

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5271258号  
(P5271258)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 33/54 (2010.01)

H O 1 L 33/00 4 2 2

H O 1 L 33/56 (2010.01)

H O 1 L 33/00 4 2 4

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-505669 (P2009-505669)  
 (86) (22) 出願日 平成19年8月6日(2007.8.6)  
 (65) 公表番号 特表2010-500739 (P2010-500739A)  
 (43) 公表日 平成22年1月7日(2010.1.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/065872  
 (87) 国際公開番号 W02008/018615  
 (87) 国際公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)  
 審査請求日 平成22年7月13日(2010.7.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-217058 (P2006-217058)  
 (32) 優先日 平成18年8月9日(2006.8.9)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 110000040  
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ  
 (72) 発明者 永井 秀男  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 (72) 発明者 鈴木 正明  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 (72) 発明者 池田 忠昭  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基台と、前記基台上に配置された発光素子と、前記基台上に配置された開口凹部を有する反射層を含む発光装置であって、

前記発光素子は前記開口凹部の底に配置されており、

前記発光素子は第1封止材層で覆われており、前記第1封止材層は第2封止材層により側面を囲まれており、前記第2封止材層の側面と前記開口凹部の凹内壁面が接しており、

前記第1封止材層は円柱形状をしており、前記第2封止材層は前記第1封止材層を含む逆円錐台形状をしており、

前記第1封止材層の上面と前記第2封止材層の上面と前記反射層の上面は同一面を形成しており、

前記第1封止材層の屈折率と前記第2封止材層の屈折率とが異なることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

前記発光素子の出射光の光軸が、前記円柱形状の第1封止材層の中心軸から外れた位置に配置され、かつ前記逆円錐台形状の第2封止材層の中心軸と一致する位置に配置されている請求項1に記載の発光装置。

【請求項 3】

前記発光素子の出射光の光軸が、前記円柱形状の第1封止材層の中心軸と一致する位置に配置され、かつ前記逆円錐台形状の第2封止材層の中心軸から外れた位置に配置されて

10

20

いる請求項 1 に記載の発光装置。

【請求項 4】

基台と、前記基台上に配置された発光素子と、前記基台上に配置された開口凹部を有する反射層を含む発光装置であって、

前記発光素子は前記開口凹部の底に配置されており、

前記発光素子は第 1 封止材層で覆われており、前記第 1 封止材層は第 2 封止材層により側面を囲まれており、前記第 2 封止材層の側面と前記開口凹部の凹内壁面が接しており、

前記第 1 封止材層は楕円柱形状をしており、前記第 2 封止材層は前記第 1 封止材層を含む逆円錐台形状をしており、

前記第 1 封止材層の上面と前記第 2 封止材層の上面と前記反射層の上面は同一面を形成しており、

前記第 1 封止材層の屈折率と前記第 2 封止材層の屈折率とが異なることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

前記第 1 封止材層、及び前記第 2 封止材層は、蛍光体を含まない請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 6】

前記第 1 封止材層の屈折率を  $n_1$ 、前記第 2 封止材層の屈折率を  $n_2$  としたとき、屈折率比  $n_1 / n_2$  が、 $0.9$  以下である請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記第 1 封止材層の屈折率を  $n_1$ 、前記第 2 封止材層の屈折率を  $n_2$  としたとき、屈折率比  $n_1 / n_2$  が、 $1.1$  以上である請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 8】

前記発光素子は、サブマウント基板と、前記サブマウント基板の一方の主面側に形成された LED チップと、前記 LED チップの周りを覆う蛍光体層とを含む請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記第 1 封止材層、前記第 2 封止材層の少なくとも一つは金属アルコキシドから形成した金属酸化物である請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 10】

前記第 1 封止材層、前記第 2 封止材層の少なくとも一つは電子ビーム照射、又はイオンビーム照射した樹脂又はガラス材である請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 11】

前記第 1 封止材層、前記第 2 封止材層の少なくとも一つは  $\text{TeO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$  系のガラス材である請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 12】

前記第 1 封止材層、前記第 2 封止材層の少なくとも一つは金属酸化物からなるナノ粒子材を分散したコンポジット材である請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子が封止材層で覆われた発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード (Light Emitting Diode、以下「LED」と称する。) や半導体レーザ等の発光素子は、各種の発光デバイスに使用されている。中でも LED は、放電や輻射を使った既存光源に比べて小型で高効率であるだけでなく、近年では高光束化も進んできたことから、既存光源に取って代わる可能性がある。また、LED は、放電や輻射を使った光源に比べて小型であることから、用途が増えること、取り扱いが容易になること、多様

10

20

30

40

50

なデザインが期待できることなどの利点があり、付加価値の高い光源である。

【 0 0 0 3 】

更に、LEDは、反射機能やレンズ機能を有する光学系と組み合わせることで、出射光の放射パターンを制御することができる。また、数mm角のLEDチップを用いれば、小型の点光源として見なすことが出来るので、光学系も小型にすることができる。

【 0 0 0 4 】

平坦な面に実装されたLEDチップからの放射パターンは、一般的には、ほぼ光軸対称のランバーシェンと呼ばれる広角の放射パターンを示す。放射パターンを制御するには、LEDチップの周囲に反射機能を有する反射部材や、LEDチップの上方にレンズ機能を有する凸レンズ（特許文献1参照）を配置すればよい。あるいは、回折格子を用いて放射パターンを制御したり（特許文献2参照）、LEDチップの一部を覆う遮蔽部材を用いて放射パターンを制御したり（特許文献3参照）する例も提案されている。

【特許文献1】特開2004-104077号公報

【特許文献2】特開2005-19987号公報

【特許文献3】特開2005-5193号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献1に開示された例では、凸レンズを用いているため、発光装置の小型化、薄型化が困難となる可能性がある。また、特許文献2に開示された例では、回折現象を利用するため、1次回折光以外の高次の回折光が利用されず、発光装置の光取り出し効率が低くなる可能性がある。また、特許文献3に開示された例では、LEDチップからの出射光の一部が遮蔽部材で遮られるので、発光装置の光取り出し効率が低くなる可能性がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記従来の課題を解決するもので、発光装置の小型化、薄型化が容易な上、発光装置の光取り出し効率の低下を防ぐことができる発光装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の第1の発光装置は、基台と、前記基台上に配置された発光素子と、前記基台上に配置された開口凹部を有する反射層を含む発光装置であって、前記発光素子は前記開口凹部の底に配置されており、前記発光素子は第1封止材層で覆われており、前記第1封止材層は第2封止材層により側面を囲まれており、前記第2封止材層の側面と前記開口凹部の凹内壁面が接しており、前記第1封止材層は円柱形状をしており、前記第2封止材層は前記第1封止材層を含む逆円錐台形状をしており、前記第1封止材層の上面と前記第2封止材層の上面と前記反射層の上面は同一面を形成しており、前記第1封止材層の屈折率と前記第2封止材層の屈折率とが異なることを特徴とする。

本発明の第2の発光装置は、基台と、前記基台上に配置された発光素子と、前記基台上に配置された開口凹部を有する反射層を含む発光装置であって、前記発光素子は前記開口凹部の底に配置されており、前記発光素子は第1封止材層で覆われており、前記第1封止材層は第2封止材層により側面を囲まれており、前記第2封止材層の側面と前記開口凹部の凹内壁面が接しており、前記第1封止材層は楕円柱形状をしており、前記第2封止材層は前記第1封止材層を含む逆円錐台形状をしており、前記第1封止材層の上面と前記第2封止材層の上面と前記反射層の上面は同一面を形成しており、前記第1封止材層の屈折率と前記第2封止材層の屈折率とが異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明の発光装置によれば、複数の封止材層のそれぞれの屈折率を制御することにより、発光素子からの放射パターンを制御できる。よって、従来のように、凸レンズや回折格子、あるいは遮蔽部材等を必要としないため、発光装置の小型化、薄型化が容易な上、発

10

20

30

40

50

光装置の光取り出し効率の低下を防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の発光装置は、基台と、前記基台上に配置された発光素子とを含む。この発光素子は、前記基台上に、例えばフリップチップ接合やワイヤボンディング接合により実装されている。

【0010】

基台の構成材料は特に限定されず、サファイア、 $\text{Si}$ 、 $\text{GaN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{ZnS}$ などの単結晶、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{C}$ 等のセラミックスやこれらの混合物、 $\text{Al}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Au}$ 、 $\text{W}$ やこれらを含む合金等の金属、エポキシ等の樹脂、無機フィラと樹脂とを含むコンポジット材、ガラス、石英などを使用できる。これらの樹脂、ガラスとしては、例えば、後述する封止材料層を構成する材料として列記しているものが使用できる。

【0011】

発光素子は、例えば、波長が600～660nmの赤色光を発する赤色LEDや、550～600nmの黄色光を発する黄色LEDや、波長が500～550nmの緑色光を発する緑色LEDや、波長が420～500nmの青色光を発する青色LEDや、380～420nmの青紫色を発する青紫LED等を使用することができる。また、青色LEDと例えば黄色蛍光体とにより白色光を発する白色LEDや、青紫LEDや紫外LEDと例えば青色、緑色、赤色蛍光体とにより白色光を発する白色LEDなど、LEDと波長変換材とを組み合わせたLEDでもよい。380～780nmの可視光域以外にも赤外光(780nm～2 $\mu\text{m}$ )を発するLEDや380～200nmの紫外光を発するLEDにおいても、本発明により放射パターンを制御することが可能である。上記赤色LEDや上記黄色LEDとしては、例えばAlInGaP系材料を用いたLEDが使用できる。また、上記緑色LEDや上記青色LEDや上記青紫LEDや上記紫外LEDとしては、例えばInGaAlN系材料を用いたLEDが使用できる。赤色～赤外光としては、AlGaAs系材料やInGaAsP系材料を用いたLEDが使用できる。エピタキシャル成長で形成する各系の発光素子におけるLED材料の元素組合せ比率は、発光波長に応じて適宜調整するものである。なお、基台上に配置される発光素子の個数は特に限定されず、要求される光量に応じて適宜設定すればよい。また、発光素子は、基台上にサブマウント基板を介して配置されていてもよい。発光素子には、化合物半導体材料に限定するものではなく、例えば有機半導体材料、無機半導体材料からなる発光素子を用いることも可能である。

【0012】

そして、本発明の発光装置は、発光素子を覆う第1封止材層と、この第1封止材層の側面を囲む第2封止材層とを含み、第1封止材層の屈折率と第2封止材層の屈折率とが異なる。本発明の発光装置によれば、第1封止材層の屈折率と第2封止材層の屈折率とを制御することにより、発光素子からの放射パターンを制御できる。本発明の発光装置では、凸レンズや回折格子、あるいは遮蔽部材等がなくても発光素子からの放射パターンを制御できるため、発光装置の小型化、薄型化が容易な上、発光装置の光取り出し効率の低下を防ぐことができる。なお、第2封止材層は、第1封止材層の側面の全てを囲んでいなくてもよい。更に放射パターンとして、単峰性のパターン以外に多峰性のパターンを作ることとも可能である。この場合、例えば、複数方向に放射パターンが必要となるセンサー用光源に適している。

【0013】

本発明の発光装置では、例えば第2封止材層の屈折率( $n_2$ )を第1封止材層の屈折率( $n_1$ )より高くすると、発光素子からの発光の放射角を狭くすることができる。特に、屈折率比( $n_1/n_2$ )が0.9以下の場合、上記放射角を十分に狭くすることができる。これにより、本発明の発光装置をスポット光などの演出用照明装置に適用することができる。また、例えば第2封止材層の屈折率( $n_2$ )を第1封止材層の屈折率( $n_1$ )より低くすると、発光素子からの発光の放射角を広くすることができる。特に、屈折率比( $n_1/n_2$ )

n2) が 1.1 以上の場合、上記放射角を十分に広くすることができる。これにより、本発明の発光装置を室内照明などの一般用照明装置に適用することができる。なお、第 1 及び第 2 封止材層の屈折率を上記のように制御するには、例えばそれぞれの層の屈折率が上記関係となるように層の構成材料を選択すればよい。

#### 【0014】

本発明の発光装置では、第 1 封止材層が、発光素子からの出射光の光軸に対して非対称に分布していてもよい。異方性のある放射パターンとすることができるからである。ここで、上記「非対称」とは、上記光軸に対して点対称でないことを指す。この場合、本発明の発光装置を、例えば、自動車の前照灯（即ち、対向車の運転手の視界を妨げないように対向車線側の放射方向が歩行者側よりも下向きに設計されている前照灯）などのように、ある特定の方向のみを照らす照明装置に適用することができる。なお、第 2 封止材層が、発光素子からの出射光の光軸に対して非対称に分布していても同様の効果を発揮させることができる。

#### 【0015】

第 1 及び第 2 封止材層を構成する材料は、特に限定されない。発光素子からの出射光の少なくとも一部が、第 1 及び第 2 封止材層のそれぞれを透過することができる限りにおいて、種々の材料を使用できる。例えば、酸化アルミニウム（屈折率：1.63）、酸化セリウム（屈折率：2.2）、酸化ハフニウム（屈折率：1.95）、酸化マグネシウム（屈折率：1.74）、酸化ニオブ（屈折率：2.33）、酸化タンタル（屈折率：2.16）、酸化ジルコニウム（屈折率：2.05）、酸化亜鉛（屈折率：2.1）、酸化チタン（屈折率：2.4）、酸化イットリウム（屈折率：1.87）、酸化シリコン（屈折率：1.5）、酸化インジウム（屈折率：2）、酸化スズ（屈折率：2）、酸化タングステン（屈折率：2.2）、酸化バナジウム（屈折率：2.0）等の金属酸化物や、窒化シリコン（屈折率：1.9）、窒化ガリウム（屈折率：2.5）、炭化シリコン（屈折率：2.6）、フッ化カルシウム（屈折率：1.43）、炭酸カルシウム（屈折率：1.58）、硫酸バリウム（屈折率：1.64）、硫化銅（屈折率：2.1）、硫化スズ（屈折率：2.0）、硫化亜鉛（屈折率：2.37）等の無機材料や、ダイヤモンド（屈折率：2.4）や、これらの混合物等が使用できる。なお、上記括弧内の屈折率の値は、波長が 550 nm の光に対するそれぞれの材料の屈折率を示す。

#### 【0016】

上記列挙した材料を用いて第 1 及び第 2 封止材層を形成する方法としては、例えばゾルゲル法が例示できる。例えばゾルゲル法で酸化シリコンからなる封止材層を形成する場合は、金属アルコキシド（メチルシリケート、Nブチルシリケート等）を加水分解してゾル化した後、このゾルの粘度をエチレングリコール等のアルコール類を用いて所定の値に調整し、これを基台上の所望の箇所に塗布し、200 で数十分間乾燥した後、300 で 2 時間程度加熱することによって、酸化シリコンからなる封止材層が得られる。酸化シリコン以外に、例えば酸化チタン等の金属酸化物を使用する場合も同様の方法で封止材層を形成できる。また、ゾルゲル法を使用する場合は、後述するナノ粒子材を併用することもできる。例えば、金属アルコキシドにナノ粒子材を分散させ、その後ゲル化することにより、金属酸化物とナノ粒子材とからなる封止材層が得られる。

#### 【0017】

第 1 及び第 2 封止材層を構成する材料として、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、ユリア樹脂、アミド樹脂、イミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニルサルファイド樹脂、液晶ポリマー、アクリロニトリル - ブタジエン - スチレン樹脂（ABS 樹脂）、メタクリル樹脂（PMMA 樹脂）、環状オレフィンコポリマー等の樹脂やこれらの混合物、あるいは低融点ガラス等のガラスを使用してもよい。これらの樹脂やガラス等の透光性材料を使用する場合は、これらの透光性材料に電子ビームやイオンビーム（水素イオンビームやヘリウムイオンビームなど）を照射することにより、上記透光性材料の屈折率を高めることができる。

#### 【0018】

高屈折率のガラス材としては、 $\text{TeO}_2$ 、 $\text{GeO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{GaO}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 等を適宜混合してなる $\text{TeO}_2$ - $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ 系ガラスを使用することができる。上記ガラスは組成比率を適宜調整することで、2程度の高屈折率を得ることができる。また、上記ガラスの軟化温度は400～500であり、プレス加工が可能である。

#### 【0019】

また、これらの透光性材料を母材とし、この母材中に上記列挙した金属酸化物や無機材料からなるナノ粒子材を分散させたコンポジット材を使用することもできる。この場合、上記母材中に分散させる上記ナノ粒子材の量を調整することにより、封止材層の屈折率を調整できる。また、硬化性樹脂を母材とする場合は、未硬化状態の硬化性樹脂に上記ナノ粒子材を分散させると、硬化前における上記硬化性樹脂のチクソ性が向上するため、封止材層を所望の形状に容易に形成することができる。また、樹脂単独で使用する場合に比べて熱伝導性が向上するため、発光素子からの熱を効率良く放熱することができる。

#### 【0020】

また、第1及び第2封止材層を構成する材料として、上記透光性材料にナノ粒子材を分散させた複合材料を使用してもよい。このナノ粒子材としては、例えば上記列挙した金属酸化物、無機材料等からなる超微粒子が使用でき、封止材である上記透光性材料内における発光波長の4分の1以下の平均粒径を有するものが好適である。ナノ粒子材の平均粒径が上記範囲であれば、十分な透明性を有する封止材層とすることができるからである。なお、上記「平均粒径」とは、例えば走査型電子顕微鏡の観察像から読み取った一次粒子の粒径の平均値（例えば100個の一次粒子の粒径の平均値）であればよい。特に、上記平均粒径が1nm以上100nm以下であればよく、1nm以上50nm以下が好ましく、分散性の観点から1nm以上10nm以下がより好ましい。

#### 【0021】

本発明の発光装置を白色光源として使用する場合は、第1及び第2封止材層の少なくとも一方に、発光素子から発せられた光の一部の波長を変換する波長変換材料を分散させればよい。このような波長変換材料としては、例えば、赤色光を発する赤色蛍光体、黄色光を発する黄色蛍光体、緑色光を発する緑色蛍光体等が使用できる。上記赤色蛍光体としては、例えばニトリドシリケート系 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、ニトリドアルミノシリケート系 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、オクソニトリドアルミノシリケート系 $\text{Sr}_2\text{Si}_4\text{AlON}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{LaOS}$ 系 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 等を使用できる。上記黄色蛍光体としては、例えば $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 等を使用できる。上記緑色蛍光体としては、例えば $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、シリケート系 $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 等を使用できる。また、上記波長変換材料として、ローダミン等の有機色素や燐光体等を使用することもできる。なお、発光素子として、波長が420nm以下の青紫色光や、波長が380nm以下の紫外光を発するLEDを使用する場合は、波長変換材料として、例えば上述した赤色蛍光体及び緑色蛍光体と、青色光を発する青色蛍光体とを併用すればよい。この青色蛍光体としては、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 等のアルミン酸塩蛍光体や、 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 等のシリケート蛍光体等が使用できる。

#### 【0022】

本発明の発光装置は、発光素子から発せられた光を光出射側へ反射する反射層を更に含んでもよい。光取り出し効率が向上するからである。この場合、反射層の反射表面の材料としては、Al、Ag、Au、Ni、Rh、Pdやこれらの金属を含む合金等の金属、あるいは酸化アルミニウム、酸化セリウム、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化イットリウム、酸化シリコン、酸化インジウム、酸化スズ、酸化タングステン、酸化バナジウム等の金属酸化物や、窒化シリコン、窒化ガリウム、炭化シリコン、フッ化カルシウム、炭酸カルシウム、硫化銅、硫化スズ、硫化亜鉛、硫酸バリウム等の無機材料やこれらの混合物が使用できる。粒子状の金属酸化物や無機材料を使用する場合、拡散・散乱による反射効果の観

10

20

30

40

50

点から平均粒径が封止材中での波長よりも大きい $0.3 \sim 3 \mu\text{m}$ のものを使用するのが好ましい。また、これらの金属酸化物や無機材料を２種類以上交互に積層した多層膜による分布ブラッグ反射ミラー（厚さ $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ ）も反射層として有効である。

#### 【００２３】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、参照する図面においては、実質的に同一の機能を有する構成要素を同一の符号で示し、重複する説明を省略する場合がある。実施形態においては説明の簡素化のため、屈折率の異なる２種類の封止材層を用いる例を示しており、封止材層の数を更に増やすことも可能である。

#### 【００２４】

図１～３は、それぞれ本発明の実施形態１～３に係る発光装置の概略断面図である。

10

#### 【００２５】

図１に示すように、発光装置１は、基台１０と、基台１０上に配置された発光素子１１と、発光素子１１を覆う第１封止材層１２と、第１封止材層１２の側面を囲む第２封止材層１３とを含む。そして、第２封止材層１３の屈折率が、第１封止材層１２の屈折率より高い。これにより、発光素子１１からの発光の放射角を狭くすることができるため、発光装置１は、スポット光で被写体を浮かび上がらせるような演出に用いる照明装置に適用することができる。

#### 【００２６】

図２に示す発光装置２は、発光素子１１を覆う第１封止材層２０の屈折率が、第１封止材層２０の側面を囲む第２封止材層２１の屈折率より高い。その他は、上述した発光装置１（図１参照）と同様である。これにより、発光素子１１からの発光の放射角を広くすることができるため、発光装置２を室内照明などの一般用照明装置に適用することができる。

20

#### 【００２７】

図３に示す発光装置３は、第１封止材層２０が、発光素子１１からの出射光の光軸Ｌに対して非対称に分布している。その他は、上述した発光装置２（図２参照）と同様である。これにより、発光素子１１からの出射光を異方性のある放射パターンとすることができる。よって、発光装置３を、例えば、自動車の前照灯（即ち、対向車の運転手の視界を妨げないように対向車線側の放射方向が歩行者側よりも下向きに設計されている前照灯）などのように、ある特定の方向のみを照らす照明装置に適用することができる。また、ビル

30

#### 【００２８】

以上、本発明の実施形態１～３に係る発光装置１～３について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、第１封止材層の上面が第２封止材層で覆われていてもよい。この場合、第１封止材層上に配置された第２封止材層の厚みが、第１封止材層の幅に対して２０％未満であると、上面を覆う第２封止材層が放射パターンに大きく影響しないため好ましい。反対に積極的に放射パターンに影響を与える場合は、２０％以上が好ましい。発光装置の小型化、薄型化の観点からは、第１封止材層の上面が第２封止材層で覆われていないことが好ましい。なお、第１封止材層と第２封止材層との境界は、基台に対し垂直でなくてもよい。

40

#### 【００２９】

次に、上述した発光装置１～３の具体例、及び比較例の発光装置１００（図４参照）について、後述する測定方法により放射パターンの測定を行った。発光装置１００は、封止材層として第１封止材層１２のみを用いたこと以外は、上述した発光装置１（図１参照）と同様である。

#### 【００３０】

（発光装置の構成材料、寸法等）

発光装置１～３の具体例及び発光装置１００で使用する発光素子１１には、サファイア

50

基板を用いたGaN系LEDチップ(厚み:0.1mm、0.3mm角)を用いた。基台10としては、アルミナで構成された基材を用いた。上記LEDチップは、基台10上に設けたLEDチップへの配電のためのメタル配線パターン(不図示)上の一部に設けた実装部に、Auバンプによりフリップチップ接合されている。また、第1封止材層12及び第2封止材層21としては、信越化学製シリコン樹脂(品番:LPS-5510)を用いた。第1封止材層12及び第2封止材層21は、いずれも波長が550nmの光に対する屈折率が1.5であった。また、第2封止材層13及び第1封止材層20としては、上記シリコン樹脂に酸化チタン粒子(平均粒子径:5nm)を60体積%の含有率で分散させたコンポジット材を用いた。第2封止材層13及び第1封止材層20は、いずれも波長が550nmの光に対する屈折率が2.0であった。発光装置1~3の具体例及び発光装置100の寸法は、いずれも外径D1(図1参照)が2mm、封止材層の厚みT1(図1参照)が0.55mm、基台10の厚みT2(図1参照)が1mmであった。また、第1封止材層12,20は、いずれも直径D2(図1参照)が0.7mmであった。なお、発光装置3の具体例では、第1封止材層20の光軸Lに対するズレ量G1(図3参照)が0.2mmであった。

#### 【0031】

なお、母材となるシリコン樹脂(屈折率 $n_2 = 1.5$ )と酸化チタン粒子(屈折率 $n_1 = 2.4$ )の混合物に占める酸化チタン粒子の体積比を $P_1$ とすると、混合物の屈折率 $n_c$ は、マックスウェル-ガーネットの理論から、以下の式(1)で与えられる。

#### 【0032】

$$n_c^2 = n_2^2 \times \{ n_1^2 + 2 n_2^2 + 2 P_1 (n_1^2 - n_2^2) \} / \{ n_1^2 + 2 n_2^2 - P_1 (n_1^2 - n_2^2) \} \dots\dots\dots (1)$$

式(1)から、第2封止材層13,第1封止材層20の屈折率は、2.0と計算することができる。

#### 【0033】

なお、発光素子の実装形態は、実装面側にアノード電極とカソード電極を配した発光素子をフリップチップ接合するものに限らない。例えば、上面と下面の一方にアノード電極、もう一方にカソード電極を設けた発光素子において、下面を半田接合、上面をワイヤボンダ接合してもよいし、上面にアノード電極とカソード電極を設けた発光素子において、下面を銀ペースト接合、上面の両電極をそれぞれ異なるワイヤボンダ接合するなどしてもよく、各種の接合方式が可能である。

#### 【0034】

(放射パターンの測定方法)

次に、放射パターンの測定方法について図5を参照して説明する。図5は、発光装置1の具体例の放射パターンの測定方法を説明するための模式図である。発光装置1を発光させた状態で、ディテクター50(浜松ホトニクス製S9219、受光面の直径:11.3mm)を用いて発光装置1を中心とする半径1mの半円(図5における破線)上の発光強度を測定した。そして、発光素子11の光軸Lに対する放射角 $\theta$ について、測定した発光強度をプロットした。発光装置2,3の具体例及び発光装置100についても同様の測定方法で測定した。得られた結果を図6に示す。なお、図6では、それぞれの発光強度のピークを1として規格化している。

#### 【0035】

図6から分かるように、発光装置1~3によれば、発光装置100に対して放射パターンを制御することができた。なお、図6において、発光装置1,2,3,100の半値幅は、それぞれ9.6度,14.8度,10.2度,12.3度であった。

#### 【0036】

図7,8は、それぞれ本発明の実施形態4,5に係る発光装置の概略断面図である。

#### 【0037】

図7に示すように、発光装置4は、基台10上に形成された反射層60を含み、この反射層60の凹部内に封止材層が充填されていること以外は、上述した発光装置1(図1参

10

20

30

40

50



照)と同様である。また、図8に示すように、発光装置5は、基台10上に形成された反射層60を含み、この反射層60の凹部内に封止材層が充填されていること以外は、上述した発光装置2(図2参照)と同様である。

#### 【0038】

次に、上述した発光装置4, 5の具体例、及び比較例の発光装置200(図9参照)について、上述と同様の測定方法により放射パターンの測定を行った。発光装置200は、封止材層として第1封止材層12のみを用いたこと以外は、上述した発光装置4(図7参照)と同様である。発光装置4, 5の具体例及び発光装置200においては、いずれも反射層60の出射側開口径D3(図7参照)が2mm、反射層60の基台側開口径D4(図7参照)が1.2mmであった。また、反射層60の反射表面の構成材料は、ソルベイアドバンストポリマーズ社製のアモデルA-4122(主成分はポリフタルアミド樹脂で、440~700nmの光に対して90%以上の反射率を有する)とした。その他の発光装置の構成材料、寸法等については、上述した発光装置1~3の具体例及び発光装置100と同様とした。得られた結果を図10に示す。なお、図10では、それぞれの発光強度のピークを1として規格化している。

10

#### 【0039】

図10から分かるように、発光装置4, 5によれば、発光装置200に対して放射パターンを制御することができた。なお、図10において、発光装置4, 5, 200の半値幅は、それぞれ31度, 48度, 33度であった。

#### 【0040】

20

図11, 12は、それぞれ本発明の実施形態6, 7に係る発光装置の概略断面図である。

#### 【0041】

図11に示す発光装置6は、第1封止材層20が、発光素子11からの出射光の光軸Lに対して非対称に分布している。その他は、上述した発光装置5(図8参照)と同様である。また、図12に示す発光装置7は、第2封止材層21が、発光素子11からの出射光の光軸Lに対して非対称に分布している。その他は、上述した発光装置5(図8参照)と同様である。

#### 【0042】

次に、上述した発光装置6, 7の具体例について、上述と同様の測定方法により放射パターンの測定を行った。なお、発光装置6の具体例では、第1封止材層20の光軸Lに対するズレ量G2(図11参照)が0.2mmであった。また、発光装置7の具体例では、第2封止材層21の光軸Lに対するズレ量G3(図12参照)が0.2mmであった。その他の発光装置の構成材料、寸法等については、上述した発光装置5の具体例と同様とした。得られた結果を図13に示す。なお、図13では、それぞれの発光強度のピークを1として規格化し、比較として上述した発光装置200の結果についても示している。

30

#### 【0043】

図13から分かるように、発光装置6, 7によれば、発光装置200に対して放射パターンを制御することができた。なお、図13において、発光装置6, 7の半値幅は、それぞれ51度, 52度であった。

40

#### 【0044】

図14Aは、本発明の実施形態8に係る発光装置の概略断面図である。また、図14Bは、図14Aの発光装置の封止材層側から見た平面図である。図14A, Bに示す発光装置8は、第1封止材層20が略楕円柱状に形成されていること以外は、上述した発光装置5(図8参照)と同様である。

#### 【0045】

次に、上述した発光装置8の具体例について、上述と同様の測定方法により放射パターンの測定を行った。なお、発光装置8の具体例では、第1封止材層20の長径D5(図14B参照)が1.2mm、第1封止材層20の短径D6(図14B参照)が0.7mmであった。その他の発光装置の構成材料、寸法等については、上述した発光装置5の具体例

50

と同様とした。得られた結果を図15に示す。なお、図15では、第1封止材層20の短軸と直交する方向であるX方向(図14B参照)を光軸とした場合、第1封止材層20の長軸と直交する方向であるY方向(図14B参照)を光軸とした場合、及び比較として上述した発光装置200の結果について、それぞれの発光強度のピークを1として規格化して示している。

#### 【0046】

図15から分かるように、発光装置8によれば、発光装置200に対して放射パターンを制御することができた。なお、図15において、X方向における半値幅は54度、Y方向における半値幅は42度であった。

#### 【0047】

図16Aは、本発明の実施形態9に係る発光装置の概略断面図である。また、図16Bは、図16Aの発光装置における発光素子の拡大図である。

#### 【0048】

図16Aに示すように、発光装置9では、基台10上に形成された配線70に、ワイヤ71を介して発光素子11が実装されている。

#### 【0049】

図16Bに示すように、発光素子11は、n-Si等からなるサブマウント基板80と、サブマウント基板80上にSiO<sub>2</sub>膜81を介して形成されたTi/Pt/Al高反射配線82と、Ti/Pt/Al高反射配線82上にパンプ83及び電極84を介して実装されたLEDチップ85と、LEDチップ85を覆って形成された蛍光体層86とを含む。

#### 【0050】

LEDチップ85は、サブマウント基板80側から順に、p-GaN層85a、InGa<sub>0.5</sub>N/GaN量子井戸発光層85b、n-GaN層85c及びGaN基板85dが積層されて形成されている。また、蛍光体層86には、InGa<sub>0.5</sub>N/GaN量子井戸発光層85bから発せられた光の一部の波長を変換する蛍光体材料が分散されている。その他は、上述した発光装置5(図8参照)と同様である。発光装置9は、蛍光体層86を有するため、白色光源として使用することができる。

#### 【0051】

上述の実施形態1~9では、第1封止材層の横方向の厚みが一定の例を示したが、例えば、横方向の厚みを光出射方向に対して順次狭くしたり、又は順次広くすることで多様な放射パターンを制御することが可能である。

#### 【0052】

図17、18、19は、それぞれ本発明の実施形態10、11、12に係る発光装置の概略断面図である。

#### 【0053】

図17に示す発光装置30は、アルミナで構成されたカップ状の基台40上に形成された第1封止材層12を含み、この第1封止材層12は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次狭くなるように形成されていること以外は、上述した発光装置1(図1参照)と同様である。また、図18に示す発光装置31は、カップ状の基台40上に形成された第1封止材層12を含み、この第1封止材層12は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次狭くなるように形成されているとともに、第1封止材層12の側面12aは曲面で形成されていること以外は、上述した発光装置1(図1参照)と同様である。さらに、図19に示す発光装置32は、基台10上に形成された第1封止材層12を含み、この第1封止材層12は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次狭くなるように形成され、第2封止材層13の側面13aもテーパ状に形成され、側面13aからも光が出る構造であること以外は、上述した発光装置1(図1参照)と同様である。

#### 【0054】

次に、上述した発光装置32の製造工程の一部を説明する。まず、図20Aに示すように、基台10上に発光素子11を設置する。次に、図20Bに示すように、凹部45aを有する金型45を基台10上に配置し、発光素子11を凹部45a内に配置する。続いて

、図 20C に示すように、凹部 45a 内に第 1 封止材を充填して固化させる。最後に、図 20D に示すように、基台 10 から金型 45 を除去することにより、基台 10 上に発光素子 11 を覆うように第 1 封止材層 12 が形成される。第 1 封止材層 12 は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次狭くなるように形成されているので、金型 45 の離型性が良好であり、生産性の面で優れた形状であることが分かる。

【0055】

図 21, 22, 23 は、それぞれ本発明の実施形態 13, 14, 15 に係る発光装置の概略断面図である。

【0056】

図 21 に示す発光装置 33 は、カップ状の基台 40 上に形成された第 1 封止材層 12 を含み、この第 1 封止材層 12 は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次広くなるように形成されていること以外は、上述した発光装置 1 (図 1 参照) と同様である。また、図 22 に示す発光装置 34 は、カップ状の基台 40 上に形成された第 1 封止材層 12 を含み、この第 1 封止材層 12 は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次広くなるように形成されているとともに、第 1 封止材層 12 の側面 12a は曲面で形成されていること以外は、上述した発光装置 1 (図 1 参照) と同様である。さらに、図 23 に示す発光装置 35 は、基台 10 上に形成された第 1 封止材層 12 を含み、この第 1 封止材層 12 は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次広くなるように形成され、第 2 封止材層 13 の側面 13a もテーパ状に形成され、側面 13a から光が出る構造であること以外は、上述した発光装置 1 (図 1 参照) と同様である。

【0057】

次に、上述した発光装置 34 の製造工程の一部を説明する。まず、図 24A に示すように、カップ状の基台 40 の内側面に第 2 封止材層 13 を形成し、基台 40 の中央部に凹部 14 を形成する。凹部 14 は、低部から開口部に向けて横方向の寸法が順次大きくなるように形成する。次に、図 24B に示すように、真空コレット 46 を用いて発光素子 11 を基台 40 上に配置する。この際、真空コレット 46 と第 2 封止材層 13 との間には空間部 14a が形成されるので、真空コレット 46 の出し入れが容易に行える。図 24C は、真空コレット 46 を除去した状態を示す図である。続いて、図 24D に示すように、凹部 14 内に第 1 封止材を充填して固化させて、第 1 封止材層 12 を形成する。第 1 封止材層 12 は、横方向の厚みが光出射方向に対して順次広くなる構造を有することにより、発光素子 11 を配置する際の治具の出し入れをスムーズに行うことができるので、生産性の面で優れた形状であることが分かる。

【0058】

本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で、上記以外の形態としても実施が可能である。本出願に開示された実施形態は一例であって、これらに限定はされない。本発明の範囲は、上述の明細書の記載よりも、添付されている請求の範囲の記載を優先して解釈され、請求の範囲と均等の範囲内での全ての変更は、請求の範囲に含まれるものである。上記実施形態では、発明の本質部分を説明するために、発光装置の光取り出し面となる上面が、平坦である例を示したが、上面に凸状又は凹状のレンズや、フレネルレンズを形成して使用できることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明の発光装置は、例えば、一般照明、演出照明 (スポット光、サイン灯等)、自動車用照明 (特に前照灯) 等に使用される照明装置や、街頭用大型ディスプレイ、プロジェクタ等に使用される表示装置等に有用である。また、小型、薄型化が求められるセンサー用光源としても有用である。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施形態 2 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施形態 3 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 4】図 4 は、比較例に係る発光装置の概略断面図である。

【図 5】図 5 は、発光装置の放射パターンの測定方法を説明するための模式図である。

【図 6】図 6 は、本発明の実施例及び比較例の発光装置の放射パターンを示すグラフである。

【図 7】図 7 は、本発明の実施形態 4 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 8】図 8 は、本発明の実施形態 5 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 9】図 9 は、比較例に係る発光装置の概略断面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の実施例及び比較例の発光装置の放射パターンを示すグラフである。

10

【図 11】図 11 は、本発明の実施形態 6 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 12】図 12 は、本発明の実施形態 7 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 13】図 13 は、本発明の実施例及び比較例の発光装置の放射パターンを示すグラフである。

【図 14 A】図 14 A は、本発明の実施形態 8 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 14 B】図 14 B は、図 14 A の発光装置の封止材層側から見た平面図である。

【図 15】図 15 は、本発明の実施例及び比較例の発光装置の放射パターンを示すグラフである。

【図 16 A】図 16 A は、本発明の実施形態 9 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 16 B】図 16 B は、図 16 A の発光装置における発光素子の拡大図である。

20

【図 17】図 17 は、本発明の実施形態 10 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 18】図 18 は、本発明の実施形態 11 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 19】図 19 は、本発明の実施形態 12 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 20 A】図 20 A は、本発明の実施形態 12 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【図 20 B】図 20 B は、本発明の実施形態 12 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【図 20 C】図 20 C は、本発明の実施形態 12 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【図 20 D】図 20 D は、本発明の実施形態 12 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

30

【図 21】図 21 は、本発明の実施形態 13 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 22】図 22 は、本発明の実施形態 14 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 23】図 23 は、本発明の実施形態 15 に係る発光装置の概略断面図である。

【図 24 A】図 24 A は、本発明の実施形態 14 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【図 24 B】図 24 B は、本発明の実施形態 14 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【図 24 C】図 24 C は、本発明の実施形態 14 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

40

【図 24 D】図 24 D は、本発明の実施形態 14 に係る発光装置の製造工程の一部を示す概略断面図である。

【符号の説明】

【0061】

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 30, 31, 32, 33, 34, 35 発光装置

10, 40 基台

11 発光素子

12, 20 第1封止材層

13, 21 第2封止材層

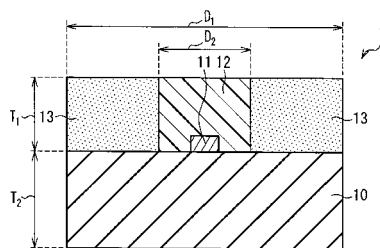
12a, 13a 側面

50

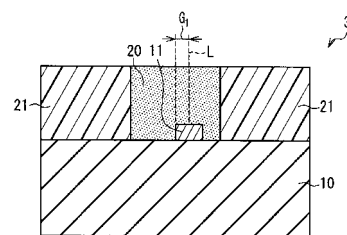
- 1 4 , 4 5 a 凹部
- 1 4 a 空間部
- 4 5 金型
- 4 6 真空コレット
- 5 0 ディテクター
- 6 0 反射層
- 7 0 配線
- 7 1 ワイヤ
- 8 0 サブマウント基板
- 8 1  $\text{SiO}_2$ 膜
- 8 2  $\text{Ti/Pt/Al}$ 高反射配線
- 8 3 バンプ
- 8 4 電極
- 8 5 LEDチップ
- 8 5 a p - GaN層
- 8 5 b InGa $\text{N}$ /Ga $\text{N}$ 量子井戸発光層
- 8 5 c n - Ga $\text{N}$ 層
- 8 5 d Ga $\text{N}$ 基板
- 8 6 蛍光体層

10

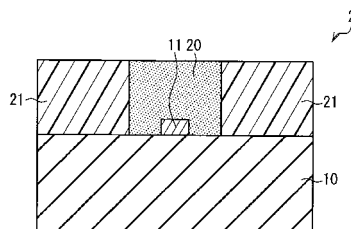
【図 1】



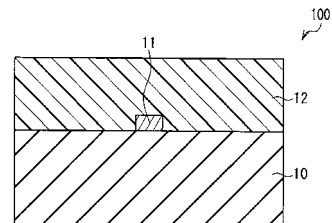
【図 3】



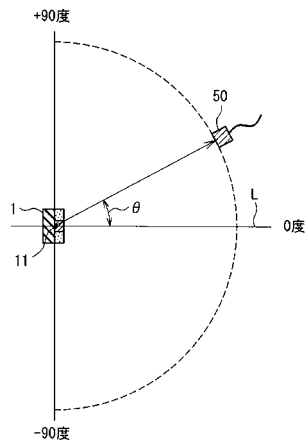
【図 2】



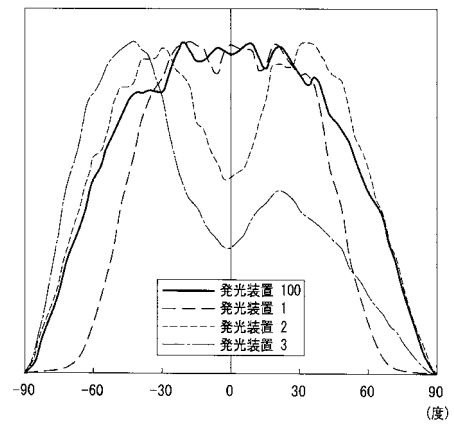
【図 4】



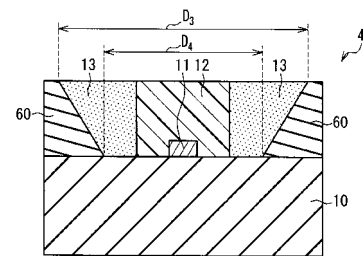
【図 5】



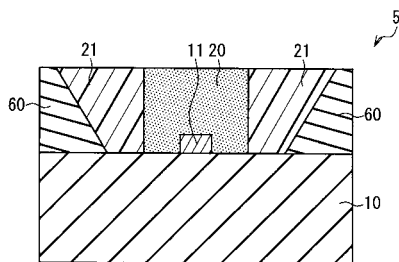
【図 6】



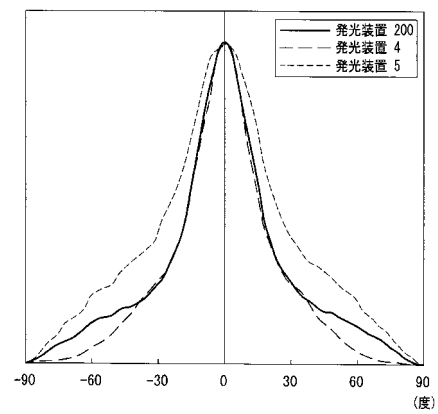
【図 7】



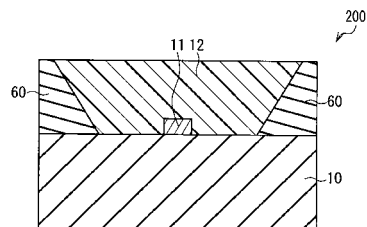
【図 8】



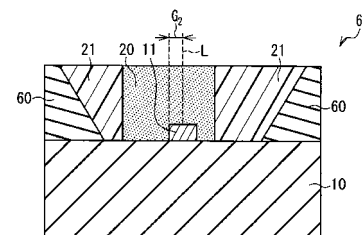
【図 10】



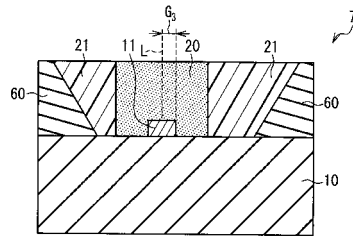
【図 9】



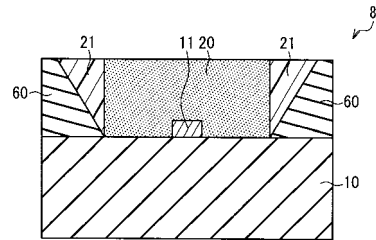
【図 11】



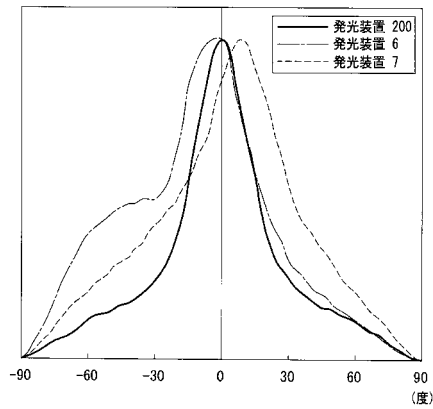
【図 1 2】



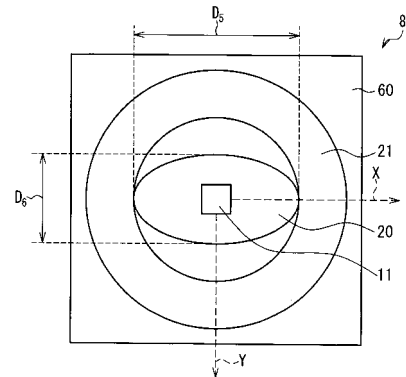
【図 1 4 A】



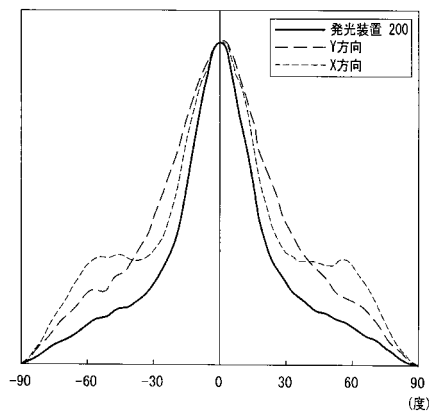
【図 1 3】



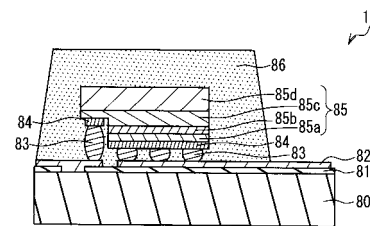
【図 1 4 B】



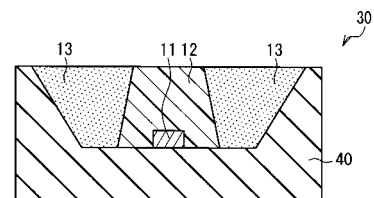
【図 1 5】



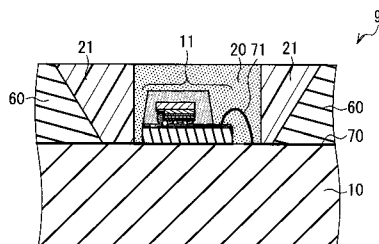
【図 1 6 B】



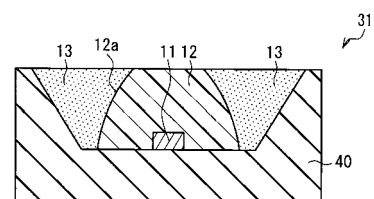
【図 1 7】



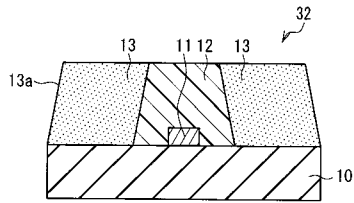
【図 1 6 A】



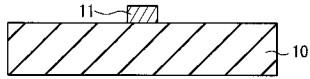
【図 1 8】



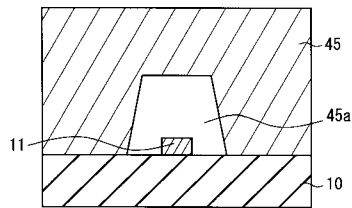
【図 19】



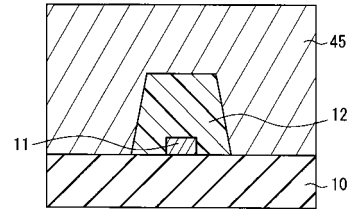
【図 20 A】



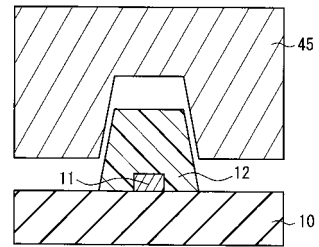
【図 20 B】



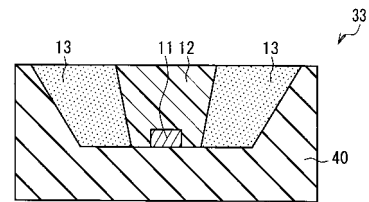
【図 20 C】



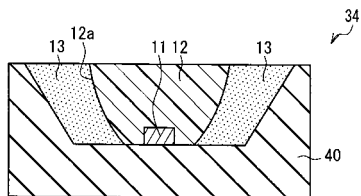
【図 20 D】



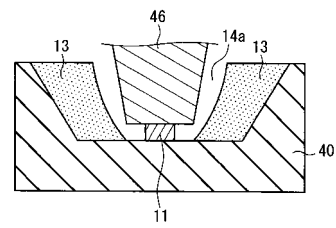
【図 21】



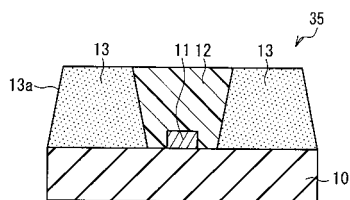
【図 22】



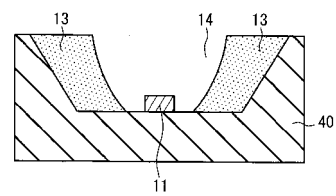
【図 24 B】



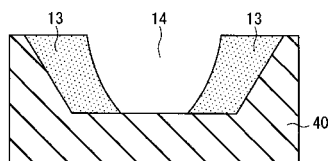
【図 23】



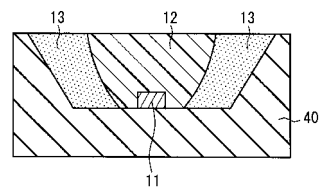
【図 24 C】



【図 24 A】



【図 24 D】





---

フロントページの続き

審査官 金高 敏康

(56)参考文献 特開平10-084137(JP,A)  
特開2005-340543(JP,A)  
特開2004-128057(JP,A)  
特開昭58-209173(JP,A)  
特開平06-153097(JP,A)  
特開2003-142737(JP,A)  
特開2004-193581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 33/00 - 33/64