

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-191420

(P2005-191420A)

(43) 公開日 平成17年7月14日(2005.7.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 33/00  
C09K 11/56  
C09K 11/62  
C09K 11/64  
C09K 11/80

F I

H01L 33/00 N  
C09K 11/56 CPD  
C09K 11/62 CPC  
C09K 11/64 CPN  
C09K 11/80

テーマコード(参考)

4H001  
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-433351 (P2003-433351)

(22) 出願日 平成15年12月26日(2003.12.26)

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

(72) 発明者 佐藤 弘之

東京都目黒区中目黒2-9-13 スタン  
レー電気株式会社内

Fターム(参考) 4H001 XA08 XA12 XA13 XA16 XA20  
XA30 XA31 XA38 XA39 XA56  
XA64 XA65 XA71 YA13 YA24  
YA29 YA58 YA60 YA63 YA65  
YA68  
5F041 AA05 AA11 DA17 DA19 DA44  
DA45 EE25 FF11

(54) 【発明の名称】 波長変換層を有する半導体発光装置およびその製造方法

(57) 【要約】

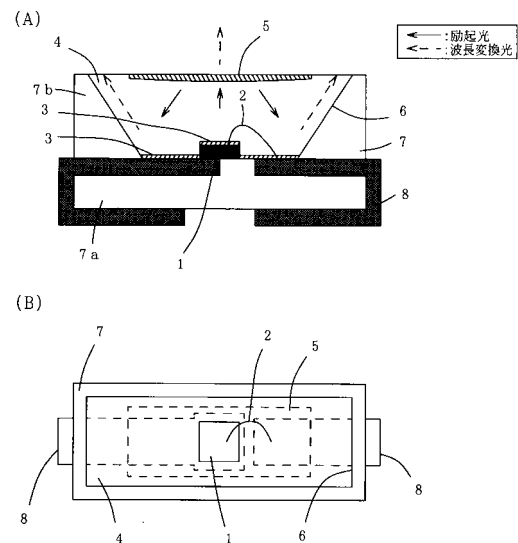
【課題】

携帯電話や携帯情報端末の液晶表示部用バックライトに用いられるような、白色チップLEDなどに複雑な形態の基体を備えた従来品を用いる場合、金型を製作する上で非常に高度な技術が必要となり、結果として白色チップLEDのコストを上昇させてしまうという問題があった。

【解決手段】

波長変換層を透過する光と、透過せずに散乱、反射される光とを両方とも外部へ取り出せるような構造の基体及び波長変換層の配置をより簡易なものとした。その結果、従来品の基体を用いつつ、効率の高い小型の白色LEDを安価に量産できる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基体と、前記基体に形成された凹部と、前記凹部の底部に戴置された半導体発光素子と、波長変換層とを備える発光装置において、前記凹部底面に第一の波長変換層が形成され、前記半導体発光素子の上方に距離を隔てて第二の波長変換層が形成され、前記凹部は前記半導体発光素子からの発光および前記第一、第二波長変換層から放射される波長変換光を実質的に吸収しない材料を含む封止部が形成されていることを特徴とする発光装置。

## 【請求項 2】

前記半導体発光素子の直上の前記封止部が、前記半導体素子側へ略凹面を形成していることを特徴とする、請求項 1 に記載する発光装置。

10

## 【請求項 3】

前記第一の波長変換層および/または前記第二の波長変換層に、

$A_3 B_5 O_{12} : M (A : Y, Gd, Lu, Tb, B : Al, Ga, M : Ce^{3+}, Tb^{3+}, Eu^{3+}, Cr^{3+}, Nd^{3+}, Er^{3+})$  の組成を持つ蛍光体、希土類をドープしたバリウム - アルミニウム - マグネシウム系化合物蛍光体 (BAM 蛍光体)、硫化物系化合物蛍光体、希土類をドープしたチオガレート系蛍光体、アルミン酸塩系蛍光体のうち少なくとも 1 種類の蛍光体を含有していることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の発光装置。

## 【請求項 4】

封止部に、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、エポキシ基を有するポリジメチルシロキサン誘導体、オキセタン樹脂、アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂のうち少なくともいずれか 1 つ以上を含有している樹脂が充填されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 に記載の発光装置。

20

## 【請求項 5】

封止部を構成する材料と波長変換材料を混合する工程と、底部に半導体発光素子を固定する凹部に前記混合材料を注入する工程と、前記波長変換材料を前記凹部底部に高密度化して第一の波長変換層を形成する工程と、前記第一の波長変換層形成後に前記封止部を固化する工程と、前記封止部形成後に前記封止部上に第二の波長変換層を形成する工程を備えた半導体発光装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体発光素子を用いた発光装置に関する。特に、励起源となる半導体発光素子と波長変換材料とを組み合わせ、主に白色を発光するための発光装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 8 に本出願人が先に提案した従来の波長変換材料を用いた発光装置を示す。これは、絶縁性の基板表面に一对の引き出し電極 11 に電氣的に接続された半導体発光素子 12 と、半導体発光素子 12 を中央部底面に載置する凹部 13 と、その周囲に曲面部 14 を設けた構造から成る絶縁性基体 10 と、基体 10 の上部に載置した波長変換層 15 を形成した光透過性基板 16 を組み合わせた構造である。

40

## 【0003】

凹部 13 の内面および曲面部 14 の表面は、光を効率的に反射させるために、Ag などの反射膜 17 を設けている。波長変換層 15 は半導体発光素子 12 から放射された光により励起されて発光する蛍光材料を樹脂に分散させた構成をしており、スクリーン印刷法等によって、光透過性基板 16 の上に形成され、波長変換層 15 側が半導体発光素子 12 側と対向するように凹部 13 の真上に載置されている。基体 10 の上部と波長変換層 15 を形成した透光性基板 16 の下部の空間には透光性封止材料 18 が充填され、半導体発光素子 12 と波長変換層 15 を封止する。反射膜 17 上には、波長変換層 19 をコーティングしても良い。

50

【特許文献1】特願2002-379499

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の発光装置において、半導体発光素子を載置する凹部13と曲面部14の形成が必要であるが、携帯電話や携帯情報端末の液晶表示部用バックライトに用いられるような、白色チップLEDなどに従来品を用いる場合、凹部13および曲面部14を形成することは、基体10を形成するための金型を製作する上で非常に高度な技術が必要となり、結果として白色チップLEDのコストを上昇させてしまうという問題があった。

【0005】

また、第一の波長変換層15のみを形成し、曲面部14と第二の波長変換層19を形成しないごく簡易な場合には、発光装置を光軸上から観察したとき、半導体発光素子12付近では励起光の色に支配され、半導体発光素子12の周囲は励起光の色の補色に支配される。すなわち、発光装置内に色むらが発生する。また、輝度の面から考えると、半導体発光素子12周辺が最も輝度が高く、周囲にいくにしたがって輝度が低くなるという問題があった。

【0006】

逆に、第二の波長変換層19のみを形成し、曲面部14と第一の波長変換層15を形成しない場合には、発光装置を光軸上から観察したとき、半導体発光素子12付近では励起光の色の補色に支配され、外周は半導体発光素子12付近では励起光の色に支配される。すなわち、この場合にも色むらが発生する。また、輝度についても同様の問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題解決のため、より簡易な構造の基体によって同等以上の特性を得られるよう鋭意研究の結果、下記のような発明によって課題を解決するに至った。即ち、基体と、前記基体に形成された凹部と、前記凹部の底部に載置された半導体発光素子と、波長変換層とを備える発光装置において、前記凹部底面に第一の波長変換層が形成され、前記半導体発光素子の上方に距離を隔てて第二の波長変換層が形成され、前記凹部は半導体発光素子からの発光である第一波長光及び前記波長変換層からの蛍光等である第二、第三波長光を吸収しない材質により封止部が形成されていることを特徴とする発光装置である。

【0008】

請求項1に記載された本発明において、波長変換層の励起源である半導体発光素子に電流を印加すると、この素子から発した光は第一または第二の波長変換層へ到達する。

【0009】

第二の波長変換層へ到達した光の一部は、第二の波長変換層を透過する際に、より長波長の第二の波長光に変換され、発光装置の外部へ放射される。一方、第二の波長変換層に到達した光は、波長変換層の特性上、全て波長変換がなされて透過するわけではなく、一部は第一波長光のまま波長変換されずに散乱され、あるいは波長変換を受けて発光装置内部へ放射される。この、いわば発光装置内部へ散乱および/または放射された第一波長光および/または第二波長光は、基体底部に形成された第一の波長変換層へ到達し、第二波長光および/または第三波長光へ波長変換され、その後、発光装置外部へ放出される。

【0010】

一方、半導体発光素子から発して第一の波長変換層へ到達した光は、反射または散乱される際に少なくとも一部が第三波長光へ波長変換され、凹部開口部方向へ向かう。その後、一部は発光装置外部へ放出され、一部は第二の波長変換層にて波長変換を受けて透過し、一部は反射または散乱されることとなる。

【0011】

また、請求項5に記載された本発明は、波長変換層を有する半導体発光装置を製造するための好適な方法である。このような方法により、簡易かつ安価に、薄型の半導体発光装置を製造できる。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明により、従来存在した、波長変換層を透過する光のみ、または反射する光のみを利用する装置と比較して、著しく高い効率で発光を得られる。また、本発明による構成では凹部に曲面部14を設ける加工を行わなくても良いので、安価に、かつ薄く製造できる利点を有する。また、このような型の発光装置を製造するに当り、従来のLEDリードフレームをそのまま用いることができ、特別な金型を必要としない。

## 【0013】

また、本発明は、半導体発光素子1から全方位に放射された励起光は全て、発光装置から放射される前に十分な波長変換をうけるため、色むら、輝度むらが大幅に改善される。特に、近紫外光を励起光源としている場合は、輝度むらを少なくし、かつ、近紫外光の透過を抑制し得る構成ともなるので、導光板等の紫外線劣化を抑制することができる。また、励起光源を青色光等白色光の構成光源としている場合は、色むら、輝度むらの少ない白色LEDを製作することができる。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

以下に、本発明を実施するに当たっての最良の形態を記載する。波長変換材料を半導体発光素子を載置する底部領域と、該素子より上方に距離を隔てて設ける上部領域の双方に波長変換材料を配設するという本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも同様に本発明に含まれる。

20

## 【0015】

図1は本発明にかかる半導体発光装置の好適な実施形態を示す説明図である。(A)は概略平面図、(B)はその断面図である。

## 【0016】

半導体発光装置は、基体7に形成されている凹部6中に半導体発光素子1を含み、凹部6底面に第一の波長変換層3が形成され、凹部6の開口部で半導体発光素子1の上方に距離を隔てて第二の波長変換層5が形成されている。また、凹部6には半導体発光素子1の発光を透過する封止材料4が充填されている。

## 【0017】

基体7は少なくともアノード電極とカソード電極からなる一对の引き出し電極8を備える基板部7aと、基板部7a上で中央部に凹部6を有する反射枠部7bとからなる。基板部7aは例えばガラス繊維含有エポキシ樹脂などの絶縁性樹脂やセラミック基板等の絶縁性の材料からなり、凹部6の底面となる領域において電極8が露出するようにして一对の引き出し電極8が形成されている。反射枠部7bは例えば液晶ポリエステルなどの液晶ポリマーからなる高融点絶縁性樹脂やセラミックなどのハンダ付け温度(200以下程度)での耐熱性を有する絶縁性材料からなり中央部に凹部6を備える。図示の例では半導体発光装置の周囲に反射枠部7bが位置し中央部に凹部6を備えるが、対向する両側面側のみ反射枠部7bを設け他方の対向する両側面側には反射枠部7bを設けない、例えば図7(B)において左右のみに反射枠部7bを設け上下には設けない、ようにして中央部に凹部6を形成するものでも良い。

30

40

## 【0018】

基体7には半導体発光素子1が内側に固定されている凹部6が必要である。凹部6の形成方法としては電極8を金型内に設置して基体1(基板部7aと反射枠部7b)をインサート成形する等の方法により一体成型をする方法、基板部7a表面に電極8を固定した後に反射枠部7bを貼り付けて基体1を作成するなどの後から接合させる方法など種々の方法が考えられるが、本発明にはどのような方法であってもよい。

## 【0019】

また、材料に関しても、アノード/カソード各極の引き出し電極8が電氣的短絡状態にならないような構造であればどのようなものでもよいが、実用的にはハンダ材料などによる実装の際の温度で変形しないような比較的高融点の材料が好ましく、更に好ましくは白

50

色等の反射性で、且つ、比較的高融点の材料が良い。また凹部 6 の内側に塗布、メッキ、または蒸着等により高反射率材を構成してもよい。

#### 【0020】

凹部 6 の形状としては略円錐台形であることが望ましいが、略四角錐台形でもよい。凹部 6 の端面は傾斜していることが望ましいが、携帯電話の表示部用バックライト光源用白色 LED の場合、素子の薄型化が望まれているため、ほぼ端面が垂直の場合がある。後述する実施例 1 のように実際にほぼ垂直の端面を有する凹部 6 にてサンプル試作を行った結果、本発明の効果を確認できたことから、端面角度をほぼ垂直にした反射枠部 7 b とした場合も本発明に含まれる。

#### 【0021】

半導体発光素子 1 は凹部 6 の底部に取り付ける。図示の例では一方の電極 8 上に Ag ペーストにて電気的および機械的に固定するようにダイボンディングされ、半導体発光素子の上方から他方の電極 8 とをワイヤーボンディング接続している。

#### 【0022】

半導体発光素子 1 としては波長変換材料を励起可能なエネルギー光を放出する半導体材料であれば良く、特に紫外光から青色光を発光するもの、より好適には半導体発光素子 1 の発光ピーク波長範囲としては 300 ~ 490 nm が好適である。半導体発光素子 1 としては、3 族 - 窒素化合物系 (例えば In - Ga - Al - N 系化合物) 半導体や酸化亜鉛化合物系 (例えば Zn - Mg - O 系化合物) 半導体、セレン化亜鉛化合物系 (例えば Zn - Mg - Se - S - Te 系化合物) 半導体、炭化珪素化合物系 (例えば Si - Ge - C 系) 半導体などの LED (発光ダイオード) を用いることができる。上記の化合物系半導体であっても、またはその他の化合物系半導体であっても、上記発光ピーク波長範囲内にて発光する半導体発光であるならば、本発明の主旨は何らそこなわれない。また、サブマウント上に半導体発光素子が固定されたものも本発明においては半導体発光素子 1 に含まれる。

#### 【0023】

なお、本実施形態においては半導体素子 1 として、下面側から一方の電気的接続を行い上面側から他方の電気的接続を行う例を示したが、同一面側に半導体素子の図示しない電極を設けたものでも良い。

#### 【0024】

例えば、図 1 の半導体発光素子 1 として上面のみに一对の LED 電極を設けた半導体素子の場合には、半導体発光素子をエポキシ樹脂等の接着剤により、基板部 7 a 上に機械的に固定し、半導体発光素子の上面側に設けられたアノードおよびカソード各電極が対応する一对の引き出し電極 8 の夫々と導電性ワイヤー 2 によって電気的接合を行う。また、その他の代表的な基体 7 と半導体発光素子 1 および引き出し電極 8 との形態としては、半導体発光素子 1 のアノード / カソード電極と対応する引き出し電極 8 とが、Au - Sn などの共晶材料や Au パンプ、異方性を有した導電性シート、Ag ペーストに代表されるような導電性樹脂等により、両極とも電気的接合を確保すると共に基体 7 への固定を図る形態や、片極のみ対応する引き出し電極 8 に対して上記した材料により電気的接合を図ると共に基体 7 への固定を図り、他方の極と対応する引き出し電極 8 とは導電性ワイヤーにて電気的接合をとる方法などが考えられる。さらに、基体 7 が半導体発光素子 1 の放熱性を向上させるために金属等の導電性材料にて構成され、片極の引き出し電極 8 を兼ねるような構成であっても良い。

#### 【0025】

基体 7 と半導体発光素子 1 および引き出し電極 8 には種々の形態が考えられるが、基体 7 上に半導体発光素子 1 が固定され、かつ、アノード / カソード各引き出し電極 8 と半導体発光素子 1 のアノード / カソード電極とが対応して電気的接合がなされていれば、どのような形態であっても本発明を制約するものではない。

#### 【0026】

第一の波長変換層 3 は、凹部 6 の底部領域に形成される。図示の例では凹部 6 の底で基

10

20

30

40

50

板部 7 a の上面領域および半導体発光素子 1 の上に位置する。第一の波長変換層 3 の厚さとしては、波長変換材料からなる層を 1 層以上形成し半導体発光素子 1 の高さよりも低くすると良い。理想的な厚さは種々の波長変換材料の波長変換効率によって決定される。実用的には半導体発光素子の厚みが概ね 300  $\mu\text{m}$  程度であるので、波長変換材料が 20 ~ 200  $\mu\text{m}$  程度の厚みとなるようにするのが好適である。なお、「波長変換層」とは、波長変換材料のみからなる層を示すものではなく、波長変換材料が高密度に集まっている領域全体の厚みを意味し、例えば蛍光体粒子を熱硬化性樹脂中に混合した場合には、後述する封止部 4 に比べて高密度に蛍光体粒子が分布している領域全体の厚みをいう。

**【0027】**

波長変換層 3 は半導体発光素子 1 を載置した後に、無機蛍光体等の波長変換材料を凹部 6 の底に直接塗布したり、封止部 4 を形成する材料中に第一の波長変換層 3 を形成するための波長変換材料を混合してから凹部 6 中に注入し波長変換層 3 を形成するための波長変換材料が凹部 6 底部領域に実質的に沈降した状態で封止部 4 を硬化させることにより形成したり、予め所定の密度とした所定厚の波長変換材料含有シートを凹部 6 の底に貼り付けるなどの手段により形成することができる。

10

**【0028】**

なお半導体発光素子 1 上にも第一の波長変換層 3 を設けた場合には、半導体発光素子 1 から出射される真上に向う励起光の光を波長変換するとともに拡散させることができるので半導体発光装置から照射される光の分布均一性を向上させることができるので好適である。

20

**【0029】**

封止部 4 の材料は、半導体発光素子 1 および第一の波長変換層 3 と、第二の波長変換層 5 との間の距離を隔てるものであれば良く、半導体発光素子 1 からの励起光および波長変換材料により変換された波長変換光の双方の成分を透過可能な透光性材料を用いる。好ましくは封止部 4 として熱硬化樹脂、低融点ガラスなどを用いることができ、第二の波長変換層 5 としてシート状に形成したものをを用いた場合には、当該シートを反射枠部 7 b に固定する等の構成とすることで、封止部 4 を中空（気体材料）とすることもできる。

**【0030】**

特に好適には、半導体発光素子 1 からの発光ピーク波長よりも短波長領域まで透明であり、第一の波長変換層 3 の構成材料を混合でき、かつ、加熱や放置等によって第一の波長変換層 3 の構成材料が凹部 6 の底面に沈降もしくは高密度化できるものであればよい。具体的には、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、またはエポキシ基を有するポリジメチルシロキサン誘導体、またはオキセタン樹脂、またはアクリル樹脂、またはシクロオレフィン樹脂の少なくともいずれか 1 つ以上の樹脂を含有している樹脂などの熱硬化樹脂が最適である。

30

**【0031】**

封止部 4 の形状として望ましいのは、第二の波長変換層 5 の形成を容易にし、かつ、第二の波長変換層 5 において、励起光および第一の波長変換層 3 で波長変換された光を効率よく拡散するために、上面が半導体発光素子 1 の直上部において概曲面状に窪んだ状態に形成することである。上記の形状を形成する方法としては、半導体発光素子 1 を凹部 6 の中心部に配置し、加熱によって封止部 4 の材料を形成させた時に溶剤が揮発することにより自然発生させる方法や、封止部 4 の材料をコントロールし、メニスカス現象を発生させ、その状態にて形成する方法や、圧縮成型等によって形成することなどが考えられる。

40

**【0032】**

第二の波長変換層 5 は、凹部 6 の開口部の表面側であって半導体発光素子 1 の少なくとも上方を平面視状態において覆うように、半導体発光素子 1 および第一の波長変換層 3 から適宜の距離を隔てて配設する。図 1 (B) においては凹部 6 の開口部の中央の広い面積にわたって配設し、後述する図 5 においては、凹部 6 の開口部全面にわたって形成している。

**【0033】**

50

第二の波長変換層 5 は適当なバインダー樹脂と波長変換材料とを混合させ、半導体発光素子 1 の真上の封止部 4 上にディスペンサーによるポッティング等により形成される。なお、先記したように封止部 4 の形状としては、上面が概曲面状に窪んだ状態がよく、理想的な状態としては封止部 4 上面に形成された凹部が第二の波長変換層 5 の形成材料によって満たされる状態である。第二の波長変換層 5 の封止材としては、封止部 4 と同じ材料でもよいが、封止部 4 との密着性に優れ、かつ、励起光による劣化がないものであればどのようなものでもよい。

#### 【0034】

第二の波長変換層 5 の厚さとしては、構成材料の粒子が 1 層形成されるだけでも効果が現れ、凹部 6 の底面部から封止部 4 の上面までの高さ以内なら効果があるが、厚くし過ぎると取り出し効率が低下するので  $20\ \mu\text{m} \sim 150\ \mu\text{m}$  の範囲、好適には第一波長変換層 5 よりも薄い厚みとすると良い。

10

#### 【0035】

第一の波長変換層 3 および第二の波長変換層 5 の材料としては、半導体発光素子 1 の発光ピーク波長よりも長波長の発光ピークに変換する材料を 1 つ以上含むものより構成される。色ムラのことを考え、通常は第一の波長変換層 3 と第二の波長変換層 5 は同じ構成材料を用いることを考慮しているが、反射率などの構成材料の物性的特性により、第一の波長変換層 3 と第二の波長変換層 5 が同じ構成材料にならなくともよい。一般的に知られている各波長変換層の材料のうち好適なものとしては、 $A_3B_5O_{12}$  : M系蛍光体 (A : Y, Gd, Lu, Tb, B : Al, Ga, M :  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Nd}^{3+}$  または  $\text{Er}^{3+}$ )、希土類をドーブしたバリウム - アルミニウム - マグネシウム系化合物蛍光体 (BAM 蛍光体)、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}$  :  $\text{Eu}^{3+}$  や  $\text{ZnS}$  : Cu, Al など代表される硫化物系化合物蛍光体、または (Sr, Ca)S :  $\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{CaGa}_2\text{S}_4$  :  $\text{Eu}^{2+}$  や  $\text{SrGa}_2\text{S}_4$  :  $\text{Eu}^{2+}$  などの希土類をドーブしたチオガレート系蛍光体、または  $\text{TbAlO}_3$  :  $\text{Ce}^{3+}$  などのアルミン酸塩の少なくとも 1 つの組成を含有した蛍光体などが例に挙げられる。必要に応じて各波長変換層用材料に、励起光および波長変換された光の反射を補助するために硫酸バリウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素などの散乱材を混在させてもよい。また、複数の異なる特性を持つ波長変換材料を混合した混合波長変換材料を用いても良い。

20

#### 【0036】

励起光が白色光の構成光源にならない紫外、近紫外領域の励起光の場合でも、先記した励起光が白色光の構成光源に成る場合と同様の波長変換、反射等が発生し、凹部 6 の開口部から光が照射される。しかし、紫外、近紫外領域の励起光の場合、励起光が外部へ照射されることは導光板等の電子部品の紫外線劣化を誘発してしまうので、極力、励起光が発光装置外に放出されないようすることが好ましい。

30

#### 【0037】

したがって、励起光が半導体発光装置の照射光の構成光源といたくない場合、例えば紫外線発光の半導体発光素子を用いる場合には、第一の波長変換層 3 および第二の波長変換層 5 の厚さおよび構成材料を調整して、外部に取り出される紫外線を少なくすることが好ましい。また、半導体発光素子から出射した光が必ず第一の波長変換層 3 または第二の波長変換層 5 を通過する経路となるようにする。好適には図 5 のように凹部 6 の開口部全面に第二の波長変換層 5 を設けると良い。

40

#### 【実施例 1】

#### 【0038】

図 1 に示したような細長矩形状の半導体発光装置を作成した。まずはじめに、Ag メッキされた引き出し電極 8 が高反射率を有した白色の高融点の熱硬化性樹脂により凹部 6 を備えるように一体成型して基体 1 を作成した。このとき凹部 6 は引き出し電極 8 に対する反射枠部 7a の凹部 6 内面の端面角度を約  $90^\circ$  とした。

#### 【0039】

次に n 型 SiC 基板上に形成された InGaN 系化合物半導体 (発光波長ピーク 470

50

n m) によって構成された青色発光の半導体発光素子 1 を n 型基板に形成されたカソード電極と対応する引き出し電極 8 に A g ペーストにて電氣的接合を得ると共に基体 1 に機械的に固定した。

【 0 0 4 0 】

その後、エポキシ樹脂に 4 7 0 n m 付近の青色光により励起され黄色の波長変換光を発生する Y A G 系蛍光体を適量混合させ、その混合物を凹部 6 に充填し蛍光体を凹部 6 の底部に自然沈降させた後に、1 5 0 , 1 時間の条件にて硬化して、第一の波長変換層 3 および封止部 4 を形成した。

【 0 0 4 1 】

続いてエポキシ樹脂が硬化する際に自然発生した封止部 4 上面の凹部に、上記蛍光体をエポキシ樹脂に混合させたものを塗布し更に 1 5 0 、 1 時間硬化して第二の波長変換層 5 を形成した。

【 0 0 4 2 】

図 3 に 1 m A 通電して点灯した際の半導体発光装置を光軸上から観察した際の輝度分布を示す。図 3 において白色を示す個所の輝度が高く、黒い個所ほど輝度が低い。

【 0 0 4 3 】

比較例 1 として実施例 1 と同一条件にて同一形状の細長矩形形状の半導体発光装置を作成した。ただし、本比較例においては、第一の波長変換層 3 および封止部 4 までは同一条件にて形成したが、第二の波長変換層は形成しなかった。

【 0 0 4 4 】

図 2 に実施例 1 と同一の 1 m A 通電して点灯した際の半導体発光装置を光軸上から観察した際の輝度分布を示す。また、図 2 においても白色を示す個所の輝度が高く、黒い個所ほど輝度が低い。

【 0 0 4 5 】

図 2 に示すように比較例 1 のパッケージ技術を用いたものは、半導体発光素子 1 近傍は該素子からの励起光が支配的のため青色～白色の光が強く看視された。しかし、半導体発光素子 1 から離れた周辺部は、波長変換材料による波長変換光である黄色が支配的であり、且つ、半導体発光素子 1 近傍に比べて輝度が大幅に低く、全体として輝度ムラおよび色ムラが顕著であった。

【 0 0 4 6 】

これに対して図 3 の本発明を利用したパッケージ技術を用いたものでは、ほぼ全体が均一に白色に発光し、かつ、大きな輝度ムラも観察されなかった。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 7 】

図 5 に示したような方形状の半導体発光装置を作成した。

【 0 0 4 8 】

まずはじめに、A g メッキされた引き出し電極 8 が高反射率を有した白色の高融点の熱硬化性樹脂により凹部 6 を備えるように一体成型して基体 1 を作成した。このとき凹部 6 は引き出し電極 8 に対する反射枠部 7 a の凹部 6 内面の端面角度を約 5 0 ° としたすり鉢状とした。

【 0 0 4 9 】

次に n 型 S i C 基板の上に形成された I n G a N 系化合物半導体 ( 発光波長ピーク 3 9 5 n m ) によって構成された紫外線発光素子 1 を n 型基板に形成されたカソード電極と対応する引き出し電極 8 に A g ペーストにて電氣的接合を得ると共に基体 1 に機械的に固定した。

【 0 0 5 0 】

その後、所定の割合で青色発光蛍光体であるバリウム - アルミニウム - マグネシウム系化合物蛍光体 ( B A M 蛍光体 ) 、赤色発光蛍光体である Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S : E u <sup>3+</sup> および緑色発光蛍光体である Z n S : C u , A l 蛍光体を混合し、混合蛍光体を耐紫外線対策がなされたエポキシ樹脂中に 2 0 w t % の割合で分散混合した。その混合物を凹部 6 に充填し

10

20

30

40

50



光体を凹部 6 の底部に自然沈降させた後に、150℃、1 時間の条件にて硬化して、第一の波長変換層 3 および封止部 4 を形成した。

【0051】

続いてエポキシ樹脂が硬化する際に自然発生した封止部 4 上面の凹部に、上記混合蛍光体をエポキシ樹脂に 20 wt % 混合させたものを塗布し更に 150℃、1 時間硬化して第二の波長変換層 5 を形成した。なお第二の波長変換層 5 を実施例 1 では凹部 6 の開口部周囲領域に設けていなかったが、本実施例においては図 5 (B) に示したように凹部 6 の開口部全面に設けている。なお、第一の波長変換層 3 および第二の波長変換層 5 の厚みは、いずれも約 130 μm であった。

【0052】

図 6 に 1 mA 通電して点灯した際の半導体発光装置を光軸上から観察した際の輝度分布を示す。図 3 において白色を示す個所の輝度が高く、黒い個所ほど輝度が低い。

【0053】

比較例 2 として実施例 2 と同一条件にて同一形状の細長矩形形状の半導体発光装置を作成した。ただし、本比較例においては、第一の波長変換層 3 および封止部 4 までは同一条件にて形成したが、第二の波長変換層は形成しなかった。

【0054】

図 6 に実施例 1 と同一の 1 mA 通電して点灯した際の半導体発光装置を光軸上から観察した際の輝度分布を示す。また、図 2 においても白色を示す個所の輝度が高く、黒い個所ほど輝度が低い。

【0055】

図 5 に示すように比較例 2 のパッケージ技術を用いた場合、半導体発光素子 1 近傍しか発光が観察されておらず、輝度ムラも大きいことが判る。これに対して図 6 に示すように本発明を利用した場合、ほぼ全体が均一に発光し、大きな輝度ムラも観察されなかった。

【0056】

また、紫外線発光素子 1 からの励起光が半導体発光装置の照射光の構成光源として、どの程度含まれるかを確認するために実施例 2 および比較例 2 の半導体発光装置からの放射光のスペクトル分析を行った。スペクトル分析は半導体発光装置を積分球内に設置して、20 mA 通電した際に、半導体発光装置から照射される光を測定したものである。その結果を図 7 に示す。

【0057】

図 7 より本発明を利用すると励起光であるピーク波長 395 nm の発光を第二の波長変換層を設けない場合に比べてほぼ半減していることが確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】本発明にかかる発光装置。(A) は概略平面図、(B) はその断面図。

【図 2】比較例 1 の発光装置の輝度分布

【図 3】実施例 1 の発光装置の輝度分布

【図 4】本発明の発光装置の別の形態

【図 5】比較例 2 の発光装置の輝度分布

【図 6】実施例 2 の発光装置の輝度分布

【図 7】比較例 2 と実施例 2 の発光装置の発光スペクトル

【図 8】従来のパッケージ技術

【0059】

- |   |          |
|---|----------|
| 1 | 半導体発光素子  |
| 2 | 導電性ワイヤー  |
| 3 | 第一の波長変換層 |
| 4 | 封止部      |
| 5 | 第二の波長変換層 |
| 6 | 凹部       |

10

20

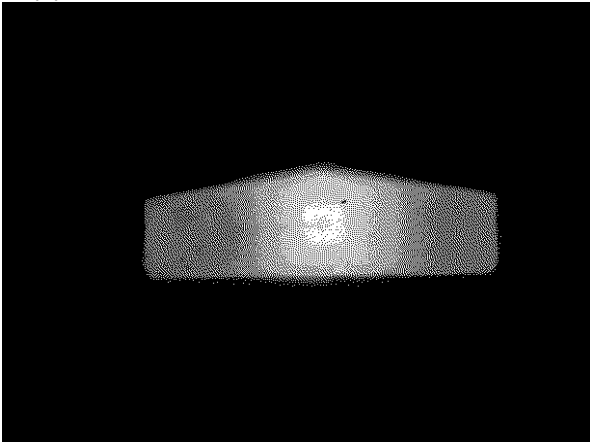
30

40

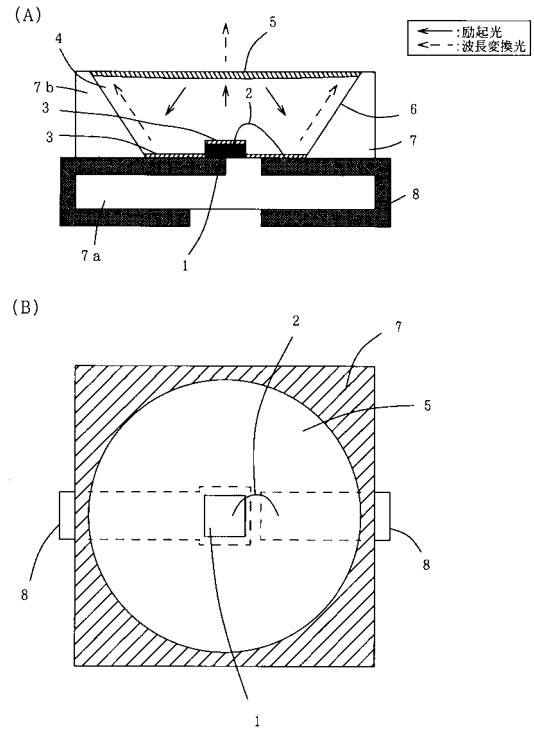
50



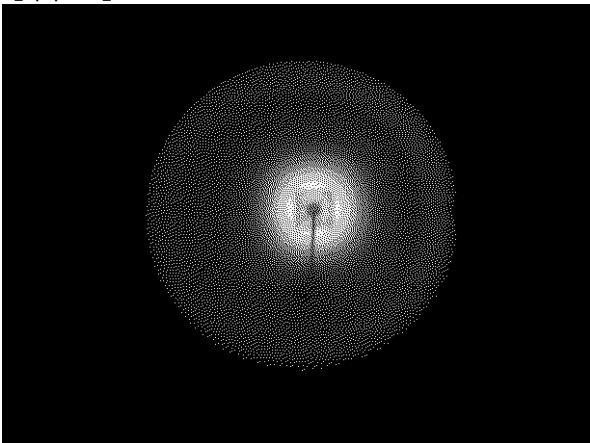
【 図 3 】



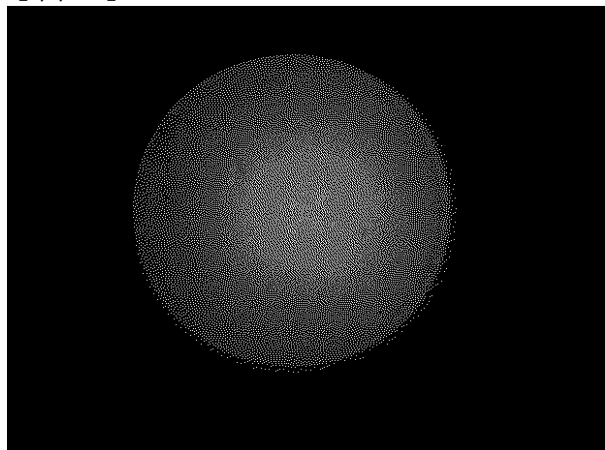
【 図 4 】



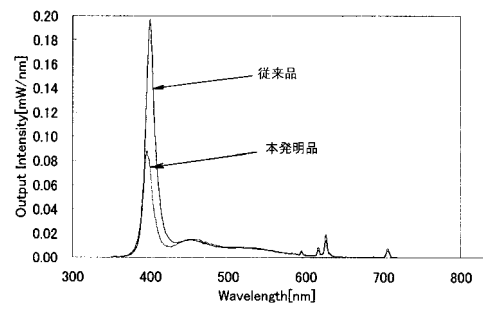
【 図 5 】



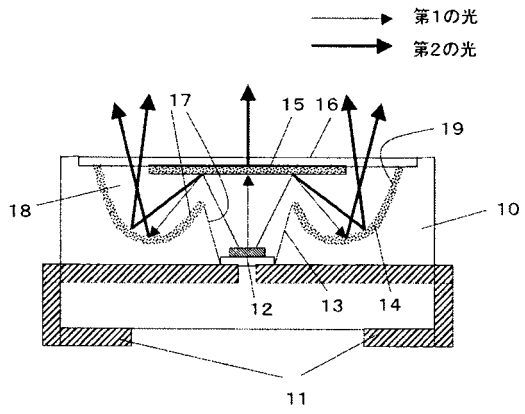
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 9 K 11/84

F I

C 0 9 K 11/84 C P M

テーマコード(参考)