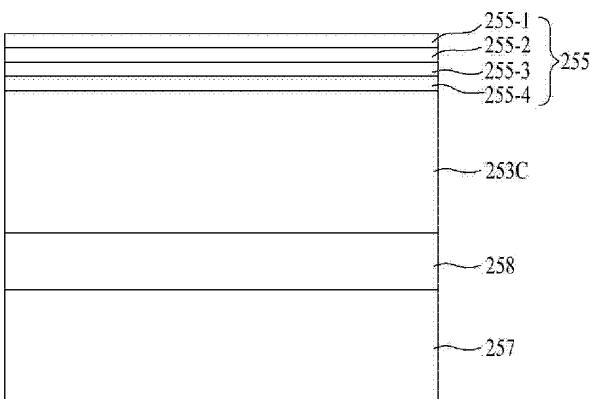
【図9 B】



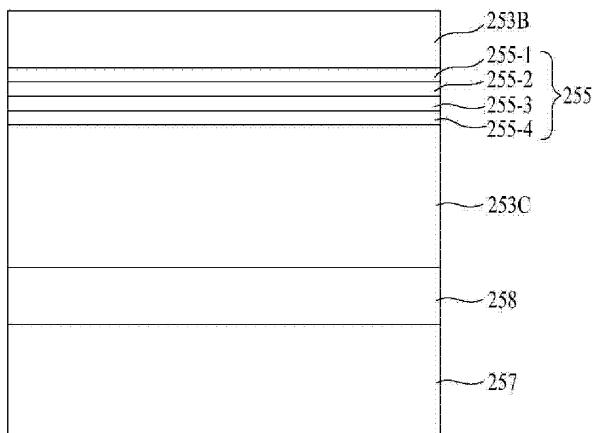
【図9 A】



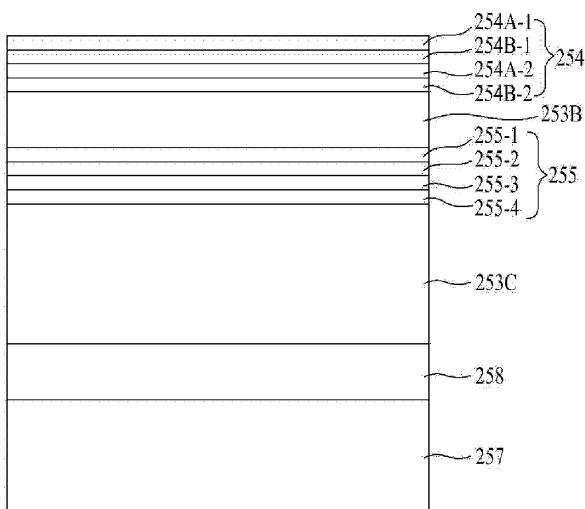
【図9 C】



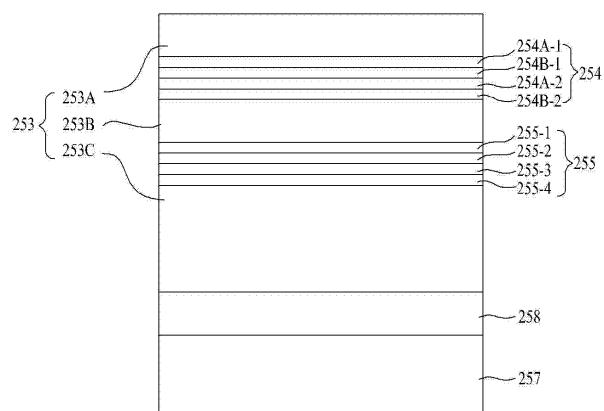
【図 9 D】



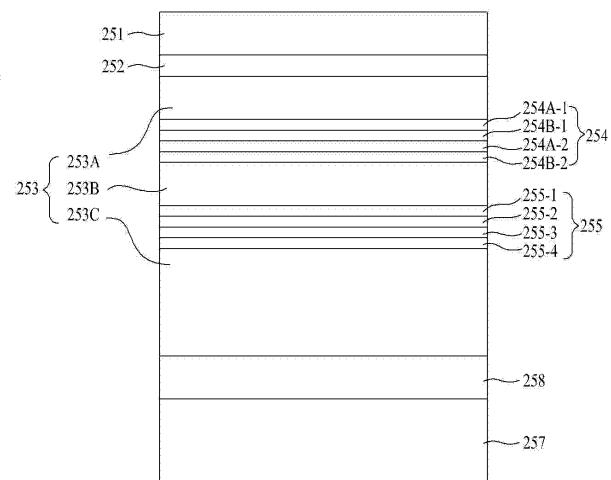
【図 9 E】



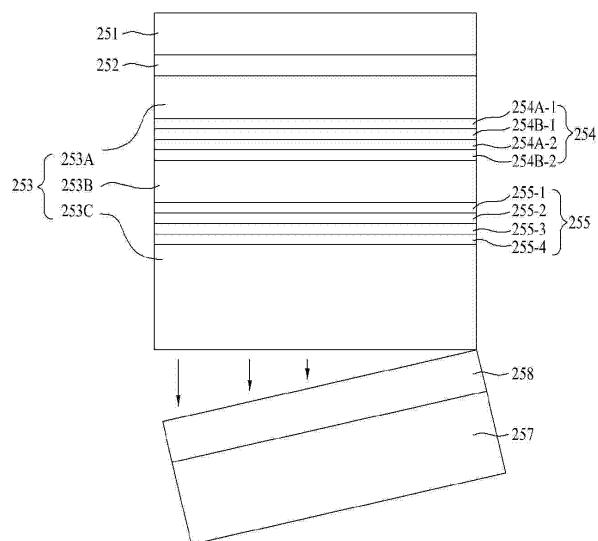
【図 9 F】



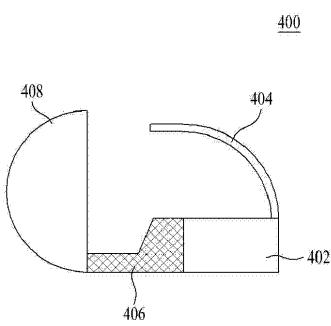
【図 9 G】



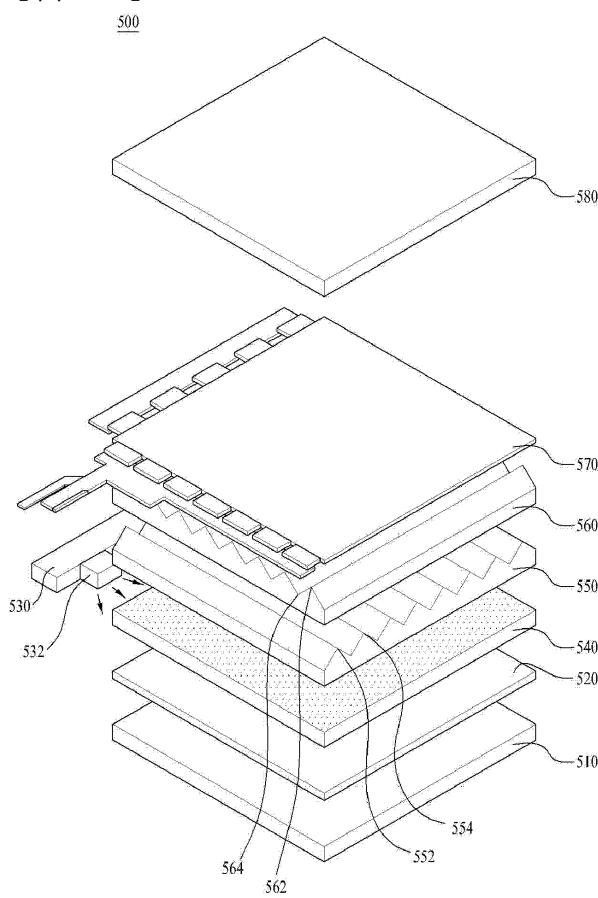
【図 9 H】



【図 10】



【図 11】



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 ユン・ヒョンソン

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 イ・ウンドク

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 吉岡 一也

(56)参考文献 特開2010-157738 (JP, A)

特開2007-157766 (JP, A)

特開2007-290960 (JP, A)

特表2003-520453 (JP, A)

特開2008-024790 (JP, A)

特開2010-232597 (JP, A)

特開2007-035885 (JP, A)

特開2007-150075 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0090711 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64