

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成16年12月16日(2004.12.16)

【公開番号】特開2001-119075(P2001-119075A)

【公開日】平成13年4月27日(2001.4.27)

【出願番号】特願2000-267852(P2000-267852)

【国際特許分類第7版】

H 01 L 33/00

【F I】

H 01 L 33/00	N
H 01 L 33/00	C

【手続補正書】

【提出日】平成15年12月26日(2003.12.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】発光ダイオード

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に合成樹脂によってダイボンドさせた半導体発光素子と、該半導体発光素子上に半導体発光素子が発光する青色系光を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材とを有する発光ダイオードであって、

前記半導体発光素子はサファイア上の青色系光が発光可能な窒化物系化合物半導体からなる発光層と、前記サファイアを介して前記窒化物系化合物半導体と対向する前記合成樹脂側に設けられ、且つ前記半導体発光素子が発光する光、前記蛍光物質によって反射された半導体発光素子からの光及び青色系光と補色となる前記蛍光物質からの黄色系光を反射する反射部材を設け、さらに基板が光を反射する材料であることを特徴とする白色系が発光可能な発光ダイオード。

【請求項2】反射部材はアルミニウム、銀、白金から選択される金属又はその合金である請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】合成樹脂はエポキシ樹脂である請求項1乃至請求項2記載の発光ダイオード。

【請求項4】合成樹脂は銀、金、アルミニウム、銅から選択される少なくとも1種を含有している請求項1乃至請求項3に記載の発光ダイオード。

【請求項5】蛍光物質はセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である請求項1乃至請求項4に記載の発光ダイオード。

【請求項6】前記イットリウムの一部はガドリニウム、ルテニウム、スカンジウム、ランタンから選択される1種で置換されてなる請求項5に記載の発光ダイオード。

【請求項7】前記アルミニウムの一部はガリウム、インジウム、ボロン、テルルから選択される1種で置換されてなる請求項5に記載の発光ダイオード。

【請求項8】前記セリウムに加えてテルビ及び/又はクロムを有する請求項5に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本願発明は、ディスプレイのバックライト、照光式操作スイッチ、LED表示器等に使用される発光ダイオードに係り、特に蛍光物質を利用し長期間且つ、高輝度に発光可能な発

光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】

発光素子（以下、LEDチップともいう。）は、小型で効率よく鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れがない。初期駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため、各種インジケータや種々の光源として利用されている。しかしながら、LEDチップは単色性の発光ピークを有するが故に白色系などの発光のみを得る場合においても、2種類以上の発光素子を利用せざるを得なかった。

【0003】

そこで、本出願人は、単色性の発光ピークを有するLEDチップと蛍光物質を利用して白色系など種々の発光色を発光させる発光ダイオードとして特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載した発光ダイオードを開発した。

【0004】

これらの発光ダイオードは、発光層のエネルギー・バンドギャップが比較的大きいLEDチップをリードフレームの先端に設けられたカップ上などにダイボンド部材などによって配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルシステムやメタルポストとそれぞれ電気的に接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド中などにLEDチップからの光を吸収し、波長変換する蛍光体を含有させ色変換部材として形成させてある。

【0005】

これによって、LEDチップからの発光を蛍光体によって波長変換した発光ダイオードとすることができます。例えば、青色系のLEDチップからの光と、その光を吸収し補色関係にある黄色系を発光する蛍光体からの光との混色により白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができます。これらの発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとすることができます。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、発光ダイオードの利用分野の広がりと共に、より信頼性が高く長期間且つ、高輝度に発光可能な発光ダイオードが求められている。特に、蛍光物質を利用した発光ダイオードは、蛍光物質にもよるが発光層からの発光波長が短いものほど効率よく発光する傾向にある。一方、発光ダイオードに利用するモールド部材、色変換部材やダイボンド部材などには、扱い易さなどから種々の合成樹脂が利用されている。合成樹脂は、一般にLEDチップから放出される発光波長が短くなると劣化し着色する傾向にある。特に、ダイボンド部材は、接着性をも考慮しなければ成らず現在のところ耐候性と密着性等を共に十分満足するものがない。したがって、蛍光物質を利用した発光ダイオードの発光強度を更に向上させ長時間使用すると、発光ダイオードの発光輝度が低下する場合があるという問題を有する。本願発明は上記課題を解決し、より高輝度且つ、長時間の使用環境下においても発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、基板上にダイボンド部材によって固定されたLEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光物質を含む色変換部材と、を有する発光ダイオードであって、前記LEDチップは透光性基体上的一方の面側に窒化物系化合物半導体を有すると共に、前記透光性基体の他方の面側に反射部材を設け、さらに色変換部材は、透明樹脂や硝子等の基材に、蛍光物質に加えて拡散剤を含有させている。

【0008】

また、本願発明の発光ダイオードをマトリックス状に配置したLED表示器と、該LED表示器と電気的に接続させた駆動回路と、を有するLED表示装置である。

## 【0009】

## 【作用】

本願発明は、LEDチップの透光性基体に反射部材を設けることによって、ダイボンド部材の光による劣化を防止しつつ光利用効率を高めたものである。特に、発光ダイオードの光反射性と、接着剤の接着性と、に機能分離させたものである。

## 【0010】

また、本発明に加えてより耐光性の高い基材を用いて色変換部材を構成させることで、LEDチップからの光、蛍光物質によって反射された光などによる基材の着色などを抑制し発光光率の低下を防ぐことができる。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

本願発明者は種々の実験の結果、高輝度且つ長時間の使用環境下における発光ダイオードの出力低下が、LEDチップのごく近傍に配置された色変換部材やダイボンド部材の劣化にあることを見出し本願発明を成すに至った。

## 【0012】

蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいては、蛍光物質を利用しない通常の発光ダイオードと光の密度が極端に異なる。即ち、図3の如く蛍光物質を利用した発光ダイオードにおいては、LEDチップ303から放出される光がそのまま全て合成樹脂などにより形成された色変換部材などを透過しない。LEDチップ303からの光は、LEDチップ303近傍などに設けられた蛍光物質322によって反射される。或いは、蛍光物質322によって励起された光として等方的に放出される。さらに、発光ダイオードからの光はダイボンド樹脂を透過し、光特性向上のために高反射率の材料が用いられた基板などによって反射される。また、ダイボンド部材などの屈折率の差などによっても反射される。そのため、LEDチップ303近傍に光が部分的に密に閉じこめられ、LEDチップ近傍の光密度が極めて高くなる。そのため、LEDチップ303極近傍の色変換部材やダイボンド部材が、特に劣化され着色330などし発光光率が低下すると考えられる。

## 【0013】

本願発明は、LEDチップ極近傍の色変換部材やダイボンド部材などの劣化を抑制することにより、高輝度且つ長時間の使用環境下においても出力低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができるのである。

## 【0014】

本願発明の具体的な発光ダイオードの一例を図2に示す。図2は、チップタイプLEDの断面図である。セラミックのパッケージ内に設けられた電極上にダイボンド部材207を用いてLEDチップをダイボンドさせると共に電気的に接続させた。LEDチップには、SiC基板の一方に青色系が発光可能な窒化物系化合物半導体が形成されたものを利用した。なお、SiC基板の他方の面上には、Agがメッキされている。また、ダイボンド部材201には、Ag含有のシリコーン樹脂を用いた。残ったLEDチップ203の電極とパッケージに設けられた外部電極209とを金線によってワイヤーボンディングさせてある。

## 【0015】

パッケージ204には、内部に一段下がったキャビティーを設けてある。キャビティー内には、蛍光物質を含有させた透光性ポリイミド樹脂を色変換部材202として注入し発光ダイオードを構成させてある。蛍光物質は、セリウムを付活したイットリウム・アルミニウム・ガーネット蛍光体を用いた。

## 【0016】

このような、発光ダイオードの外部電極209に電力を供給することによりLEDチップ203から光を出させると共にLEDチップ203からの光によって蛍光物質を励起させ発光させることができる。LEDチップ203からの青色系光と蛍光物質からの黄色系光が補色関係にあるため、白色系の発光色を得ることができる。このような発光ダイオードは樹脂劣化などに伴う着色が少ないと長期間且つ高輝度に発光させることができる。

以下本願発明の構成部材について詳述する。

【0017】

(反射部材201)

本願発明に用いられる反射部材201とは、半導体発光層から放出された光をダイボンド樹脂に直接照射させないように設けられると共に、効率よく発光観測面側に反射させるためのものである。

【0018】

このような反射部材は、In、Cu、Ir、Pd、Rh、W、Mo、Ti、Ni、Al、AgやPtなどの金属や合金、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>等の誘電体材料を積層した誘電体多層膜で形成することができる。特に、Al、Ag、PtやTiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、BaF<sub>2</sub>等の誘電体材料を利用した反射部材は、窒化物系化合物半導体の発光層から放出される発光波長を効率よく反射できると共に比較的簡単に形成できるためより好ましい。このような反射部材は、蒸着法、スパッタリング法などの気相成長膜技術などにより透光性基材上に容易に形成することができる。

【0019】

(ダイボンド部材107、207、307)

本願発明に用いられるダイボンド部材107とは、LEDチップ103と、基板104とを接着させるために用いられる。したがって、ダイボンド部材107は、基板及びLEDチップ103との密着性が高いことが望まれる。ダイボンド部材に用いられる具体的な合成樹脂としては、一液、二液型エポキシ樹脂や一液、二液型シリコーン樹脂が好適に用いられる。

【0020】

また、ダイボンド部材107を利用してLEDチップと基板とを電気的に導通させてもよい。この場合、ダイボンド部材中に、銀、金、アルミニウム、銅、ITO、SnO<sub>2</sub>、ZnO<sub>2</sub>などから選択される少なくとも1種を含有させることができ。特に、銀、金、アルミニウム、銅などは、導電性を持たせると共に放熱性を向上させることができる。

【0021】

このようなダイボンド部材107は、LEDチップ103と基板104とを接着させるためにダイボンダーを用いることによって簡単に塗布などすることができる。

【0022】

(色変換部材102、202)

本願発明に用いられる色変換部材102とは、LEDチップ103からの光の少なくとも一部を変換する蛍光物質322が含有されるものである。色変換部材102の基材としては、LEDチップ103からの光や蛍光物質からの光を効率よく透過させると共に耐光性の良いものが好ましい。さらに、色変換部材として働くと共にモールド材などとして兼用される場合は、外部環境下における外力や水分等に対して強いものが好ましい。このような基材321の具体的な材料としては、エラストマー状或いはゲル状シリコーン樹脂、アモルファスフッ素樹脂、透光性ポリイミド樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。色変換部材102の量によって発光ダイオードから放出される光の色調などが変化するため操作性などの点からエラストマー状或いはゲル状シリコーン樹脂がより好ましい。

【0023】

色変換部材は、LEDチップ103に直接接触させて被覆させることもできるし、他の合成樹脂などを間に介して設けることもできる。また、蛍光物質322と共に着色顔料、着色染料や拡散剤を含有させても良い。着色顔料や着色染料を用いることによって色味を調節させることもできる。拡散剤を含有させることによってより指向角を増すことができる。具体的な拡散剤としては、無機系であるチタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等や有機系であるグアナミン樹脂などが好適に用いられる。

【0024】

(蛍光物質322)

本願発明に用いられる蛍光物質322は、窒化物系化合物半導体から放出された可視光や紫外光を他の発光波長に変換するためのものである。従って、LEDチップ103に用いられる発光層から発光される発光波長や発光ダイオードから放出される所望の発光波長に応じて種々ものが用いられる。特に、LEDチップ103が発光した光と、LEDチップ103からの光によって励起され発光する蛍光物質322からの光が補色関係にあるとき白色系光を発光させることもできる。

#### 【0025】

このような蛍光物質322として、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質、ペリレン系誘導体や銅、アルミニウムで付活された硫化亜鉛カドミウムやマンガンで付活された酸化マグネシウム・チタンなど種々のものが挙げられる。これらの蛍光物質は、1種類で用いてもよいし、2種類以上混合して用いてもよい。

#### 【0026】

特に、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質は、ガーネット構造であるため、熱、光及び水に強く、励起スペクトルのピークが450nm付近にさせることができる。また、発光ピークも530nm付近などにあり、700nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成のA1の一部をGaで置換することで発光波長が短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長側へシフトさせることができる。このように組成を変化させることで連続的に種々の発光波長とすることができますため本願発明の蛍光物質として特に好ましい。

#### 【0027】

なお、所望に応じて発光波長を長波長や短波長側に調節させるため、イットリウムの一部をLu、Sc、Laに置換させることもできるし、アルミニウムの一部をIn、B、Tlに置換させることもできる。さらに、セリウムに加えて、TbやCrを微量含有させ吸収波長を調整させることもできる。

#### 【0028】

セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光物質を用いた場合は、LEDチップ103と接する或いは近接して配置された放射照度として(Ee)=3W・cm<sup>-2</sup>以上10W・cm<sup>-2</sup>以下の高照射強度においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードを構成することができる。

#### 【0029】

##### (LEDチップ103、203)

本願発明に用いられるLEDチップ103とは、種々の蛍光物質322を効率良く励起できる比較的バンドエネルギーが高い半導体発光素子が好適に挙げられる。このような半導体発光素子としては、MOCVD法等により形成された窒化物系化合物半導体が用いられる。窒化物系化合物半導体は、In<sub>n</sub>Al<sub>m</sub>Ga<sub>1-n-m</sub>N(但し、0<n、0<m、n+m=1)を発光層とし形成させてある。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

#### 【0030】

窒化物系化合物半導体を形成させる基板にはサファイア、スピネル、SiC、Si、ZnO、窒化ガリウム系単結晶等の材料を用いることができる。結晶性の良い窒化ガリウム系半導体を形成させるためにはサファイア基板を用いることが好ましく、サファイア基板との格子不整合を是正するためにバッファーレンを形成することが望ましい。バッファーレンは、低温で形成させた窒化アルミニウムや窒化ガリウムなどで形成させることができる。

#### 【0031】

窒化物系化合物半導体を使用したpn接合を有する発光素子例としては、バッファーレン上に、n型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、n型窒化アルミニウム・ガリウム

で形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、p型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させた構成などとができる。

#### 【0032】

なお、窒化物系化合物半導体は、不純物をドープしない状態でn型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のn型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとしてSi、Ge、Se、Te、C等を適宜導入することが好ましい。一方、p型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、p型ドーパンドであるZn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba等をドープさせる。窒化ガリウム系化合物半導体は、p型ドーパントをドープしただけではp型化しにくいためp型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりp型化させることが好ましい。

#### 【0033】

絶縁性基板を用いた半導体発光素子の場合は、絶縁性基板の一部を除去する、或いは半導体表面側からp型及びn型用の電極面をとるためにp型半導体及びn型半導体の露出面をエッチングなどによりそれぞれ形成させる。各半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。発光面側に設ける電極は、全被覆せず発光領域を取り囲むようにパターニングするか、或いは金属薄膜や金属酸化物などの透明電極を用いることができる。このように形成された発光素子をそのまま利用することもできるし、個々に分割したLEDチップとして使用してもよい。

#### 【0034】

個々に分割されたLEDチップとして利用する場合は、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。このようにしてLEDチップを形成させることができる。

#### 【0035】

本願発明の発光ダイオードにおいて樹脂劣化、白色系など蛍光物質との補色関係等を考慮する場合は、400nm以上530nm以下が好ましく、420nm以上490nm以下がより好ましい。LEDチップと蛍光物質との効率をそれより向上させるためには、430nm以上475nm以下がさらに好ましい。

#### 【0036】

##### （基板104）

本願発明に用いられる基板104とは、LEDチップ103を配置させると共に光を有効利用するため高反射率を有するものが好ましい。したがって、ダイボンド部材によって接着させるために十分な大きさがあればよく、所望に応じて種々の形状や材料を用いることができる。具体的には、発光ダイオードに用いられるリードフレームやチップタイプLEDのパッケージなどが好適に用いられる。

#### 【0037】

基板104上には、LEDチップ103を1つ配置してもよいし、2以上配置することもできる。また、発光波長を調節させるなどために複数の発光波長を有するLEDチップを配置させることもできる。SiC上に形成された窒化物系化合物半導体を利用したLEDチップなどを配置させる場合、接着性と共に十分な電気伝導性がもとめられる。また、LEDチップ103の電極を導電性ワイヤーを利用して基板104となるリードフレームなどと接続せる場合は、導電性ワイヤーなどとの接続性が良いことが好ましい。

#### 【0038】

このような基板として具体的には、リードフレームやパッケージなどとして、鉄、銅、鉄入り銅、錫入り銅、銅金銀などをメッキしたアルミニウムや鉄、さらにはセラミックや種々の合成樹脂などの材料を用いて種々の形状に形成させることができる。また、基板の一

部を利用して反射部材を構成させてもよい。

#### 【0039】

##### (導電性ワイヤー)

電気的接続部材である導電性ワイヤーとしては、LEDチップ103の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01\text{cal/cm}^2/\text{cm}/\text{K}$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5\text{cal/cm}^2/\text{cm}/\text{K}$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤー107の直径は、好ましくは、 $10\mu\text{m}$ 以上、 $45\mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤーとして具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤーが挙げられる。このような導電性ワイヤーは、各LEDチップ103の電極と、インナー・リード及びマウント・リードなどと、をワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

#### 【0040】

##### (表示装置)

本願発明の発光ダイオードをLED表示器に利用した場合、白色系発光ダイオードのみを用いLED表示装置とすることもできる。即ち、図4や図5の如き白色系が発光可能な本願発明の発光ダイオードのみをマトリックス状などに配置し、白黒用のLED表示器501を構成できる。この表示装置において、白色発光可能な発光ダイオード用駆動回路のみとしてLED表示器を構成させることができる。LED表示器は、駆動回路である点灯回路などと電気的に接続させる。駆動回路からの出力パルスによって種々の画像が表示可能なディスプレイ等とすることができる。駆動回路としては、入力される表示データを一時的に記憶させるRAM(Random Access Memory)504と、RAM504に記憶されるデータから個々の発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路503と、階調制御回路503の出力信号でスイッチングされて、発光ダイオードを点灯させるドライバー502とを備える。階調制御回路503は、RAMに記憶されるデータから発光ダイオードの点灯時間を演算してパルス信号を出力する。

#### 【0041】

したがって、白黒用のLED表示装置はRGBのフルカラー表示器と異なり当然回路構成を簡略化できると共に高精細化できる。そのため、安価にRGBの発光ダイオードの特性に伴う色むらなどのないディスプレイとすることができます。また、従来の赤色、緑色のみを用いたLED表示器に比べ人間の目に対する刺激が少なく長時間の使用に適している。以下、本願発明の実施例について説明するが本願発明は、具体的実施例のみに限定されるものでないことは言うまでもない。

#### 【0042】

##### (実施例)

##### (実施例1)

LEDチップは、発光層として発光ピークが $450\text{nm}$ のIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>N半導体を用いた。LEDチップは、洗浄させたサファイア基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化物系化合物半導体を成膜することにより形成させた。ドーパントガスとしてSiH<sub>4</sub>とCp<sub>2</sub>Mgと、を切り替えることによってn型やp型導電性の半導体を形成させる。発光素子としてはn型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層と、p型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるクラッド層、コンタクト層を形成させた。n型コンタクト層とp型クラッド層との間に厚さ約 $3\text{nm}$ であり、単一量子構造となるノンドープIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Nの活性層を形成した。(なお、サファイア基板上には低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。また、p型半導体は、成膜後 $400^\circ\text{C}$ 以上でアニールさせてある。)

#### 【0043】

エッチングによりサファイア基板上のPN各半導体コンタクト層の表面を露出させた後、

スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。サファイア基板の半導体が形成されていない表面にスパッタリング法により Ag を形成させた。こうして出来上がった半導体ウエハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ LED チップを形成させた。

#### 【 0 0 4 4 】

ダイボンド部材としてエポキシ樹脂を用いて LED チップをダイボンディング機器で銀メッキした銅製リードフレームの先端カップ内にダイボンドした。 LED チップの各電極と、カップが設けられたマウント・リードやインナー・リードとそれぞれ金線でワイヤーボンディングし電気的導通を取った。

#### 【 0 0 4 5 】

一方、蛍光物質は、 Y 、 Gd 、 Ce の希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を亜酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空气中 1400 °C の温度で 3 時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。

#### 【 0 0 4 6 】

形成された ( Y 0.8Gd 0.2 ) 3Al 5O 12 : Ce 蛍光物質 75 重量部、エラストマー状シリコーン樹脂 100 重量部をよく混合してスラリーとさせた。このスラリーを LED チップが配置されたマウント・リード上のカップ内に 0.2 μl 注入させた。注入後、蛍光物質が含有された樹脂を 150 1 時間で硬化させた。こうして LED チップ上に厚さ 120 μ の蛍光物質が含有された色変換部材が形成された。その後、さらに LED チップや蛍光物質を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。モールド部材は、砲弾型の型枠の中に色変換部材が形成されたリードフレームを挿入し透光性エポシキ樹脂を混入後、 150 5 時間にて硬化させた。

#### 【 0 0 4 7 】

こうして得られた白色系が発光可能な発光ダイオードの色度点、色温度、演色性指数を測定した。それぞれ、色度点 ( x = 0.392 、 y = 0.480 ) 、色温度 8070K 、 Ra ( 演色性指数 ) = 85.7 を示した。また、発光光率は 9.8 1m / w であった。寿命試験として、温度 25 20mA 通電、温度 25 60mA 通電の各試験においても長時間にわたって、発光出力が維持できることを確認した。

#### 【 0 0 4 8 】

##### ( 比較例 1 )

反射部材を設けず色変換部材の基材をエポキシ樹脂のみとした以外は実施例 1 と同様にして発光ダイオードを形成させた。こうして形成された発光ダイオードを実施例 1 と同様にして寿命試験を行い実施例 1 と共に図 6 に示す。

#### 【 0 0 4 9 】

##### ( 実施例 2 )

本願発明の発光ダイオードを図 4 の如く LED 表示器 501 の 1 つであるディスプレイに利用した。実施例 1 と同様にして形成させた発光装置である発光ダイオード 401 を銅パターンを形成させたポリカーボネート基板上に、 16 × 16 のマトリックス状に配置させた。基板と発光ダイオード 401 とは自動ハンダ実装装置を用いてハンダ付けを行った。次にフェノール樹脂によって形成された筐体 404 内部に配置し固定させた。遮光部材 405 は、筐体 404 と一体成形させてある。発光ダイオード 401 の先端部を除いて筐体 404 、発光ダイオード 401 、基板及び遮光部材 405 の一部をピグメントにより黒色に着色したシリコンゴム 406 によって充填させた。その後、常温、 72 時間でシリコーンゴムを硬化させ LED 表示器 501 を形成させた。この LED 表示器と、入力される表示データを一時的に記憶させる RAM 504 ( Random 、 Access 、 Memo ry ) 及び RAM 504 に記憶されるデータから発光ダイオードを所定の明るさに点灯させるための階調信号を演算する階調制御回路 503 と階調制御回路 503 の出力信号でスイッチングされて発光ダイオードを点灯させるドライバー 502 とを備えた CPU の駆動

手段と、を電気的に接続させて L E D 表示装置を構成した。 L E D 表示器を駆動させ白黒 L E D 表示装置として駆動できることを確認した。

#### 【 0 0 5 0 】

##### 【発明の効果】

本願発明の請求項 1 の構成とすることにより高出力且つ高エネルギーで発光可能な窒化物系化合物半導体を利用した L E D チップと蛍光物質とを利用した発光ダイオードとした場合においても、長時間高輝度時の使用下においても発光効率の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができます。

#### 【 0 0 5 1 】

本願発明の構成とすることにより、接着性を持たせつつより簡便に高輝度、長時間の使用においても発光光率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができます。

#### 【 0 0 5 2 】

本願発明の構成とすることにより、種々の形状の発光ダイオードとすることができます。蛍光物質の含有量や形状などにより種々の色調を調整させることもできる。

#### 【 0 0 5 3 】

本願発明の構成とすることにより、より耐光性が強く簡便に高輝度、長時間の使用においても発光光率の低下が極めて少ない種々の発光ダイオードとすることができます。

#### 【 0 0 5 4 】

本願発明により、比較的安価で高精細な L E D 表示装置や視認角度によって色むらの少ない L E D 表示装置とすることができます。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本願発明の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図 2】図 2 は、本願発明の他の発光ダイオードの模式的断面図である。

【図 3】図 3 は、発光ダイオードにおける光閉じこめを説明するための模式的拡大図である。

【図 4】図 4 は、本願発明の発光ダイオードを用いた L E D 表示装置の模式図である。

【図 5】図 5 は、図 4 に用いられる L E D 表示器のブロック図である。

【図 6】図 6 ( A ) は、本願発明の実施例 1 と比較のために示した比較例 1 の発光ダイオードとの温度 25 20 mA 通電における寿命試験を示し、図 6 ( B ) は、本願発明の実施例 1 と比較のために示した比較例 1 の発光ダイオードとの温度 25 60 mA 通電における寿命試験を示したグラフである。

##### 【符号の説明】

1 0 1 、 2 0 1 ・・・ 反射部材

1 0 2 、 2 0 2 ・・・ 色変換部材

1 0 3 、 2 0 3 、 3 0 3 ・・・ L E D チップ

1 0 4 ・・・ 基板であるマウント・リード

1 0 5 ・・・ インナー・リード

1 0 6 、 2 0 6 ・・・ モールド部材

1 0 7 、 2 0 7 、 3 0 7 ・・・ ダイボンド部材

2 0 4 ・・・ パッケージ

3 2 1 ・・・ 色変換部材の基材

3 2 2 ・・・ 蛍光物質

3 3 0 ・・・ 樹脂劣化した着色部