

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6387780号
(P6387780)

(45) 発行日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日(2018.8.24)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 33/50 (2010.01) H O 1 L 33/50
H O 1 L 33/58 (2010.01) H O 1 L 33/58

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-210758 (P2014-210758)	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成26年10月15日(2014.10.15)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-111659 (P2015-111659A)		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成27年6月18日(2015.6.18)	(74) 代理人	100100158
審査請求日	平成29年5月29日(2017.5.29)		弁理士 鮫島 睦
(31) 優先権主張番号	特願2013-223628 (P2013-223628)	(74) 代理人	100138863
(32) 優先日	平成25年10月28日(2013.10.28)		弁理士 言上 恵一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100145403
			弁理士 山尾 憲人
		(74) 代理人	100107180
			弁理士 玄番 佐奈恵
		(72) 発明者	市川 将嗣
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体発光素子の光取出面側に第1透光性層を介して光学部材を備え、
 前記半導体発光素子と前記第1透光性層との接合面が粗面であり、
 前記第1透光性層と前記光学部材との接合面が平坦であり、
 前記第1透光性層と、前記光学部材とが、接着剤または樹脂を介さずに接合しており、
前記光学部材が無機材料からなり、
前記第1透光性層の厚さが100nm～10000nmであり、
前記接合面において、前記第1透光性層の表面の算術平均粗さRaと、前記光学部材の
表面の算術平均粗さRaがともに1nm以下である
 ことを特徴とする発光装置。

10

【請求項2】

前記光学部材と前記第1透光性層の屈折率の差が、絶対値で±0.3の範囲内にある、
請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

前記第1透光性層がSiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つの無機誘電体材料、又はSiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つを無機成分とする有機無機ハイブリッド材料からなることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の発光装置。

【請求項4】

20

前記第 1 透光性層の屈折率が $1.4 \sim 2.0$ であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の発光装置。

【請求項 5】

半導体発光素子の光取出面側に第 1 透光性層および第 2 透光性層を介して光学部材を備え、

前記半導体発光素子と前記第 1 透光性層との接合面が粗面であり、

前記第 2 透光性層は、前記第 1 透光性層と前記光学部材との間に位置し、

前記第 1 透光性層と前記第 2 透光性層との接合面が平坦であり、

当該第 2 透光性層と、前記第 1 透光性層とが、接着剤または樹脂を介さずに接合しており、

10

前記光学部材が無機材料からなり、

前記第 1 透光性層の厚さが $100\text{ nm} \sim 10000\text{ nm}$ であり、

前記接合面において、前記第 1 透光性層の表面の算術平均粗さ R_a と、前記第 2 透光性層の表面の算術平均粗さ R_a がともに 1 nm 以下であることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

前記第 1 透光性層が SiO_2 、 SiON 、 TiO_2 、及び Al_2O_3 から成る群から選択される少なくとも一つの無機誘電体材料、又は SiO_2 、 SiON 、 TiO_2 、及び Al_2O_3 から成る群から選択される少なくとも一つを無機成分とする有機無機ハイブリッド材料からなることを特徴とする請求項 5 に記載の発光装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 透光性層の屈折率が $1.4 \sim 2.0$ であることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の発光装置。

【請求項 8】

前記第 2 透光性層の屈折率が $1.4 \sim 2.0$ であることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記第 2 透光性層が SiO_2 、 SiON 、 TiO_2 、及び Al_2O_3 から成る群から選択される少なくとも一つの無機誘電体材料、又は SiO_2 、 SiON 、 TiO_2 、及び Al_2O_3 から成る群から選択される少なくとも一つを無機成分とする有機無機ハイブリッド材料からなることを特徴とする請求項 5 から請求項 8 のいずれか一項に記載の発光装置。

30

【請求項 10】

前記光学部材が、サファイア基板又は GaN 基板であることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の発光装置。

【請求項 11】

前記光学部材が、蛍光体板又はレンズであることを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の発光装置。

【請求項 12】

実装基板に実装された請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の発光装置と、当該発光装置を封止する封止部材と、を備えたことを特徴とする発光装置。

40

【請求項 13】

半導体発光素子の光取出面側に第 1 透光性層を介して光学部材を備えた発光装置の製造方法であって、

前記半導体発光素子の光取出面を粗面化する粗面化工程と、

前記粗面化した光取出面上に前記第 1 透光性層を形成する第 1 透光性層形成工程と、

前記第 1 透光性層の上面を算術平均粗さ R_a が 1 nm 以下となるように平坦化する第 1 透光性層平坦化工程と、

前記平坦化した第 1 透光性層の上面と、前記光学部材の表面であって、算術平均粗さ R_a が 1 nm 以下である表面とを直接接合する接合工程と、

50

を含むことを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記接合工程において、直接接合を、表面活性化接合、原子拡散接合又は水酸基接合により行うことを特徴とする請求項 1 3 に記載の発光装置の製造方法。

【請求項 1 5】

前記半導体発光素子を成長基板上に形成する成長工程をさらに含み、
前記粗面化工程の前に、
前記成長基板上に形成された前記半導体発光素子から前記成長基板を剥離する剥離工程と、
前記成長基板の剥離により露出した前記半導体発光素子の剥離面を研磨する研磨工程と
、
を行い、

前記粗面化工程において、前記研磨した剥離面を前記光取出面として粗面化することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載の発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子を用いた発光装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光素子（発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED））は、電球に比べて、a）点灯及び消灯の応答速度が速い、b）50～100倍も寿命が長い、c）消費電力が1/3～1/15程度である、といった特徴を持っている。これらの特徴を利用して、半導体発光素子を用いた発光装置は、液晶ディスプレイのバックライト、フルカラー表示の屋外ディスプレイ、玩具、一般照明、光記録媒体の読み取り及び／又は書き込み用の光源、ならびに光通信用の光源など、非常に広い分野で利用されている。また、LEDの利用により省エネを推進できることが期待されており、現在も輝度向上や効率向上等を目指して、精力的にLEDの研究開発が進められている。特に、車載用途や一般照明などに利用する発光装置については、高輝度、高効率、及び低消費電力に対する要望が非常に強い。

【0003】

このような状況下、発光装置からの光取り出し効率を向上させる発明が特許文献1に記載されている。この特許文献1には、第1導電型層（n型半導体層）と第2導電型層（p型半導体層）とに挟まれた発光層を有する半導体積層構造を有し、発光層の第1導電型層側から光を取り出す半導体発光素子に関する発明が開示されている。この特許文献1に記載の発光装置では、第1導電型層のうち、発光層と接する面とは反対側の面（光取出面）を粗面化することにより、発光層から発せられる光の全反射を減らし、光取り出し効率を向上させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-124219号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

発光装置の光取り出し効率を向上させるため、特許文献1に記載されているように、第1導電型層の光取出面を粗面化した発光装置は、一つの好ましい態様といえる。

しかしながら、第1導電型層の光取出面を粗面化すると、向上させた光取り出し効率を維持したまま、レンズや波長変換部材などの光学部材と接合することができないという課題がある。つまり、粗面化した第1導電型層上に光学部材を接合した場合、第1導電型層

10

20

30

40

50

が粗面化されているため、これらの部材の界面にボイド（つまり、屈折率の低い空気の間）が生じる。ボイドがあると、第1導電性層と空気との屈折率の相違からフレネル反射により光の一部又は全部が反射（以下、これらを単に「全反射等」という。）するため、光の取り出し効率が低下する。接着剤を用いて、第1導電性層と光学部材とを接合すればボイドは生じないものの、第1導電性層、接着剤及び光学部材の屈折率がそれぞれ異なるため、それぞれの界面で光が全反射等され易くなり、光の取り出し効率が低下する。

【0006】

本発明は前記課題を解決するためになされたものであり、光の取り出し効率の良い発光装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0007】

本発明に係る発光装置は、半導体発光素子の光取出面側に第1透光性層を介して光学部材を備え、前記半導体発光素子と前記第1透光性層との接合面が粗面であり、前記第1透光性層と前記光学部材との接合面が平坦であり、前記第1透光性層と前記光学部材とが直接接合していることを特徴とする。

【0008】

また、本発明に係る発光装置の製造方法は、半導体発光素子の光取出面側に第1透光性層を介して光学部材を備えた発光装置の製造方法であって、

前記半導体発光素子の光取出面を粗面化する粗面化工程と、

前記粗面化した光取出面上に前記第1透光性層を形成する第1透光性層形成工程と、

20

前記第1透光性層の上面を平坦化する第1透光性層平坦化工程と、

前記平坦化した第1透光性層の上面と、前記光学部材の表面とを直接接合する接合工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る発光装置においては、半導体発光素子の一方の面、具体的には光取出面側に第1透光性層が設けられ、この第1透光性層と光学部材との接合面が平坦であって、第1透光性層と光学部材とが直接接合しているので、光の取り出し効率が良い。

本発明に係る発光装置の製造方法によれば、半導体発光素子の光取出面側に第1透光性層が形成され、この第1透光性層の上面が平坦化されて、当該上面と光学部材の表面とが直接接合されるので、光の取り出し効率を良くした発光装置を製造することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係る発光装置の概略断面図である。

【図2】第1透光性層を形成した場合における光の伝播と、内部多重反射と、光の吸収との関係を説明する概略断面図である。

【図3】第1透光性層を形成しない場合における光の伝播と、内部多重反射と、光の吸収との関係を説明する概略断面図である。

【図4】接着剤等の樹脂を用いて発光素子と、光学部材とを接合した場合に生じる現象を説明する概略断面図である。

40

【図5】直接接合により発光素子と、光学部材とを接合した場合に生じる現象を説明する概略断面図である。

【図6】材質が均一でない光学部材を模式的に示した概略断面図である。

【図7】他の実施形態に係る発光装置を示す概略断面図である。

【図8】本発明の実施形態の変形例に係る発光装置を示す概略断面図である。

【図9】本発明の実施形態の変形例に係る発光装置を示す概略断面図である。

【図10】他の実施形態に係る発光装置を示す概略断面図である。

【図11】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法を説明するフローチャートである。

【図12A】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、LED形成工程

50

を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｂ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、サポート基板貼合工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｃ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、成長基板剥離工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｄ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、研磨工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｅ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、粗面化工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｆ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、第１透光性層形成工程を模式的に示す断面図である。

10

【図１２Ｇ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、第１透光性層平坦化工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｈ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、第１透光性層平坦化工程を終えた後のチップ化を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｉ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、接合工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｊ】本発明の一実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、サポート基板剥離工程を模式的に示す断面図である。

【図１２Ｋ】本実施形態に係る発光装置の製造方法に含まれる、割断工程を模式的に示す断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、適宜図面を参照して本発明に係る発光装置及びその製造方法の一実施形態について詳細に説明する。

【００１２】

〔発光装置〕

はじめに、図１を参照して本実施形態に係る発光装置について説明する。

なお、図１に示す発光装置１は、 n 側電極２ n と p 側電極２ p が半導体積層体３の一面側に設けられたフリップチップ実装（フェイスダウン実装）のＬＥＤチップを例に図示している。なお、図１では、発光装置１は、半導体積層体３の n 電極２ n と p 側電極２ p が形成された面（以下、「電極形成面」とも呼ぶ）が下向きとなるようにフリップチップ実装されており、半導体積層体３の電極形成面とは反対側の面から上向きに光が出射される。なお、本発明の技術的思想はこれに限定されず、ワイヤ実装（フェイスアップ実装）の発光装置１にも適用可能である。

30

【００１３】

図１に示すように、発光装置１は、半導体発光素子４（以下、単に「発光素子４」という。）と、第１透光性層５と、光学部材６と、を備えている。

より具体的には、発光装置１は、発光素子４の光取出面４１側に第１透光性層５を介して光学部材６を備えている。すなわち、発光装置１は、発光素子４の光取出面４１に第１透光性層５及び光学部材６がこの順に積層された構成を有する。そして、本実施形態においては、発光素子４と第１透光性層５との接合面が粗面であり、第１透光性層５と光学部材６との接合面は平坦である。なお、本明細書において「光取出面」とは、図１に示すように、半導体積層体３の n 側電極２ n と p 側電極２ p が設けられている表面とは反対側の表面（図１において n 型半導体層３１の上面）をいう。また、「接合面」とは、二つの異なる対象物（例えば、要素または部材）の表面が接合された接合部における、二つの対象物の面を包括的に指す。すなわち、「発光素子と第１透光性層との接合面」は、接合部における発光素子の表面および第１透光性層の表面の双方を指し、「第１透光性層と光学部材との接合面」は、接合部における第１透光性層の表面および光学部材の表面の双方を指す。

40

50

【0014】

(発光素子)

発光素子4は、半導体積層体3と、n側電極2n及びp側電極2pとを備えている。発光素子4は、半導体積層体3にてn側電極2n及びp側電極2pから注入された電子と正孔とが再結合することで発光する。図1に示されている半導体積層体3は、発光素子4の光取出面41側から、n型半導体層31、活性層32、及びp型半導体層33がこの順に積層されて構成されている。なお、活性層32は発光層とも呼称されるものであるが、活性層32の形成は任意である。n型半導体層31はn側電極2nと接続され、p型半導体層33はp側電極2pと接続される。

【0015】

半導体積層体3を構成するこれらの層は、例えば、サファイアなどの成長基板(図示せず)上にn型半導体層31、活性層32、及びp型半導体層33をこの順でエピタキシャル成長させることによって、好適に得ることができる。これらの層はいずれも、好ましくは、Ga_{1-x-y}N_xAl_yGa_{1-x-y}N(0<x、0<y、x+y<1)で表わされるGa_{1-x-y}N_xAl_yGa_{1-x-y}N系化合物を用いるのが好ましい。

【0016】

また、n型半導体層31、活性層32及びp型半導体層33はそれぞれ、単層構造でもよいし、又は組成及び膜厚の異なる二以上の層から成る積層構造、もしくは超格子構造等としてもよい。特に、活性層32は、量子効果が生ずる薄膜を含む単一量子井戸構造又は多重量子井戸構造であることが好ましい。これらの量子井戸構造において、井戸層はInを含む窒化物半導体であることが好ましい。

【0017】

図1に示すように、この発光素子4の光取出面41は、n型半導体層31における活性層32と接していない側の面である。n型半導体層31は前記したようにGa_{1-x-y}N_xAl_yGa_{1-x-y}Nなどを用いて形成される。Ga_{1-x-y}N_xAl_yGa_{1-x-y}Nの屈折率は約2.5と高いので、光取出面41から光が取り出されるときに外部との界面で光の全反射等が生じ易い。従って前記したようにこの発光素子4では光取出面41(第1透光性層との接合される面)を粗面にしている。このようにすると、光取出面41から取り出される光を散乱させ、光の全反射等を減らすことができる。その結果、発光装置1の光の取り出し効率を向上させることができる。また、半導体積層体3内における光の多重反射の機会を減少させることもできるようになり、これによって発光装置1の光の取り出し効率はさらに向上し得る。なお、光取出面41が粗面であるかどうかは、光取出面41が後述する第1透光性層5と光学部材6との接合面よりも粗いか否かによって判断される。

【0018】

光取出面41は、アルカリ溶液などを用いたウエット処理(ウエットエッチング)又はドライ処理(ドライエッチング)により粗面にすることができる。光取出面41は、ドットパターンやラインアンドスペースパターンを形成することにより、粗面としてよい。これらのパターンの形成と、ウエット処理又はドライ処理とを組み合わせると、光取出面41を粗面にすることも可能である。

【0019】

粗面は、寸法及び形状が一定でない凹部又は凸部が形成されて成るものであってよいし、あるいは寸法及び形状が一定である凹部又は凸部がランダムに又は規則的に配置されて成るものであってよい。光取出面41は好ましくは、算術平均粗さR_aが50nm、より好ましくは150nmを超えるような粗面である。算術平均粗さR_aはJIS B 0601-2001に準拠して測定することができる。

【0020】

n側電極2nとp側電極2pとは、図1中、半導体積層体3の下側に、互いに電氣的に接続しないよう、所定距離離間させられている。すなわち、n側電極2nとp側電極2p

10

20

30

40

50

は、それぞれが独立するように設けられている。

n側電極2n及びp側電極2pは、一般的な発光素子と同様に、金属電極材料から成り、金属電極材料は、例えば、Au、Cu、Ni、Ti、Al、Pt、Cr及びRhなどから成る群より選択される少なくとも一つ、又はその合金である。n側電極2n及びp側電極2pはそれぞれ、単層、又は多層膜として形成されていてよい。n側電極2n及びp側電極2pは、例えば、Cu単層又はCu/Ni積層膜を下層とし、Au又はAuSn合金を上層とする多層膜としてよい。n側電極2n及びp側電極2pはそれぞれ、スパッタリング又は蒸着などにより形成することができる。

【0021】

p側電極2pは、p型半導体層33に電流を面内均一に拡散するための全面電極2p1を介して、p型半導体層33と接続されるのが好ましい。そのため、全面電極2p1は、p型半導体層33と電気的に良好に接続できるオーミック電極であるのが好ましい。なお、この全面電極2p1は半導体積層体3にて発光した光を光取出面41に向けて反射させる反射層としても機能する。したがって、この全面電極2p1は少なくとも活性層32で発光する光の波長に対して良好な反射率を有するもので形成するのが好ましい。そのような全面電極2p1は、例えば、光の反射率の高いAg、又はその合金からなる単層膜であることが好ましく、あるいは前記Ag又はその合金の膜が最下層であり、Ni及び/又はTi等からなる膜が設けられた多層膜であることが好ましい。

【0022】

特に、全面電極2p1としてAgを用いる場合、全面電極2p1を覆うカバー電極2p2を設けるのが好ましい。カバー電極2p2は、全面電極2p1と同様にp型半導体層33の全面に電流を拡散する。加えて、カバー電極2p2は、全面電極2p1の上面及び側面を被覆して、全面電極2p1を遮蔽して、全面電極2p1とp側電極2pとの接触を防止している。すなわち、カバー電極2p2は、全面電極2p1の材料、特にAgのマイグレーションを防止するためのバリア層として機能する。カバー電極2p2は、例えば、Ti、Au、W、Al、及びCu等から成る群より選択される少なくとも一つの金属、又はその合金から成る。カバー電極2p2は、単層膜又は多層膜であってよい。具体的には、カバー電極2p2は、AlCu合金、又はAlCuSi合金等から成る単層膜であってよく、あるいはそのような膜を含む多層膜であってよい。全面電極2p1とカバー電極2p2はそれぞれ、スパッタリング又は蒸着などにより形成することができる。

【0023】

発光素子4において電極を有する側の露出した表面は、n側電極2nとp側電極2pの端面を除いて保護層7で被覆するのが好ましい。前記した構成の発光素子4の場合、保護層7は、具体的には、半導体積層体3の表面及びカバー電極2p2の上面と、n側電極2nの周縁と、p側電極2pの周縁に形成される。保護層7は、例えば、Si、Ti、Ta、Nb、Zr、及びMg等の酸化物(例えばSiO₂、TiO₂、Ta₂O₅、Nb₂O₅、ZrO₂、MgO)、Si窒化物(例えばSi₃N₄)、AlN等の窒化物、ならびにフッ化マグネシウムMgF₂等から成る群より選択される少なくとも一つで形成するのが好ましい。これらの材料を用いる場合、保護層7は、スパッタリング又は蒸着などによって形成することができる。

【0024】

(第1透光性層)

第1透光性層5は、半導体積層体3のn型半導体層31の上面、つまり、発光素子4の光取出面41上に形成されている。この第1透光性層5は誘電性を有するものであってもよい。第1透光性層5は、光取出面41から取り出した光を層内で伝播させて反対側の面(本明細書においてこの面を「光出射面51」ということもある。)から出射する。

【0025】

第1透光性層5は、例えば、SiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つの無機誘電体材料、又はSiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つを無機成分とする有機無機ハイブリッ

10

20

30

40

50

ド材料から成るのが好ましい。前記無機誘電体材料は、CVD (Chemical Vapor Deposition)、スパッタリング、蒸着、又はALD (Atomic Layer Deposition) などによって形成することができる。有機無機ハイブリッド材料に用いる有機成分の例としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ナイロン、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、及びポリイミドなどが挙げられる。有機無機ハイブリッド材料は、ゾル・ゲル法、その場 (in situ) 重合法、又は固相反応法などによって形成することができる。第1透光性層5の好ましい材料は前記のとおりであるが、それらに限定されるものではない。第1透光性層5は、例えば、発光素子4が発する光の波長に対して透明であり、接合する光学部材6とほぼ同じ屈折率を有する任意の材料で形成してよい。

【0026】

10

第1透光性層5は、当該層を形成した後に研磨などを行って平坦化することから、当該第1透光性層5形成前のn型半導体層31の凹凸を越える十分な厚さをもって形成するのが好ましい。すなわち、第1透光性層5は、光取出面41の凹凸を覆い、当該凹凸がその表面に現れないような厚さで形成することが好ましい。第1透光性層5の厚さは、例えば、100nm~10000nmとしてよい。

【0027】

第1透光性層5の屈折率は、これと接する半導体積層体3の屈折率と同程度とするか、あるいは光学部材6の屈折率と同程度とするのが好ましい。第1透光性層5の屈折率が、それが接するいずれか一方の層又は部材の屈折率と同じであると、屈折率境界を減らすことができる。それにより、半導体積層体3と第1透光性層5の界面、又は第1透光性層5と光学部材6との界面で生じる光の全反射等を低減することができ、光の取り出し効率を向上させることができる。ここで、「同程度」とは、例えば、第1透光性層5の屈折率と半導体積層体3又は光学部材6の屈折率との差が、絶対値で ± 0.3 の範囲内、好ましくは ± 0.1 の範囲内、より好ましくは ± 0.05 の範囲内にあることをいう。

20

【0028】

なお、第1透光性層5の屈折率と半導体積層体3の屈折率との差が小さいほど、発光素子4からの光の屈折が第1透光性層5と半導体積層体3との間でより生じにくくなるから、光取出面41を粗面化することによる効果はより得にくくなる。一方、第1透光性層5と光学部材6とは直接接合されて、その界面は比較的平坦であるから、両者の屈折率の差が大きいと、屈折の影響により光取り出し効率が低下することがある。そのため、第1透光性層5の屈折率は光学部材6の屈折率と同程度とするのがより好ましい。

30

【0029】

第1透光性層5の屈折率は、具体的には、 $1.4 \sim 2.0$ 程度としてよく、特に $1.6 \sim 2.0$ 程度としてよい。第1透光性層5の屈折率がこの範囲にあれば、前記した界面のいずれかで生じる光の全反射等をより確実に低減して、光の取り出し効率をより確実に向上させることができる。なお、第1透光性層5の屈折率が 2.0 を超えると、より多くの光が吸収される傾向にあるので、光の取り出し効率を向上させることが困難となる場合がある。

第1透光性層5の屈折率は、光の透過率を勘案し、材料の選択及び層形成条件等によって任意に調整することができる。 SiO (具体的には、例えば SiO_2) の屈折率は 1.41 であり、 SiN (具体的には、例えば Si_3N_4) の屈折率は 2.0 であり、 SiON (一般的に SiO_xN_y とも呼称されている。) の屈折率はその間である。従って、例えばCVDなどで第1透光性層5を形成する場合、 Si と O と N の含有比率を適宜設定することにより、その屈折率を半導体積層体3の屈折率と同程度としたり、あるいは光学部材6の屈折率と同程度としたりすることができる。

40

【0030】

第1透光性層5の光出射面51は光学部材6の表面61と接合される。これらの面の接合は直接接合にて行うのが好ましい。本明細書において、「直接接合」とは、接着剤又は他の樹脂の塗布を伴わない接合を指す。直接接合としては、例えば、表面活性化接合、原子拡散接合、及び水酸基接合などが挙げられ、光出射面51と表面61との接合に際して

50

は、これらのうちの一つを選択して用いることができる。これらの接合はいずれも常温下で実施する常温接合法により得ることができる。

【0031】

なお、表面活性化接合とは、接合対象である部材の表面層に付着した酸化物や水分、有機物などといった不純物を表面層の一部ごと除去し、表面の原子の結合手同士を常温で直接結合する方法である（参考文献：国際公開第2011/126000号パンフレット）。

原子拡散接合とは、接合対象である部材の表面（すなわち、接合後に接合面となる表面）それぞれに超高真空中で、例えば、Al等の微細結晶膜を形成し、それらの薄膜を真空中で重ね合わせて接合する方法である。

水酸基接合とは、接合対象である部材の表面それぞれに親水化処理を施すことにより水酸基（OH基）を形成し、表面同士を接触させることにより互いの水酸基同士を水素結合させて接合する方法である。

【0032】

直接接合によって第1透光性層5と光学部材6とを接合すると、第1透光性層5と光学部材6とを強固に結合させることができる。さらに、図2及び図3から理解されるように、第1透光性層5の形成により光伝播層全体の厚さを厚くすることができる。その結果、発光装置1においては、内部多重反射が起こった際の電極による光の吸収機会を抑制することができ、光の取り出し効率を向上させることができる。

【0033】

また、第1透光性層5と光学部材6とを直接接合する場合には、屈折率がこれらと大きく異なる接着剤等の樹脂を用いる必要もなくなる。接着剤等の樹脂の屈折率は約1.43～1.53であるから、接着剤等の樹脂を用いると樹脂8と発光素子4との界面において光の全反射等が生じ易くなる（図4参照）。しかし、本実施形態では第1透光性層5と光学部材6とを直接接合して実質的に樹脂8などの接着層が介在しないようにして、光の全反射等を防いでいる（図5参照）。また、発光装置1においては、接着剤等の樹脂が用いられていないので、半導体積層体3と光学部材6との屈折率差を減らすことができる。従って、発光装置1は、光の取り出し効率を向上させることができる。

【0034】

本実施形態の発光装置1は、品質管理、製造工程、製品品質、及び製品に対する信頼性の点においても好ましいものである。発光装置1において、第1透光性層5と光学部材6とを接着剤等の樹脂8を用いて接合する場合には、図4に示すように、接合面の端部から樹脂8が垂れる、あるいははみ出ることがある。樹脂8が垂れると、製品特性が安定しなくなるので、品質管理のために、垂れた樹脂8を除去する装置及び工程が必要となる。また、はみ出た樹脂8がダイス下まで垂れて、ダイスの接合個所に到達すると、ダイスの接合強度、つまり、製品の信頼性に影響するおそれがある。本実施形態の発光装置1は、接着剤を用いることなく第1透光性層5と光学部材6とを直接接合しているので樹脂の垂れ等による不都合が生じない。したがって、本実施形態の発光装置1は、品質管理及び製造工程の点において好ましく、また、製品品質及び製品に対する信頼性を向上させることができる。

【0035】

発光装置1において、第1透光性層5と光学部材6とは直接接合されているので、本実施形態によれば、通常のダイス又はスクライブにより分割可能な厚みを超えた厚いダイスを作製することもできる。加えて、例えば、発光装置1を紫外LEDとして用いる場合は、接着剤等の樹脂8が紫外線によって劣化することもなく（図4、5参照）、製品の信頼性を向上させることができる。また、紫外LEDでは、多くの場合、発光素子からの光をエアに直接放出することから、エアと接する界面で光の全反射等が生じて、光取り出し効率が非常に悪くなる傾向にある。しかしながら、本実施形態の発光装置1は、第1透光性層5及びこれに直接接合された光学部材6が発光素子4を覆っているため、樹脂モールドを有する発光ダイオードのような構成を有している。従って、本実施形態によれば、エア

10

20

30

40

50

に直接光を放出する紫外LEDと比較して、光取り出し効率を飛躍的に向上させた紫外LEDを得ることができる。

【0036】

図1に戻って説明を続ける。第1透光性層5と光学部材6との接合を好適に行うため、第1透光性層5の上表面(すなわち、層5形成後に露出している主表面)と光学部材6の第1透光性層5と接合される表面はともに平坦であることを要する。これらの面の平坦性が不十分であると、前記した直接接合を行うことができない。また、これらの面の平坦性が低い場合には、直接接合してもその界面にボイド(つまり、屈折率の低い空気の層)が生じ、ボイドで光の全反射等が生じて、光の取り出し効率が低下する。平坦な表面同士の接合により、第1透光性層5と光学部材6との接合面は平坦な面となる。

10

【0037】

第1透光性層5の上側表面(光出射面51)及び光学部材6の表面61はともに、算術平均粗さRaが1nm以下である平坦性を有することが好ましい。このような平坦性を得るために、第1透光性層5の光出射面51及び/又は光学部材の表面61を、例えばCMP(化学機械的研磨)法を用いた平坦化处理に付してよい。算術平均粗さRaはJIS B 0601-2001に準拠して測定することができる。

【0038】

(光学部材)

光学部材6は、前記したように、第1透光性層5の光出射面51上に設けられ、好ましくは第1透光性層5の光出射面51上に、直接接合される。直接接合は好ましくは常温接合法により実施される。光学部材6は、第1透光性層5の光出射面51から出射された光に所定の作用を及ぼす機能を有する。そのような光学部材6として、例えば、蛍光体板、サファイア基板、GaN基板及びレンズなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。光学部材6の材料は、発光素子4からの光の波長に対して透明である限りにおいて、特に限定されない。

20

【0039】

光学部材6として蛍光体板を用いる場合、光学部材6には蛍光体が含まれる。蛍光体は、半導体積層体3から取り出した光の少なくとも一部を吸収し、その波長を変換して、異なる波長の光を発する。半導体積層体3からの光の色と蛍光体からの光の色とを組み合わせた色が、発光装置1から発せられる光の色となるので、所望の色調の光が得られるように蛍光体等が選択される。蛍光体は、一般的に用いられる酸化物、窒化物、及び酸窒化物等から成る群より選択される少なくとも一つであってよい。そのような蛍光体として、例えば、YAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)をCe等で賦活したYAG系蛍光体、ならびにEu及びCe等のランタノイド系元素で賦活した窒化物系蛍光体及び酸窒化物系蛍光体等が挙げられる。蛍光体板は、蛍光体と一体に焼結して形成されたガラス等の無機材料から成るものであってよい。

30

【0040】

光学部材6としてサファイア基板を用いる場合、サファイアを平板状部材として使用してよく、光学部材6としてGaN基板を用いる場合、GaN基板を平板状部材として使用してよい。これらの基板を第1透光性層5上に接合すると、発光装置1の光伝播層の厚さを増加させることができる。それにより、発光装置1内での光多重反射の反射回数を低減することができる。光閉じ込め及び光吸収を抑制することができる。

40

光学部材6の屈折率は、好ましくは、第1透光性層5の屈折率と同程度であるか、同一である。なお、光学部材6の屈折率が2.0を超えると、より多くの光が吸収される傾向にあるので、光の取り出し効率を向上させることが困難となる場合がある。

【0041】

光学部材6をレンズ(後記する図8参照)とする場合は、レンズは、サファイア、GaN、ガラス、又は樹脂などで形成されたものであってよく、蛍光体を含んでいてもよい。光学部材6としてレンズを用いることにより、光を屈折させて、集束又は拡散させることができる。レンズは図8に示すような凸レンズであってよく、あるいは凹レンズであって

50

よい。

【0042】

光学部材6が、図6に示すような、ガラス等の無機材料62中に蛍光体63を含む蛍光体板64のように、均質でない材料を用いて形成されている場合は、CMP法などによっても表面の算術平均粗さRaを1nm以下とするのは困難な場合がある。材料中の成分によって研磨レートが異なるためである。

【0043】

従って、そのような光学部材6を用いる場合は次のようにするとよい。例えば、図7に示すように、光学部材6の第1透光性層5と対向する面に、平坦な表面91を有する第2透光性層9を設けるのが好ましい。第2透光性層9は、第1透光性層5と同様に形成することができる。すなわち、第2透光性層9は、光学部材6上に、例えば、SiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つの無機誘電体材料、又はSiO₂、SiON、TiO₂、及びAl₂O₃から成る群から選択される少なくとも一つを無機成分とする有機無機ハイブリッド材料を用いて形成してよい。

【0044】

なお、第2透光性層9を設ける場合、第1透光性層5との接合後に接合面となる表面91は、第1透光性層5の光出射面51と同様、好ましくは算術表面粗さRaが1nm以下である平坦性を有する。そのような平坦面を有する第1透光性層5及び第2透光性層9は、常温接合法等により直接接合することができる。また、そのような平坦性は、第1透光性層5と第2透光性層9の界面に発生するボイドを抑制することを可能にする。光学部材6の上に第2透光性層9を形成する場合には、これらの界面にもボイドが殆ど形成されないもので、結果的に、全体としてボイドが殆どない発光装置1を得ることができる。したがって、第2透光性層9を用いる場合にも、発光装置1において、ボイドによって生じる光の全反射等を抑制することができ、光の取り出し効率を向上させることができる。

【0045】

また、第2透光性層9は第1透光性層5と同様の材料を用いて形成できるので、第2透光性層9の屈折率は第1透光性層5の屈折率と同程度、又は同一となる。従って、第1透光性層5と第2透光性層9との界面で光の全反射等は殆ど生じず、光の取り出し効率が低下することもない。さらに、第1透光性層5と第2透光性層9とを全く同じ材料で形成して接合した場合には、材料の屈折率の相違によって生じる光の全反射等を防ぐことができ、また、光伝播層の厚さを増加させることもできる。従って、第2の透光性層9を用いることにより、光学部材6の表面が平坦でない場合であっても、光の取り出し効率が向上した発光装置1を得ることができる。また、第2の透光性層9を有する発光装置1においても、第1透光性層5と光学部材6とは直接接合によって一体化しているので、両者の接合強度は高く、接着剤を用いないことによる信頼性向上効果を得ることもできる。

【0046】

第1透光性層5と第2透光性層9との接合も、第1透光性層5と光学部材6との接合について説明したのと同じ理由により、直接接合であるのが好ましく、表面活性化接合、原子拡散接合又は水酸基接合によって行われるのがより好ましい。

【0047】

以上に説明した構成の発光装置1は、n側電極2n及びn型半導体層31から注入された電子と、p側電極2p及びp型半導体層33から注入された正孔とが、活性層32で再結合することにより発光することができる。半導体積層体3は光取出面41を有しており、ここから発光した光を取り出すことができる。半導体積層体3の光取出面41から取り出された光は第1透光性層5内を伝播し、反対側の光出射面51から出射される。光出射面51から出射された光は光学部材6に入射した後、発光装置1外に出射される。本発明に係る発光装置1においては、第1透光性層5の光出射面51及び光学部材6の表面61が平坦であり、かつ両者が直接接合されているので、接着剤と半導体との屈折率の相違によって、あるいはボイドによって生じる光の全反射等が抑制される。その結果、発光装置1の光の取り出し効率を向上させることができる。具体的には、第1透光性層5の光出射

面 5 1 と光学部材 6 の表面 6 1 とをそれぞれ平坦化し、これらを直接接合した場合、これらをシリコン樹脂（屈折率 $n = 1.53$ ）で接着した場合に比べて、光の取り出し効率を 10% 向上させることができる。

【0048】

（発光装置の変形例）

以上、主に図 1 を参照して説明した発光装置 1 においては、第 1 透光性層 5 の光出射面 5 1 上に、光学部材 6 として平板状部材（例えば、蛍光体板等）を接合している。以下においては、変形例として、他の光学部材を用いた発光装置を説明する。なお、既に説明したものと同一部材又は要素には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0049】

図 8 に示すように、本実施形態の変形例に係る発光装置 1 a は、第 1 透光性層 5 の光出射面 5 1 上に、光学部材 6 としてレンズを接合している。前記したように、この発光装置 1 a においては、第 1 透光性層 5 の光出射面 5 1 から出射された光をレンズによって集束又は拡散させることができる。

【0050】

図 9 に示すように、本実施形態の変形例に係る発光装置 1 b は、第 1 透光性層 5 の光出射面 5 1 上に、光学部材 6 として平板状の蛍光体板 6 a を接合し、さらにその上にレンズ 6 b を接合している。この発光装置 1 b によれば、当該蛍光体板により所望の色調の光を得るとともに、当該所望の色調の光をレンズによって集束又は拡散させることができる。なお、図 9 に示す態様において、平板状の蛍光体板 6 a 等とレンズ 6 b との接合は、直接接合によって行ってもよいし、接着剤などその他の手段によって行ってもよい。必要に応じて、接合の際には加熱等を実施してもよい。

【0051】

〔他の実施形態に係る発光装置〕

次に、図 10 を参照して他の実施形態に係る発光装置について説明する。

図 10 に示す発光装置は、例えば、液晶ディスプレイのバックライト、フルカラー表示の屋外ディスプレイ、玩具、一般照明、及び光通信用の光源などとして用いられる発光装置の一態様である。以下の説明では、説明の便宜のため本実施形態に係る発光装置を「光源装置 10」という。

【0052】

図 10 に示すように、光源装置 10 は、実装基板 11 に実装された発光装置 1 と、この発光装置 1 を封止する封止部材 12 と、を備えている。なお、この発光装置 1 は、図 1 を参照して説明したものと同一構成である。

実装基板 11 への発光装置 1 の実装は、当該発光装置 1 の電極（ n 側電極 2 n 及び p 側電極 2 p）を、バンプ 13 を介して実装基板 11 の配線 14 に接続することで行われる。

【0053】

実装基板 11 は、LED を実装させるために用いられている一般的なものであってよく、LED を実装できるものであれば特に限定されない。

封止部材 12 は、例えば、エポキシ樹脂及びシリコン樹脂などの樹脂材料、ならびにガラスなどの無機材料から選択される材料で形成してよい。封止方法は特に限定されるものではない。例えば、金型を用いた圧縮成形法又はトランスファー成形法を用いて、封止部材 12 を形成することができる。あるいは、実装基板 11 の任意の部分（例えば外縁）に土手を設け、適度な粘性を有する封止部材 12 の材料を滴下するポッティング法を用いることもできる。封止部材 12 は、発光装置 1 が発する光に対して透明であることが好ましく、必要に応じて、光拡散部材、熱伝導部材、又は発光波長を変換するための蛍光体などを含んでよい。

バンプ 13 は、例えば、Au バンプ、半田バンプ、及び Cu ピラーバンプなどのめっきバンプ、Au スタッドバンプ、又は半田印刷などであってよい。

【0054】

以上に説明したように、本実施形態に係る光源装置 10 は、前記した発光装置 1 を備えている。この発光装置 1 においては、前記したように、第 1 透光性層 5 の光出射面 5 1 及び光学部材 6 の表面 6 1 が平坦であって、平坦な接合面を形成しているので、接着剤と半導体との屈折率の相違によって、あるいはボイドによって生じる光の全反射等が抑制される。そのため、発光装置 1 を用いた光源装置 10 においてもまた、光の取り出し効率を向上させることができる。

【0055】

〔発光装置の製造方法〕

次に、図 1 1 及び図 1 2 A ~ 図 1 2 K を参照して本実施形態に係る発光装置の製造方法（以下、単に「製造方法」ということもある。）について説明する。

10

本実施形態に係る製造方法は、発光素子 4 の光取出面 4 1 側に第 1 透光性層 5 を介して光学部材 6 が設けられた発光装置 1 の製造方法である。

図 1 1 に示すように、本実施形態に係る製造方法の最小構成は、粗面化工程 S 5 と、第 1 透光性層形成工程 S 6 と、第 1 透光性層平坦化工程 S 7 と、接合工程 S 8 とから成る。本製造方法においては、これらの工程がこの順序で行われて、前記した発光装置 1 が製造される。

【0056】

なお、本発明の製造方法のより詳細で、好適な実施形態においては、LED 形成工程 S 1 と、サポート基板貼合工程 S 2 と、成長基板剥離工程 S 3 と、研磨工程 S 4 とを行い、これに引き続いて前記した粗面化工程 S 5 から接合工程 S 8 までを行い、さらにこれに続

20

けて、サポート基板剥離工程 S 9 と、切断工程 S 10 と、を行う。
ここで、図 1 2 A ~ 図 1 2 D は粗面化工程 S 5 よりも前に行われる前工程を図示している。また、図 1 2 E ~ 図 1 2 I は粗面化工程 S 5 から接合工程 S 8 までを図示している。図 1 2 J はサポート基板剥離工程 S 9 を図示し、図 1 2 K は切断工程 S 10 を図示している。

以下、図 1 1 とともにこれら図 1 2 A ~ 図 1 2 K を適宜参照して製造方法のより詳細で、好適な実施形態について順に説明する。なお、言うまでもなく、製造方法の最小構成はこの詳細な実施形態に含まれており、詳細な実施形態の説明をもってその説明に替える。

【0057】

また、粗面化工程 S 5 の前に行う LED 形成工程 S 1 から研磨工程 S 4 までは、粗面化工程 S 5 で粗面化の対象となる、光取出面 4 1 が平坦化された発光素子 4 を得るための工程である。これらの工程は、発光素子を製造する一般的な工程であるので、以下では図 1 1 及び図 1 2 A ~ 図 1 2 D を参照しつつ、その内容を簡単に説明する。

30

【0058】

（LED 形成工程）

図 1 1 及び図 1 2 A に示すように、LED 形成工程 S 1 は、成長基板 20 上に n 型半導体層 3 1、活性層 3 2、p 型半導体層 3 3（いずれも図 1 2 A において図示せず。図 1 参照）をこの順で積層して半導体積層体 3 を形成し、これに所定の電極を形成する工程である。

図 1 を参照して具体的に説明すると、成長基板 20 上に n 型半導体層 3 1、活性層 3 2 及び p 型半導体層 3 3 が順次積層される。これに続けて、フォトリソグラフィとエッチングとを行い、p 型半導体層 3 3、活性層 3 2、及び n 型半導体層 3 1 の一部を除去し、n 側電極 2 n を形成する位置で n 型半導体層 3 1 を露出させるとともに、発光素子 4 を分離するための凹部を形成する。そして、露出した n 型半導体層 3 1 の底面に n 側電極 2 n を形成する。p 側電極 2 p は、p 型半導体層 3 3 上の所定の位置に形成する。なお、保護層 7 もこの工程で設けるのが好ましい。成長基板 20 としては、サファイア基板などを好適に用いることができる。また、この時点で LED の諸特性を測定しておくのが好ましい。

40

【0059】

（サポート基板貼合工程）

次いで、図 1 1 及び図 1 2 B に示すように、サポート基板貼合工程 S 2 は、n 側電極 2

50

nとp側電極2pを形成した側に、樹脂21を用いてサポート用の基板（サポート基板22）を貼り合わせる工程である。

サポート基板22は、例えば、サファイア又は貫通穴あきのキャリアプレートであってよい。

樹脂21は、好ましくは、ウエット処理（ウエットエッチング）又はドライ処理（ドライエッチング）で除去でき、高い温度に対して、また酸及びアルカリに対して高い耐性を有するものである。そのような樹脂としては、例えばポリイミド系樹脂が挙げられる。

【0060】

（成長基板剥離工程）

図11及び図12Cに示すように、成長基板剥離工程S3は、成長基板20上に形成された発光素子4から成長基板20（図12Cにおいて図示せず。図12B参照。）を剥離する工程である。

10

成長基板20は、成長基板20側からn型半導体層31を形成する材料（例えばGaInなど）が吸収する波長のレーザを照射する方法（レーザーリフトオフ（LLO））により剥離してよい。なお、本発明に係る発光装置1は成長基板20を有しない構成であるので、成長基板20の側面から出射される光（青色LEDの場合はブルーライト）のケアが不要になる。

【0061】

（研磨工程）

次いで、図11及び図12Dに示すように、研磨工程S4を実施する。研磨工程S4は、成長基板20の剥離により露出した発光素子4の剥離面4aを研磨する工程である。本実施形態において、研磨は、LED形成工程で形成した凹部にて発光素子4（より具体的には半導体層）を分離するために実施される。研磨は、研磨により凹部の底が除去されるように実施される。

20

かかる研磨は、例えばCMP法により、あるいはグラインダ及びポリッシャを用いることにより行うことができる。なお、製造した発光装置1を紫外LEDとして用いる場合はこの研磨工程S4において紫外線を吸収してしまうn型半導体層31の成長初期の層を除去するのが好ましい。

【0062】

また、前記した成長基板剥離工程S3を終えた段階では、チップ間が分離できていないので、分離が必要な場合は、この研磨工程S4を終えた後にチップ化してよい。チップ化はスクライブ又はダイシングによって行うことができる。

30

以上の各工程を行った場合、後記する粗面化工程S5において、研磨した剥離面4a（この面は発光素子4の光取出面41に相当する）を粗面化する（図11及び図12E参照）。

【0063】

（粗面化工程）

図11及び図12Eに示すように、粗面化工程S5は、発光素子4の光取出面41を粗面化する工程である。

粗面化工程S5においては、平坦化された光取出面41（又は研磨工程S4で研磨した剥離面4a）を有する発光素子4に対して、所定の処理が実施される。

40

所定の処理は、例えば、アルカリ溶液を用いたウエット処理（ウエットエッチング）又はドライ処理（ドライエッチング）などである。これらの処理により、発光素子4の光取出面41を自己組織的に荒らすことができる。なお、粗面化処理はこれらに限定されるものではなく、例えば、グラインダ及び/又はポリッシャを用いた処理であってよい。あるいは、粗面化工程S5は、フォトリソグラフィ及びエッチング等により、ドットパターン又はラインアンドスペースパターンを形成する工程であってよい。あるいはまた、粗面化工程S5は、ドットパターン又はラインアンドスペースパターンの形成と、ウエット処理又はドライ処理とを併用する工程であってよい。

【0064】

50

(第1透光性層形成工程)

図11及び図12Fに示すように、第1透光性層形成工程S6は、粗面化した光取出面41上に第1透光性層5を形成する工程である。

第1透光性層5は前記したように、例えば、無機誘電体材料又は有機無機ハイブリッド材料からなる。第1透光性層5の形成方法は、材料に応じて、CVD、スパッタリング、蒸着、ALD、ゾル・ゲル法、その場(in situ)重合法、及び固相反応法などから、適宜選択してよい。

【0065】

(第1透光性層平坦化工程)

図11及び図12Gに示すように、第1透光性層平坦化工程S7は、第1透光性層5の上面を平坦化する工程である。この工程によって平坦化された第1透光性層5の上面が光出射面51となる。

第1透光性層5の上面の平坦化は、例えば、CMP法により行うことができる。平坦化は、第1透光性層5の上面の算術平均粗さRaが既述したとおり1nm以下となるように実施することが好ましい。

【0066】

接合工程S8前にチップ化が必要であれば、第1透光性層平坦化工程S7を終えた後にチップ化してもよい(図12H参照)。チップ化は、例えば、スクライプ又はダイシングによって行うことができる。

【0067】

(接合工程)

図11及び図12Iに示すように、接合工程S8は、平坦化した第1透光性層5の上面(光出射面51)と、平坦化された光学部材6の表面61とを接合する工程である。

光学部材6の第1透光性層5と接合される表面61はこの接合工程S8前に平坦化しておくのが好ましい。光学部材6の表面61が十分に平坦である場合は、表面61を平坦化する処理は必要ない。なお、光学部材6の表面61の算術平均粗さRaは既述したとおり1nm以下であるのが好ましく、したがって、平坦化処理を実施する場合にはRaが1nm以下となるように実施することが好ましい。

第1透光性層5の光出射面51と、光学部材6の表面61との接合は前記したように、常温接合法により直接接合するのが好ましい。直接接合は、より具体的には、表面活性化接合、原子拡散接合又は水酸基接合であるのが好ましい。

【0068】

(光学部材への第2透光性層の形成)

前記したように、光学部材6の材質が均質でなく、CMP法などによっても表面61の算術平均粗さRaを1nm以下とするのが困難な場合がある。そのような場合は、光学部材6の表面61上に、表面91を平坦化した第2透光性層9を形成し(図7参照)、当該第2透光性層9を介して光学部材6を第1透光性層5と接合するとよい。

具体的には、図11に示すように、接合工程S8に先立って、光学部材6に第2透光性層を形成する第2透光性層形成工程S81と、第2透光性層平坦化工程S82と、を行うのが好ましい。

【0069】

(第2透光性層形成工程)

図11に示すように、第2透光性層形成工程S81は、第1透光性層5と対向することになる光学部材6の表面61に、透光性を有する第2透光性層9を形成する工程である。

第2透光性層9は、第1透光性層5と同様の材料及び手法によって形成することができる。なお、第2透光性層9の形成方法は、第1透光性層5の形成方法として例示した方法に限定されず、例えば、予め作製したおいた第2透光性層9を光学部材6に接合する方法であってよい。いずれにしても、この第2透光性層形成工程S81は発光素子4とは関係のない別工程であるため、形成条件(例えば温度や接合方法)は何らの制限も受けず、材料に適した条件を採用して実施できる。例えば、第2透光性層9は、400以上にて形

10

20

30

40

50

成し、あるいは光学部材 6 に接合してよい。あるいはまた、第 2 透光性層 9 は電界を利用して光学部材 6 に接合してもよい。

【0070】

第 2 透光性層 9 を形成する光学部材 6 の表面 6 1 は粗面化処理又は平坦化処理に付されていてよく、あるいはそれらの処理に付されていなくてもよい。表面 6 1 が粗面化されていれば光の全反射等を抑制することができるため、光の取り出し効率を向上させることが可能である。また、光学部材 6 の屈折率と第 2 透光性層 9 の屈折率が同じであるときは、表面 6 1 を平坦化することにより光学的な界面が生じないのでフレネル反射を抑制することができ、それにより、光の取り出し効率を向上させることが可能である。表面 6 1 にこれらの処理を行わない場合は、生産性を向上することができ、また、発光装置 1 の低コスト化を図ることができる。

10

【0071】

(第 2 透光性層平坦化工程)

図 1 1 に示すように、第 2 透光性層平坦化工程 S 8 2 は、光学部材 6 上に形成された第 2 透光性層 9 の表面 9 1 を平坦化する工程である。

第 2 透光性層 9 の平坦化は、例えば、CMP 法により行うことができる。平坦化は、第 2 透光性層 9 の表面 9 1 の算術平均粗さ Ra が 1 nm 以下となるように実施するのが好ましい。第 2 透光性層 9 の表面 9 1 の平坦化により、第 1 透光性層 5 と第 2 透光性層 9 とを良好に直接接合することができ、また、第 2 透光性層 9 と第 1 透光性層 5 との接合界面のボイドによって生じる光の全反射等を抑制することができる。

20

【0072】

続いて、平坦化した第 2 透光性層 9 の表面 9 1 を、平坦化した第 1 透光性層 5 の光取出面 5 1 と接触させ、前記接合工程 S 8 を行ってこれらを接合する。

このプロセスにより、発光素子 4 / 第 1 透光性層 5 / 第 2 透光性層 9 / 光学部材 6 という構成を有する発光装置 1 を得ることができる。

【0073】

(サポート基板剥離工程)

図 1 1 及び図 1 2 J に示すように、サポート基板剥離工程 S 9 は、光学部材 6 が接合された発光素子 4 から、樹脂 2 1 とともにサポート基板 2 2 (いずれも図 1 2 J において図示せず。図 1 2 I 参照。)を剥離する工程である。

30

サポート基板 2 2 の剥離は、用いた樹脂 2 1 に応じて適切な方法により行うことができる。なお、サポート基板剥離工程 S 9 は製造プロセスにおいて他のタイミングで行うこともできるが、製造途中の発光素子 4 の強度及びハンドリング性を考慮すると、切断工程 S 1 0 の直前に行うのが好ましい。

【0074】

(切断工程)

図 1 1 及び図 1 2 K に示すように、切断工程 S 1 0 は、サポート基板 2 2 が剥離された状態の積層構造物を切断してチップ化し、発光装置 1 を製造する工程である。チップ化はスクライプやダイシングによって行うことができる。発光素子 4 のチップ化が例えば第 1 透光性層平坦化工程の後に実施されている場合、切断工程 S 1 0 においては、光学部材 6 のみが分離されることとなる。

40

【0075】

以上に説明した本実施形態に係る製造方法によれば、材料の屈折率の相違によって生じる光の全反射等、又はボイドによって生じる光の全反射等が発光装置 1 において抑制されて、光の取り出し効率が向上した発光装置 1 を製造することができる。

【0076】

以上、本発明に係る発光装置及びその製造方法について、発明を実施するための形態により具体的に説明したが、本発明の趣旨はこれらの記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて広く解釈されなければならない。また、これらの記載に基づいて種々変更、改変などしたものも本発明の趣旨に含まれることはいうまでもない。

50

【 0 0 7 7 】

本発明は、高効率ＬＥＤ、紫外線を発するＬＥＤなどを備えた発光装置及びその製造方法に適用することができ、これらの発光装置は、照明装置、殺菌装置、自動車用ヘッドライト、ディスプレイ、及びサイン広告の機器などに用いることができる。

【符号の説明】

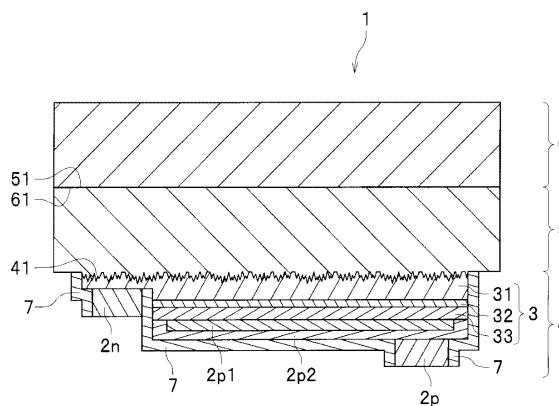
【 0 0 7 8 】

- | | |
|-----------|---------------|
| 1、1 a、1 b | 発光装置 |
| 2 n | n 側電極 |
| 2 p | p 側電極 |
| 2 p 1 | 全面電極 |
| 2 p 2 | カバー電極 |
| 3 | 半導体積層体 |
| 3 1 | n 型半導体層 |
| 3 2 | 活性層 |
| 3 3 | p 型半導体層 |
| 4 | 発光素子（半導体発光素子） |
| 4 1 | 光取出面 |
| 5 | 第 1 透光性層 |
| 5 1 | 光出射面 |
| 6 | 光学部材 |
| 6 1 | 表面 |
| 7 | 保護層 |
| 9 | 第 2 透光性層 |
| 9 1 | 表面 |
| 1 0 | 光源装置（発光装置） |

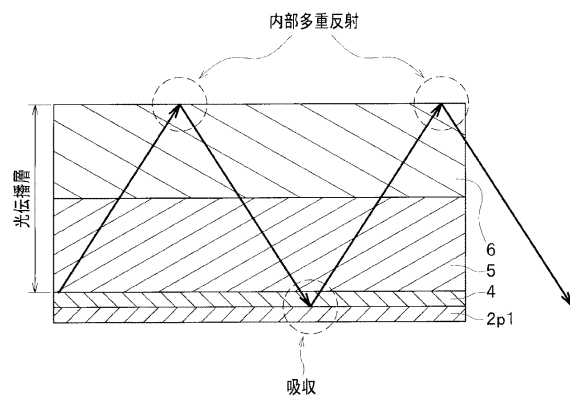
10

20

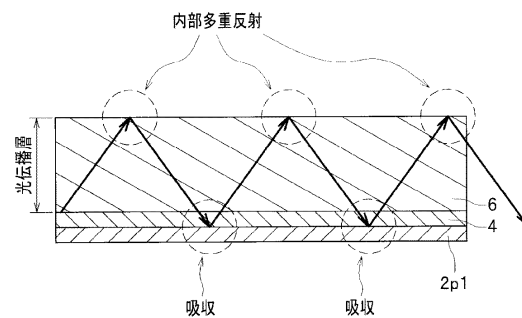
【 図 1 】



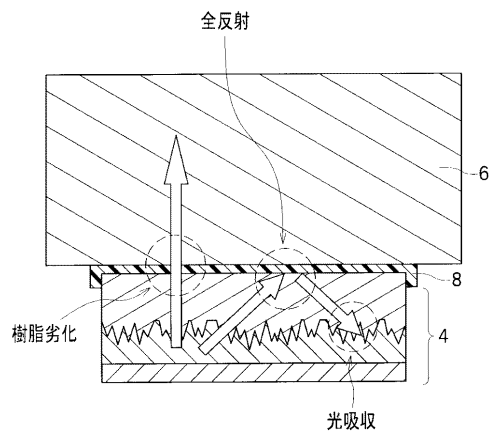
【圖 2】



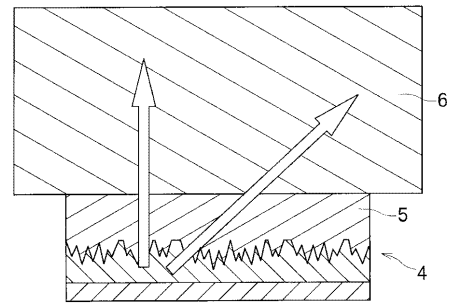
【 図 3 】



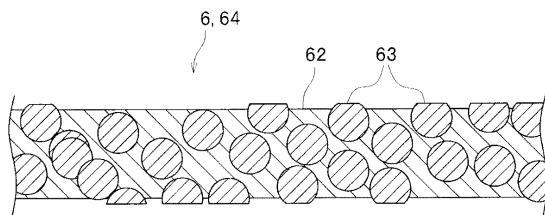
【図 4】



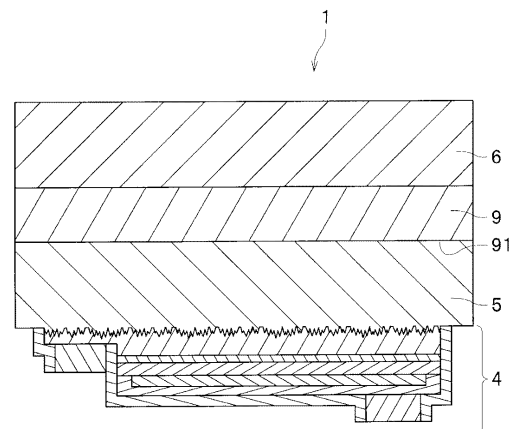
【図 5】



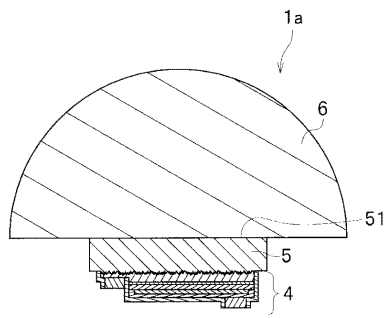
【図 6】



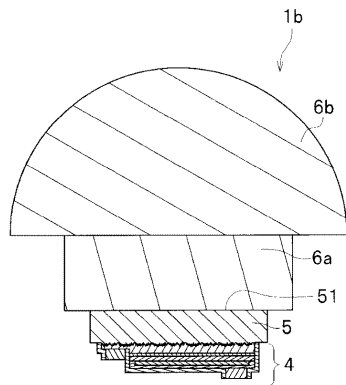
【図 7】



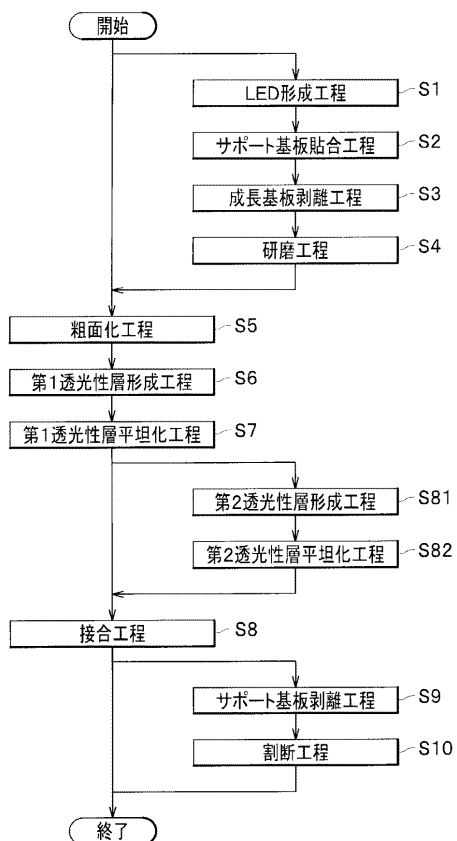
【図 8】



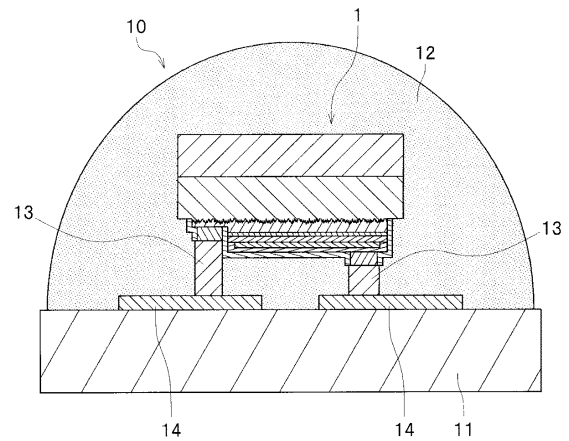
【図 9】



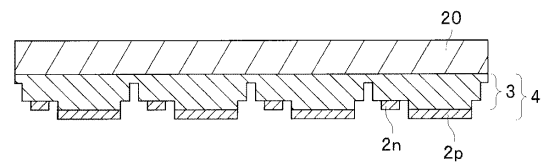
【図 11】



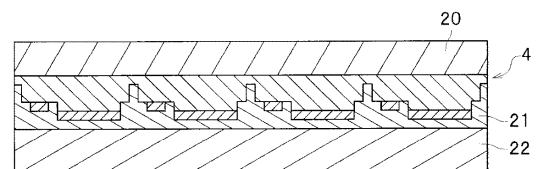
【図 10】



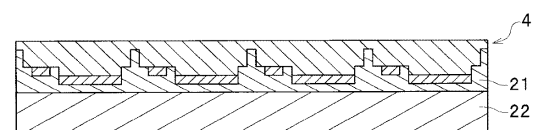
【図 12 A】



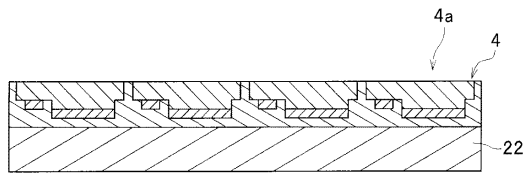
【図 12 B】



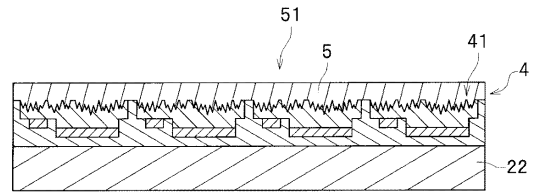
【図 12 C】



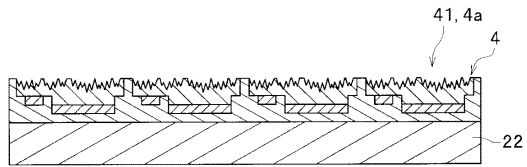
【図 1 2 D】



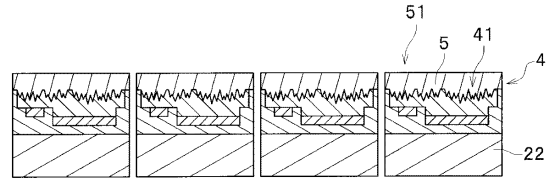
【図 1 2 G】



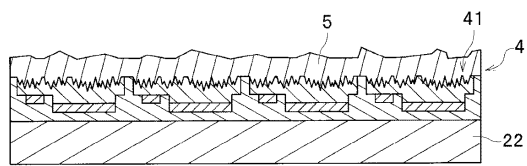
【図 1 2 E】



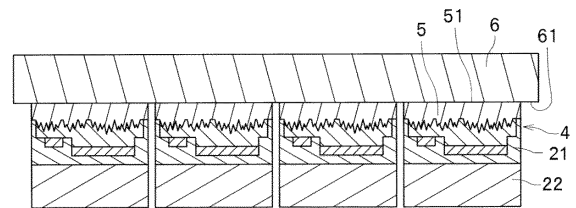
【図 1 2 H】



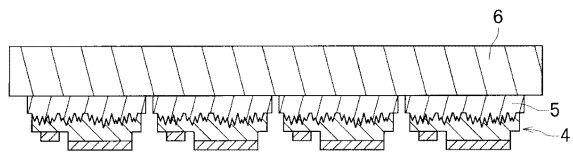
【図 1 2 F】



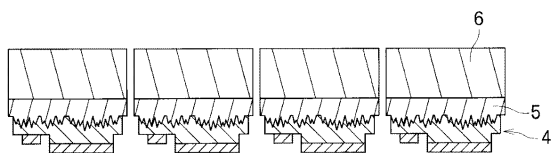
【図 1 2 I】



【図 1 2 J】



【図 1 2 K】



フロントページの続き

審査官 大和田 有軌

- (56)参考文献 特開 2013 - 197309 (JP, A)
特開 2012 - 124219 (JP, A)
国際公開第 2011 / 126000 (WO, A1)
特開 2005 - 057266 (JP, A)
特表 2013 - 536987 (JP, A)
特開 2012 - 243825 (JP, A)
特開 2011 - 258675 (JP, A)
特表 2011 - 515851 (JP, A)
特開 2011 - 009305 (JP, A)
国際公開第 2010 / 082286 (WO, A1)
特開 2006 - 210916 (JP, A)
特開 2006 - 041479 (JP, A)
特開 2002 - 176200 (JP, A)
特開 2002 - 141556 (JP, A)
米国特許出願公開第 2012 / 0305942 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64