

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4590905号
(P4590905)

(45) 発行日 平成22年12月1日(2010.12.1)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 33/44 (2010.01) HO 1 L 33/00 3 0 0
 HO 1 L 33/50 (2010.01) HO 1 L 33/00 4 1 0

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-109431 (P2004-109431)	(73) 特許権者	000241463 豊田合成株式会社
(22) 出願日	平成16年4月1日(2004.4.1)		愛知県清須市春日長畑1番地
(65) 公開番号	特開2005-191514 (P2005-191514A)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
(43) 公開日	平成17年7月14日(2005.7.14)		
審査請求日	平成18年9月25日(2006.9.25)	(74) 代理人	100142550 弁理士 重泉 達志
(31) 優先権主張番号	特願2003-373273 (P2003-373273)	(72) 発明者	未広 好伸
(32) 優先日	平成15年10月31日(2003.10.31)		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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	中條 直樹
(31) 優先権主張番号	特願2003-401120 (P2003-401120)		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
(32) 優先日	平成15年12月1日(2003.12.1)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	小林 謙仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子および発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体によって形成された発光層を有するフリップチップ型の発光素子において、前記発光層以上の屈折率を有し、前記発光層で発した光を散乱して外部放射効率を高める拡散層を有し、

前記発光層を含む半導体層と前記拡散層との間に、前記半導体層より小なる屈折率の層が介されておらず、

前記拡散層は、前記発光層以上の屈折率を有するコート層と、前記コート層に包囲され光散乱性を有する粒子状の蛍光体と、ビーズ状の光透過性粒子と、を有し、前記光透過性粒子の径に対し前記コート層の厚さを薄くして前記コート層の表面が凹凸状に形成されており、前記蛍光体粒子を包囲する前記コート層に入射した光が、前記蛍光体粒子の周囲に光を閉じ込められて多次反射し、前記蛍光体粒子の励起が前記拡散層の全面で効率良く行われることを特徴とする発光素子。

【請求項2】

前記半導体層を保護するための透明の保護層を備え、前記保護層は、前記半導体層以上の屈折率を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】

前記発光層へ電力を供給するための電極を備え、前記保護層は、光放射面の対辺近傍に設けられる前記電極との間を覆って設けられるこ

とを特徴とする請求項 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記半導体層は、GaN系半導体によって形成され、

前記コート層は、TiO₂によって形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記半導体層が形成されるGaN基板を備え、

前記半導体層は、GaN系半導体によって形成され、

前記拡散層は、前記GaN基板の光取り出し面に形成される請求項 1 に記載の発光素子

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は発光素子およびこれを用いた発光装置に関し、特に、半導体層から放射される光の外部放射効率を改善することのできる発光素子および発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の発光装置として、LED (Light-Emitting Diode: 発光ダイオード) 素子をリードフレームや配線パターンを有する基板に実装したものがある。このようなLED素子を用いた発光装置において、高輝度化、大出力化を実現するためにはLED素子の内部に留まる光を低減して外部放射効率を向上させることが重要である。

【0003】

係る発光装置に用いられるLED素子としてフェイスアップ型のLED素子がある。フェイスアップ型のLED素子は、サファイア (Al₂O₃) 等の基板の上に気相成長法を用いて発光層を含むp型およびn型の半導体層を形成し、さらに信頼性向上のため、半導体層あるいは電極保護を目的としたパッシベーション膜を形成しており、半導体層側の放射面から光を取り出すものである。

【0004】

このようなフェイスアップ型LED素子の外部放射効率を高めるものとして、パッシベーション膜をSnO₂で形成したものがある (例えば、特許文献1参照。)

【0005】

特許文献1に記載されるLED素子は、サファイア基板の上にGaN系化合物半導体 (屈折率: n = 2.4) を積層して構成されており、光の放射面側に電極が配置されている。また、電極を設けた部分を除く放射面には透明電極としてのSnO₂膜 (n = 1.9) を有し、全体をエポキシ樹脂 (n = 1.5) からなる封止部材で砲弾状に覆われている。

【0006】

また、他のLED素子としてフリップチップ型のLED素子がある。フリップチップ型のLED素子は、サファイア等の透光性基板の上に半導体層を形成し、透光性基板側から光を放射させるものである。

【0007】

このような光ロスを低減する発光素子として、例えば、基板の光取り出し面側に凹凸を設けたLEDチップがある (例えば、特許文献2参照。)

【0008】

図16は、特許文献2に記載されるLEDチップを示す断面図である。このLEDチップ200は、サファイア基板201上に、GaNバッファ層202、n型半導体層203およびp型半導体層204の窒化物半導体層を形成し、p型半導体層204の上にp側電極205を設け、n型半導体層203の上にn側電極206を設けたものであり、ランプ230a, 230bによって実装基板210上にフリップチップ接合される。また、サファイア基板201の窒化物半導体層が形成された側と反対側の面には、研磨剤の粒度を調整してそれらの面を研磨することにより、1μm程度の凹凸面201a, 201bを形成

10

20

30

40

50

している。

【特許文献1】特開平6-291366号公報(図1)

【特許文献2】特開2002-319708号公報([0022]~[0024]、図2)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、従来の発光素子によれば、以下の問題がある。

(1) 膜厚の光学距離(光路長と媒質の屈折率との積)が発光波長の $1/4$ 、あるいは $[(2m+1)/4 : mは整数]$ 倍であれば、GaN系化合物半導体から SnO_2 膜に至った光のうち、垂直入射光は、エポキシ樹脂と SnO_2 膜界面で反射された光との位相差が、GaN系化合物半導体から、 SnO_2 膜に至った光のうち、界面反射光を減じ、界面透過光を増す関係にあるので、外部光取り出し効率は向上する。同様に、 SnO_2 膜での光学距離(GaN系化合物半導体から SnO_2 膜へ入射し、エポキシ樹脂と SnO_2 膜界面で反射され、 SnO_2 膜とGaN系化合物半導体へ戻る光の光学距離)が波長の $1/4$ あるいは $[(2m+1)/4 : mは整数]$ 倍になる角度で入射する光も、界面反射光を減じ、界面透過光を増す関係にあるので、外部光取り出し効率は向上する。しかし、この特定の方向へ界面入射する光は、 m が大きな値をとらない薄膜において、発光層で発光する光全体に対し、一部である。

【0010】

GaN系化合物半導体から、 SnO_2 膜界面へ臨界角以上の角度で入射し、全反射する光は、この光に対し干渉光となる SnO_2 膜とエポキシ樹脂との界面で生じる戻り光が存在しないので、 SnO_2 膜の効果はない。発光層内で発する光は完全拡散光とみなせ、上面のみから外部放射されるとすれば、GaN系化合物半導体から SnO_2 膜界面で全反射する光は、全体の約65%に及ぶ。

【0011】

(2) 特許文献2に記載されたLED素子では、多くの場合、発光素子は屈折率1.5のエポキシ樹脂等で封止されるが、この際、屈折率1.7のサファイア基板表面を粗面化することによる光取り出し性の向上は僅かであるため、半導体層内に光が留まって高輝度化が見込めないという問題がある。

【0012】

従って、本発明の目的は、半導体層内部から効率良く光を取り出すことができ、外部放射効率に優れる発光素子および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】

【0014】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、半導体によって形成された発光層を有するフリップチップ型の発光素子において、前記発光層以上の屈折率を有し、前記発光層で発した光を散乱して外部放射効率を高める拡散層を有し、前記発光層を含む半導体層と前記拡散層との間に、前記半導体層より小なる屈折率の層が介されておらず、前記拡散層は、前記発光層以上の屈折率を有するコート層と、前記コート層に包囲され光散乱性を有する粒子状の蛍光体と、ビーズ状の光透過性粒子と、を有し、前記光透過性粒子の径に対し前記コート層の厚さを薄くして前記コート層の表面が凹凸状に形成されており、前記蛍光体粒子を包囲する前記コート層に入射した光が、前記蛍光体粒子の周囲に光を閉じ込められて多次反射し、前記蛍光体粒子の励起が前記拡散層の全面で効率良く行われることを特徴とする発光素子を提供する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、発光素子の半導体層内部から効率良く光を取り出すことができ、外部放射効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

10

20

30

40

50

(第1の実施の形態)

(発光装置1の構成)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る発光素子を用いた発光装置であり、(a)は縦断面図、(b)は発光素子の部分拡大図である。この発光装置1は、 Al_2O_3 (サファイア)基板20の光取り出し面に Al_2O_3 多孔質部20Aを有するGaN系LED素子2と、LED素子2の電極とAuからなるバンプ3Aおよび3Bを介して電氣的に接続されるサブマウント部4と、サブマウント部4をリード部6Aに設けられるカップ6a内に固定するとともに電氣的に接続するAgペースト5と、リード部6Bとサブマウント部4とを電氣的に接続するAuからなるワイヤ7と、LED素子2を収容した素子収容部6Cをエポキシ樹脂等の封止樹脂で封止して形成される素子封止部8と、リード部6A、6B、素子収容部6C、およびワイヤ7をエポキシ樹脂で一体的に覆って砲弾状に形成される封止部材9とを有する。

10

【0019】

(LED素子2の構成)

LED素子2は、(b)に示すように、 Al_2O_3 多孔質部20Aと、サファイア基板20と、AlNバッファ層21と、n型GaNクラッド層22と、発光する層を有する多層23と、p型AlGaNクラッド層24と、p型GaNコンタクト層25と、n側電極26と、p側電極27とを有し、AlNバッファ層21、n型GaNクラッド層22、多層23、p型AlGaNクラッド層24、およびp型GaNコンタクト層25はGa_xN_{1-x}を結晶成長させることによってGa_xN_{1-x}系半導体層113を形成している。このLED素子2は発光波長460nmの青色系で発光する。

20

【0020】

Al_2O_3 多孔質部20Aは、Alアルコキシドを用いたゾルゲル法によってサファイア基板20の光取り出し面側に設けられている。

【0021】

サブマウント部4は、n型のシリコン基板によって形成されており、バンプ3Aによってp側電極27と接続されるn電極41と、p型半導体層42と、バンプ3Bによってn側電極26と接続されるp電極43と、Agペースト5を介してカップ6aに電氣的に接続されるn電極44と、n型半導体層45とを有する。p電極43にはワイヤ接合部7Aを介してワイヤ7が接合される。LED素子2のn側電極26への給電は、ワイヤ7からp電極43およびバンプ3Bを介して行われる。

30

【0022】

(LED素子2の製造工程)

LED素子2を製造するには、まず、ウエハー状のサファイア基板20を用意し、AlNバッファ層21、n型GaNクラッド層22、発光する層を有する多層23、p型AlGaNクラッド層24、p型GaNコンタクト層25、n電極26、およびp側電極27を公知の方法で形成する。次に、Ga_xN_{1-x}系半導体層113が形成された面と反対側のサファイア基板20の面にAlアルコキシドを塗布する。塗布方法としては、一般に用いられるディップ法、あるいはスピンコート法を用いることができる。次に、サファイア基板20を加熱処理してAlアルコキシドを熱分解することによりサファイア基板20の表面に Al_2O_3 多孔質部20Aを形成する。 Al_2O_3 多孔質部20Aは、微小な凹凸や空隙が不規則に配置された薄膜状の構成を有している。次に、上記した半導体層および Al_2O_3 多孔質部20Aを設けられたサファイア基板20を所定のサイズ(例えば、1×1mm)にダイシングしてLED素子2とする。

40

【0023】

(発光装置1の動作)

リード部6Aおよび6Bを図示しない電源部に接続して電圧を印加すると、LED素子2は多層23内で面状に発光して波長460nmの青色光を発する。青色光は、多層23からn型GaNクラッド層22、AlNバッファ層21を経て Al_2O_3 多孔質部20Aに入射する。ここで、臨界角の範囲より小なる角度の青色光は、 Al_2O_3 多孔質部20Aを

50

そのまま通過して外部放射される。また、臨界角より大なる角度の青色光の一部は、 Al_2O_3 多孔質部 20 A で散乱することによって外部放射される。

【0024】

図2は、エポキシ樹脂によって封止されたLED素子の光の透過を示す図である。GaN層のOで生じた光について、 θ_1 で放射された光についてはサファイア基板からエポキシ樹脂に入射するが、 θ_2 で放射された光についてはサファイア基板の界面で全反射され、 θ_3 で放射された光についてはGaN層とサファイア基板との界面で全反射されてしまう。全反射された光は層内で伝播を繰り返すうちに減衰することから、外部放射が困難となる。

【0025】

(第1の実施の形態の効果)

第1の実施の形態によると、サファイア基板20の光取り出し面に Al_2O_3 多孔質部20Aを設けることによって、臨界角の範囲より小なる角度の光については透過を阻害することなく、かつ、臨界角より大なる角度の光であっても一部を外部放射できるようにしたため、素子内部での吸収によって減衰する光を低減でき、そのことによって外部放射効率を向上させることができる。すなわち、図2に示す θ_2 から θ_3 の範囲の光についても、 Al_2O_3 多孔質部20Aによって外部へ放射させることが可能になる。

【0026】

また、LED素子2がエポキシ樹脂に封止されても、 Al_2O_3 多孔質部20A内の空気との界面での散乱が生じるため、光取り出し性が向上する。

【0027】

(第2の実施の形態)

(LED素子2の構成)

図3は、第2の実施の形態に係る発光素子の側面図である。このLED素子2は、第1の実施の形態で説明したサファイア基板20に代えてGaN基板28(屈折率： $n = 2.4$)を用いているとともに、 Al_2O_3 多孔質部に代えて TiO_2 多孔質部28A(屈折率： $n = 2.6$)を設けた構成が相違している。すなわち、基板の光取り出し面に高屈折率を有する調整物を設けて基板内部から外部への光取り出し性を高めている。なお、第1の実施の形態と同一の部分については共通の引用数字を付している。

【0028】

GaN基板28は、例えば、サファイア基板上にGaN系半導体層を成長させたものから Al_2O_3 を切削、研磨等で除去することで省いたものとすることもできる。

【0029】

TiO_2 多孔質部28Aは、 Ti アルコキシドを用いたゾルゲル法によってGaN基板28の光取り出し面側に設けられており、 Ti アルコキシドの熱分解に基づいて薄膜状に形成される。

【0030】

(第2の実施の形態の効果)

上記した第2の実施の形態によると、GaN基板28を用いたことによって多層23内で生じた光がGaN基板28との界面で反射されることがない。また、GaN基板28の光取り出し面側にGaN基板28より屈折率の大なる TiO_2 多孔質部28Aを設けているため、GaN基板28との界面で反射を生じることなく TiO_2 多孔質部28Aへ光を入射させることができ、その結果、外部放射効率が向上する。

【0031】

また、発光体としてのLED素子2の見かけの大きさに TiO_2 多孔質部28Aが含まれることから、高輝度の発光素子を具現化できる。すなわち、外部放射効率の向上によって光源サイズを大にすることなく光度を大にできる。係るLED素子2は、集光光学系を備えたパッケージにおいて、光学制御を行い易く、集光度の高い外部放特性を実現できる。

【0032】

10

20

30

40

50

更に、第2の実施の形態では、GaN基板の半導体層形成側と反対側の面に1 μ m程度の凹凸面を形成しても良い。これによれば、LED素子2がエポキシ樹脂によって封止されても、屈折率が2.4より大である材料で粗面が形成されるので、有意な光取り出し効率の向上を図ることができる。

【0033】

(第3の実施の形態)

(LED素子2の構成)

図4は、第3の実施の形態に係るLED素子の部分拡大図である。第3の実施の形態では、第2の実施の形態で説明したTiO₂多孔質部28Aに代えて光透過性を有するTiO₂粒子28aと、TiO₂粒子28aを覆うTiO₂コート層28bとを有するTiO₂部28Bを設けた構成が相違している。すなわち、TiO₂粒子28aは光透過性粒子として機能し、発光波長に対して透過性を有するTiO₂コート層28bを凹凸状に形成するとともにTiO₂コート層28bに入射した光を拡散する。

10

【0034】

TiO₂部28Bは、粉末状のTiO₂粒子28aを含有するTiアルコキシドを用いたゾルゲル法によってGaN基板28の光取り出し面側に設けられており、Tiアルコキシドの熱分解に基づいて薄膜状に形成される。この際、TiO₂粒子28aの径に対し、TiO₂コート層28bの厚さを薄くして凹凸形状が形成されるものとする必要がある。

【0035】

(第3の実施の形態の効果)

上記した第3の実施の形態によると、第2の実施の形態の好ましい効果に加えてTiO₂粒子28aの混入によってTiO₂部28Bの表面積が拡大される。また、TiO₂粒子28aはTiO₂部28Bに入射した光を拡散させるため、外部放射効率が向上する。また、第3の実施の形態のLED素子2がエポキシ樹脂によって封止されても、屈折率が2.4より大である材料で粗面が形成されるので、有意な光取り出し効率の向上を図ることができる。

20

【0036】

なお、TiO₂部28Bに含まれる光拡散性粒子として、TiO₂以外の他の材料からなる光拡散性粒子を混入させることも可能である。この場合、混入する光拡散性粒子が透光性を有する必要がある、かつ屈折率がTiO₂コート層28bと同等か大であることが好ましい。

30

【0037】

(第4の実施の形態)

(LED素子2の構成)

図5は、第4の実施の形態に係るLED素子の部分拡大図である。第4の実施の形態では、第3の実施の形態で説明したTiO₂部28Bに蛍光体28cを含有させた構成が相違している。

【0038】

蛍光体28cは、例えば、Ce:YAG(Yttrium Aluminum Garnet)を用いることができる。この場合、波長460nmの青色光によって励起されて520~550nmの黄色励起光を放射する。黄色励起光は青色光と混合されることによって白色光を生じる。

40

【0039】

図6は、TiO₂部における蛍光体の拡大図である。蛍光体28cは、TiO₂コート層28bによって包囲されており、GaN基板28から入射する青色光はTiO₂コート層28bによって導光されて蛍光体28cの表面全体に照射される。

【0040】

(第4の実施の形態の効果)

上記した第4の実施の形態によると、第2および第3の実施の形態の好ましい効果に加えて蛍光体28cの表面全体から励起光が放射されるようになる。また、TiO₂コート層28bが蛍光体28cを包囲することによってTiO₂部28Bの表面積が拡大される

50

。また、拡大された光放射面から黄色励起光と青色光が密に放射されることにより、波長変換性が向上し、高輝度色白色発光素子を具現化できる。

【0041】

従来では、発光素子上の蛍光体を含有したエポキシ樹脂をコートしたものがあるが、このようなLED素子では図2に示した θ_2 以内の角度で放射される光(全体の約30%)だけがエポキシ樹脂層に至り、蛍光体で励起される対象の光となる。更に、白色にするには、青色光と黄色光とのバランスを適切にする必要があるが、LED素子の直上だけでこれを行うと、青色光、黄色光とも蛍光体層を透過できずに減衰し、外部放射効率に影響が出るほど蛍光体の濃度を高めなければならない。また、 θ_3 以上の角度で放射される光は、LED素子内に閉じ込められ、大半が減衰する。特に多層では、発光波長に相当したバンドがあるため、発光波長の光は吸収率が大きくなる。

10

【0042】

これに対し、第4の実施の形態では、GaN系半導体層と蛍光体との間は略同一の屈折率を有することから、界面反射は生じず、GaN系半導体層で生じた全ての光が蛍光体28cで励起される対象の光となる。このような光が蛍光体28cに吸収されることにより蛍光体28cは励起されて全体が発光する。更に高屈折率材料であるTiO₂コート層28bが蛍光体28cを取り囲んでいるので、TiO₂コート層28bから外部放射がされ易くなる。また、蛍光体28cで励起されない青色光は、蛍光体28cに達することなく散乱反射されるものがあるとともに、凹凸形状となったTiO₂コート層28b表面から効率良く外部放射される。

20

【0043】

更に、蛍光体28cは、高屈折材料内に閉じ込められ、多次反射光が多く含まれる屈折率媒体内にあるので、効率良く励起される。また、蛍光体28cを包囲するTiO₂コート層28bに入射した光は、蛍光体28cの周囲に光を閉じ込められて多次反射するので、励起が全面で効率良く行われる。このため、蛍光体28cの濃度を低く抑えても良好な白色バランスを得ることができ、更に青色光、黄色光とも蛍光体層を透過できずに減衰することを防止することができる。

【0044】

また、蛍光体28cで励起された光は、長波長変換されているので、発光波長に相当したバンドでの吸収がないものとでき、発光波長内での減衰率は青色光より小になり、外部放射され易くなる。このため、LED素子2のサイズを大にすることなしに小型の白色光源とすることができ、高輝度の白色発光素子とできる。さらに、白色を実現する調整物の形成はウエハー状態で行うので、量産性に優れ、色調調整精度も高いものとすることができる。

30

【0045】

また、側面には蛍光体層が形成されないので、LED素子2は製造工程等で取り扱いに支障がない範囲の薄いものとするのが好ましい。第4の実施の形態では、通常タイプで幅約300 μ mに対して厚さ約100 μ m、大電流タイプでは幅約1000 μ mに対して厚さ約100 μ mである。

【0046】

また、ウエハー状態で幅の広い側面ーフカットによる溝形成を行った後、蛍光体層構成コーティング処理を施すことにより、側面の一部に蛍光体層を形成するようにしても良い。

40

【0047】

また、第4の実施の形態では、ウエハー状のGaN基板28に対して加工を施した後にダイシングして素子化する構成を説明したが、電極の耐熱性が確保できれば素子化後に蛍光体28cを包囲するTiO₂コート層28bを形成するようにしても良い。また、LED素子2の側面のすべてに蛍光体層を形成することもできる。

【0048】

なお、第4の実施の形態において、TiO₂部28Bに第3の実施の形態で説明した光

50

拡散性粒子としての TiO_2 粒子と蛍光体28cとを混在させても良い。この場合についても、光拡散性粒子として、 TiO_2 以外の他の材料からなる光拡散性粒子を混入させることも可能である。また、蛍光体28cは、粒子状態のものに代えて蛍光錯体を用いることもできる。

【0049】

また、発明者によれば、第4の実施の形態の発光素子には及ばないが、サファイア基板上にGaN系半導体層を形成したGaN系LED素子に対し、コート層を Al_2O_3 で形成したものについても従来のLED素子より光放射性が向上することを確認している。

【0050】

また、白色光の生成についても青色光と黄色光の混合に限定されず、紫外光とRGB蛍光体の励起光との混合による波長変換型であっても良い。また、発光波長についても白色に限定されるものではなく、他の色を波長変換によって発するものにも適用可能である。

【0051】

また、上記したようなアルコキシドによるウェット式の調整物形成の他に、例えば、 TiO_2 とともにオキシナイトガラスによる蛍光体を同時にスパッタするドライ式で高屈折率を有する調整物中に蛍光体を混入させることもできる。

【0052】

また、上記した各実施の形態においては、GaN系のLED素子2を用いた構成を説明したが、GaP系やGaAs系の他のLED素子2についても本発明を適用することができる。

【0053】

(第5の実施の形態)

(発光装置1の構成)

図7は、第5の実施の形態に係るLED素子を用いた発光装置であり、(a)は断面図、(b)はLED素子の側面図である。この発光装置1は、GaN系半導体化合物からなるフェイスアップ型のLED素子10と、LED素子10と電氣的に接続されるCuからなるリード部材11A、11Bと、LED素子10とリード部材11A、11Bとを接続するAuからなるワイヤ12と、LED素子10、リード部材11A、11B、およびワイヤ12を一體的に封止するエポキシ樹脂($n=1.5$)からなる封止部材13とを有する。

【0054】

(LED素子10の構成)

LED素子10は、図7(b)に示されるように、サファイア基板101と、AlNバッファ層102と、n型GaNクラッド層103と、発光層を有する多層104と、p型AlGaNクラッド層105と、p型GaNコンタクト層106と、Auからなる薄膜電極107と、薄膜電極107に接続されるパッド電極108と、n型GaNクラッド層103に接続されるn側電極109と、パッド電極108およびn側電極109を除くLED素子10の上面および側面に設けられる保護膜110と、上面および側面に設けられる TiO_2 ペース111Aを含む TiO_2 コート111とを有し、サファイア基板101上にAlNバッファ層102、n型GaNクラッド層103、多層104、p型AlGaNクラッド層105、およびp型GaNコンタクト層106を結晶成長させることによってGaN系半導体層113を形成している。このLED素子10のチップサイズは 1×1 mmのラージサイズであるが、例えば、 0.3×0.3 mmのLED素子10を用いることもできる。

【0055】

保護膜110は、スパッタリングによって形成される薄膜状の TiO_2 であり、GaN系半導体層113と同等の屈折率($n=2.6$)を有する。また、パッド電極108からn側電極109にかけてを覆うことで電極間を電氣的に絶縁している。

【0056】

TiO_2 コート111は、光散乱性を付与するための調整物として設けられ、Tiアル

10

20

30

40

50

コキシドを400℃で熱処理することによって形成される薄膜状のTiO₂である。また、TiO₂コート111は、光散乱性粒子として直径1μm以下のTiO₂ビーズ111Aを含むことで凹凸状の表面形成を有する。

【0057】

(LED素子10の製造工程)

まず、サファイア基板の上にAlNバッファ層102、n型GaNクラッド層103、多層104、p型AlGaNクラッド層105、p型GaNコンタクト層106を公知の装置および方法により積層して形成する。次に、n側電極109の形成に必要な領域を確保するためにp型GaNコンタクト層106からn型GaNクラッド層103にかけてをエッチングする。次に、p型GaNコンタクト層106の表面に薄膜電極107を形成する。次に、パッド電極108を薄膜電極107の表面に形成し、n型GaNクラッド層103の表面にn側電極109を形成する。次に、パッド電極108およびn側電極109の形成部を除く表面にスパッタリングに基づいてTiO₂の保護膜110を形成する。次に、ダイサーで全体を所望のサイズにダイシングしてLED素子10とする。

10

【0058】

(発光装置1の製造工程)

まず、予め定めた形状に成形されたリード部材11A、11Bを有するリードフレーム(図示せず)を用意し、リード部材11BにAgペーストで上記したLED素子10を固定する。次に、リード部材11AとLED素子10のパッド電極108、およびリード部材11BとLED素子10のn側電極109とをワイヤ12で電氣的に接続する。次に、LED素子10の上面および側面となる部分にTiO₂ビーズ111Aを含むTiアルコキシドを塗布して400℃の熱処理を行うことによりTiO₂コート111を形成する。このTiO₂コート111は熱処理に基づいて多孔質状に形成される。次に、リード部材11AとLED素子10を搭載されたリード部材11Bに対して図示しない金型を用いた樹脂封止を行うことにより、エポキシ樹脂からなる封止部材13を一体的に形成する。この封止部材13は、金型の形状に応じたドーム形状部がLED素子10の光放射面側に形成される。なお、このような樹脂封止はトランスファモールド法によって実現できる。次に、リードフレームからリード部材11A、11Bを切り離す。

20

【0059】

(発光装置1の動作)

リード部材11A、11Bに図示しない電源部から電力を供給すると、LED素子10の多層104から光が発せられる。多層104で生じた光のうち、サファイア基板101側に向かう光はサファイア基板101とAlNバッファ層102との界面、あるいはサファイア基板101の底面で反射される。また、光放射面側に向かう光は薄膜電極107を透過して保護膜110に入射し、更にTiO₂コート111に入射する。TiO₂コート111に入射した光は、TiO₂ビーズ111Aによって散乱することにより封止部材13に入射し、封止部材13から外部放射される。また、多層104内で反射を繰り返す光については、保護膜110が設けられる側面において保護膜110に入射し、保護膜110から封止部材13に入射し、封止部材13から外部放射される。

30

【0060】

(第5の実施の形態の効果)

上記した第1の実施の形態によると、以下の効果が得られる。

(1) LED素子10の上面および側面にLED素子10を構成するGaN系半導体層113の屈折率と同等以上の屈折率を有する保護膜110を設けているため、多層104内で生じた光が界面反射を生じることなく保護膜110に入射でき、そのことによってGaN系半導体層113内に留まる光を低減できる。従来のLED素子で電極間を絶縁するために設けられるSiO₂からなる保護膜では、屈折率nが1.5と半導体層の屈折率より小であり、LED素子の外部に取り出せる光が小になるが、本実施の形態では、LED素子の内部発光効率が同等であったとしても界面反射等の内部損失を生じることなく保護膜110に光が達するようになり、そのことによって外部放射効率を高める手段を形成する

40

50

ことができる。

【0061】

(2) 更に、保護膜110と同等以上の屈折率を有し、TiO₂ビーズ111Aを含むTiO₂コート111で保護膜110の表面を覆っているため、上面および側面に凹凸を形成できるとともにその面積を大にできるので、上面および側面に達する界面反射等の損失が最小限に抑えられた光を散乱でき、そのことによって光放射性が向上し、封止部材13を介して外部に効率良く光を放射させることができる。

【0062】

(3) TiO₂コート111をTiアルコキシドの熱処理に基づいて形成することによって光透過性を有した多孔質状の薄膜が得られるため、前述のTiO₂ビーズ111Aが有する光散乱性とあわせて上面および側面の光学形状を複雑にでき、光散乱性をより高めることができる。

10

【0063】

(4) 上面に電極が配置されるフェイスアップ型のLED素子10であっても外部放射効率の向上によって保護膜110およびTiO₂コート111を設けない同サイズの発光装置と比較して高輝度化を実現できる。

【0064】

(第6の実施の形態)

(LED素子10の構成)

図8は、第6の実施の形態に係るLED素子の側面図である。このLED素子10は、第5の実施の形態で説明した保護膜110上に蛍光体粒子112Aを含むTiO₂コート112を設けた波長変換型の構成を有する。以下の説明において、第5の実施の形態と同一の構成を有する部分については共通の引用数字を付して説明している。

20

【0065】

蛍光体粒子112Aは、例えば、Ce:YAGを用いることができる。この場合、波長460nmの青色光によって励起されて520~550nmの黄色励起光を放射する。黄色励起光は青色光と混合されることによって白色光を生じる。

【0066】

(第6の実施の形態の効果)

上記した第6の実施の形態によると、第5の実施の形態の好ましい効果に加えて、光取り出し面に蛍光体粒子112Aを設けているので、蛍光体粒子112Aの表面全体から励起光が放射されるようになる。また、TiO₂コート112が蛍光体粒子112Aを包囲することによって表面積が拡大される。また、拡大された上面および側面から黄色励起光と青色光が密に放射されることにより、波長変換性が向上し、高輝度色白色発光素子を具現化できる。

30

【0067】

従来では、LED素子上に蛍光体を含有したエポキシ樹脂をコートしたものがあるが、このようなLED素子では $n = 1.4 \sim 1.5$ の臨界角以内の角度で放射される光(全体の約30%)だけがエポキシ樹脂層に至り、蛍光体で励起される対象の光となる。更に、白色にするには、青色光と黄色光とのバランスを適切にする必要があるが、LED素子の直上だけでこれを行うと、青色光、黄色光とも蛍光体層を透過できずに減衰し、外部放射効率に影響が出るほど蛍光体の濃度を高めなければならない。また、LED素子内に閉じ込められる光は、大半が減衰する。特に多層では、発光波長に相当したバンドがあるため、発光波長の光は吸収率が大きくなる。

40

【0068】

これに対し、第6の実施の形態では、GaN系半導体層113と蛍光体との間は略同一の屈折率を有することから、界面反射は生じず、GaN系半導体層113で生じた全ての光が蛍光体粒子112Aで励起される対象の光となる。このような光が蛍光体粒子112Aに吸収されることにより蛍光体粒子112Aは励起されて全体が発光する。更に高屈折率材料であるTiO₂コート112が蛍光体粒子112Aを取り囲んでいるので、TiO₂

50

コート 1 1 2 から外部放射がされ易くなる。また、蛍光体粒子 1 1 2 A で励起されない青色光は、蛍光体粒子 1 1 2 A に達することなく散乱反射されるものがあるととも、凹凸形状となった TiO_2 コート 1 1 2 表面から効率良く外部放射される。

【 0 0 6 9 】

更に、蛍光体粒子 1 1 2 A は、高屈折材料内に閉じ込められ、多次反射光が多く含まれる屈折率媒体内にあるので、効率良く励起される。また、蛍光体粒子 1 1 2 A を包囲する TiO_2 コート 1 1 2 に入射した光は、蛍光体粒子 1 1 2 A の周囲に光を閉じ込められて多次反射するので、励起が全面で効率良く行われる。このため、蛍光体粒子 1 1 2 A の濃度を低く抑えても良好な白色バランスを得ることができ、更に青色光、黄色光とも蛍光体層を透過できずに減衰することを防止することができる。

10

【 0 0 7 0 】

また、蛍光体粒子 1 1 2 A で励起された光は、長波長変換されているので、発光波長に相当したバンドでの吸収がないものとでき、発光波長内での減衰率は青色光より小になり、外部放射され易くなる。このため、LED 素子 1 0 のサイズを大にすることなしに小型の白色光源とすることができ、高輝度の白色発光素子とできる。なお、蛍光体粒子 1 1 2 A については、粒子状態のものに代えて蛍光錯体を用いることもできる。

【 0 0 7 1 】

(第 7 の実施の形態)

(発光装置 1 の構成)

図 9 は、第 7 の実施の形態に係る LED 素子を用いた発光装置であり、(a) は断面図、(b) は LED 素子における光の放射を示す図である。この発光装置 1 は、第 5 の実施の形態で説明した発光装置 1 の封止部材 1 3 に代えて高屈折率のガラス材 (加工温度 4 5 0 、 $n = 1.9$) からなるガラス封止部材 1 4 をに設けるとともに、第 5 の実施の形態で説明した TiO_2 コート 1 1 1 を省いた LED 素子 1 0 を用いた構成を有する。

20

【 0 0 7 2 】

LED 素子 1 0 の多層 1 0 4 で生じた光は、薄膜電極 1 0 7 を透過して保護膜 1 1 0 に達する。このとき、図 9 (b) に示す臨界面角 c の範囲に放射された光が保護膜 1 1 0 を透過してガラス封止部材 1 4 に入射する。

【 0 0 7 3 】

(第 7 の実施の形態の効果)

上記した第 7 の実施の形態によると、光取り出し面に保護膜 1 1 0 を設けた LED 素子 1 0 をガラス封止部材 1 4 で封止しているため、耐光性や耐熱性に優れた発光装置 1 が得られる。また、GaN 半導体層 1 1 3 から放射される光は薄膜電極 1 0 7 との界面で反射されることなく保護膜 1 1 0 とガラス封止部材 1 4 との界面に達するようになり、臨界面角 $c = 52$ 度の範囲にある光についてはガラス封止部材 1 4 を介して外部放射されるので、光取り出し効率が向上する。

30

【 0 0 7 4 】

例えば、保護膜 1 1 0 を現在一般に用いられている SiO_2 で形成した場合、ガラス封止部材 1 4 に入射できるのは図 9 (b) に示す角度 $\theta = 39$ 度の範囲にある光となり、高屈折率材料で LED 素子が封止されてもエポキシ樹脂 (屈折率 $n = 1.5$) で封止された際と同等の外部放射効率しか得ることができない。このような状況では、保護膜 1 1 0 に十分な光が入射できないので第 5 の実施の形態で説明した TiO_2 コート 1 1 1 を設けたとしても第 5 の実施の形態と同等の光取り出し効率を得ることはできない。

40

【 0 0 7 5 】

上記した第 7 の実施の形態では、屈折率 $n = 1.9$ の高屈折率ガラスとして説明したが、屈折率 1.7 以上の封止材料を用いれば有意な特性を得ることができる。

【 0 0 7 6 】

なお、上記した第 5 から第 7 の実施の形態では、サファイア基板上に GaN 系半導体層を形成し、光取り出し面に TiO_2 からなる保護膜および調整物を設けた構成を説明したが、GaN 基板を用いる構成であっても良く、また、SiC 基板であっても良い。また、

50

光取り出し面に設けられる保護膜および調整物についても、GaN系半導体層113に対して同等以上の屈折率を有するものを用いることができる。ただし、保護膜あるいは光取り出し手段からの外部放射を考慮すると、同等の屈折率を有することが好ましい。例えば、GaN系LED素子の場合、光取り出し面に設けられる保護膜および調整物の材料として、ZnS ($n = 2.4$)、ダイヤモンド ($n = 2.4$) 等を用いることができる。なお、GaN系半導体層113より屈折率がやや低いSnO₂ ($n = 1.9$) であっても有意な差を得ることができる。また、さらに低い屈折率であっても封止材であるエポキシ樹脂より大きな屈折率であれば効果を期待できる。

【0077】

なお、GaAs等の発光素子では、屈折率3以上であり、同等の屈折率の保護層用材料の選択範囲は狭くなる。

10

【0078】

また、LED素子10についても、上記したものに限定されず、例えば、電極の一方が光取り出し面と反対側に設けられるものや、p型およびn型の電極が光取り出し面の対辺近傍に設けられるものであっても良い。

【0079】

(第8の実施の形態)

(発光装置1の構成)

図10は、第8の実施の形態に係るLED素子を示し、(a)は側面図、(b)は(a)のb方向に見たLED素子10の表面を示す図である。このLED素子10は、第5の実施の形態で説明した薄膜電極107の上にSiN ($n = 1.8$)系材料からなる保護膜110と、熱硬化性樹脂 ($n = 2.1$) からなる樹脂膜120を有する。以下の説明において、第5の実施の形態と同一の構成を有する部分については共通の引用数字を付して説明している。

20

【0080】

樹脂膜120は、(b)に示すように表面に凹凸部120Aを有し、保護膜110を介してGaN系半導体層113から入射する光を凹凸部120Aで拡散させて外部に放射させる。

【0081】

(樹脂膜120の製造工程)

まず、パッド電極108およびn側電極109の形成部にマスク処理を施す。次に、マスク部を除く保護膜110の表面に上記した熱硬化性樹脂からなる厚さ100 μ mのフィルム状材料を貼り付ける。次に、凹凸パターンが形成された金型をフィルム状材料の貼り付け部分に位置させてプレスすることにより、フィルム状材料の表面に100 μ mの溝を型成形する。次に、LED素子10全体に対して175 $^{\circ}$ Cの温度条件で熱処理を行い、フィルム状材料を硬化させることによって樹脂膜120を形成する。次に、電極部分に設けられているマスク部をエッチングによって除去する。

30

【0082】

(第8の実施の形態の効果)

上記した第8の実施の形態によると、以下の効果が得られる。

40

(1) 保護膜110の表面に保護膜110の屈折率より大で、GaN系半導体層113に近似した屈折率を有するフィルム状材料の樹脂膜120を設けたため、多層104から放射される光は薄膜電極107との界面で反射されることなくガラス封止部材14との界面に達し、ガラス封止部材14に入射して外部放射されるので、光取り出し効率が向上する。

【0083】

(2) 保護膜110と同等の屈折率を有するフィルム状材料を保護膜110上に貼り付けることにより、LED素子10の表面に均一な膜厚の樹脂膜120を形成することができる。光取り出し面からむらなく光を取り出すことができる。

【0084】

50

(3) 凹凸部120Aを有する薄膜(100 μ m)の貼り付けることにより、光取り出し面の面積が拡大されて光取り出し性が向上する。また、LED素子10の表面に光拡散部を容易に形成することができる。

【0085】

(4) 樹脂モールド形成であるため、容易に微細形状形成ができる。

【0086】

なお、第8の実施の形態では、フィルム状材料を保護膜110上に貼り付けることによって樹脂膜120を形成したが、予め凹凸部120Aを設けたフィルム状材料を保護膜110上に貼り付けることによって樹脂膜120を形成しても良い。また、フィルム状の材料に限定されず、例えば、ワニス状の熱硬化性樹脂を型成形することで凹凸部120Aを有する樹脂膜120を形成するようにしても良い。

10

【0087】

また、樹脂膜120は、上記した凹凸部120Aを設ける以外に、例えば、粗面化加工によって表面が粗面化されていても良い。

【0088】

(第9の実施の形態)

(LED素子10の構成)

図11は、第9の実施の形態に係るLED素子を示す側面図である。このLED素子10は、第8の実施の形態で説明したSiN($n=1.8$)系材料からなる保護膜110と樹脂膜120との間に熱硬化性樹脂($n=2.1$)に蛍光体を含有した樹脂膜121を設けた波長変換型のLED素子である構成について第8の実施の形態と相違している。

20

【0089】

樹脂膜121は、第8の実施の形態で説明した熱硬化性樹脂にCe:YAG蛍光体を含有したフィルム状の蛍光体含有材料によって形成されており、多層104から放射される青色光によって励起されて黄色光を放射する。

【0090】

(樹脂膜121の製造工程)

まず、パッド電極108およびn側電極109の形成部にマスク処理を施す。次に、マスク部を除く保護膜110の表面に上記した熱硬化性樹脂からなる厚さ100 μ mの蛍光体含有材料を貼り付ける。次に、蛍光体含有材料上に熱硬化性樹脂からなる厚さ100 μ mのフィルム状材料を貼り付ける。次に、凹凸パターンが形成された金型をフィルム貼り付け部分に位置させてプレスすることにより、フィルム状材料の表面に100 μ mの溝を型成形する。次に、LED素子10全体に対して175 $^{\circ}$ Cの温度条件で熱処理を行い、蛍光体含有材料およびフィルム状材料を硬化させることによって樹脂膜120、121を形成する。次に、電極部分に設けられているマスク部をエッチングによって除去する。

30

【0091】

(第9の実施の形態の効果)

上記した第9の実施の形態によると、以下の効果が得られる。

(1) 第8の実施の形態の好ましい効果に加えて、GaN系半導体層113に近似した屈折率を有する部材に蛍光体を含有した樹脂膜121を有するので、GaN半導体層113と樹脂膜121との界面における反射を小にしながら蛍光体にむらなく光を照射することができ、蛍光体の励起を促進して青色光との混合に基づく白色光の色むらを低減できる。

40

【0092】

(2) 樹脂膜121の膜厚を100 μ mと薄く形成できることにより、蛍光体の光吸収による光取り出し性の低下を防げる。また、蛍光体が均一な厚さで配置されることにより、光取り出し面全体から均一な波長変換光である白色光を取り出すことができる。

【0093】

(3) 一般のアルコキシドより低温の加工を行うことができ、容易かつ構成部材への熱ダメージなく蛍光体が含有された高屈折率材料層の形成ができる。

【0094】

50

なお、第 8 の実施の形態の LED 素子 10 についても、樹脂膜 120 を形成するフィルム状の材料についてワニス状の熱硬化性樹脂を型成形することで、凹凸部 120A を有する樹脂膜 120 を形成するようにしても良い。

【0095】

(第 10 の実施の形態)

(LED 素子 2 の構成)

図 12 は、第 10 の実施の形態に係る LED 素子を示す側面図である。この LED 素子 2 は、第 1 の実施の形態で説明した LED 素子 2 のサファイア基板 20 に設けられる Al_2O_3 多孔質部 20A に代えて、第 8 の実施の形態で説明した熱硬化性樹脂 ($n = 2.1$) からなる樹脂膜 120 を有する。以下の説明において、第 1 の実施の形態と同一の構成を有する部分については共通の引用数字を付して説明している。

10

【0096】

樹脂膜 120 は、表面に凹凸部 120A を有し、サファイア基板 20 から入射する光を凹凸部 120A で拡散させて外部に放射させる。

【0097】

(LED 素子 2 の製造工程)

LED 素子 2 を製造するには、まず、ウエハー状のサファイア基板 20 を用意し、AlN バッファ層 21、n 型 GaN クラッド層 22、発光する層を有する多層 23、p 型 AlGaN クラッド層 24、p 型 GaN コンタクト層 25、n 電極 26、および p 電極 27 を公知の方法で形成する。次に、GaN 系半導体層 30 が形成された面と反対側のサファイア基板 20 の面に熱硬化性樹脂からなる厚さ $100 \mu m$ のフィルム状材料を貼り付ける。次に、凹凸パターンが形成された金型をフィルム状材料の貼り付け部分に位置させてプレスすることにより、フィルム状材料の表面に $100 \mu m$ の溝を型成形する。次に、LED 素子 2 全体に対して $175^\circ C$ の温度条件で熱処理を行い、フィルム状材料を硬化させることによって樹脂膜 120 を形成する。次に、上記した半導体層および樹脂膜 120 を設けられたサファイア基板 20 を所定のサイズ (例えば、 $1 \times 1 mm$) にダイシングして LED 素子 2 とする。

20

【0098】

(第 10 の実施の形態の効果)

上記した第 10 の実施の形態によると、以下の効果が得られる。

30

(1) サファイア基板 20 より大なる屈折率を有し、熱硬化性樹脂からなる薄膜状の樹脂膜 120 をサファイア基板 20 の表面に設けたので、GaN 系半導体層 30 の多層 23 から放射される光を凹凸部 120A で拡散して封止部材 9 に入射させることができる。

【0099】

(2) サファイア基板 20 の表面に光拡散性に優れる樹脂膜 120 を薄膜状に形成するので、樹脂膜 120 の透過による光吸収を小にでき、光取り出し性が向上する。

【0100】

(3) 電極を回避して光取出面を形成する必要がないので、容易かつ量産に適するものとなる。

【0101】

40

(第 11 の実施の形態)

(LED 素子 2 の構成)

図 13 は、第 11 の実施の形態に係る LED 素子を示す側面図である。この LED 素子 2 は、第 10 の実施の形態で説明した LED 素子 2 のサファイア基板 20 に代えて GaN 基板 ($n = 2.4$) 28 を有する構成において第 10 の実施の形態と相違している。

【0102】

(第 11 の実施の形態の効果)

上記した第 11 の実施の形態によると、GaN 基板 28 を用いた LED 素子 2 においては GaN 系半導体層 30 から放射された光が GaN とサファイアとの屈折率差に起因する界面反射を生じることなく GaN 基板 28 の表面に達する。樹脂膜 120 は、凹凸部 120

50

0 AでGa₂N基板28の表面に導かれた光を拡散させて封止部材9に放射するので、LED素子2の光取り出し性が向上する。

【0103】

(第12の実施の形態)

(LED素子2の構成)

図14は、第12の実施の形態に係るLED素子を示す側面図である。このLED素子2は、第10の実施の形態で説明したLED素子2のサファイア基板20を除去し、Ga₂N系半導体層30の表面に凹凸部120Aを有する樹脂膜120を設けた構成において第10の実施の形態と相違している。

【0104】

(第12の実施の形態の効果)

上記した第11の実施の形態によると、サファイア基板20を除去することでLED素子2の薄型化を図れるとともに多層23から樹脂膜120にかけての光吸収や光損失を防ぐことができる。

【0105】

なお、樹脂膜120は、図15に示すように、凹凸部120Aの表面に干渉膜としてSiN($n = 1.8$)の薄膜122を設けても良い。このように薄膜122を樹脂膜120に表面に設けることで、例えば、屈折率 $n = 2.1$ の樹脂膜120との界面において光を散乱して外部放射させるため、LED素子2が低屈折率の封止部材9で封止されていても光取り出し性が向上する。

【0106】

また、第10から第12の実施の形態においても、第9の実施の形態のように蛍光体含有の高屈折率材料層を介しても良い。また、この際には、蛍光体自体による散乱反射および蛍光体励起放射光による散乱光が散在することになるので、凹凸部を形成しなくても、光取り出し効率向上の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る発光素子を用いた発光装置であり、(a)は縦断面図、(b)は発光素子の部分拡大図

【図2】エポキシ樹脂によって封止された発光素子の光の透過を示す図

【図3】第2の実施の形態に係る発光素子の側面図

【図4】第3の実施の形態に係る発光素子の部分拡大図

【図5】第4の実施の形態に係る発光素子の部分拡大図

【図6】第4の実施の形態のTiO₂部における蛍光体の拡大図

【図7】第5の実施の形態に係るLED素子を用いた発光装置であり、(a)は断面図、(b)はLED素子の側面図

【図8】第6の実施の形態に係るLED素子の側面図

【図9】第7の実施の形態に係るLED素子を用いた発光装置であり、(a)は断面図、(b)はLED素子における光の放射を示す図

【図10】第8の実施の形態に係るLED素子を示し、(a)は側面図、(b)は(a)のb方向に見たLED素子10の表面を示す図

【図11】第9の実施の形態に係るLED素子を示す側面図

【図12】第10の実施の形態に係るLED素子を示す側面図

【図13】第11の実施の形態に係るLED素子を示す側面図

【図14】第12の実施の形態に係るLED素子を示す側面図

【図15】凹凸部の表面に干渉膜としてSiN($n = 1.8$)の薄膜を設けたLED素子の部分図

【図16】特許文献2に記載されるLEDチップを示す断面図

【符号の説明】

【0108】

10

20

30

40

50

- 1、発光装置 2、LED素子 3A、3B、バンプ 4、サブマウント部
 - 5、Agペースト 6A、6B、リード部 6C、素子収容部
 - 6a、カップ 7、ワイヤ 7A、ワイヤ接合部 8、素子封止部
 - 9、封止部材 10、LED素子 11A, 11B、リード部材
 - 12、ワイヤ 13、封止部材 14、ガラス封止部材
 - 20、サファイア基板 20A、Al₂O₃多孔質部
 - 22、n型GaNクラッド層 23、多層
 - 24、p型AlGaInクラッド層 25、p型GaNコンタクト層
 - 26、n側電極 27、p側電極 28b、TiO₂コート層
 - 28、GaN基板 28A、TiO₂多孔質部 28a、TiO₂粒子
 - 28c、蛍光体 28B、TiO₂部 30、GaN系半導体層
 - 41、n電極 42、p型半導体層 43、p電極
 - 44、n電極 45、n型半導体層 101、サファイア基板
 - 102、AlNバッファ層 103、n型GaNクラッド層
 - 104、多層 105、p型AlGaInクラッド層
 - 106、p型GaNコンタクト層 107、薄膜電極
 - 108、パッド電極 109、n側電極
 - 110、保護膜 111、TiO₂コート 111A、TiO₂ビーズ
 - 112、TiO₂コート 112A、蛍光体粒子
 - 113、GaN系半導体層 120A、凹凸部 120、樹脂膜
 - 121、樹脂膜 122、薄膜 200、チップ
 - 201、サファイア基板 201a, 201b、凹凸面
 - 202、GaNバッファ層 203、n型半導体層
 - 204、p型半導体層 205、p側電極
 - 206、n側電極 210、実装基板 230a, 230b、バンプ
- 【図1】

10

20

【図2】

図1

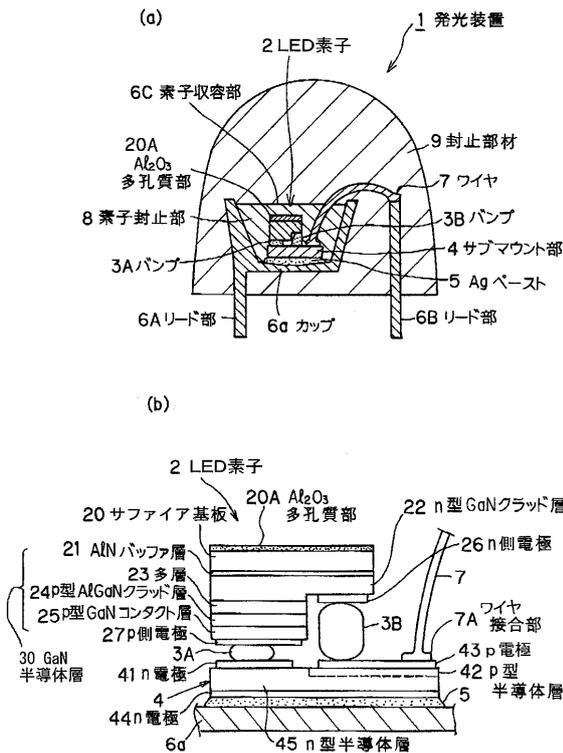
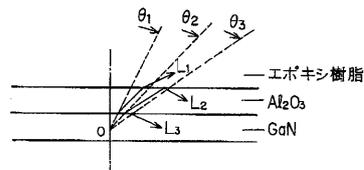
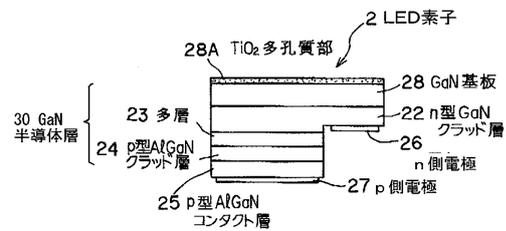


図2



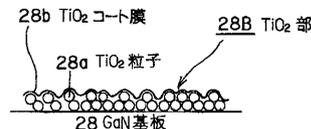
【図3】

図3



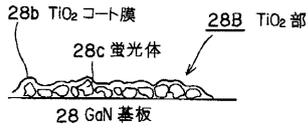
【図4】

図4



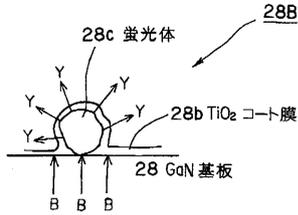
【図5】

図5



【図6】

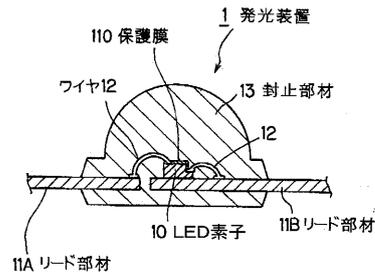
図6



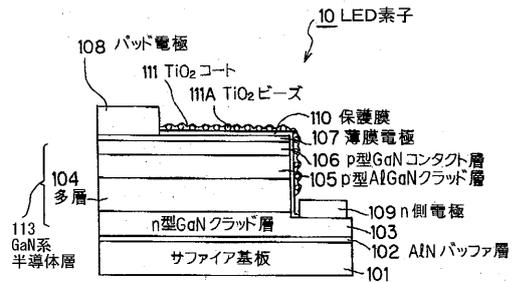
【図7】

図7

(a)

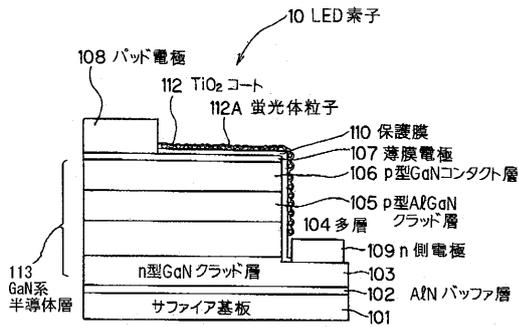


(b)



【図8】

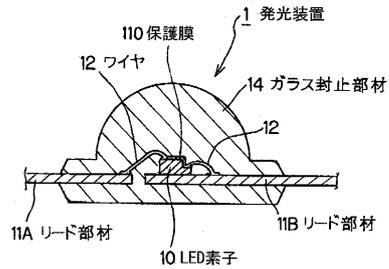
図8



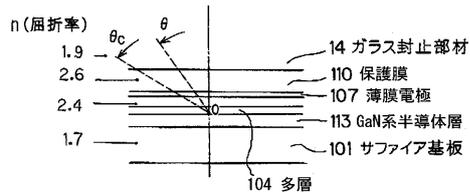
【図9】

図9

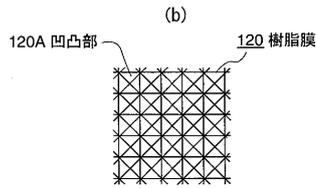
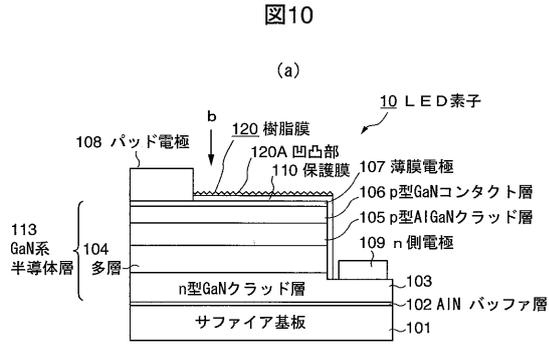
(a)



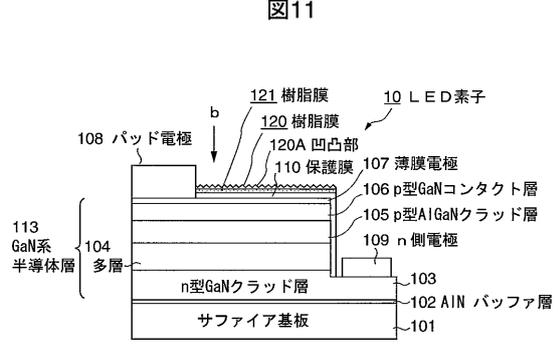
(b)



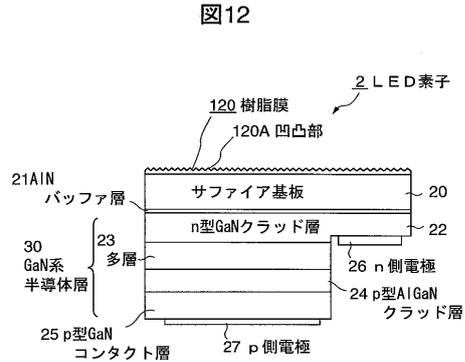
【図10】



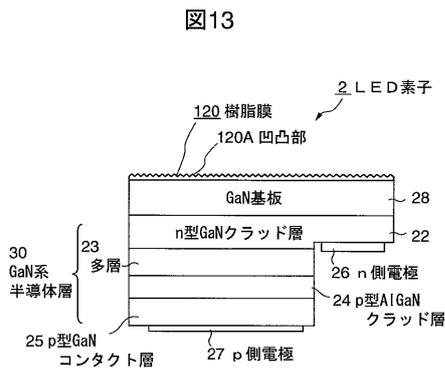
【図11】



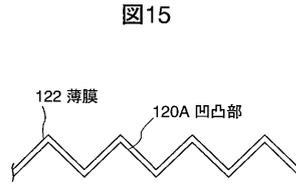
【図12】



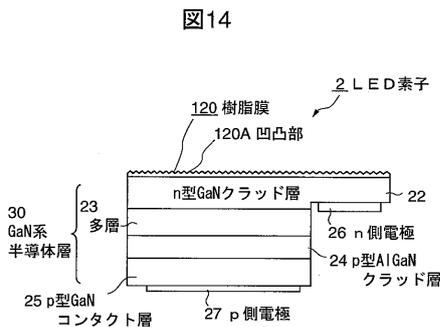
【図13】



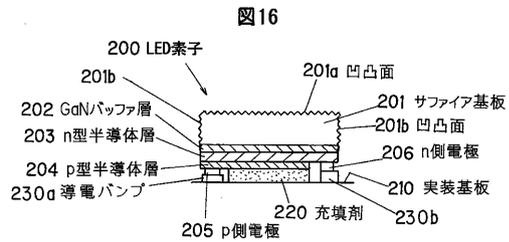
【図15】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭56-071986(JP,A)
特開2003-243727(JP,A)
特開2003-243726(JP,A)
特開2000-216502(JP,A)
特開2000-174395(JP,A)
特開2002-335010(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64
H01S 5/00 - 5/50