

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971672号
(P4971672)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 33/50 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 1 O
 HO 1 L 33/62 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 4 O

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-121326 (P2006-121326)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成18年4月25日 (2006.4.25)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2007-103901 (P2007-103901A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成19年4月19日 (2007.4.19)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成21年1月13日 (2009.1.13)		弁理士 西川 恵清
(31) 優先権主張番号	特願2005-262943 (P2005-262943)	(72) 発明者	田中 健一郎
(32) 優先日	平成17年9月9日 (2005.9.9)		大阪府門真市大字門真1048番地 松下
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		電工株式会社内
		(72) 発明者	林 隆夫
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電工株式会社内
		(72) 発明者	山崎 圭一
			大阪府門真市大字門真1048番地 松下
			電工株式会社内

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】

n形半導体層と発光層とp形半導体層との積層構造を有する発光部が支持基板上に設けられ当該支持基板が発光層から放射された光に対して不透明なLED素子と、LED素子の光取り出し面に重ねて配置されLED素子から放射された光によって励起されてLED素子の発光色とは異なる色の光を放射するシート状の色変換部材とを備えてなり、LED素子は、支持基板が導電性基板からなり、当該導電性基板が一方の電極を構成し、他方の電極が発光部に対して支持基板側とは反対側に発光部よりも小さなサイズで形成されてなり、色変換部材は、前記他方の電極の表面を露出させる露出部が形成されてなり、色変換部材における前記露出部が厚み方向に貫通する貫通孔であり、LED素子は、前記他方の電極の中央部に他の部位に比べて突出した突台部が設けられ、色変換部材が前記光取り出し面に重ねて配置された後で突台部の先端面に金属細線がボンディングされてなることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加した透光性樹脂の成形品からなることを特徴とする請求項1記載の発光装置。

【請求項3】

前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加したガラスの成形品からなることを

特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 4】

前記色変換部材は、前記 LED 素子から放射された光によって励起されて前記 LED 素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加した半導体基板からなることを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 5】

前記色変換部材は、前記 LED 素子から放射された光によって励起されて前記 LED 素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体からなる蛍光体層を前記 LED 素子側の表面に被着したガラス基板からなることを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 6】

前記 LED 素子は、前記光取り出し面に、前記発光層から放射された光の全反射を抑制する微細凹凸構造が形成されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 7】

前記色変換部材は、前記 LED 素子側とは反対側の光出射面に全反射抑制用の凹凸構造が形成されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 8】

前記 LED 素子は、前記他方の電極が前記発光層から放射された光に対して透明な透明電極であり、前記色変換部材は、前記露出部が厚み方向に貫通する貫通孔であり、当該貫通孔が、前記透明電極への金属細線のボンディング後に、前記色変換部材と同じ屈折率を有する材料からなる色変換部により封止されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の発光装置。

【請求項 9】

前記導電性基板は、金属基板からなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 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、発光装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、発光層の材料として窒化物系化合物半導体材料を採用した LED チップと、LED チップを収納する凹所が一表面に形成され凹所の内底面に対向する形で LED チップが実装された実装基板と、LED チップから放射された光によって励起されて LED チップの発光ピーク波長とは異なる発光ピーク波長の光（つまり、LED チップの発光色とは異なる色の光）を放射する蛍光体を分散させた樹脂の成形品からなる平板状の波長変換部材（色変換部材）とを備え、LED チップから放射された光と色変換部材で色変換された光との混色光が得られる発光装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

ここにおいて、上記特許文献 1 に記載された LED チップは、青色 LED チップもしくは紫外 LED チップであって、発光層から放射される光に対して透明なサファイア基板からなる結晶成長用基板の一表面側に n 形半導体層と発光層と p 形半導体層との積層構造を有する発光部がエピタキシャル成長技術を利用して形成されており、実装基板の凹所の内底面に発光部を対向させた形でフリップチップ実装することで、結晶成長用基板の他表面を光取り出し面としている。また、上記特許文献 1 に記載された発光装置では、色変換部材が実装基板の上記一表面側において凹所を閉塞する形で配設されており、LED チップと色変換部材とが離間している。

【特許文献 1】特開 2005 - 228996 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、LEDチップの発光層から放射される光は略等方的に放射されるが、上記特許文献1に記載された発光装置では、発光層から放射された光の一部が結晶成長用基板を通過せずに色変換部材に到達するので、結晶成長用基板を通過して色変換部材に入射する光と結晶成長用基板を通過せずに色変換部材に入射する光との光路長差が大きく、色変換部材における光入射面に入射する光の光強度が面内で均一にならず、色変換部材の場所によってLEDチップからの光と蛍光体からの光との割合がばらついて、色むらが生じていた。また、上記特許文献1に記載された発光装置では、発光層から放射され結晶成長用基板を通過する光であっても、結晶成長用基板の上記他表面から出射される光と結晶成長用基板の側面から出射される光とで光強度差および光路長差が生じ、この光強度差および光路長差も色むらの原因となっていた。

10

【0005】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、色むらを低減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】

【0006】

請求項1の発明は、n形半導体層と発光層とp形半導体層との積層構造を有する発光部が支持基板上に設けられ当該支持基板が発光層から放射された光に対して不透明なLED素子と、LED素子の光取り出し面に重ねて配置されLED素子から放射された光によって励起されてLED素子の発光色とは異なる色の光を放射するシート状の色変換部材とを備えてなり、LED素子は、支持基板が導電性基板からなり、当該導電性基板が一方の電極を構成し、他方の電極が発光部に対して支持基板側とは反対側に発光部よりも小さなサイズで形成されてなり、色変換部材は、前記他方の電極の表面を露出させる露出部が形成されてなり、色変換部材における前記露出部が厚み方向に貫通する貫通孔であり、LED素子は、前記他方の電極の中央部に他の部位に比べて突出した突台部が設けられ、色変換部材が前記光取り出し面に重ねて配置された後で突台部の先端面に金属細線がボンディングされてなることを特徴とする。

20

【0007】

この発明によれば、LED素子における支持基板が発光層から放射された光に対して不透明なので、発光層から放射された光が支持基板を通過して色変換部材へ到達するのを防止することができ、しかも、LED素子から放射された光によって励起されてLED素子の発光色とは異なる色の光を放射するシート状の色変換部材がLED素子の光取り出し面に重ねて配置されているので、色変換部材の光入射面に入射する光の光路長差を小さくすることができ、色変換部材における光入射面に入射する光の光強度が面内で略均一になるから、色むらを低減できる。また、色変換部材の平面サイズの小型化を図れるので、色変換部材の材料コストを低減でき、低コスト化を図れる。さらに、LED素子と色変換部材とで構成される光源のサイズがLED素子の平面サイズと同等になるので、例えば、LED素子と色変換部材とで構成される光源から放射される光を集光レンズで集光するようにした場合のスポット径をより小さくすることが可能となる。また、この発明によれば、LED素子は、支持基板が導電性基板からなり、当該導電性基板が一方の電極を構成し、他方の電極が発光部に対して支持基板側とは反対側に発光部よりも小さなサイズで形成されてなり、色変換部材は、前記他方の電極の表面を露出させる露出部が形成されてなるので、色変換部材をLED素子に重ねて配置した後で、他方の電極にボンディングワイヤをボンディングすることができる。また、この発明によれば、色変換部材における前記露出部が厚み方向に貫通する貫通孔であり、LED素子は、前記他方の電極の中央部に他の部位に比べて突出した突台部が設けられ、色変換部材が前記光取り出し面に重ねて配置された後で突台部の先端面に金属細線がボンディングされてなるから、前記他方の電極に電氣的に接続される金属細線は前記他方の電極の中央部に設けられた突台部の先端面にボンディングされるので、色変換部材をLED素子に対して接着剤により固着する際に接着剤が前

30

40

50

記他方の電極における金属細線の接合面まで這い上がるのを防止でき、金属細線のボンディング不良を低減することができる。

【0008】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加した透光性樹脂の成形品からなることを特徴とする。

【0009】

この発明によれば、前記LED素子の光取り出し面に、蛍光体を分散させた透光性樹脂を塗布する場合に比べて、蛍光体の濃度のばらつきを低減できて、色むらを低減できる。

【0010】

請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加したガラスの成形品からなることを特徴とする。

【0011】

この発明によれば、請求項2の発明に比べて、前記色変換部材の耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上する。

【0012】

請求項4の発明は、請求項1の発明において、前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体を添加した半導体基板からなることを特徴とする。

【0013】

この発明によれば、請求項2の発明に比べて、前記色変換部材の耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上する。

【0014】

請求項5の発明は、請求項1の発明において、前記色変換部材は、前記LED素子から放射された光によって励起されて前記LED素子の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体からなる蛍光体層を前記LED素子側の表面に被着したガラス基板からなることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、請求項2の発明に比べて、前記色変換部材の耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上し、また、請求項2、3の発明に比べて色むらを低減できる。

【0016】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、前記LED素子は、前記光取り出し面に、前記発光層から放射された光の全反射を抑制する微細凹凸構造が形成されてなることを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、前記発光部における前記支持基板側とは反対に存在する媒質と前記発光部との屈折率差に起因した光の全反射を抑制することができ、光取り出し効率を高めることができるとともに、色むらをより低減できる。

【0018】

請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6の発明において、前記色変換部材は、前記LED素子側とは反対側の光出射面に全反射抑制用の凹凸構造が形成されてなることを特徴とする。

【0019】

この発明によれば、前記色変換部材の光出射面側に存在する媒質と前記色変換部材との屈折率差に起因した光の全反射を抑制することができ、光取り出し効率を高めることができるとともに、色むらをより低減できる。

【0022】

請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7の発明において、前記LED素子は、前記

10

20

30

40

50

他方の電極が前記発光層から放射された光に対して透明な透明電極であり、前記色変換部材は、前記露出部が厚み方向に貫通する貫通孔であり、当該貫通孔が、前記透明電極への金属細線のボンディング後に、前記色変換部材と同じ屈折率を有する材料からなる色変換部により封止されてなることを特徴とする。

【0023】

この発明によれば、前記発光層から放射され前記他方の電極へ向かった光が前記他方の電極を通過して色変換部に入射し色変換されるので、前記他方の電極に対応する部位が局所的に暗くなるのを防止しつつ色むらを低減することができる。

【0026】

請求項9の発明は、請求項1ないし請求項8の発明において、前記導電性基板は、金属基板からなることを特徴とする。

10

【0027】

この発明によれば、前記発光層から前記導電性基板側へ放射された光を前記導電性基板である金属基板により反射することができ、光取り出し効率を高めることができる。

【発明の効果】

【0028】

請求項1の発明では、色むらを低減できるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

(実施形態1)

20

本実施形態の発光装置は、図1に示すように、n形半導体層31と発光層32とp形半導体層33との積層構造を有する発光部3が矩形板状の導電性基板(本実施形態では、金属基板)2上に設けられ当該導電性基板2が発光層32から放射された光に対して不透明なLED素子1と、LED素子1の光取り出し面1aに重ねて配置されLED素子1から放射された光によって励起されてLED素子1の発光ピーク波長とは異なる発光ピーク波長の光を放射するシート状の波長変換部材5と、LED素子1および波長変換部材5により構成されるLEDユニットAが一表面側に実装された矩形板状の実装基板10とを備えている。ここにおいて、波長変換部材5は、LED素子1と略同じ平面サイズに形成されており、LED素子1の光取り出し面1aにシリコン樹脂などの透光性材料を用いて固着されている。なお、本実施形態では、導電性基板2が支持基板を構成し、波長変換部材5が、LED素子1から放射された光によって励起されてLED素子1の発光色とは異なる色の光を放射する色変換部材を構成している。

30

【0030】

LED素子1は、発光層32の結晶材料としてInGaN系材料が採用され青色光を放射する青色LED素子であり、一方の電極(本実施形態では、アノード電極)を兼ねる導電性基板(本実施形態では、金属基板)2上に、p形GaN系材料からなるp形半導体層31とInGaN系材料からなる発光層32とn形GaN系材料からなるn形半導体層33との積層構造からなる発光部3が設けられ、発光部3の中央部上に他方の電極(本実施形態では、カソード電極)4が形成されている。要するに、上記他方の電極(以下、表面側電極と称す)4は、発光部3の平面サイズよりも小さなサイズに形成されている。ここにおいて、発光部3の平面形状は矩形状であり、表面側電極4の平面形状は円形状に形成されている。また、表面側電極4は、発光層32から放射される光に対して透明な透明電極により構成されている。なお、p形半導体層31、発光層32、n形半導体層33それぞれは、単層構造でもよいし、多層構造でもよい。

40

【0031】

導電性基板2を構成する金属基板の材料としては、例えば、Ag, Cu, Au, Al, W, Rh, Moなどの導電性および熱伝導性に優れた金属材料を採用すればよく、導電性基板2は、金属基板と当該金属基板上に形成された金属薄膜(例えば、In薄膜、Sn薄膜など)とで構成してもよい。また、導電性基板2は、例えば、Si, GaN, SiC,

50

ZnOなどの半導体材料からなる半導体基板と、当該半導体基板上に形成された金属薄膜（例えば、In薄膜、Sn薄膜など）とで構成してもよい。また、カソード電極4は、透明電極により構成されており、当該透明電極の材料としては、例えば、ITO, SnO₂, TiO₂, ZnO, In₂O₃-ZnO系材料などを採用すればよい。

【0032】

LED素子1は、結晶成長用基板（例えば、サファイア基板、SiC基板など）の一表面側に、GaN系材料からなるバッファ層、n形半導体層33、発光層32、p形半導体層31をエピタキシャル成長法（例えば、MOVPE法など）によって順次成長させることで、結晶成長用基板の上記一表面側にn形半導体層33と発光層32とp形半導体層31との積層構造を有する発光部3を形成し、その後、発光部3と金属基板2とを接合し、続いて、発光部3から結晶成長用基板を除去し、さらにその後、発光部3上に表面側電極4を形成すればよい。ここにおいて、発光部3から結晶成長用基板を除去するにあたっては、レーザ光を結晶成長用基板の他表面側から結晶成長用基板を通してバッファ層へ照射することでバッファ層を熱分解して結晶成長用基板を剥離し（なお、剥離時の基板温度は例えば30～100の温度範囲で適宜設定すればよい）、その後、n形半導体層33の表面に残存しているGaの塊を酸系の薬品によりエッチング除去すればよい。

10

【0033】

なお、本実施形態では、発光部3の成長時に、n形半導体層33、発光層32、p形半導体層31の順で成長させているが、p形半導体層31、発光層32、n形半導体層33の順で成長させるようにしてもよく、この場合には、支持基板を構成する導電性基板2がカソード電極を兼ね、表面側電極4がアノード電極を構成することとなる。また、発光層3の結晶材料は、InGaN系材料に限らず、例えば、AlInGaN系材料、AlInN系材料、AlGaN系材料などを採用してもよく、3族元素の組成比を適宜設定したり、あるいは、Si, Ge, S, Seなどのn形不純物やZn, Mgなどのp形不純物を適宜ドーピングすることによって、発光色を所望の色に設定することが可能である。

20

【0034】

また、上述の実装基板10は、矩形板状の金属板11上の絶縁層12上にLED素子1への給電用の導体パターン13, 14が形成されており、LED素子1の一方の電極を兼ねる導電性基板2が一方の導体パターン13と接合されて電氣的に接続され、LED素子1の表面側電極4が金属細線（例えば、金細線、アルミニウム細線など）からなるボンディングワイヤ7を介して他方の導体パターン14と電氣的に接続されている。ここにおいて、LED素子1と導電性基板2とは、例えば、AuSn, SnAgCuなどの鉛フリー半田などを用いて接合すればよい。なお、本実施形態では、金属板11の材料としてCuを採用しているが、金属板11の材料は熱伝導率の比較的高い金属材料であればよく、Cuに限らず、Alなどを採用してもよい。

30

【0035】

波長変換部材5は、LED素子1から放射された光によって励起されてLED素子1の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体（本実施形態では、ブロードな黄色系の光を放射する黄色蛍光体）を添加した透光性材料（例えば、シリコン樹脂のような透光性樹脂）の成形品により構成してあり、厚みが略一定となっている。このような波長変換部材5を採用することで、LED素子1の光取り出し面1aに、蛍光体を分散させた透光性樹脂を塗布する場合に比べて、蛍光体の濃度のばらつきを低減できて、色むらを低減できる。ここにおいて、波長変換部材5の材料として用いる透光性材料は、シリコン樹脂に限らず、例えば、アクリル樹脂やエポキシ樹脂などの他の透光性樹脂でもよいし、ガラスなどを採用してもよく、ガラスを採用した場合には、透光性樹脂を採用している場合に比べて、波長変換部材5の耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上する。また、波長変換部材5は、蛍光体を添加した半導体基板（例えば、GaN基板、SiC基板、ZnO基板などのLED素子1から放射される光に対して透明な半導体基板）でもよく、この場合にも耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上する。なお、黄色蛍光体としては、例えば、Ba₂SiO₄などのアルカリ土類珪酸塩系の蛍光体、Y₃Al₅

40

50

O₁₂などのアルミネート系の蛍光体、Ca₂BO₃Cl₂などのファロボレート系の蛍光体などを採用すればよい。

【0036】

上述のLED素子1と波長変換部材5とで構成されるLEDユニットAは、LED素子1から放射された青色光と黄色蛍光体から放射された光とが波長変換部材5の光射出面を通して放射されることとなり、白色光を得ることができる。なお、LED素子1の発光色と蛍光体の発光色との組み合わせは特に限定するものではなく、例えば、波長変換部材5に用いる蛍光体は、黄色蛍光体に限らず、例えば、赤色蛍光体と緑色蛍光体とを併用すれば演色性の高い白色光を得ることができる。また、LED素子1として、紫外光を放射するLED素子を採用して、蛍光体として、赤色蛍光体と緑色蛍光体と青色蛍光体とを併用

10

【0037】

ところで、波長変換部材5は、LED素子1の表面側電極4を露出させる露出部として厚み方向に貫通する貫通孔5aが形成されている。貫通孔5aの開口形状は表面側電極4の平面形状よりもやや大きな円形状となっている。ここにおいて、波長変換部材5の厚みは表面側電極4の厚みよりも厚くなっており、LED素子1に波長変換部材5が重ねて配置されたLEDユニットAは、表面側電極4へのボンディングワイヤ7のボンディング後に、波長変換部材5と同じ蛍光体を分散させた透光性材料(例えば、シリコン樹脂など)からなる色変換部6により貫通孔5aが封止されている。したがって、本実施形態の発光装置では、色変換部6から出射される光も波長変換部材5から出射される光と同様の白色光となり、表面側電極4に対応する部位が局部的に暗くなるのを防止しつつ色むらを低減することができる。ここで、色変換部6は、色変換部材たる波長変換部材5と同じ屈折率を有する材料により形成することが望ましい。ただし、色変換部6の屈折率について、波長変換部材5と同じ屈折率とは、色変換部6の屈折率が波長変換部材5の屈折率と完全に一致する場合に対して、反射損失が0.1%以内に収まる範囲内の屈折率であれば、波長変換部材5と同じ屈折率とみなすこととする。例えば、波長変換部材5の屈折率が1.5であり、色変換部6の屈折率が1.434~1.566の範囲内(つまり、目的の屈折率±4.4%の範囲内)であれば、波長変換部材5と色変換部6との1つの界面での反射損失を0.05%以内とすることができ、2つの界面での合計の反射損失を0.1%以内とすることができる。なお、上述のようにLEDユニットAが実装基板10に実装された発光装置では、導体パターン13-導電性基板2-発光部3-表面側電極4-ボンディングワイヤ7-導体パターン14の回路が形成されることとなるので、LED素子1のアノード電極とカソード電極との間に順方向バイアス電圧が印加されるように導体パターン13, 13間に電圧を印加することにより、LED素子1から青色光が放射され、波長変換部材5および色変換部6それぞれから青色光と黄色光とが出射されることとなる。

20

30

【0038】

以下、上述の発光装置の製造方法について図2(a)~(e)を参照しながら説明する。

【0039】

まず、図2(a)に示すようにLED素子1と波長変換部材5とを用意し、その後、LED素子1の光取り出し面1a上にゲル状のシリコン樹脂からなる接着剤を滴下してから、LED素子1の光取り出し面1a側に波長変換部材5を重ねて配置してLED素子1と波長変換部材5とを固着することによって、図2(b)に示す構造を得る。

40

【0040】

その後、LEDユニットAを実装基板10上(本実施形態では、上述の導体パターン13上)に固着してから、LED素子1の表面側電極4と実装基板10の導体パターン14とをボンディングワイヤ7を介して電氣的に接続することによって、図2(c)に示す構造を得る。

【0041】

続いて、波長変換部材5の貫通孔5aに波長変換部材5と同じ蛍光体を添加した透光性

50

材料を充填して当該透光性材料を硬化させることで色変換部 6 を形成することによって、図 2 (d) に示す構造の発光装置を得る。

【 0 0 4 2 】

以上説明した本実施形態の発光装置では、LED 素子 1 における導電性基板 2 が発光層 3 2 から放射された光に対して不透明なので、発光層 3 2 から放射された光が導電性基板 2 を通過して波長変換部材 5 へ到達するのを防止することができ、しかも、シート状の波長変換部材 5 が LED 素子 1 の光取り出し面 1 a に重ねて配置されているので、波長変換部材 5 の光入射面に入射する光の光路長差を小さくすることができ、波長変換部材 5 における光入射面に入射する光の光強度が面内で略均一になるから、色むらを低減できる。また、波長変換部材 5 は、LED 素子 1 の光取り出し面 1 a の直上のみに設けてあればよく、LED 素子 1 の平面サイズと同じサイズでよいから、上記特許文献 1 のように実装基板の凹所を閉塞する平面サイズの波長変換部材に比べて、波長変換部材 5 の平面サイズの小型化を図れるので、波長変換部材 5 の材料コストを低減でき、低コスト化を図れるという利点もある。また、本実施形態の発光装置では、上述の導電性基板 2 が金属基板により構成されているので、発光層 3 2 から放射された導電性基板 2 側へ放射された光を発光部 3 直下の導電性基板 2 により反射することができ、光取り出し効率を高めることができる。また、本実施形態の発光装置では、LED 素子 1 と波長変換部材 5 とで構成される光源のサイズが LED 素子 1 の平面サイズと同等になるので、例えば、LED 素子 1 と波長変換部材 5 とで構成される光源から放射される光を集光レンズで集光するようにした場合のスポット径をより小さくすることが可能となる。

10

20

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態の発光装置では、実装基板 1 0 の上記一表面側で LED ユニット A および LED ユニット A に電氣的に接続されたボンディングワイヤ 7 を封止した封止材料 (例えば、シリコーン樹脂、アクリル樹脂など) からなる凸レンズ状のレンズ部を設けるようにしてもよく、当該レンズ部を設けることにより光取り出し効率を高めることが可能となる。ここにおいて、封止材料は、LED ユニット A から放射される光に対して透明で波長変換部材 5 の屈折率と同等の屈折率を有する材料が好ましく、このような材料を採用することにより、波長変換部材 5 とレンズ部との界面で反射する光を低減でき、光取り出し効率を向上させることができる。

【 0 0 4 4 】

(実施形態 2)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであり、図 3 に示すように、LED 素子 1 の光取り出し面 1 a に、発光層 3 2 から放射された光の全反射を抑制する微細凹凸構造が形成されている点が相違する。なお、実施形態 1 と同様の構成要素には同一の符合を付して説明を省略する。

30

【 0 0 4 5 】

ここにおいて、LED 素子 1 の光取り出し面 1 a に形成する微細凹凸構造は、発光部 3 の厚み方向に沿った深さ方向において開口幅が徐々に狭くなった断面 V 字状の凹部が 1 次元周期構造を有するように形成されているが、2 次元周期構造を有するように形成してもよい。なお、このような微細凹凸構造は、例えば、レーザ加工技術やエッチング技術やインプリントリソグラフィ技術などを利用して形成すればよい。

40

【 0 0 4 6 】

LED 素子 1 の光取り出し面 1 a に形成する微細凹凸構造の周期は、発光部 3 の発光層 3 2 にて発光する光のピーク波長 λ の $1/4 \sim 100$ 倍の範囲で適宜設定すればよく、例えば、微細凹凸構造の周期 d (図 3 (b) 参照) を $\lambda/4 \sim \lambda$ の範囲で設定した場合には、発光部 3 における n 形半導体層 3 3 からなる第 1 の媒質 (ここでは、n 形 GaN 系材料) の屈折率を n_1 、n 形半導体層 3 3 に接する第 2 の媒質 (ここでは、発光部 3 と波長変換部材 5 との間に介在しているシリコーン樹脂からなる接着層) の屈折率を n_2 とし、図 3 (b) の左右方向における第 1 の媒質の幅を a 、第 2 の媒質の幅を b 、TE 波に対する微細凹凸構造付近での有効屈折率を $\langle n_e \rangle$ とすれば、微細凹凸構造付近での有効屈折率

50

$\langle n_E \rangle$ は下記の式で表すことができる。

【 0 0 4 7 】

【 数 1 】

$$\langle n_E \rangle = \sqrt{\frac{a \cdot n_1^2 + b \cdot n_2^2}{a + b}}$$

【 0 0 4 8 】

同様に、TM波に対する微細凹凸構造付近での有効屈折率を $\langle n_M \rangle$ とすれば、有効屈折率 $\langle n_M \rangle$ は下記の式で表すことができる。

【 0 0 4 9 】

【 数 2 】

$$\langle n_M \rangle = \sqrt{\frac{a + b}{a/n_1^2 + b/n_2^2}}$$

【 0 0 5 0 】

ここで、上述の数1、数2から分かるように、本実施形態のLEDユニットAでは、上述の各有効屈折率 $\langle n_E \rangle$ 、 $\langle n_M \rangle$ が、微細凹凸構造付近では発光部3の厚み方向に沿って徐々に変化することとなり、LED素子1の光取り出し面1aの両側の媒質の中間の値となるので、第1の媒質と第2の媒質との間に両者の中間の屈折率を有する薄膜層を介在させるのと同様となり、第1の媒質と第2の媒質との屈折率差に起因した全反射を低減することができ、光取り出し効率を高めることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

また、微細凹凸構造の周期dを例えば2 ~ 4 の範囲で設定した場合には、波動光学的な効果、つまり、回折光を用いることにより臨界角以上の反射される光を取り出すことができ光の取り出し効率が向上する。

【 0 0 5 2 】

また、微細凹凸構造の周期dを例えば5 ~ 100 の範囲で設定した場合には、幾何学的な効果、つまり、第1の媒質と第2の媒質との界面への入射角が臨界角未満となる表面の広面積化により、第1の媒質と第2の媒質との屈折率差に起因した全反射を低減することができ、光取り出し効率が向上する。

【 0 0 5 3 】

しかして、本実施形態の発光装置では、上述のように、LED素子1の光取り出し面1aに、発光層32から放射された光の全反射を抑制する微細凹凸構造が形成されているので、発光部3における導電性基板2側とは反対に存在する媒質（上記第2の媒質）と発光部3におけるn形半導体層33（上記第1の媒質）との屈折率差に起因した光の全反射を抑制することができ、光取り出し効率を高めることができるとともに、色むらをより低減できる。また、n形半導体層33における表面側電極4の形成部位にも微細凹凸構造を形成しておけば、n形半導体層33と透明電極からなる表面側電極4との屈折率差に起因した全反射を低減でき、光取り出し効率を高めることができるとともに、色むらをより低減できる。

【 0 0 5 4 】

なお、図4に示すように、波長変換部材5におけるLED素子1側に、LED素子1の光取り出し面1aに形成された微細凹凸構造に合致する形状の微細凹凸構造を形成してもよい。ここで、波長変換部材5に微細凹凸構造を形成するには、例えば、レーザ加工技術やインプリントリソグラフィ技術などを利用すればよい。また、波長変換部材5におけるLED素子1側とは反対側の表面（光出射面）が接する媒質と波長変換部材5との屈折率差がある場合には、波長変換部材5におけるLED素子1側とは反対側の表面に同様の微細凹凸構造（全反射抑制用の凹凸構造）を形成することにより、光取り出し効率を高める

10

20

30

40

50

ことができる。

【0055】

(実施形態3)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態1と略同じであり、図5に示すように、表面側電極4の中央部に他の部位に比べて突出した突台部4bが設けられ、突台部4bの先端面に金属細線からなるボンディングワイヤ7がボンディングされている点が相違する。ここで、本実施形態における表面側電極4は、透明電極4bと、透明電極4bの中央部上に形成された導電膜(例えば、Al膜、透明導電膜など)からなる突台部4bとで構成されている。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0056】

ところで、実施形態1や実施形態2の発光装置では、表面側電極4が透明電極により構成され、当該透明電極の表面がボンディングワイヤ7の接合面となっているが、色変換部材たる波長変換部材5をLED素子1に対して接着剤により固着する際に接着剤が表面側電極4の表面(ボンディングワイヤ7の接合面)まで這い上がって当該表面が接着剤により汚染されてしまう可能性があり、表面側電極4におけるボンディングワイヤ7の接合面が汚染されるとボンディング不良による歩留まり低下の原因になる。

【0057】

これに対して、本実施形態の発光装置では、表面側電極4に電氣的に接続されるボンディングワイヤ7が表面側電極4の中央部に設けられた突台部4bの先端面にボンディングされるので、波長変換部材5をLED素子1に対して接着剤により固着する際に接着剤が表面側電極4におけるボンディングワイヤ7の接合面まで這い上がるのを防止でき、ボンディングワイヤ7のボンディング不良を低減することができる。なお、表面側電極4は、2層構造に限らず、単層構造で凸状の形状に加工したものでよい。

【0058】

(実施形態4)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態1と略同じであり、図6に示すように、実装基板10の構造や、実装基板10の一表面側でLEDユニットAおよびLEDユニットAに電氣的に接続されたボンディングワイヤ7、7を封止した封止材料(例えば、シリコン樹脂、アクリル樹脂など)からなる凸レンズ状のレンズ部20を備えている点などが相違する。なお、実施形態1と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0059】

本実施形態における実装基板10は、熱伝導性材料からなりLEDユニットAが熱応力緩和用のサブマウント部材40を介して実装される矩形板状の伝熱板15と、伝熱板15の一面側(図6における上面側)に積層される矩形板状の配線基板16とで構成されている。ここにおいて、配線基板16は、伝熱板15側とは反対の表面側にLEDユニットAへの給電用の一対のリードパターン17、18が設けられるとともにサブマウント部材40に対応する部位に厚み方向に貫通する矩形の窓孔16aが形成されており、LEDユニットAのLED素子1および波長変換部材5で発生した熱が配線基板16を介さずにサブマウント部材40および伝熱板21に伝熱されるようになっている。上述の熱伝導性材料としては、Cuを採用しているが、Cuに限らず、例えば、Alなどを採用してもよい。また、配線基板16の絶縁性基材としては、FR4を用いたガラスエポキシ基板を採用しており、各リードパターン17、18は、上記ガラスエポキシ基板の一表面側に形成されたCu膜とNi膜とAg膜との積層膜により構成されている。なお、配線基板16の他表面側には反り防止用金属膜19が形成されており、伝熱板15と配線基板16とは、シート状の接着フィルム(図示せず)を用いて固着されているが、反り防止用金属膜16および伝熱板15それぞれの材料がCuの場合には、接着フィルムを用いずに固着することも可能である。また、配線基板16の絶縁性基材の材料は、FR4のようなガラスエポキシ樹脂に限らず、例えば、ポリイミド系樹脂や、フェノール樹脂などでもよい。

【0060】

また、LEDユニットAは、導電性基板2の平面サイズよりも大きな平面サイズの矩形

10

20

30

40

50

板状に形成されLEDユニットAと伝熱板15との線膨張率の差に起因してLEDユニットAに働く応力を緩和する上述のサブマウント部材40を介して伝熱板15に実装されている。

【0061】

サブマウント部材40は、上記応力を緩和する機能だけでなく、LEDユニットAで発生した熱を伝熱板15においてLEDユニットAの平面サイズよりも広い範囲に伝熱させる熱伝導機能を有している。本実施形態では、サブマウント部材40の材料として熱伝導率が比較的高く且つ絶縁性を有するAlNを採用しており、LED素子1の上記一方の電極を兼ねる導電性基板2と接合されて電氣的に接続される導体パターン41が形成されている。しかして、LEDユニットAは、導電性基板2がサブマウント部材40に設けられた導体パターン41およびボンディングワイヤ7を介して一方のリードパターン17と電氣的に接続され、表面側電極4が別のボンディングワイヤ7を介して他方のリードパターン18と電氣的に接続されている。なお、LEDユニットAの導電性基板2とサブマウント部材40とは、例えば、SnPb、AuSn、SnAgCuなどの半田や、銀ペーストなどを用いて接合すればよいが、AuSn、SnAgCuなどの鉛フリー半田を用いて接合することが好ましい。なお、サブマウント部材40の厚み寸法は、導体パターン41の表面が配線基板16の上記一表面よりも伝熱板15から離れるように設定してある。

10

【0062】

また、本実施形態におけるLED素子1は、表面側電極4がNi膜とAu膜との積層膜により構成されており、発光部3の周部に形成されている。一方、色変換部材たる波長変換部材5は、表面側電極4に対応する部位に、LED素子1の表面側電極4を露出させる露出部として切欠部5cが形成されている。したがって、本実施形態においても、LED素子1にシート状の波長変換部材5を重ねて配置した後で、表面側電極4にボンディングワイヤ7をボンディングすることができる。なお、発光部3の周部に形成されている表面側電極4は、LED素子1のカソード電極のうちパッドとなる部分のみであり、パッド以外に、発光部3に流れる電流の電流密度の面内均一性を高めるための電流拡散用パターン部を発光部3の表面に設けることによって、色ばらつきにより一層の低減を図れる。

20

【0063】

以上説明した本実施形態の発光装置では、実施形態1と同様に、LED素子1における導電性基板2が発光層32から放射された光に対して不透明なので、発光層32から放射された光が導電性基板2を通過して波長変換部材5へ到達するのを防止することができ、しかも、シート状の波長変換部材5がLED素子1の光取り出し面1aに重ねて配置されているので、波長変換部材5の光入射面に入射する光の光路長差を小さくすることができ、波長変換部材5における光入射面に入射する光の光強度が面内で略均一になるから、色むらを低減できる。

30

【0064】

また、本実施形態の発光装置では、LEDユニットAで発生した熱が配線基板16を介さずにサブマウント部材40および伝熱板21に伝熱されるので、実施形態1に比べて放熱性が向上し、LED素子1のジャンクション温度の温度上昇を抑制できるから、入力電力を大きくでき、光出力の高出力化を図れる。また、波長変換部材5における蛍光体の温度上昇も抑制されるから、蛍光体の発光効率の低下を抑制することができる。

40

【0065】

また、本実施形態の発光装置では、上述の実装基板10の一表面側でLEDユニットAおよびボンディングワイヤ7、7を封止した凸レンズ状のレンズ部20を備えているので、光取り出し効率をより高めることができる。

【0066】

なお、本実施形態の発光装置においても、実施形態2にて説明した微細凹凸構造を適宜設けてもよい。また、実施形態1～3においても本実施形態の発光装置と同様のレンズ部20を設けてもよい。

【0067】

50

(実施形態5)

本実施形態の発光装置の基本構成は実施形態4と略同じであり、図7に示すように、シート状の色変換部材たる波長変換部材5が、LED素子1から放射された光によって励起されてLED素子1の発光色とは異なる色の光を放射する蛍光体からなる蛍光体層52をLED素子1側の表面に被着したガラス基板51により構成されている点が相違する。ここで、蛍光体層52は、例えば、ガラス基板51の上記表面にスパッタ法などにより形成すればよい。なお、実施形態4と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0068】

しかして、本実施形態の発光装置では、実施形態1のように波長変換部材5が蛍光体を添加した透光性樹脂の成形品により構成されている場合に比べて、波長変換部材5の耐熱性および耐湿性を高めることができ、信頼性が向上する。また、実施形態1～4のように透光性材料に蛍光体を添加してある場合に比べて、色むらを低減できる。

10

【0069】

なお、本実施形態の発光装置においても、実施形態2にて説明した微細凹凸構造を適宜設けてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】実施形態1における発光装置の概略断面図である。

【図2】同上における発光装置の製造方法の説明図である。

20

【図3】実施形態2における発光装置を示し、(a)は概略断面図、(b)は要部説明図である。

【図4】同上の他の構成例の要部断面図である。

【図5】実施形態3における発光装置の概略断面図である。

【図6】実施形態4における発光装置の概略断面図である。

【図7】実施形態5における発光装置の概略断面図である。

【符号の説明】

【0071】

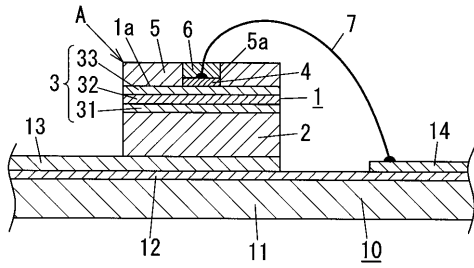
- 1 LED素子
- 1 a 光取り出し面
- 2 導電性基板(支持基板)
- 3 発光部
- 4 電極(表面側電極)
- 4 a 透明電極
- 4 b 突台部
- 5 波長変換部材(色変換部材)
- 5 a 貫通孔(露出部)
- 6 色変換部
- 7 ボンディングワイヤ(金属細線)
- 10 実装基板
- 13 導体パターン
- 14 導体パターン
- 31 p形半導体層
- 32 発光層
- 33 n形半導体層
- A LEDユニット

30

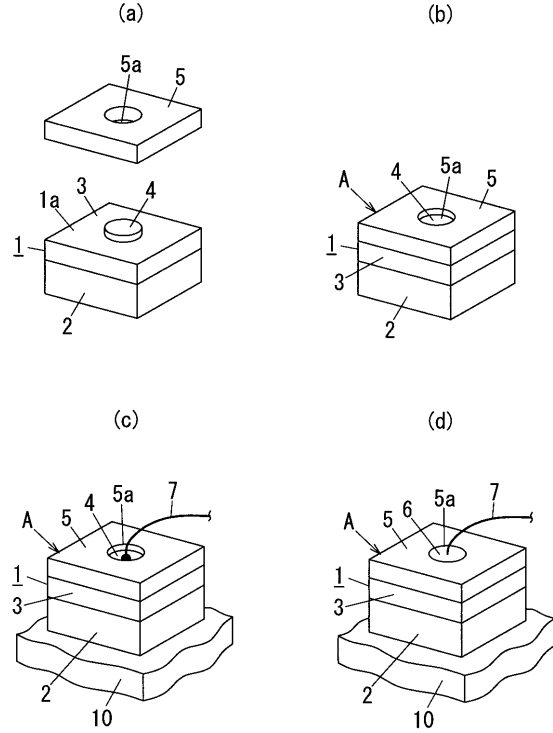
40

【図1】

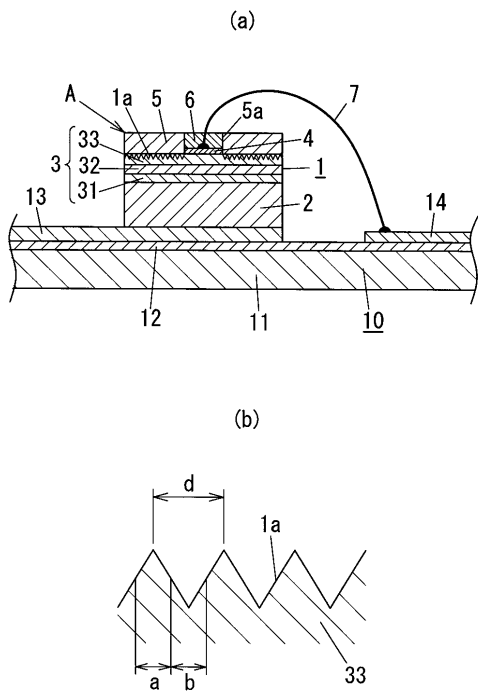
- | | |
|-----------------|-------------|
| 1 LED素子 | 7 ボンディングワイヤ |
| 1a 光取り出し面 | 10 実装基板 |
| 2 導電性基板(支持基板) | 13 導体パターン |
| 3 発光部 | 14 導体パターン |
| 4 電極(表面側電極) | 31 p形半導体層 |
| 5 波長変換部材(色変換部材) | 32 発光層 |
| 5a 貫通孔 | 33 n形半導体層 |
| | A LEDユニット |



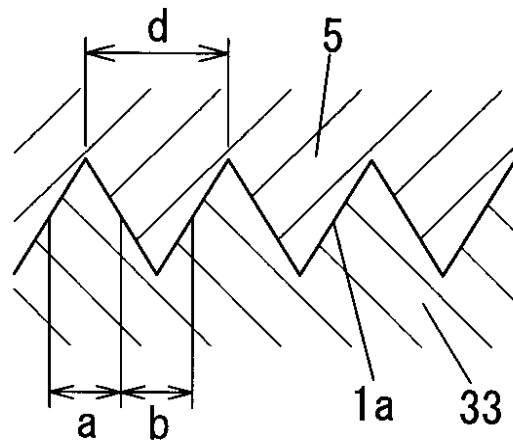
【図2】



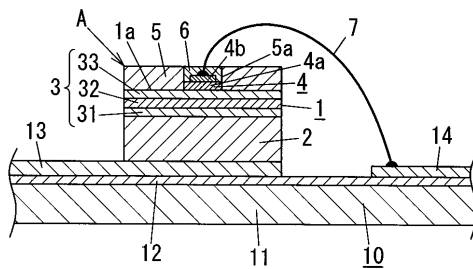
【図3】



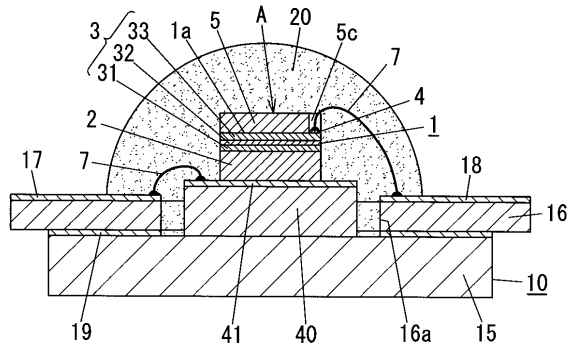
【図4】



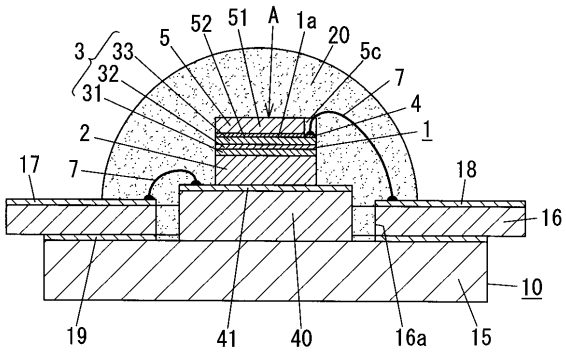
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 浦野 洋二
大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

審査官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開2005-094031(JP,A)
国際公開第2003/034508(WO,A1)
特開2002-094123(JP,A)
特開2005-005544(JP,A)
特開2002-076434(JP,A)
特開2004-363342(JP,A)
特開2005-033138(JP,A)

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