

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4984824号
(P4984824)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

H01L 33/50 (2010.01)

F1

H01L 33/00 410

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-291680 (P2006-291680)
(22) 出願日 平成18年10月26日(2006.10.26)
(65) 公開番号 特開2008-108981 (P2008-108981A)
(43) 公開日 平成20年5月8日(2008.5.8)
審査請求日 平成20年12月19日(2008.12.19)

(73) 特許権者 000241463
豊田合成株式会社
愛知県清須市春日長畑1番地
(74) 代理人 100071526
弁理士 平田 忠雄
(72) 発明者 春名 貴雄
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
(72) 発明者 並木 明生
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
(72) 発明者 井上 光宏
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

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】

発光素子と、
前記発光素子を封止する封止部材と、
前記封止部材に含有され、前記発光素子から発せられた光により励起されると波長変換光を発する多数の蛍光体と、
前記発光素子の表面部分を覆い、当該表面部分よりも高い屈折率の透明な多数の微粒子からなる高屈折率層と、を備え、
前記多数の蛍光体と前記多数の微粒子とは、母体が共通であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記多数の微粒子は、球形であることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

前記発光素子は、成長基板上に成長された半導体層と、当該半導体層を覆うパッシベーション膜と、を有するフェイスアップ型であり、

前記高屈折率層は、前記パッシベーション膜上に形成されることを特徴とする請求項1及び2のいずれか1項に記載の発光装置。

【請求項4】

前記パッシベーション膜は、 SiO_2 からなることを特徴とする請求項3に記載の発光装置。

【請求項 5】

前記発光素子は、半導体層が成長される成長基板を有するフリップチップ型であり、
前記高屈折率層は、前記成長基板上に形成されることを特徴とする請求項 1 及び 2 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 6】

前記成長基板は、サファイアからなることを特徴とする請求項 5 に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記多数の微粒子の外形の寸法は、前記発光素子から発せられる光の波長よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子の表面に高屈折率層が形成された発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) 等の発光素子をエポキシ等の透光性樹脂材料で封止した発光装置が知られている。この種の発光装置では、発光素子の表面部分の屈折率が透光性樹脂材料の屈折率よりも高いため、発光素子と封止部材との界面において全反射の条件が成立する角度範囲が存在し、この角度範囲内で素子内部から当該界面へ入射する光については発光素子から取り出すことができない。

20

【0003】

発光素子からの光の取り出し効率を改善した発光装置として、特許文献 1 に記載のものが知られている。この発光装置によれば、発光素子の周囲をポリビニルカルバゾール等からなる第 1 の樹脂で封止し、第 1 の樹脂の外側をエポキシからなる第 1 の樹脂よりも屈折率の低い第 2 の樹脂で封止している。これにより、発光素子をエポキシ系樹脂のみにより封止した場合に比して、素子からの光取り出し効率が向上している。

【0004】

また、発光素子の表面に蛍光体粒子を含有するコーティング層を形成した発光装置も知られている (例えば、特許文献 2 参照)。蛍光体粒子により、発光素子から発せられる光の一部が変換され、発光素子から発せられる光と蛍光体粒子から発せられる光の組合せにより、白色光が得られるようになっている。特許文献 2 では、発光特性の改善を目的としてコーティング層に微粒子を含有させ、微粒子が密集して存在する領域と、微粒子が散在して存在する領域とを形成している。

30

【特許文献 1】特開平 10 - 65220 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 243727 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の発光装置では、発光素子の周囲を覆う第 1 の樹脂の屈折率が発光素子の表面部分の屈折率よりも小さいことから、全反射の条件が成立する角度域が依然として存在している。従って、素子からの光の取り出し効率に改善の余地が残っている。

40

また、特許文献 2 に記載の発光装置では、蛍光体粒子の周囲における微粒子の量を調整しているので、微粒子が散在して存在する領域においては、発光素子の表面が樹脂の封止材で覆われており、発光素子からの光取り出し効率が特に改善されているわけではない。

【0006】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光学素子からの光取り出し効率を向上させることのできる発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

50

前記目的を達成するため、本発明では、発光素子と、前記発光素子を封止する封止部材と、前記封止部材に含有され、前記発光素子から発せられた光により励起されると波長変換光を発する多数の蛍光体と、前記発光素子の表面部分を覆い、当該表面部分よりも高い屈折率の透明な多数の微粒子からなる高屈折率層と、を備え、前記多数の蛍光体と前記多数の微粒子とは、母体が共通であることを特徴とする発光装置が提供される。

【 0 0 1 2 】

この発光装置によれば、微粒子の屈折率が発光素子の表面部分よりも高いので、発光素子内部から高屈折率層の微粒子に入射する光は、発光素子と高屈折率層の界面で反射することなく取り出される。そして、高屈折率層の微粒子へ進入した光は、微粒子における封止部材との界面から封止部材へ放出される。封止部材へ放出された光のうち蛍光体へ入射した光は、蛍光体により波長変換された後、発光装置から取り出される。

10

【 0 0 1 3 】

また、上記発光装置において、

前記蛍光体と前記微粒子とは、母体が共通であることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

また、上記発光装置において、

前記微粒子は、球形であることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

また、上記発光装置において、

前記発光素子は、成長基板上に成長された半導体層と、当該半導体層を覆うパッシベーション膜と、を有するフェイスアップ型であり、

前記高屈折率層は、前記パッシベーション膜上に形成されることが好ましい。

20

【 0 0 1 6 】

また、上記発光装置において、

前記パッシベーション膜は、 SiO_2 からなることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

また、上記発光装置において、

前記発光素子は、半導体層が成長される成長基板を有するフリップチップ型であり、

前記高屈折率層は、前記成長基板上に形成されることが好ましい。

30

【 0 0 1 8 】

また、上記発光装置において、

前記成長基板は、サファイアからなることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、上記発光装置において、

前記微粒子の外形の寸法は、前記発光素子から発せられる光の波長よりも小さいことが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、発光素子と微粒子の界面で素子内部の光を反射させずに取り出すことができ、光学素子からの光取り出し効率を向上させることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

図1から図5は本発明の一実施形態を示し、図1は発光装置の外観斜視図である。

【 0 0 2 2 】

図1に示すように、発光装置1は、発光素子としてのLED素子2と、LED素子2が搭載される反射ケース3と、を有している。反射ケース3は、LED素子2を包囲する反射壁3aを有し、反射壁3aの上端にて光取り出し用の開口3bが形成される。反射ケース3の底面にはLED素子2の電極と接続される負極リード4及び正極リード5が配される。図1に示すように、負極リード4及び正極リード5は、反射ケース3の外部まで形成

50

されている。反射ケース 3 における反射壁 3 a の内部には、LED 素子 2 を封止する封止部材 6 が充填されている。

【0023】

図 2 は発光装置の模式縦断面図である。

図 2 に示すように、発光装置 1 は、LED 素子 2 の表面を覆う高屈折率層 7 を有する。後述するように、高屈折率層 7 は、透明な微粒子 7 a から構成される。また、封止部材 6 中は蛍光体 8 を含有し、封止部材 6 の成形時に蛍光体 8 を沈降させることで、各リード 4, 5 及び LED 素子 2 の一部が蛍光体 8 の粒子により覆われている。

【0024】

ここで、本実施形態の LED 素子 2 について図 3 を参照して説明する。図 3 は発光装置における素子実装部分の拡大模式断面図である。LED 素子 2 は、フリップチップ型であり、成長基板 2 1 にバッファ層 2 2、n 型層 2 3、MQW (multiple-quantum well) 層 2 4 及び p 型層 2 5 がこの順に形成されている。すなわち、成長基板 2 1 が主発光面となっている。そして、p 電極 2 6 が p 型層 2 5 上に形成され、n 電極 2 7 が n 型層 2 3 上に形成される。LED 素子 2 は、青色領域にピーク波長を有する光を MQW 層 2 4 から出射する。

【0025】

本実施形態においては、成長基板 2 1 として、屈折率が 1.77 のサファイア基板が用いられる。尚、成長基板 2 1 はこれに限定されることはなく、スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、III 族窒化物系化合物半導体単結晶等からなる基板を用いてもよい。

【0026】

また、バッファ層 2 2 は、AlN を用いて MOCVD 法で形成される。バッファ層 2 2 はこれに限定されることはなく、材料としては GaN、InN、AlGaN、InGaN 及び AlInGaN 等を用いてもよいし、製法としては分子線結晶成長法 (MBE 法)、ハイドライド系気相成長法 (HVPE 法)、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シャワー法等を用いてもよい。

【0027】

n 型層 2 3 は、n 型不純物として Si をドーブした GaN からなる。本実施形態においては n 型層 2 3 を GaN で形成しているが、AlGaN、InGaN 又は AlInGaN を用いてもよい。また、n 型層 2 3 に n 型不純物として Si をドーブしているが、n 型不純物として Ge、Se、Te、C 等を用いてもよい。

【0028】

MQW 層 2 4 は、所定のペアの QW (quantum well) からなり、複数の青色発光層と、各青色発光層の間に介在するバリア層と、を有している。各青色発光層は InGaN からなり、各バリア層は GaN からなり、各青色発光層からはピーク波長が 460 nm の光が発せられる。

【0029】

p 型層 2 5 は、p 型不純物として Mg をドーブした GaN からなる。本実施形態においては p 型層 2 5 を GaN で形成しているが、AlGaN、InGaN 又は AlInGaN を用いてもよい。また、p 型不純物として Mg をドーブしているが、p 側不純物として Zn、Be、Ca、Sr、Ba 等を用いてもよい。

【0030】

p 電極 2 6 は金を含む材料で構成されており、p 型層 2 5 上に蒸着により形成される。また、n 電極 2 7 は、Al と V の 2 層で構成される。具体的には、p 型層 2 5 を形成した後、p 型層 2 5、MQW 層 2 4 及び n 型層 2 3 の一部をエッチングにより除去し、蒸着により n 型層 2 3 上に形成される。

【0031】

このように構成された LED 素子 2 は、反射ケース 3 の底部にフリップチップ実装され、Au バンプ 9 により各電極 2 6, 2 7 が各リード 4, 5 に接続される。ここで、図 3 に

10

20

30

40

50

おいては、LED素子2を各リード4, 5に直接的に接続しているものを示しているが、過電流によるLED素子2の保護を目的として、LED素子2と各リード4, 5の間にツェナーダイオードを介在させてもよい。

【0032】

図3に示すように、LED素子2の表面は、透明な微粒子7aの集合体である高屈折率層7により覆われている。これにより、フリップチップ型のLED素子2における主発光面であるサファイア基板(成長基板21)が、高屈折率層7により覆われている。尚、ここでいう「透明」とは、LED素子2の発光波長に対して吸収がないことをいう。微粒子7aは、母体がYAG(Yttrium Aluminum Garnet)系材料で付活されておらず、屈折率が1.83で平均粒径は10nmである。微粒子7aは、サファイアからなる成長基板21より屈折率が高く、シリコンからなる封止部材6より屈折率が高くなっている。ここで、微粒子7aは、LED素子2の発光波長の1/4以下とすることが好ましい。すなわち、本実施形態においては、微粒子7aを発光波長の460nmの1/4である115nm以下とすることが好ましい。

10

【0033】

また、高屈折率層7は、厚さが1μmとなっている。尚、高屈折率層7は、1nm~10μmの範囲で適宜に変更することができる。高屈折率層7は、封止部材6の成形時に、微粒子7aを封止部材6に含有させて沈降させることにより、LED素子2の表面に層をなして付着する。尚、微粒子7aを封止前にLED素子2に付着させてもよく、高屈折率層7の形成方法は適宜に変更することが可能である。

20

【0034】

封止部材6は、例えば、透明樹脂、ガラス等からなり、反射ケース3の内部に充填される。本実施形態においては、封止部材6は、屈折率が1.41のシリコンからなる。封止部材6に含有される蛍光体8は、例えばセリウムにより付活されたYAG(Yttrium Aluminum Garnet)からなる黄色蛍光体である。すなわち、蛍光体8は、微粒子7aと母体が共通となっている。蛍光体8は、LED素子2から発せられた青色光により励起されると、波長変換光として黄色光を発する。蛍光体8は、屈折率が1.83で平均粒径が10μmであり、LED素子2の表面の一部を覆っている。すなわち、図4に示すように、多数の微粒子7aからなる高屈折率層7に、蛍光体8の粒子が入り込んだ状態となっている。尚、蛍光体8の平均粒径は、1μm~30μmの範囲で適宜に変更することができる。

30

【0035】

以上のように構成された発光装置1では、各リード4, 5を通じてLED素子2に通電するとMQW層24から青色光が発せられ、この青色光の一部が蛍光体8により波長変換されて黄色光となり、青色光と黄色光の組合せにより白色光が開口3bから取り出される。

【0036】

このとき、微粒子7aの屈折率がLED素子2の表面部分である成長基板21よりも高いので、LED素子2の内部から高屈折率層7の微粒子7aに入射する光について全反射の条件が成立することはなく、図5(a)に示すように、LED素子2と微粒子7aの界面で素子内部の光を反射させずに取り出すことができる。特に、本実施形態においては、屈折率が1.77のサファイアからなり主発光面をなす成長基板21が高屈折率層7により覆われていることから、大部分の光を全反射なく取り出すことが可能である。尚、微粒子7aが存在しない場合、全反射の条件が成立する角度域において、図5(b)に示すように素子内部の光を取り出すことができない。そして、高屈折率層7の微粒子7aへ進入した光は、微粒子7aにおける封止部材6との界面から封止部材6へ放出される。

40

【0037】

このように、本実施形態の発光装置1によれば、LED素子2微粒子7aの界面でLED素子2の内部の光を反射させずに取り出すことができ、LED素子2からの光取り出し効率を向上させることができる。

【0038】

50

また、本実施形態の発光装置 1 によれば、微粒子 7 a が球形であることから、微粒子 7 a と封止部材 6 との界面に、全反射の条件の臨界角を超えて光が入射することはなく（図 5（a）参照）、LED 素子 2 から微粒子 7 a へ進入した光を全て取り出すことができる。封止部材 6 へ放出された光のうち蛍光体 8 へ入射した光は、蛍光体 8 により波長変換された後、開口 3 a から取り出される。

【0039】

さらに、本実施形態の発光装置 1 によれば、微粒子 7 a の直径が LED 素子 2 にて発せられる青色光の波長よりも小さいため、発光光が微粒子 7 a と干渉することなく封止部材 6 の方向へ放出され、光の取り出し効率が格段に向上する。また、微粒子 7 a を直径 10 nm としているので、例えば蛍光体 8 のような直径 20 μ m 程度の粒子を用いて高屈折率層 7 を構成した場合に比して、LED 素子 2 の表面を隙間なく覆うことができる。

10

【0040】

さらにまた、本実施形態の発光装置 1 によれば、蛍光体 8 と微粒子 7 a とは母体が共通であることから、高屈折率層 7 に蛍光体 8 が存在し LED 素子 2 の一部が蛍光体 8 により覆われることになっても、微粒子 7 a と蛍光体 8 とで屈折率の差がないことから、蛍光体 8 と LED 素子 2 との接触部分における光取り出し効率は微粒子 7 a と変化しない。そして、蛍光体 8 を LED 素子 2 に近接させることにより、開口 3 b から取り出される光の色むらを低減することができる。

【0041】

尚、前記実施形態においては、蛍光体 8 が封止部材 6 内で沈降したものを示したが、例えば図 6 に示すように、蛍光体 8 が封止部材 6 内で分散されているものであってもよい。

20

また、例えば図 7 に示すように、LED 素子 2 を封止する第 1 封止部材 6 a と、蛍光体 8 を含有する第 2 封止部材 6 b とを別個に形成してもよい。図 7 の発光装置 1 では、第 1 封止部材 6 a を微粒子 7 a が沈降した状態で成形し、第 1 封止部材 6 a 上に蛍光体 8 が沈降した状態で第 2 封止部材 6 b を成形している。ここで、第 1 封止部材 6 a と第 2 封止部材 6 b とは同じ材質からなり、各封止部材 6 a, 6 b の界面で反射、屈折等が生じないものとなっている。

さらに、蛍光体 8 を用いることなく、LED 素子 2 の光を波長変換することなく取り出すようにしてもよい。

【0042】

30

また、前記実施形態においては、青色の LED 素子 2 と、黄色の蛍光体 8 との組合せにより白色光を得るものを示したが、例えば、紫外の LED 素子と、紫外光により励起されて青色光を発する青色蛍光体、紫外光により励起されて緑色光を発する緑色蛍光体及び紫外光により励起されて赤色光を発する赤色蛍光体の組合せにより白色光を得るようにしてもよい。

【0043】

また、前記実施形態においては、フリップチップ型の LED 素子 2 が実装されたものを示したが、例えば図 8 に示すように、フェイスアップ型の LED 素子 102 が実装された発光装置 101 であってもよい。図 9 に示すように、この LED 素子 102 は、成長基板 121 にバッファ層 122、n 型層 123、MQW 層 124 及び p 型層 125 がこの順に形成され、p 型層 125 上には透光性電極 126 を介して p 側パッド電極 128 が形成される。透光性電極 126 と p 側パッド電極 128 とで p 電極 130 を構成している。また、p 型層 125、MQW 層 124 及び n 型層 123 の一部はエッチングにより除去され、n 型層 123 のエッチング部分に n 電極 127 が形成されている。さらに、LED 素子 102 の電極形成面側は、屈折率が 1.46 の SiO_2 からなるパッシベーション膜 129 が形成され、パッシベーション膜 129 が主発光面をなしている。尚、図 9 に示すように、パッシベーション膜 129 は LED 素子 102 における n 電極 127 と反対側の側面にも形成されている。そして、このパッシベーション膜 129 上に高屈折率層 7 が形成される。

40

この発光装置 101 によれば、微粒子 7 a の屈折率が LED 素子 2 の表面部分であるパ

50

ッシベーション膜 1 2 9 よりも高いので、L E D 素子 2 の内部から高屈折率層 7 の微粒子 7 a に入射する光について、全反射の条件が成立することではなく、L E D 素子 2 と微粒子 7 a の界面で素子内部の光を反射させずに取り出すことができる。

【 0 0 4 4 】

また、前記実施形態においては、微粒子 7 a として Y A G を用いたものを示したが、微粒子として、例えば、酸化ジルコニウム、窒化シリコン、炭化シリコン、G a N 系、サイアロン系、B O S (Barium ortho-Silicate) 系材料等を用いてもよい。要は、微粒子を L E D 素子 2 の表面部分よりも屈折率の高い材料であればよい。ここで、蛍光体 8 として例えばユーロピウム等で付活された B O S 系またはサイアロン系の材料が用いられている場合は、微粒子 7 a として蛍光体 8 の母体と共通の B O S 系またはサイアロン系の材料を用いることが好ましい。

10

【 0 0 4 5 】

また、前記実施形態においては、表面実装型の発光装置を例示したが、例えば、砲弾型やサイドビュー型の発光装置であっても本発明を適用可能であるし、その他、具体的な細部構造等についても適宜に変更可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 6 】

【図 1】本発明の一実施形態を示す発光装置の外観斜視図である。

【図 2】発光装置の模式縦断面図である。

【図 3】発光装置における素子実装部分の拡大模式断面図である。

20

【図 4】L E D 素子表面における微粒子及び蛍光体の接触状態を示す説明図である。

【図 5】L E D 素子表面における光の進路を示す説明図である。

【図 6】変形例を示す発光装置の模式縦断面図である。

【図 7】変形例を示す発光装置の模式縦断面図である。

【図 8】変形例を示す発光装置の模式縦断面図である。

【図 9】変形例を示す発光装置における素子実装部分の拡大模式断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

- 1 発光装置
- 2 L E D 素子
- 3 反射ケース
- 3 a 反射壁
- 3 b 開口
- 4 正極リード
- 5 負極リード
- 6 封止部材
- 6 a 第 1 封止部材
- 6 b 第 2 封止部材
- 7 高屈折率層
- 7 a 微粒子
- 8 蛍光体
- 1 2 L E D 素子
- 2 1 成長基板
- 2 2 バッファ層
- 2 3 n 型層
- 2 4 M Q W 層
- 2 5 p 型層
- 2 6 p 電極
- 2 7 n 電極
- 1 0 1 発光装置

30

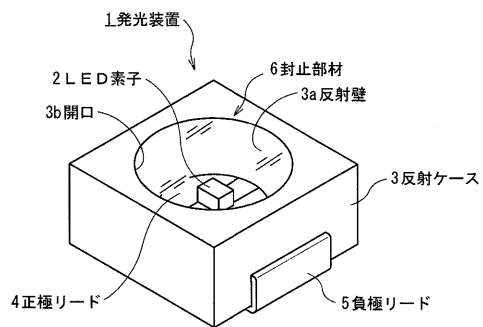
40

50

- 1 0 2 L E D 素子
- 1 2 1 成長基板
- 1 2 2 バッファ層
- 1 2 3 n 型層
- 1 2 4 M Q W 層
- 1 2 5 p 型層
- 1 2 6 透光性電極
- 1 2 7 n 電極
- 1 2 8 p 側パッド電極
- 1 2 9 パッシベーション膜
- 1 3 0 p 電極

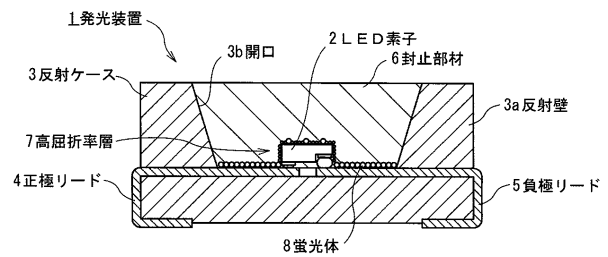
【図 1】

図 1



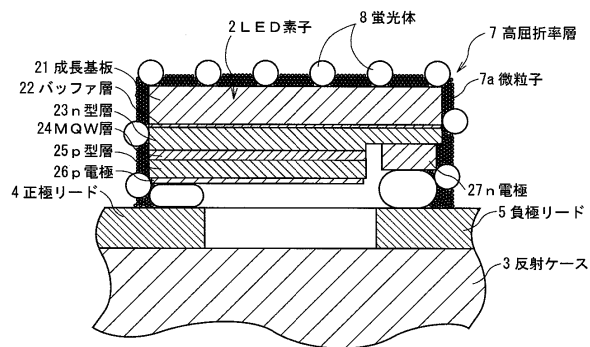
【図 2】

図 2



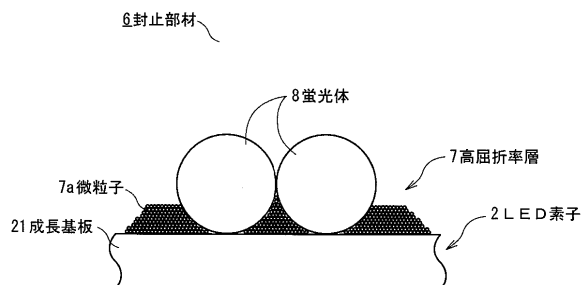
【図 3】

図 3



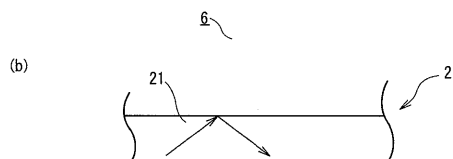
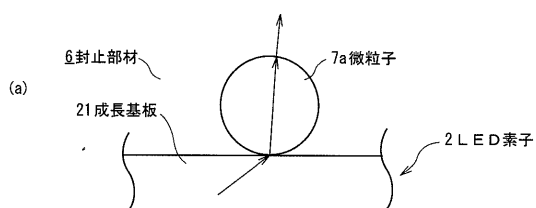
【図 4】

図 4



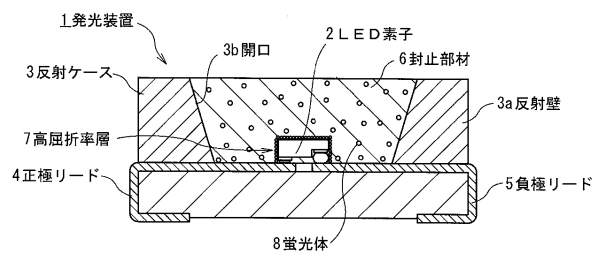
【図 5】

図 5



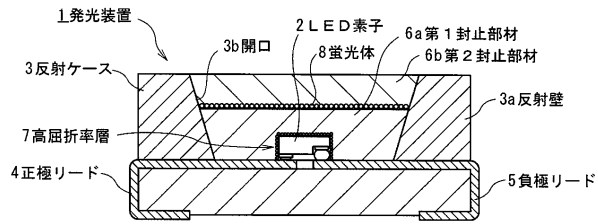
【図 6】

図 6



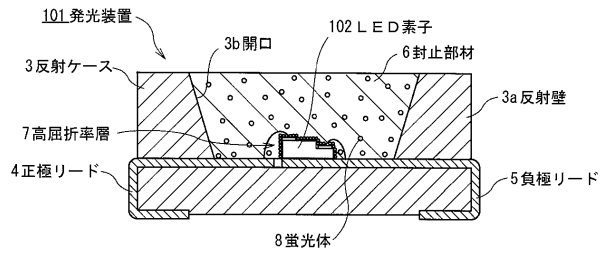
【図 7】

図 7



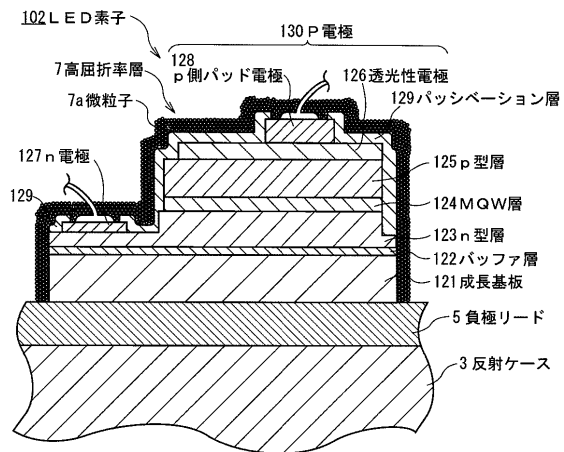
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

審査官 角地 雅信

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 4 3 7 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 9 1 5 1 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 0 9 0 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 9 1 1 0 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 7 9 5 4 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4