

【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22年5月20日(2010.5.20)

【公開番号】特開2007-274009(P2007-274009A)

【公開日】平成19年10月18日(2007.10.18)

【年通号数】公開・登録公報2007-040

【出願番号】特願2007-185865(P2007-185865)

【国際特許分類】

H 0 1 L 33/48 (2010.01)

H 0 1 L 33/00 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 N

H 0 1 L 33/00 L

【手続補正書】

【提出日】平成22年3月31日(2010.3.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基体上に搭載され、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有する半導体発光素子と、第1の蛍光体と、第2の蛍光体と、第3の蛍光体とを備える半導体発光装置を用いた光源と、

上記光源からの光を導く導光板と、

上記導光板からの光を透過させて分光する赤、緑、青のカラーフィルタとを備え、

上記第1の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が600nm乃至670nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の赤色の出射光を有し

上記第2の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が500nm乃至540nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の緑色の出射光を有し

上記第3の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が410nm乃至480nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の青色の出射光を有し

上記第1、第2、第3の蛍光体からの出射光の色の和が、白色系であり、

上記半導体発光素子からの出射光が、上記第1、第2、第3の蛍光体からの各々の出射光の色調を変化させないように上記半導体発光素子及び上記第1、第2、第3の蛍光体からそれぞれ光が出射され、

上記半導体発光装置の出射光は、上記カラーフィルタの分光特性に適合した波長分布を有することを特徴とする発光表示装置。

【請求項2】

上記半導体発光装置の出射光の波長分布が上記カラーフィルタの分光特性に適合するよ

うに、上記半導体発光素子の発光波長と、

上記第1の蛍光体の発光波長と、

上記第2の蛍光体の発光波長と、
上記第3の蛍光体の発光波長と、
上記第1、第2、第3の蛍光体の混合比率と、
上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率と
のうちの少なくとも一つを調節したことを特徴とする請求項1に記載の発光表示装置。

【請求項3】

上記発光表示装置は、液晶表示装置であることを特徴とする請求項1または2に記載の発光表示装置。

【手続補正2】

【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】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】発光表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶ディスプレイや携帯電話・携帯情報端末等のバックライト用光源や、屋内外公告等に利用されるLED（発光ダイオード）表示装置、各々種携帯機器のインジケータ、照光スイッチ、OA（オフィスオートメーション）機器用光源等に利用される半導体発光装置に関するものであり、特に半導体発光素子からの出射光を、蛍光体を利用して波長変換し、様々な発光色の光源として利用可能な半導体発光装置を用いた発光表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光装置は、小型で消費電力が少なく高輝度発光を安定に行えるので、各種表示装置における光源として広く用いられている。また、半導体発光装置は、各種情報処理装置における情報記録読み取り用の光源としても利用されている。これまでに広く実用化されている長波長可視光半導体発光装置に用いられる半導体発光素子は、使用される発光層の半導体材料や形成条件等により、赤から緑色の高輝度発光が可能であった。これに対して、近年、青から紫色の短波長可視光を発光する半導体発光素子が開発され、一般に実用化され始めてきている。

【0003】

これら様々な発光色の半導体発光装置を用いて、例えばR（赤）、G（緑）、B（青）の三原色の発光色を有する半導体発光装置を利用したLEDディスプレイが市場に出始めている。

【0004】

さらに、青から紫色の短波長可視光を発光する半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせ、半導体発光素子からの出射光と蛍光体により波長変換された変換光との混色により白色を得る半導体発光装置が、例えば特許第2927279号公報（特許文献1）に開示されている。

【0005】

また、特開平10-163535号公報（特許文献2）には、高輝度でコンパクトな白色の発光色を得るために、青色または青紫色の発光色を有する半導体発光素子と、この半導体発光素子からの光を吸収して可視領域の光を発光する1種または2種類以上の蛍光体とを組み合わせ半導体発光装置が開示されている。上記半導体発光素子の発光色と蛍光体の発光色が互いに補色の関係になって、この半導体発光素子の発光色と蛍光体の発光色が加色されて白色に発光するように、上記蛍光体を選択している。

【0006】

また、特開平10-12925号公報（特許文献3）には、紫外光および近紫外光を出

射する半導体発光素子と、この半導体発光素子からの光によって蛍光を発する蛍光体とを備える半導体発光装置が開示されている。上記半導体発光素子は、通常は青色の光を発する半導体発光素子であり、パルス状の大電流を流すことによって、紫外光および近紫外光を出射させている。上記蛍光体の種類を変えるのみによって、単一種類の半導体発光素子を用いて複数の発光色を得ることが開示されている。

【0007】

また、特開平9-153644号公報(特許文献4)には、3族窒素化物半導体を用いて形成されてピーク波長が380nmの紫外線を発光する発光層と、この発光層からの紫外線を受光して、赤、青、緑の3原色を各々発光する3種類の蛍光体層とを備えたドットマトリックスタイプの表示装置が開示されている。

【0008】

しかしながら、上記従来技術は、以下のような問題点がある。

【0009】

長波長可視光半導体発光装置に用いられ赤から緑色の発光色を有する半導体発光素子や、青から紫色の短波長可視光を発光する半導体発光素子は、発光する波長に応じて使用される材料や素子形状が異なるので、互いに異なる波長の半導体素子を実装して半導体発光装置を得ようとする、互いに異なる複数の実装材料や実装工程が必要となって、製造工程が煩雑となると共にコストアップの要因になるという問題がある。

【0010】

さらに、上記発光色が互いに異なる複数の半導体発光素子を用いて色彩が良好な白色光を得るためには、上記複数の半導体発光素子への電流を各々調整する必要があるので半導体発光装置が複雑になるという問題がある。また、上記半導体発光装置を複数個用いて発光表示装置を形成すると、大量の半導体発光素子の色調の調整が必要になって製造工程が煩雑になるという問題点がある。

【0011】

また、上記特許文献1や特許文献2に開示されている半導体発光装置は、半導体発光素子の出射光と、この出射光と補色の関係にある蛍光体の発光光とを混色して白色の発光色を得るので、光の利用効率が悪く、また、色調も良くないという問題点があった。例えば、半導体発光素子の青色の出射光と蛍光体の黄色の出射光との混色によって白色光を得る半導体発光装置を、液晶表示装置のバックライトとして利用すると、この白色光は純緑および純赤色の光量が少ないので、上記液晶表示装置が備える赤色カラーフィルタを透過する光の量が少ないから、上記液晶表示装置がフルカラー表示をすると、色抜けしたような印象を与えるという問題点がある。

【0012】

また、上記特許文献3に開示されている半導体発光装置は、半導体発光素子にパルス状の大電流を印加するので、半導体発光素子が破壊したり発熱して劣化して、寿命が短くて信頼性が低いという問題点がある。また、上記半導体発光素子は、紫外及び近紫外の波長に発光波長のピークを有すると共に、青色の波長にも発光波長のピークを有するので、この青色光が蛍光の発光光と混色して色調が悪いという問題がある。さらに、半導体発光装置が劣化した場合には、複数の異なる発光色を有する半導体発光素子が、輝度が一律に劣化するのではなくて、青色の波長成分が特に急激に低下するので、半導体発光装置の色調が変化してしまうという問題点がある。さらに、上記半導体発光素子は、近紫外(390nm)付近から短波長側の紫外領域の波長の光を出射するので、人体への影響を防止する施策が必要である。また、上記半導体発光素子の固定用およびモールド用の樹脂も、上記紫外領域の波長の光によって悪影響を受けるので、上記固定用樹脂の変質による信頼性の低下や、上記モールド用樹脂の黒化による発光輝度の低下を招く虞があるという問題点がある。

【0013】

上記特許文献4に開示された半導体発光装置もまた、380nmという紫外領域の発光波長を利用しているため、人体への影響を防止するために紫外領域の光の漏洩防止を施策

する必要があり、半導体発光素子の固定用およびモールド用の樹脂が悪影響を受けて、信頼性の低下や発光輝度の低下の原因になるという問題点がある。さらに、この半導体発光装置は、基板上に、赤、青、緑の3原色を発光する蛍光体層を半導体層と共に形成するので、半導体発光装置の製造工程が煩雑で歩留りや信頼性が低下するという問題点がある。

【特許文献1】特許第2927279号公報

【特許文献2】特開平10-163535号公報

【特許文献3】特開平10-12925号公報

【特許文献4】特開平9-153644号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、複数の発光波長の光を出射できるにも拘らず製造が容易で安価であり、色調が良好で、人体への影響が少なく、劣化が殆ど無い半導体発光装置を用いた発光表示装置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】

【0015】

上記目的を達成するため、本発明の半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を搭載してなる半導体発光装置において、

上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有し、

上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が600nm乃至670nmの波長領域に主発光ピークを有する赤色の光を出射する蛍光体を備えることを特徴としている。

【0016】

本発明によれば、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有する上に、上記蛍光体は、発光波長が赤色の波長領域に主発光ピークを有して単色の赤色の光を出射するので、もし、上記蛍光体が出射する光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記蛍光体の出射光の色調が殆ど変化することがない。つまり、上記蛍光体からの光が、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることなく半導体発光装置から出射されるのである。したがって、色調が良好な単色赤色発光の半導体発光装置が得られる。

【0017】

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。一方、上記半導体発光素子の発光波長が420nmよりも長いと、この半導体発光素子からの出射光は、可視領域の発光波長を有するようになるから、上記蛍光体からの出射光と混色して、半導体発光装置の発光色の色調が変化してしまう。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

【0018】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、

M_2O_2S : Eu (但し、MはLa, Gd, Yから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$0.5MgF_2 \cdot 3.5MgO \cdot GeO_2$: Mn、

Y_2O_3 : Eu、

$Y(P, V)O_4 : Eu$ 、

$YVO_4 : Eu$ 、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

【0019】

上記実施形態によれば、発光波長が390nm乃至420nmのいずれの出射光を有する半導体発光素子を用いても、上記半導体発光素子の出射光の波長に応じて上記蛍光体を選択できるので、発光波長が赤色の波長領域に良好な発光ピークを有する単色赤色発光の半導体発光装置が得られる。また、複数の蛍光体を組み合わせることによって、半導体発光素子の出射光の波長領域の略全ての波長を赤色の波長に変換できるので、高効率な単色赤色発光の半導体発光装置が得られる。

【0020】

本発明の半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を搭載してなる半導体発光装置において、

上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有し、

上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が500nm乃至540nmの波長領域に主発光ピークを有する緑色の光を出射する蛍光体を備えることを特徴としている。

【0021】

本発明によれば、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有する上に、上記蛍光体は、発光波長が緑色の波長領域に主発光ピークを有して単色の緑色の光を出射するので、もし、上記蛍光体が出射する光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記蛍光体の出射光の色調が殆ど変化することがない。つまり、上記蛍光体からの光が、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることなく半導体発光装置から出射されるのである。したがって、色調が良好な単色緑色発光の半導体発光装置が得られる。

【0022】

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。一方、上記半導体発光素子の発光波長が420nmよりも長いと、この半導体発光素子からの出射光は、可視領域の発光波長を有するようになるから、上記蛍光体からの出射光と混色して、半導体発光装置の発光色の色調が変化してしまう。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

【0023】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、

$RMg_2Al_{16}O_{27} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$RMgAl_{10}O_{17} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$ZnS : Cu$ 、

$SrAl_2O_4 : Eu$ 、

$SrAl_2O_4 : Eu, Dy$ 、

$ZnO : Zn$ 、

$Zn_2Ge_2O_4 : Mn$ 、

$Zn_2SiO_4 : Mn$ 、

$Q_3MgSi_2O_8:Eu, Mn$ (但し、 Q は Sr, Ba, Ca から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、
で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

【0024】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できるので、発光波長が緑色の波長領域に良好な発光ピークを有する単色緑色発光の半導体発光装置が得られる。また、複数の蛍光体を組み合わせることによって、半導体発光素子の出射光の波長領域の略全ての波長を緑色の波長に変換できるので、高効率の単色緑色発光の半導体発光装置が得られる。

【0025】

本発明の半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を搭載してなる半導体発光装置において、

上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有し、

上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が410nm乃至480nmの波長領域に主発光ピークを有する青色の光を出射する蛍光体を備えることを特徴としている。

【0026】

本発明によれば、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有する上に、上記蛍光体は、発光波長が青色の波長領域に主発光ピークを有して単色の青色の光を出射するので、もし、上記蛍光体が出射する光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記蛍光体の出射光の色調が殆ど変化することがない。つまり、上記蛍光体からの光が、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることなく半導体発光装置から出射されるのである。したがって、色調が良好な単色青色発光の半導体発光装置が得られる。

【0027】

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。一方、上記半導体発光素子の発光波長が420nmよりも長いと、この半導体発光素子からの出射光は、可視領域の発光波長を有するようになるから、上記蛍光体からの出射光と混色して、半導体発光装置の発光色の色調が変化してしまう。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

【0028】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、

$A_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu$ (但し、 A は Sr, Ca, Ba, Mg, Ce から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$XMg_2Al_{16}O_{27}:Eu$ (但し、 X は Sr, Ba から選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$XMgAl_{10}O_{17}:Eu$ (但し、 X は Sr, Ba から選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$ZnS:Ag$ 、

$Sr_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu$ 、

$Ca_{10}(PO_4)_6F_2:Sb$ 、

$Z_3MgSi_2O_8:Eu$ (但し、 Z は Sr, Ba, Ca から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$\text{SrMgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}$ 、
 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}$ 、
 $\text{CaAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}, \text{Nd}$ 、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

【0029】

上記実施形態によれば、半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できるので、発光波長が青色の波長領域に良好な発光ピークを有する単色青色発光の半導体発光装置が得られる。また、複数の蛍光体を組み合わせることによって、上記半導体発光素子の出射光の波長領域の略全ての波長を青色の波長に変換できるので、高効率な単色青色発光の半導体発光装置が得られる。

【0030】

本発明の半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を搭載してなる半導体発光装置において、

上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有し、

上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が480nm乃至500nmの波長領域に主発光ピークを有する青緑色の光を出射する蛍光体を備えることを特徴としている。

【0031】

本発明によれば、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有する上に、上記蛍光体は、発光波長が青緑色の波長領域に主発光ピークを有して単色の青緑色の光を出射するので、もし、上記蛍光体が出射する光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記蛍光体が出射光の色調が殆ど変化することがない。つまり、上記蛍光体からの光が、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることなく半導体発光装置から出射されるのである。したがって、色調が良好な単色青緑色発光の半導体発光装置が得られる。

【0032】

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。一方、上記半導体発光素子の発光波長が420nmよりも長いと、この半導体発光素子からの出射光は、可視領域の発光波長を有するようになるから、上記蛍光体からの出射光と混色して、半導体発光装置の発光色の色調が変化してしまう。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

【0033】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、

$\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$ 、

$\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}, \text{Dy}$ 、

$\text{L}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$ (但し、LはBa, Ca, Mgから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}$ 、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

【0034】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できるので、発光波長が青緑色の波長領域に良好な発光ピークを有する単色青緑色発光の半導体発光装置が得られる。また、複数の蛍光体を組み合わせることによって、上記半導体発

光素子が出射する光の波長領域の略全ての波長を青緑色の波長に変換できるので、高効率な単色青緑色発光の半導体発光装置が得られる。

【0035】

本発明の半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を搭載してなる半導体発光装置において、

上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有し、

上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が570nm乃至600nmの波長領域に主発光ピークを有する橙色の光を出射する蛍光体を備えることを特徴としている。

【0036】

本発明によれば、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有する上に、上記蛍光体は、発光波長が橙色の波長領域に主発光ピークを有して単色の橙色の光を出射するので、もし、上記蛍光体が出射する光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記蛍光体の出射光の色調が殆ど変化することがない。つまり、上記蛍光体からの光が、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることなく半導体発光装置から出射されるのである。したがって、色調が良好な単色橙色発光の半導体発光装置が得られる。

【0037】

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。一方、上記半導体発光素子の発光波長が420nmよりも長いと、この半導体発光素子からの出射光は、可視領域の発光波長を有するようになるから、上記蛍光体からの出射光と混色して、半導体発光装置の発光色の色調が変化してしまう。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

【0038】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、

ZnS:Mn、

ZnS:Cu, Mn, Co、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

【0039】

上記実施形態によれば、半導体発光素子の波長領域に応じて最適な蛍光体を選択できるので、発光波長が橙色の発光波長領域に主発光ピークを有する単色橙色発光の半導体発光装置を得ることができる。

【0040】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基体の少なくとも一部と、上記半導体発光素子とを封止する封止樹脂を備え、

上記封止樹脂が上記蛍光体を含んでいる。

【0041】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子を封止する封止樹脂が蛍光体を含んでいるので、半導体発光素子からの出射光は必ず波長変換されるから、半導体発光素子の光の利用効率がよい。また、封止樹脂を形成すると共に蛍光体を配置できるので、蛍光体を別個に配置する工程が不要であるから、半導体発光装置の製造が容易になる。

【0042】

また、この半導体発光装置は、発光波長が一定の波長領域を有する半導体発光素子と、

所定の蛍光体とを組み合わせることによって、半導体発光素子および半導体発光装置の構造を変えることなく、所望の発光波長を有する半導体装置が得られる。すなわち、同一の製造工程で、蛍光体を変えることのみで、所望の発光波長を有する半導体発光装置が得られるので、半導体発光装置の製造コストを大幅に削減できる。

【0043】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基体は、カップ形状のマウント部を有するリードフレームであり、

上記半導体発光素子は、上記リードフレームのカップ形状のマウント部の底に配置されており、かつ、もう一つのリードフレームにワイヤーボンディングによって電氣的に接続されている、

上記2つのリードフレームの少なくとも一部と上記半導体発光素子とが上記封止樹脂で封止されている。

【0044】

上記実施形態によれば、上記蛍光体を含む封止樹脂によって、上記カップ形状のマウント部によって集められた上記半導体発光素子からの出射光が、確実に波長変換されるので、指向性が良く、かつ、発光効率が良くて色調の良い半導体発光装置が得られる。

【0045】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基体は、一对のリードフレームの先端に連結された絶縁体であり、

上記半導体発光素子は上記絶縁体に形成された金属配線に接続されている、

上記一对のリードフレームの少なくとも一部と、上記絶縁体と、上記半導体発光素子とが上記封止樹脂で封止されている。

【0046】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子を、例えば金属バンプ等によって上記基板の金属配線に直接接続するので、半導体発光素子とリードフレームとを金属ワイヤー等で接続する手間が省かれる。また、上記封止樹脂に含まれる蛍光体によって、半導体発光素子からの出射光が確実に波長変換される。したがって、製造効率が良好で、しかも発光効率が良くて色調のよい半導体発光装置が得られる。

【0047】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基体は、カップ形状のマウント部を有するリードフレームであり、

上記半導体発光素子は、上記リードフレームのカップ形状のマウント部の底に配置されており、かつ、もう一つのリードフレームにワイヤーボンディングによって電氣的に接続されている、

上記カップ形状のマウント部に上記蛍光体が充填されていると共に、

上記2つのリードフレームの少なくとも一部と、上記半導体発光素子と、上記蛍光体とが封止樹脂で封止されている。

【0048】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子からの光が集まるカップ形状のマウント部に蛍光体を充填するので、半導体発光素子からの光は確実に波長変換されて、光の利用効率が向上する。また、半導体発光素子からの光を集めない半導体発光装置と比較して、蛍光体を配置する領域が小さいので、上記蛍光体の使用量を少なくできる。

【0049】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基体は、カップ形状のマウント部を有するリードフレームであり、

上記半導体発光素子は、上記リードフレームのカップ形状のマウント部の底に配置されており、かつ、もう一つのリードフレームにワイヤーボンディングによって電氣的に接続されている、

上記カップ形状のマウント部にコーティング部材を充填して、上記コーティング部材の上に上記蛍光体が配置されていると共に、

上記2つのリードフレームの少なくとも一部と、上記半導体発光素子と、上記コーティング部材と、上記蛍光体とが封止樹脂で封止されている。

【0050】

上記実施形態によれば、上記蛍光体を、上記マウント部に充填されたコーティング部材の上に配置するので、上記マウント部内の全てに蛍光体を充填する場合に比べて、上記蛍光体の使用量が削減される。また、上記コーティング部材によって、上記半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離が略均一になるので、色むらの無い均一発光の半導体発光装置が得られる。さらに、上記コーティング部材によって、上記半導体発光素子と蛍光体とが離間されるので、半導体発光素子による蛍光体の電気的および熱的劣化が殆どない。

【0051】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の金属配線に電気的に接続されていて、上記半導体発光素子を封止する封止樹脂を備え、上記封止樹脂は上記蛍光体を含んでいる。

【0052】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子は上記基板に、同一形状または単一種類の半導体発光素子を、例えばAuやAl, Cu等の金属ワイヤーを用いて金属配線上に接続したり、あるいは、金属ワイヤー等を用いることなく金属パンプ等によって直接接続される。したがって、従来におけるように、発光色に対応して異なる形状の半導体発光素子を用いて異なる形状の半導体発光装置を製造するよりも、半導体発光装置の製造過程が容易である。この半導体発光装置において、所望の波長に対応する所定の蛍光体を配置するのみによって、所望の発光波長を有する半導体発光装置が得られるので、従来に比べて半導体発光装置の製造が簡単、かつ、低コストになる。

【0053】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の金属配線に電気的に接続されると共に凹部に配置されており、上記蛍光体は上記凹部に充填されている。

【0054】

上記実施形態によれば、上記基板の凹部に上記蛍光体を充填するので、この蛍光体の使用量が少量になって、製造コストが安価で発光効率が良く、しかも、単色発光で色調が良い半導体発光装置が得られる。

【0055】

1実施形態の半導体発光装置は、上記凹部は、上記基板に配置された枠によって形成されている。

【0056】

上記実施形態によれば、上記基板に枠を配置して上記凹部を形成するので、基板を例えば切削して凹部を形成する加工の手間が削減される。また、上記枠を、例えば上記半導体発光素子側の側面の形状を、上記半導体発光素子からの出射光を集光する形状に加工することによって、上記出射光の波長の変換効率がさらに向上すると共に半導体発光装置の指向性が向上する。その結果、発光効率が良く、しかも単色発光で色調が良い半導体発光装置が得られる。

【0057】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の金属配線に電気的に接続されていると共に凹部に配置されており、上記凹部に封止樹脂を充填すると共に、上記封止樹脂の上に上記蛍光体が配置されている。

【0058】

上記実施形態によれば、上記蛍光体を上記封止樹脂の上に配置するので、上記基板の凹

部の内側に蛍光体を充填するよりも、さらに少量の蛍光体の使用量で、所望の発光波長を有する半導体発光装置が得られる。また、上記封止樹脂によって、半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離が略均一になるので、色むらが殆ど無い均一発光の半導体発光装置が得られる。また、上記封止樹脂は、上位半導体発光素子と蛍光体とを離間させるので、上記蛍光体に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響を低減できて、半導体発光装置の性能が安定する。

【0059】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の金属配線と電気的に接続されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、上記蛍光体が上記封止樹脂に含まれている。

【0060】

上記実施形態によれば、上記半導体発光素子は上記基板に、同一形状または単一種類の半導体発光素子を、例えばAuやAl, Cu等の金属ワイヤーを用いて金属配線上に接続したり、あるいは、金属ワイヤー等を用いることなく金属パンプ等によって直接接続される。したがって、従来におけるように、発光色に対応して異なる形状の半導体発光素子を用いて異なる形状の半導体発光装置を製造するよりも、半導体発光装置の製造過程が容易である。この半導体発光装置において、所望の波長に対応する所定の蛍光体を配置するのみによって、所望の発光波長を有する半導体発光装置が得られるので、従来に比べて半導体発光装置の製造が簡単、かつ、低コストになる。

【0061】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の上記金属配線と電気的に接続されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、上記半導体発光素子から半導体発光装置の外部に直接出射する光を遮る遮蔽体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、上記蛍光体の層が、上記反射体において光が反射する面に設けられている。

【0062】

上記実施形態によれば、上記蛍光体の層は上記反射体において光が反射する面に設けられているので、この反射体で反射される光は確実に波長変換される。そして、上記半導体発光素子からの出射光は、上記遮蔽体によって半導体発光装置の外部に漏れることなく上記反射面で反射されて半導体発光装置外部に出射するので、殆ど全てが波長変換された光である。したがって、この半導体発光装置は、反射面のみで設けられて少ない蛍光体の使用量で、効率良く所望の発光色が得られる。さらに、上記蛍光体の層は、半導体発光素子から所定の距離をなす反射体の反射面に形成されるので、半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離が略均一になって、色むらの無い均一発光の半導体発光装置が得られる。さらに、半導体発光素子と蛍光体とが離間されるので、蛍光体に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響が緩和されて、半導体発光装置の性能が安定する。

【0063】

1実施形態の半導体発光装置は、上記基板は、金属配線が施された基板であり、上記半導体発光素子は、上記基板の上記金属配線と電気的に接続されており、少なくとも上記半導体発光素子の発光部分が上記基板の凹部内に配置されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、上記蛍光体の層が、上記反射体において光が反射する面に設けられている。

【 0 0 6 4 】

上記実施形態によれば、半導体発光素子は上記凹部内に配置されているので、半導体発光素子からの光は半導体発光装置の外部へ直接出射されずに、必ず上記反射体で反射されて波長変換されてから半導体発光装置の外部に出射される。したがって、この半導体発光装置は、出射光の色調が良好になる。

【 0 0 6 5 】

1 実施形態の半導体発光装置は、
上記基体は、金属配線が施された基板であり、
上記半導体発光素子は、上記基板の上記金属配線と電気的に接続されており、
上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、
上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、
上記蛍光体の層が、上記封止樹脂の光が出射する面に設けられている。

【 0 0 6 6 】

上記実施形態によれば、上記封止樹脂の光が出射する面に設けられた蛍光体の層によって、半導体発光素子からの出射光が、半導体発光装置から出射される直前に波長変換される。すなわち、この半導体発光装置からの光は全て波長変換されているので、良好な光の利用効率の半導体発光装置になる。また、上記蛍光体の層は、半導体発光素子から所定の距離をおいた位置にあるので、半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離が略均一になって、色むらの無い均一発光の半導体発光装置が得られる。さらに、半導体発光素子と蛍光体とが離間されるので、蛍光体に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響が緩和されて、半導体発光装置の性能が安定する。

【 0 0 6 7 】

【 0 0 6 8 】

【 0 0 6 9 】

【 0 0 7 0 】

【 0 0 7 1 】

【 0 0 7 2 】

【 0 0 7 3 】

【 0 0 7 4 】

【 0 0 7 5 】

【 0 0 7 6 】

【 0 0 7 7 】

上記目的を達成するため、本発明の発光表示装置は、
基体上に搭載され、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有する半導体発光素子と、第1の蛍光体と、第2の蛍光体と、第3の蛍光体とを備える半導体発光装置を用いた光源と、

上記光源からの光を導く導光板と、

上記導光板からの光を透過させて分光する赤、緑、青のカラーフィルタとを備え、

上記第1の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が600nm乃至670nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の赤色の出射光を有し

上記第2の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が500nm乃至540nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の緑色の出射光を有し

上記第3の蛍光体は、上記半導体発光素子からの出射光により励起されて、発光波長が410nm乃至480nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の青色の出射光を有し

上記第1、第2、第3の蛍光体からの出射光の色の和が、白色系であり、

上記半導体発光素子からの出射光が、上記第1、第2、第3の蛍光体からの各々の出射光の色調を変化させないように上記半導体発光素子及び上記第1、第2、第3の蛍光体からそれぞれ光が出射され、

上記半導体発光装置の出射光は、上記カラーフィルタの分光特性に適合した波長分布を有する。

【0078】

上記構成によれば、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域を有する上に、上記第1乃至第3の蛍光体が出射する光は、赤色、緑色、青色波長領域に各々発光波長の主ピークを有する単色の光であるので、もし、上記第1乃至第3の蛍光体からの出射光と上記半導体発光素子からの直接の出射光とが混じっても、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、半導体発光装置の出射光の色調は殆ど変化しない。つまり、上記第1乃至第3のいずれの蛍光体からの光も、上記半導体発光素子からの直接光の影響を受けることが無い。したがって、色調が良好な白色系の発光色を有する半導体発光装置が得られる。また、半導体発光装置の出射光に関して、半導体発光素子から半導体発光装置外部に直接出射される光は、人間の可視領域において、蛍光体からの光と混色されていないから、半導体発光装置の長時間の使用の後に、経年変化によって半導体発光素子の発光性能が低下しても、半導体発光装置の輝度が低下するのみであって、色調が変化することがない。したがって、上記半導体発光装置は、色調が良好な白色系の光が安定して得られる。

また、上記半導体発光装置において、上記半導体発光素子は発光波長が390nm乃至420nmの出射光を有するので、例えば封止樹脂などの半導体発光装置の構成部品を損傷し難く、また、人体に有害な作用が殆ど無い。もし、半導体発光素子の発光波長が390nmよりも短いと、例えば上記封止樹脂を損傷して不透明化や黒化などの不都合を生じさせる場合がある。したがって、上記半導体発光素子の発光波長を390nm乃至420nmにすることによって、半導体発光装置の構成部品の劣化を少なくでき、また、人体に悪影響が殆どなく、しかも、色調が良好な半導体発光装置が得られる。

また、上記半導体発光装置からの出射光は、上記赤、緑、青のカラーフィルタの分光特性に適合した波長分布を有するので、このカラーフィルタによって、発光波長が赤色の波長領域にピークを有する光と、発光波長が緑色の波長領域にピークを有する光と、発光波長が青色の波長領域にピークを有する光とに、各々適切な強度を有して分光されるから、半導体発光装置の光の利用効率が良好で、しかも、高輝度な発光表示装置になる。

1実施形態の発光表示装置は、

上記第1の蛍光体は、

$M_2O_2S : Eu$ (但し、MはLa, Gd, Yから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$0.5MgF_2 \cdot 3.5MgO \cdot GeO_2 : Mn$ 、

$Y_2O_3 : Eu$ 、

$Y(P, V)O_4 : Eu$ 、

$YVO_4 : Eu$ 、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなり、

上記第2の蛍光体は、

$RMg_2Al_{16}O_{27} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$RMgAl_{10}O_{17} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$ZnS : Cu$ 、

$SrAl_2O_4 : Eu$ 、

$SrAl_2O_4 : Eu, Dy$ 、

$ZnO : Zn$ 、

$Zn_2Ge_2O_4 : Mn$ 、

$Zn_2SiO_4 : Mn$ 、

$Q_3MgSi_2O_8 : Eu, Mn$ (但し、 Q は Sr, Ba, Ca から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなり、

上記第3の蛍光体は、

$A_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$ (但し、 A は Sr, Ca, Ba, Mg, Ce から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$XMg_2Al_{16}O_{27} : Eu$ (但し、 X は Sr, Ba から選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$XMgAl_{10}O_{17} : Eu$ (但し、 X は Sr, Ba から選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、

$ZnS : Ag$ 、

$Sr_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$ 、

$Ca_{10}(PO_4)_6F_2 : Sb$ 、

$Z_3MgSi_2O_8 : Eu$ (但し、 Z は Sr, Ba, Ca から選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、

$SrMgSi_2O_8 : Eu$ 、

$Sr_2P_2O_7 : Eu$ 、

$CaAl_2O_4 : Eu, Nd$ 、

で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなる。

上記実施形態によれば、発光波長が390nm乃至420nmのうちのいずれの発光波長を有する半導体発光素子を用いても、この半導体発光素子の発光波長に対応して上記複数の蛍光体から適切な蛍光体を選択することによって、単色の赤色、および、緑色、および、青色の発光光が各々得られる。これによって、赤色、緑色、青色の波長の光が各々適切に混色されて、良好な色調の白色系の発光色が得られる。また、複数の蛍光体を組み合わせることによって、半導体発光素子が有する波長領域の略全ての波長の光を、赤色、緑色、青色の波長に各々変換することができるので、半導体発光素子の出射光の利用効率が向上して、高効率な白色系発光の半導体発光装置が得られる。

1実施形態の発光表示装置は、

上記第1、第2、第3の蛍光体は、総量が100重量%であるとして、

上記第1の蛍光体が50重量%以上70重量%以下、

上記第2の蛍光体が7重量%以上20重量%以下、

上記第3の蛍光体が20重量%以上30重量%以下である。

上記実施形態によれば、上記第1の蛍光体が50重量%以上70重量%以下、上記第2の蛍光体が7重量%以上20重量%以下、上記第3の蛍光体が20重量%以上30重量%以下であるので、上記第2の蛍光体が出射する緑色の光に比べて視感度が低い第1の蛍光体が出射する赤色、および第3の蛍光体が出射する青色の光の強度が強められる。したがって、人間の視感度が考慮されて、良好な色調の白色系発光の半導体発光装置が得られる。

ここにおいて、半導体発光装置の発光色は、第1の蛍光体の混合比率が50重量%より少ないと、緑色がかった色調の白色になる一方、上記第1の蛍光体の混合比率が70重量%より多いと、赤色がかった色調の白色になる。また、上記半導体発光装置の発光色は、第2の蛍光体の混合比率が7重量%より少ないと、赤色がかった色調の白色になり、上記第2の蛍光体の混合比率が20重量%より多いと、緑色がかった色調の白色になる。また、上記半導体発光装置の発光色は、第3の蛍光体の混合比率が20重量%より少ないと、赤色がかった色調の白色になり、上記第3の蛍光体の混合比率が30重量%より多いと、緑色がかった色調の白色になる。

1実施形態の発光表示装置は、

上記封止樹脂は、上記第1、第2、第3の蛍光体を含んでおり、

上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が、0.5以上1以下である。

上記実施形態によれば、上記封止樹脂の重量に対する上記蛍光体の総重量の比率を、0.5以上1以下にすることによって、自然光に近い白色系の光を出射する半導体発光装置が得られる。なお、上記比率が1より大きくなると、半導体発光装置の出射光の輝度は明るくなると共に色調が青白くなる一方、上記比率が0.5より小さくなると、半導体発光装置の出射光の輝度が暗くなると共に色調が赤味を帯びてしまう。

【0079】

1実施形態の発光表示装置は、
上記半導体発光装置の出射光の波長分布が上記カラーフィルタの分光特性に適合するように、

上記半導体発光素子の発光波長と、

上記第1の蛍光体の発光波長と、

上記第2の蛍光体の発光波長と、

上記第3の蛍光体の発光波長と、

上記第1、第2、第3の蛍光体の混合比率と、

上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率と
のうちの少なくとも一つを調節している。

【0080】

上記実施形態によれば、上記半導体発光装置からの出射光が上記カラーフィルタの分光特性に適合するように確實かつ効果的に調節されるので、上記発光表示装置からの出射光は、上記カラーフィルタによって、強度が比較的大きくて略単色の赤色と、緑色と、青色とに分光されるから、上記発光表示装置は、色抜けなどが無くて高輝度かつ高コントラストのフルカラー表示になる。

【0081】

1実施形態の発光表示装置は、上記発光表示装置は、液晶表示装置である。

【0082】

上記実施形態によれば、色抜けが殆ど無く、高輝度かつ高コントラストの液晶表示装置が得られる。

【発明の効果】

【0083】

本発明の半導体発光装置は、上記半導体発光素子は発光波長のピークが390nm乃至420nmで人間の視感度が非常に低い短波長領域の出射光を有すると共に、この半導体発光素子からの出射光を600nm乃至670nmの赤色の発光波長に変換する蛍光体を備えるので、この蛍光体からの光は、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記半導体発光素子からの直接光によって色調が殆ど変わらないから、この半導体発光装置は色調が良好で単色赤色の光を発光できる。また、上記半導体発光素子の発光波長は390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

【0084】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、 $M_2O_2S : Eu$ （但し、MはLa, Gd, Yから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素）、 $0.5MgF_2 \cdot 3.5MgO \cdot GeO_2 : Mn$ 、 $Y_2O_3 : Eu$ 、 $Y(P, V)O_4 : Eu$ 、 $YVO_4 : Eu$ 、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できて、良好な色調の単色赤色発光の半導体発光装置を得ることができ、複数の蛍光体を組合わせて、半導体発光素子の光の利用効率が高い半導体発光装置にできる。

【0085】

本発明の半導体発光装置は、上記半導体発光素子は発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有すると共に、この半導体発光素子からの出射光を500nm乃至540nmの緑色の発光波長に変換する蛍光体を備えるので、この蛍光体からの光は、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記半導体発光素子からの直接光によっ

て色調が殆ど変わらないから、この半導体発光装置は色調が良好で単色緑色の光を発光できる。また、上記半導体発光素子の発光波長のピークは390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

【0086】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、 $\text{RMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$ （但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素）、 $\text{RMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$ （但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素）、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$ 、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{Ge}_2\text{O}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{Q}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}, \text{Mn}$ （但し、QはSr, Ba, Caから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素）、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できて、緑色の単色発光の半導体発光装置を得ることができ、複数の蛍光体を組合わせて、半導体発光素子の光の利用効率が高い半導体発光装置にできる。

【0087】

本発明の半導体発光装置は、上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有すると共に、この半導体発光素子からの出射光を410nm乃至480nmの青色の発光波長に変換する蛍光体を備えるので、この蛍光体からの光は、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記半導体発光素子からの直接光によって色調が殆ど変わらないから、この半導体発光装置は色調が良好で単色青色の光を発光できる。また、上記半導体発光素子の発光波長のピークは390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

【0088】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、 $\text{A}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ （但し、AはSr, Ca, Ba, Mg, Ceから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素）、 $\text{XMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ （但し、XはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素）、 $\text{XMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ （但し、XはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素）、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ 、 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2:\text{Sb}$ 、 $\text{Z}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}$ （但し、ZはSr, Ba, Caから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素）、 $\text{SrMgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}$ 、 $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、Nd、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できて、青色の単色発光の半導体発光装置を得ることができ、複数の蛍光体を組合わせて、半導体発光素子の光の利用効率が高い半導体発光装置にできる。

【0089】

本発明の半導体発光装置は、上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有すると共に、この半導体発光素子からの出射光を480nm乃至500nmの青緑色の発光波長に変換する蛍光体を備えるので、この蛍光体からの光は、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記半導体発光素子からの直接光によって色調が殆ど変わらないから、この半導体発光装置は色調が良好で単色青緑色の光を発光できる。また、上記半導体発光素子の発光波長のピークは390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

【0090】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}, \text{Dy}$ 、 $\text{L}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ （但し、LはBa, Ca, Mgから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素）、 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}$ 、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択できて、良好な色調の青緑色単色発光の半導体発光装

置を得ることができ、複数の蛍光体を組合わせて、半導体発光素子の光の利用効率が高い半導体発光装置を得ることができる。

【0091】

本発明の半導体発光装置は、上記半導体発光素子は、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有すると共に、この半導体発光素子からの出射光を570nm乃至600nmの橙色の発光波長に変換する蛍光体を備えるので、この蛍光体からの光は、人間の視感度を考慮すると、見かけ上、上記半導体発光素子からの直接光によって色調が殆ど変わらないから、この半導体発光装置は色調が良好で単色橙色の光を発光できる。また、上記半導体発光素子の発光波長のピークは390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

【0092】

1実施形態の半導体発光装置は、上記蛍光体は、ZnS:Mn、ZnS:Cu, Mn, Co、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、上記半導体発光素子の発光波長に応じて最適な蛍光体を選択することができて、橙色の単色発光の半導体発光装置を得ることができる。

【0093】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を搭載する基体の少なくとも一部と、上記半導体発光素子とを封止する封止樹脂が蛍光体を含んでいるので、半導体発光素子からの出射光を確実に波長変換できて、高効率の半導体発光装置にできる。また、封止樹脂を形成すれば蛍光体を配置できるから、蛍光体を別個に配置する必要がなくて、半導体発光装置の製造を容易にできる。

【0094】

また、上記半導体発光装置は、発光波長が一定の波長領域を有する半導体発光素子と、所定の発光波長を有する蛍光体とを組み合わせることによって所望の発光波長を得るので、同一の製造工程で蛍光体を変えることのみによって、所望の発光波長の半導体発光装置を得ることができるから、半導体発光装置の製造コストを大幅に削減できる。

【0095】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を、リードフレームの先端に形成されたカップ形状のマウント部の底に配置すると共に、もう一つのリードフレームに電気的に接続して、上記2つのリードフレームの少なくとも一部と上記半導体発光素子とを上記封止樹脂で封止しているので、上記カップ形状のマウント部で集められた半導体発光素子からの出射光が、上記封止樹脂が含む蛍光体によって確実に波長変換されるから、指向性が良く、かつ、発光効率が良くて色調の良い半導体発光装置を得ることができる。

【0096】

1実施形態の半導体発光装置は、上記半導体発光素子を、一对のリードフレームの先端に連結された絶縁体の金属配線に直接接続して、上記一对のリードフレームの少なくとも一部と、上記絶縁体と、上記半導体発光素子とを上記封止樹脂で封止しているので、半導体発光素子をワイヤーボンディング等で金属配線に接続するよりも容易に半導体発光装置を製造できる。

【0097】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を、リードフレームの先端に形成されたカップ形状のマウント部の底に配置すると共に、もう一つのリードフレームに電気的に接続して、上記カップ形状のマウント部に蛍光体を充填して、上記リードフレームの少なくとも一部と、上記半導体発光素子と、上記蛍光体とを封止樹脂で封止するので、半導体発光素子からの光を確実に波長変換できて高効率の半導体発光装置にすることができると共に、上記蛍光体の使用量を、上記実施形態におけるように封止樹脂に蛍光体を含有させるよりも少なくできる。

【0098】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を、リードフレームの先端に形成され

たカップ形状のマウント部の底に配置すると共に、もう一つのリードフレームに電氣的に接続して、上記カップ形状のマウント部にコーティング部材を充填し、さらに上記コーティング部材の上に蛍光体を配置して、上記2つのリードフレームの少なくとも一部と、上記半導体発光素子と、上記コーティング部材と、上記蛍光体とを封止樹脂で封止するので、上記マウント部内の全てに蛍光体を充填する場合よりも蛍光体の使用量を少なくできる。また、上記コーティング部材によって上記半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離を略均一にできるので、半導体発光装置の光を色むらが無く均一にできる。さらに、上記コーティング部材は上記半導体発光素子と蛍光体とを離間するので、半導体発光素子による蛍光体の電氣的および熱的劣化を防止できる。

【0099】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を基板の金属配線に接続して搭載し、上記半導体発光素子を、蛍光体を含んだ封止樹脂によって封止するので、上記半導体発光素子の種類を変えないで、上記封止樹脂に含まれる蛍光体の種類を変えるのみで所望の発光波長の半導体発光装置が得られるから、複数の所望の半導体発光装置が従来よりも容易に製造できて、その結果、半導体発光装置が低コストに製造できる。

【0100】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子が基板の金属配線に電氣的に接続されていると共に基板の凹部に配置されており、蛍光体が上記凹部に充填されているので、上記蛍光体の使用量を少量にできて製造コストを安価にでき、しかも、半導体発光素子からの光は確実に上記蛍光体で波長変換されるから、発光効率が良い半導体発光装置が得られる。

【0101】

1実施形態の半導体発光装置は、上記凹部は、上記基板に配置された枠によって形成されているので、基板を例えば切削して凹部を形成する加工の手間が削減できる。また、上記枠の半導体発光素子側の面を、上記半導体発光素子からの出射光を集光する形状に加工すると、上記出射光の波長の変換効率をさらに向上できる。

【0102】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子が基板の金属配線に電氣的に接続されていると共に基板の凹部に配置されており、この凹部に封止樹脂を充填していると共に、上記封止樹脂の上に蛍光体を配置しているので、上記実施形態のように基板の凹部の内側に蛍光体を充填するよりも、上記蛍光体の使用量を削減できる。また、上記封止樹脂は、半導体発光素子の発光部と蛍光体との間の距離を略均一にするので、色むらが殆ど無い均一の発光を得ることができる。また、上記封止樹脂は、上位半導体発光素子と蛍光体とを離間させるので、上記蛍光体に対する半導体発光素子の電氣的および熱的影響を低減して、半導体発光装置の性能を安定にできる。

【0103】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子が基板の金属配線に接続されて、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、蛍光体が上記封止樹脂に含まれているので、上記半導体発光素子の種類を変えないで、上記蛍光体の種類を変えることのみによって所望の発光波長の半導体発光装置が得られるから、従来よりも容易に、しかも安価に半導体発光装置が製造できる。また、上記半導体発光素子からの出射光と、上記反射体によって反射された反射光とが確実に波長変換されるから、光の利用効率が良い半導体発光装置を得ることができる。

【0104】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子は基板の金属配線と電氣的に接続されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備えると共に、上記半導体発光素子から半導体発光装置の外部に直接出射する光を遮る遮蔽体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、蛍光体の層が、上記反射体において光が反射する面に設けられているので、半導体

発光素子からの光は必ず上記反射体で反射されると共に波長変換されて、半導体発光装置の外部に出射するから、蛍光体を反射面だけに設ければよいので蛍光体の使用量が削減できて、安価に効率が良い半導体発光装置が得られる。さらに、上記蛍光体の層は、半導体発光素子から所定の距離をなす反射体の反射面に形成されて、半導体発光素子から略均一の距離をおいて配置されるので、色むらの無い均一発光の半導体発光装置にできる。さらに、半導体発光素子と蛍光体とが離間されるので、この蛍光体に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響が緩和されて、安定した性能を有する半導体発光装置にできる。

【0105】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子は基板の金属配線と電気的に接続されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備えると共に、上記半導体発光素子の発光部分が上記基板の凹部に配置されていて、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、蛍光体の層が、上記反射体において光が反射する面に設けられているので、上記半導体発光素子からの光は半導体発光装置の外部へ直接出射されずに、必ず上記反射体で反射されると共に波長変換されてから半導体発光装置の外部に出射されるから、色調が良好な出射光を有する半導体発光装置にできる。

【0106】

1実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子は基板の金属配線と電気的に接続されており、上記半導体発光素子からの出射光の少なくとも一部を反射する反射体を備え、上記半導体発光素子を封止すると共に上記反射体からの反射光が透過する封止樹脂を備え、蛍光体の層が、上記封止樹脂の光が出射する面に設けられているので、半導体発光装置から出射される光は必ず波長変換されて、光の利用効率の良い半導体発光装置にできる。また、上記蛍光体の層は、半導体発光素子から略均一の距離をおいて配置されるので、色むらの無い均一発光の半導体発光装置にできると共に、上記蛍光体に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響を緩和できて、安定した性能を有する半導体発光装置にできる。

【0107】

【0108】

【0109】

【0110】

【0111】

本発明の発光表示装置は、半導体発光装置は、基体上に、発光波長のピークが390nm乃至420nmの波長領域の出射光を有する半導体発光素子を搭載し、発光波長が600nm乃至670nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の赤色の出射光を有する第1の蛍光体と、発光波長が500nm乃至540nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の緑色の出射光を有する第2の蛍光体と、発光波長が410nm乃至480nmの波長領域に主発光ピークを有する単色の青色の出射光を有する第3の蛍光体とを備え、上記第1、第2、第3の蛍光体からの出射光の色の和が白色系であるので、上記半導体発光素子は人間の視感度が非常に低い短波長領域の発光波長を有する上に、上記各々の蛍光体が出射する光は、各々、赤色、緑色、青色の単色の光であるから、上記各々の蛍光体からの出射光が上記半導体発光素子からの直接の出射光によって色調が変化することなく、良好な色調の白色系の発光色を得ることができる。また、上記半導体発光素子から半導体発光装置外部に直接出射される光は、人間の可視領域において、蛍光体からの光と混色されていないから、経年変化によって半導体発光素子の発光性能が低下しても、半導体発光装置の輝度が低下するのみで、色調が変化することが防止できる。また、上記半導体発光素子の発光波長のピークは390nm乃至420nmであるので、上記半導体発光装置を構成する部品の損傷や、人体への悪影響を効果的に防止できる。

また、本発明の発光表示装置は、上記半導体発光装置を用いた光源と、上記光源からの光を導く導光板と、上記導光板からの光を透過させて分光する赤、緑、青のカラーフィルタとを備え、上記半導体発光装置の出射光は、上記カラーフィルタの分光特性に適合した波長分布を有するので、上記半導体発光装置の出射光は、赤、緑、青の単色で、かつ、比

較的大きい強度の光に分光できるから、光の利用効率が良好で高輝度の発光表示装置にできる。

1 実施形態の発光表示装置は、上記第1の蛍光体は、 $M_2O_2S : Eu$ (但し、MはLa, Gd, Yから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、 $0.5MgF_2 \cdot 3.5MgO \cdot GeO_2 : Mn$ 、 $Y_2O_3 : Eu$ 、 $Y(P, V)O_4 : Eu$ 、 $YVO_4 : Eu$ 、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなり、上記第2の蛍光体は、 $RMg_2Al_{16}O_{27} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、 $RMgAl_{10}O_{17} : Eu, Mn$ (但し、RはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、 $ZnS : Cu$ 、 $SrAl_2O_4 : Eu$ 、 $SrAl_2O_4 : Eu$ 、 Dy 、 $ZnO : Zn$ 、 $Zn_2Ge_2O_4 : Mn$ 、 $Zn_2SiO_4 : Mn$ 、 $Q_3MgSi_2O_8 : Eu, Mn$ (但し、QはSr, Ba, Caから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなり、上記第3の蛍光体は、 $A_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$ (但し、AはSr, Ca, Ba, Mg, Ceから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、 $XMg_2Al_{16}O_{27} : Eu$ (但し、XはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、 $XMgAl_{10}O_{17} : Eu$ (但し、XはSr, Baから選ばれるいずれか一つまたは両方の元素)、 $ZnS : Ag$ 、 $Sr_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu$ 、 $Ca_{10}(PO_4)_6F_2 : Sb$ 、 $Z_3MgSi_2O_8 : Eu$ (但し、ZはSr, Ba, Caから選ばれるいずれか一つまたは2以上の元素)、 $SrMgSi_2O_8 : Eu$ 、 $Sr_2P_2O_7 : Eu$ 、 $CaAl_2O_4 : Eu, Nd$ 、で表される蛍光体の群のうち、いずれか一つまたは2以上からなるので、発光波長が390nm乃至420nmのうちのいずれの発光波長を有する半導体発光素子を用いても、この半導体発光素子の発光波長に対応して上記複数の蛍光体から適切な蛍光体を選択することによって、単色の赤色、および、緑色、および、青色の発光光が各々得ることができるから、これらの単色の赤色、緑色、青色の光の混色によって、良好な色調の白色系の光を得ることができる。また、上記蛍光体を複数の蛍光体を組合わせて形成することによって、半導体発光素子の発光波長の略全ての波長の光を、赤色、緑色、青色の波長に各々変換することができるので、半導体発光素子の出射光の利用効率を向上できて、高効率な白色系の発光色を有する半導体発光装置にできる。

1 実施形態の発光表示装置は、上記第1、第2、第3の蛍光体は、総量が100重量%であるとして、上記第1の蛍光体が50重量%以上70重量%以下、上記第2の蛍光体が7重量%以上20重量%以下、上記第3の蛍光体が20重量%以上30重量%以下であるので、上記第2の蛍光体が出射する緑色の光に比べて人間の視感度が低い第1および第3の蛍光体の出射光、すなわち、青色および赤色の光の強度を強めるから、人間の視感度を考慮して、良好な色調の白色系の発光色を有する半導体発光装置にできる。

1 実施形態の半導体発光装置は、上記封止樹脂は、上記第1、第2、第3の蛍光体を含んでおり、上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が、0.5以上1以下であるので、自然光に近い白色系の発光色を有する半導体発光装置にできる。

【0112】

1 実施形態の発光表示装置は、半導体発光装置の出射光の波長分布が上記カラーフィルタの分光特性に適合するように、上記半導体発光素子の発光波長と、上記第1の蛍光体の発光波長と、上記第2の蛍光体の発光波長と、上記第3の蛍光体の発光波長と、上記第1、第2、第3の蛍光体の混合比率と、上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率とのうちの少なくとも一つを調節したので、上記半導体発光装置からの光を、上記カラーフィルタによって、確実に赤、緑、青の単色かつ比較的高い強度の光に分光できるから、上記発光表示装置は、色抜けなどが無くて高輝度かつ高コントラストのフルカラー表示ができる。

【0113】

1 実施形態の発光表示装置は、上記発光表示装置は、液晶表示装置であるので、色抜けが殆ど無く、高輝度かつ高コントラストの液晶表示装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0114】

以下、本発明を図示の実施形態により詳細に説明する。

【0115】

図1(a), (b), (c)は、本発明の実施形態において用いられる半導体発光素子を示す断面図である。

【0116】

図1(a)は、絶縁性の半導体材料からなる基板を有する半導体発光素子を示す断面図である。この半導体発光素子7aは、絶縁性のサファイア基板1a上に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層2、P型窒化ガリウム系化合物半導体層3と、金属薄膜または透明導電膜からなるP型層用電極4とを順に積層している。上記N型窒化ガリウム系化合物半導体層2の図1(a)において右側に形成された露出面上にN型用パッド電極5が形成されていると共に、上記P型層用電極4表面上にP型用パッド電極6が形成されている。上記N型用パッド電極5およびP型用パッド電極6の間に電流を流すと、発光領域8aから発光する。

【0117】

図1(b)は、導電性の半導体材料からなる基板を有する半導体発光素子を示す断面図である。この半導体発光素子7bは、導電性の窒化ガリウム半導体基板1b上に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層2、P型窒化ガリウム系化合物半導体層3、金属薄膜または透明導電膜からなるP型層用電極4を順次積層して形成されている。上記半導体基板1bの下面にN型用パッド電極5が形成されていると共に、上記P型層用電極4の上面にP型用パッド電極6が形成されている。上記N型用パッド電極5とP型用パッド電極6との間に電流を流すと、発光領域8bから発光する。

【0118】

図1(c)は、基板を透過させて光を取り出すタイプの半導体発光素子を示す断面図である。この半導体発光素子7cは、絶縁性のサファイア基板1a上(図1(c)においてはサファイア基板1aの下方)に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層2、P型窒化ガリウム系化合物半導体層3、金属薄膜または透明導電膜からなるP型層用電極4を順次積層して、上記N型窒化ガリウム系化合物半導体層2の露出面にN型用パッド電極5を形成すると共に、P型層用電極4の表面にP型用パッド電極6を形成している。そして、図1(c)に示すように、上記N型用パッド電極5およびP型用パッド電極6を、例えばAu等からなる金属パンプ16a, 16bによって、半導体発光素子7cの下方に配置した図示しないサブマウントの金属配線等に直接ボールボンディングする。上記N型用パッド電極5とP型用パッド電極6との間に電流を流すと、発光領域8から発光し、この発光光は上記サファイア基板1aを透過して図1(c)において上方に放射される。

【0119】

なお、上記半導体発光素子7a, 7cの絶縁性サファイア基板1aは、ZnO, GaN, SiC, ZnSe等の他の材料を用いてもよい。また、上記半導体発光素子7bにおける導電性の窒化ガリウム半導体基板1bは、SiC, ZnSe, Si等の他の材料を用いてもよい。この導電性の半導体基板1bを備えた半導体発光素子7bは、上記半導体基板1bの下面にも電極を形成して、半導体発光素子7bの上下両面に電極を形成できるので、絶縁体基板1aを有して片面に2つの電極を配置する半導体発光素子7a, 7bに較べて、同一のサイズで半導体層の発光領域を広く形成できると共にリードフレームや実装基板への実装が容易であるという利点がある。

【0120】

上記半導体発光素子7a, 7b, 7cにおける半導体層の材料としては、窒化物系化合物半導体($\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_z\text{N}$ ($x+y+z=1$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$))が好適に利用できるが、それ以外にSiCやZnSe等の半導体材料を用いてもよい。

【0121】

上記半導体発光素子7a, 7b, 7cは、波長領域が390nmから420nmまでの光を発光する。この波長領域の光に対する人間の視感度は非常に低いため、この波長領域の光を他の波長の光に変換する蛍光体を用いると、この蛍光体によって変換された光の色のみが発光色として認識されて、良好な色調を有する半導体発光装置が得られる。半導体発光素子の波長が420nmよりも長いと、人間の目には可視光として認識され易くなり、蛍光体によって波長変換された光が半導体発光素子からの直接の出射光と混ざって、発光色の色調が悪くなってしまう。また、半導体発光素子の波長が390nmよりも短いと、この光は人体に有害な紫外線になると共に、半導体発光装置に使用されている樹脂部分に対して例えばモールド樹脂を黒化して輝度を低下させたり、樹脂を変質させて信頼性を低下させるといった悪影響を及ぼす。

【0122】

次に、本発明の半導体発光装置に用いられる蛍光体に関して詳細に述べる。

【0123】

下記の表1および表2は、発光波長のピークが410nmの窒化ガリウム系化合物半導体を発光素子として作成した半導体発光素子を用いて、各種蛍光体を励起して発光輝度を評価した結果を示した表である。また、上記蛍光体を励起して得られた発光のピーク波長(nm)も同時に示している。発光の輝度の評価は、赤色, 緑色, 青色, 青緑色, 橙色の各発光色において、蛍光体毎の発光輝度を比較して優劣を評価し、発光輝度が優秀なものには○を、普通のものには△を、やや劣るものには◇を、劣るものには×を付した。表1は、発光色が赤色および緑色の蛍光体についてのピーク波長および輝度の評価結果を示し、表2は、発光色が青色および青緑色、橙色の蛍光体についてのピーク波長および輝度の評価結果を示している。

【0124】

【表 1】

発光色	蛍光体	発光ピーク 波長 (nm)	評価
赤色	$\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$	623	◎
	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$	625	○
	$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$	626	△
	$0.5\text{MgF}_2 \cdot 3.5\text{MgO} \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$	658	◎
	$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$	611	△
	$\text{Y}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4:\text{Eu}$	618	△
	$\text{YVO}_4:\text{Eu}$	618	△
	$\text{CaS}:\text{Eu}$	655	○
	$\text{CaS}:\text{Eu}, \text{Tm}$	650	◎
緑色	$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$	515	○
	$\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$	512	○
	$\text{ZnS}:\text{Cu}$	527	△
	$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$	522	◎
	$\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$	522	○
	$\text{ZnO}:\text{Zn}$	508	△
	$\text{Zn}_2\text{Ge}_2\text{O}_4:\text{Mn}$	537	○
	$\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$	525	○
	$\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}, \text{Mn}$	512	○
	$\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}, \text{Mn}$	532	○

【0125】

【表 2】

発光色	蛍光体	発光ピーク 波長 (nm)	評価
青色	$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Ce})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$: Eu	457	◎
	$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$: Eu	455	◎
	$\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}$: Eu	452	○
	ZnS: Ag	450	△
	$\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$: Eu	447	○
	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$: Sb	480	△
	$\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$: Eu	462	○
	$\text{SrMgSi}_2\text{O}_8$: Eu	460	△
	$\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$: Eu	400	×
	$\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7$: Eu	420	△
	CaAl_2O_4 : Eu, Nd	440	△
青緑色	$\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}$: Eu	492	◎
	$\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}$: Eu, Dy	492	◎
	$(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$: Eu	482	○
	$\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2$: Eu	490	△
橙色	ZnS: Mn	586	○
	ZnS: Cu, Mn, Co	580	○

【0126】

表1から分かるように、高い輝度の赤色の発光色を得るためには、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$: Eu、 $0.5\text{MgF}_2 \cdot 3.5\text{MgO} \cdot \text{GeO}_2$: Mn、 CaS : Eu, Tmの蛍光体が好適であり、高い輝度の緑色の発光色を得るためには、 SrAl_2O_4 : Euの蛍光体が好適である。また、表2から分かるように、高い輝度の青色の発光色を得るためには、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Ce})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$: Euの蛍光体が好適であり、高い輝度の青緑色の発光色を得るためには、 $\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}$: Eu、 $\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}$: Eu, Dyの蛍光体が好適である。

【0127】

図2乃至7は、本発明の実施形態に用いられる主な蛍光体の発光スペクトル及び励起スペクトルを示した図である。いずれの図も、横軸は波長(nm)であり、縦軸は相対強度(%)である。

【0128】

本発明に用いられる半導体発光素子の発光波長は、390nm乃至420nmである。より最適な発光波長範囲は、半導体発光素子の発光波長により励起される蛍光体の種類や、蛍光体の発光色により変わってくる。

【0129】

例えば、図2(a)に示す蛍光体 $0.5\text{MgF}_2 \cdot 3.5\text{MgO} \cdot \text{GeO}_2$: Mnによって、658nmに発光波長ピークを有する赤色の発光色を得ようとする場合、図2(b)から明らかのように、410nm乃至420nmの波長範囲に発光波長のピークを有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。

【0130】

一方、図3(a)に示す蛍光体 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$: Euで、623nmに発光波長ピークを有

する赤色の発光色を得ようとする場合、図3(b)から明らかなように、390nmの発光波長を有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。

【0131】

本来、蛍光体 $0.5\text{MgF}_2 \cdot 3.5\text{MgO} \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}$ および $\text{La}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$ の励起波長のピークは390nmより短波長側にあるが、蛍光体を励起する半導体発光素子の発光波長が390nmより短いと、人体に有害な紫外線を放出することとなるので実用的ではなく、また、半導体発光装置に使用されている樹脂部分にも悪影響を与え、封止樹脂の黒化による輝度の低下や樹脂の変質による信頼性の低下の原因となる。

【0132】

上記蛍光体以外にも、本発明の実施形態では、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$ 、 $\text{Y}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4 : \text{Eu}$ 、 $\text{YVO}_4 : \text{Eu}$ 等が利用可能である。また、これらの蛍光体を複数用いることで、より効果的に半導体発光素子の出射光を用いて、発光波長のピークが600nm乃至670nmの赤色の光に変換することができる。

【0133】

また、図4(a)に示す蛍光体 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27} : \text{Eu}, \text{Mn}$ で、515nmに発光波長ピークを有する緑色の発光色を得ようとする場合、図4(b)から明らかなように、390nmの発光波長を有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。

【0134】

一方、図5(a)に示す蛍光体 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}$ で、522nmに発光波長ピークを有する緑色の発光色を得ようとする場合、図5(b)から明らかなように、390nm乃至420nmの波長範囲に発光波長のピークを有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。

【0135】

本来、蛍光体 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27} : \text{Eu}, \text{Mn}$ 及び $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}$ の励起波長のピークは390nmより短波長側にあるが、蛍光体を励起する半導体発光素子の発光波長が390nmより短いと、人体に有害な紫外線を放出することとなるので実用的ではなく、また、半導体発光装置に使用されている樹脂部分にも悪影響を与え、封止樹脂の黒化による輝度の低下や樹脂の変質による信頼性の低下の原因となる。

【0136】

上記蛍光体以外にも、本発明の実施形態では、 $\text{ZnS} : \text{Cu}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}$ 、 Dy 、 $\text{ZnO} : \text{Zn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{Ge}_2\text{O}_4 : \text{Mn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 : \text{Mn}$ 、 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}, \text{Mn}$ 、 $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}, \text{Mn}$ 等が利用可能である。また、これらの蛍光体を複数用いることで、より効果的に半導体発光素子の出射光を用いて、発光波長のピークが500nm乃至540nmの緑色の光に変換することができる。

【0137】

また、図6(a)に示す蛍光体 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Ce})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$ で、457nmに発光波長ピークを有する青色の発光色を得ようとする場合、図6(b)から明らかなように、390nm乃至400nmの波長範囲に発光波長のピークを有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。本来、蛍光体 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Ce})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$ の励起波長のピークは390nmより短波長側にあるが、蛍光体を励起する半導体発光素子の発光波長が390nmより短いと、人体に有害な紫外線を放出することとなるので実用的ではなく、また、半導体発光装置に使用されている樹脂部分にも悪影響を与え、封止樹脂の黒化による輝度の低下や樹脂の変質による信頼性の低下の原因となる。

【0138】

一方、図7(a)に示す蛍光体 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}$ で、452nmに発光波長ピークを有する青色の発光色を得ようとする場合、図7(b)から明らかなように、390nmの発光波長を有する半導体発光素子によって上記蛍光体を励起するのが効果的である。本来、蛍光体 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}$ の励起波長のピークは390nmにあるが、蛍

光体を励起する半導体発光素子の発光波長が390nmより短いと、人体に有害な紫外線を放出することとなるので実用的ではなく、また、半導体発光装置に使用されている樹脂部分にも悪影響を与え、封止樹脂の黒化による輝度の低下や樹脂の変質による信頼性の低下の原因となる。

【0139】

上記蛍光体以外にも、本発明の実施形態では、 $BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu$ 、 $ZnS:Ag$ 、 $Sr_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu$ 、 $Ca_{10}(PO_4)_6F_2:Sb$ 、 $Sr_3MgSi_2O_8:Eu$ 、 $SrMgSi_2O_8:Eu$ 、 $Sr_2P_2O_7:Eu$ 、 $CaAl_2O_4:Eu$ 、 Nd 等が利用可能である。また、これらの蛍光体を複数用いることで、より効果的に半導体発光素子の出射光を、発光波長のピークが410nm乃至480nmの青色の光に変換することができる。

【0140】

さらに、使用用途に応じて、 $Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu$ 、 $Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu, Dy$ 、 $(Ba, Ca, Mg)_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu$ 、 $Sr_2Si_3O_8 \cdot 2SrCl_2:Eu$ 等の蛍光体のうちのいずれか一つ、または、複数を用いることによって、効果的に半導体発光素子の出射光を、発光波長のピークが480nm乃至500nmの青緑色の光に変換することができる。

【0141】

また、蛍光体に、 $ZnS:Mn$ 、 $ZnS:Cu, Mn, Co$ を用いることにより、半導体発光素子の出射光を、発光波長のピークが570nm乃至600nmの橙色の光に変換することができる。

【0142】

以下、本発明の実施形態の半導体発光装置について図面を参照して詳しく説明する。

【0143】

(第1の実施形態)

図8(a)乃至(c)は、本発明の第1の実施形態の半導体発光装置を示す断面図である。

【0144】

図8(a)は、絶縁性基板を有する半導体発光素子7aを備え、蛍光体を分散させたランプ形状の封止樹脂としてのモールド樹脂によって、上記半導体発光素子7aを封止したランプ型半導体発光装置の断面図である。

【0145】

この半導体発光装置は、基体としてのリードフレーム101の先端に、カップ形状の凹みであるマウント部10aを有する。このカップ形状のマウント部10aに、上記半導体発光素子7aが例えばエポキシ樹脂等からなる接着剤11で固定されている。上記半導体発光素子7aの上面に設けられたP側電極6aが、例えばAu, Al, Cu等からなる金属ワイヤー6pによってリードフレーム101の電極部10bに接続されている。また、上記半導体発光素子7aの上面に設けられたN側電極5aが、金属ワイヤー5nによって右側のリードフレーム102の電極部10cに接続されている。そして、上記半導体発光素子7aおよびリードフレーム101, 102の上部を、蛍光体を分散させた例えば透光性のエポキシ樹脂等のモールド樹脂130によって封止して、ランプ形状の半導体発光装置を形成している。なお、上記半導体発光素子7aとリードフレーム101のマウント部10aとを接合する接着剤11は、半導体発光素子7aからの光を吸収しない材料であれば特に限定されない。例えば、上記半導体発光素子7aの熱特性改善のために熱伝導性の良い金属材料を混合した樹脂材料や、上記半導体発光素子7aからリードフレーム101のマウント部10aに向う光を効率よく反射・散乱させる材料を含有した樹脂材料等を用いてもよい。

【0146】

図8(b)は、導電性基板を有する半導体発光素子7bを備え、蛍光体を分散させたランプ形状の封止樹脂としてのモールド樹脂130によって上記半導体発光素子7bを封止

したランプ型半導体発光装置の断面図である。図中、図8(a)に示した半導体発光装置と同一の機能を有する部分は、同一の参照番号を付して、詳細な説明を省く。

【0147】

この半導体発光装置は、上記半導体発光素子7bのN側電極部5bが、リードフレーム101のマウント部10aに、例えばインジウム等の金属系からなる導電性のろう材またはAuエポキシ樹脂、Agエポキシ樹脂等からなる接着剤15によって直接接続されている。一方、上記半導体発光素子7bの上面に設けられたP側電極6bは、金属ワイヤー6pによって図8(b)において右側のリードフレーム102の電極部10cに接続されている。そして、上記半導体発光素子7bおよびリードフレーム101、102の上部が、蛍光体を分散させたモールド樹脂130によって封止されて、ランプ形状の半導体発光装置を形成している。半導体発光素子7bの上下に設けられた電極6b、5bは、従来のGaAs系やGaP系の半導体発光素子と同様であるので、従来の半導体発光装置に用いられたリードフレームをそのまま利用できる。

【0148】

図8(c)は、絶縁性基板を有する半導体発光素子7cを備え、この半導体発光素子7cとリードフレーム103、103とを金属ワイヤーを用いずに接続して、蛍光体を分散させたランプ形状の封止樹脂としてのモールド樹脂130によって上記半導体発光素子7cを封止したランプ型半導体発光装置の断面図である。

【0149】

この半導体発光装置は、互いに対向して配置されたリードフレーム103、103の先端に、基体としてのサブマウント17を連結している。このサブマウント17はSiからなって絶縁性であり、サブマウント17の上面には電極配線17a、17bが形成されている。このサブマウント17の上面に、上記半導体発光素子7cが半導体層側面(図1(c)における半導体発光素子7cの下側面)を対向させて搭載されている。上記半導体発光素子7cの下側面に設けられたP側電極6cとN側電極5cは、例えばAuバンプ等を用いて上記サブマウント17の上面に形成された電極配線17a、17bに接続されている。上記サブマウント17の上面に形成された電極配線17a、17bは、リードフレームの先端部10d、10eに接続して、外部と電氣的に接続している。そして、上記半導体発光素子7cおよびサブマウント17と、リードフレーム103、103の上部を、蛍光体を分散させたエポキシ樹脂からなるモールド樹脂130によって封止して、ランプ形状の半導体発光装置を形成している。この半導体発光装置は、上記半導体発光素子7cをサブマウント17に直接接続しているので、上記半導体発光素子7cの発光領域からの熱をサブマウント17とリードフレーム103、103を介して半導体発光装置の外部に素早く逃がすことができるという利点がある。

【0150】

図8(a)、(b)、(c)に示したランプ形状の半導体発光装置は、放射される光が図8(a)、(b)、(c)の上方に向う指向性を有しており、特に図8(a)、(b)の半導体発光装置は、半導体発光素子7a、7bから出射された光を効率良く集光するために、リードフレーム101のマウント部10aがカップ形状に形成されている。上記モールド樹脂130は、エポキシ樹脂以外に例えばシリコン樹脂、ウレタン樹脂、ポリカーボネート樹脂等の透光性を有する熱硬化性、熱可塑性の樹脂を用いてもよい。また、上記蛍光体はモールド樹脂130全体に均一に分散させてもよいが、モールド樹脂130の表面から半導体発光素子7a、7b、7cに向って漸次蛍光体の含有比率を高くすると、モールド樹脂130の外側からの水分等の影響による蛍光体の劣化を低減できる。また、半導体発光素子7a、7b、7cからモールド樹脂130の表面に向って漸次蛍光体の含有比率を高くすると、半導体発光素子7a、7b、7cによる蛍光体への電氣的および熱的影響を緩和することもできる。このように、モールド樹脂130中の蛍光体の分布は、モールド樹脂の種類、蛍光体の種類、使用環境、条件または用途等に応じて、様々な形態をなすことができる。

【0151】

(第2の実施形態)

図9(a), (b)は、本発明の第2の実施形態における半導体発光装置を示した断面図である。図9(a)の半導体発光装置は、リードフレーム101のマウント部10a内に蛍光体を充填すると共に、モールド樹脂131が蛍光体を含まないこと以外は、図8(a)に示した半導体発光装置と同一である。図9(b)の半導体発光装置についても、リードフレーム101のマウント部10a内に蛍光体を充填すると共に、モールド樹脂131が蛍光体を含まないこと以外は、図8(b)に示した半導体発光装置と同一である。したがって、図8(a), (b)に示した半導体発光装置と同一の機能を有する部分には同一の参照番号を付して、詳細な説明を省略する。以下の他の実施形態においても同様である。

【0152】

図9(a), (b)に示した半導体発光装置は、半導体発光素子7a, 7bを、カップ形状のマウント部10aの底に配置すると共に、このマウント部10aに蛍光体12を充填して、この蛍光体12によって半導体発光素子7a, 7bからの光の波長を変換するようにしている。すなわち、半導体発光素子7a, 7bからの光を集めるマウント部10aに上記蛍光体12を配置することによって、半導体発光素子7a, 7bからの光をもれなく変換させて、光の変換効率を高めているのである。したがって、上記第1の実施形態におけるようなモールド樹脂全体に蛍光体を分散させる場合に比べて、半導体発光装置の色調が良く、しかも蛍光体はマウント部10a内のみに配置すればよいので、蛍光体の使用量が低減される。

【0153】

上記実施形態において、蛍光体12はリードフレーム101のマウント部10a内全体に充填したが、半導体発光素子7a, 7bからの放出光を十分に所定の波長に変換できるのであれば、必ずしもマウント部10a内全体に蛍光体12を充填させる必要はなく、マウント部10aにおいて蛍光体12を凹状に充填してもよい。あるいは、蛍光体12を上記マウント部10a上端よりも凸状に盛り上がるように充填してもよく、要は、半導体発光素子7a, 7bからの光の波長を所望の波長に変換可能な量の蛍光体12をマウント部10aに充填していればよい。

【0154】

(第3の実施形態)

図10(a), (b)は、本発明の第3の実施形態の半導体発光装置を示す断面図である。図10(a)の半導体発光装置は、リードフレーム101のマウント部10aにおいて、半導体発光素子7a全体を覆うようにプレコーティング13aを配置して、その上に蛍光体12を配置した以外は、図9(a)に示した半導体発光装置と同一である。図10(b)の半導体発光装置についても、リードフレーム101のマウント部10aにおいて、半導体発光素子7a全体を覆うようにプレコーティング13aを配置して、その上に蛍光体12を配置した以外は、図9(b)に示した半導体発光装置と同一である。したがって、図9(a), (b)に示した半導体発光装置と同一の機能を有する部分には同一の参照番号を付して、詳細な説明を省略する。

【0155】

図10(a), (b)において、左側リードフレーム101先端に形成されたカップ形状のマウント部10aの底に、半導体発光素子7a, 7bを配置して、この半導体発光素子7a, 7b全体を覆うように例えばエポキシ樹脂, シリコン樹脂, ウレタン樹脂等からなるプレコーティング13aを形成している。このプレコーティング13の上に、上記マウント部10a内側を満たすように蛍光体12を層状に配置している。上記蛍光体12は、プレコーティング13aが形成されたマウント部10aをディッピングして、または、マウント部10a内のプレコーティング13a上にポッピング、あるいは噴霧、蒸着することによって、プレコーティング13上に形成する。図10(a), (b)において、蛍光体12はリードフレーム101のマウント部10a内側にのみ形成したが、リードフレーム101の上面全てを覆うように形成してもよい。

【 0 1 5 6 】

図 1 0 (a) , (b) に示す半導体発光装置は、上記蛍光体 1 2 は、プレコーティング 1 3 a によって、半導体発光素子 7 a , 7 b の発光領域から略等距離をおいて均一厚さに形成されている。したがって、蛍光体 1 2 の全ての領域において通過する光量が略等しいので、この半導体発光装置はムラの無い均一な発光光が得られる。また、半導体発光素子 7 a , 7 b から離間した位置に蛍光体 1 2 を配置するので、蛍光体 1 2 に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響を緩和できる。その結果、発光特性が良好で、しかも耐久性の良い半導体発光装置が得られる。

【 0 1 5 7 】

(第 4 の実施形態)

図 1 1 (a) , (b) は、本発明の第 4 の実施形態による半導体発光装置を示す断面図である。

【 0 1 5 8 】

図 1 1 (a) は、絶縁性基板を有する半導体発光素子 7 a を、基体としてのプリント配線基板 1 8 上に搭載して、上記半導体発光素子 7 a を、蛍光体を分散させた封止樹脂としてのモールド樹脂 1 3 2 によって封止している。

【 0 1 5 9 】

この半導体発光装置は、耐熱性を有するガラスエポキシからなる直方体形状のプリント配線基板 1 8 上に、エポキシ樹脂からなる接着剤 1 1 によって半導体発光素子 7 a を接着している。この半導体発光素子 7 a の上面に設けられた P 側電極 6 a と N 側電極 5 a は、金属ワイヤー 6 p , 5 n によって、プリント配線基板 1 8 上面の電極部 1 8 a , 1 8 b に各々接続されている。これらの電極部 1 8 a , 1 8 b は、プリント配線基板 1 8 の上面と下面とを接続する図示しない断面円弧状のスルーホールを介して、実装面としてのプリント配線基板 1 8 の下面に引き回されて、この実装面の両端部にまで延びている。なお、上記プリント配線基板 1 8 は、絶縁性フィルムを用いてもよい。

【 0 1 6 0 】

そして、上記プリント配線基板 1 8 上に、上記半導体発光素子 7 a 全体を覆うように、蛍光体を分散させた封止樹脂としての例えば透光性のエポキシ樹脂等のモールド樹脂 1 3 2 を図 1 1 (a) に示すような台形断面をなすように形成して、チップ部品形状の半導体発光装置を形成している。

【 0 1 6 1 】

上記半導体発光素子 7 a とプリント配線基板 1 8 とを接着する接着剤 1 1 は、半導体発光素子 7 a からの光が吸収されない材料であれば特に限定されない。例えば、半導体発光素子 7 a の熱特性改善のために熱伝導性の良い金属材料を混合した樹脂材料や、半導体発光素子 7 a からプリント配線基板 1 8 に向って放出された光を効率よく反射・散乱させる材料を含有した樹脂材料等を用いてもよい。しかし、金属材料を含む樹脂材料を使用する場合は、P 側電極 6 a と N 側電極 5 a とが短絡しないように注意する必要がある。

【 0 1 6 2 】

図 1 1 (b) は、図 1 1 (a) における半導体発光素子 7 a に換えて、絶縁性基板を有する半導体発光素子 7 c を備える以外は、図 1 1 (a) の半導体発光装置と同一である。したがって、図 1 1 (a) と同様の機能を有する部分には同一の参照番号を付して、詳細な説明を省略する。

【 0 1 6 3 】

図 1 1 (b) の半導体発光装置において、半導体発光素子 7 c は、半導体発光素子 7 c の図 1 1 (b) において上側に位置する絶縁性基板を通して光を出射する。上記半導体発光素子 7 c は、図 1 1 (b) において下側である半導体積層側に形成された P 側電極 6 c と N 側電極 5 c を、Au パンプを介してプリント配線基板 1 8 上の電極部 1 8 a と 1 8 b に各々直接接続している。なお、半導体発光素子 7 c を、予め金属配線が施された Si からなるサブマウント等に搭載し、このサブマウントをプリント配線基板 1 8 にダイボンドやワイヤーボンド等によって電気的に接続してもよい。この半導体発光装置は、半導体発

光素子 7c を、半導体積層側の面をプリント配線基板 18 に向けて実装するので、上記半導体発光素子 7c の発光領域からの熱を外部へ素早く逃がすことができる。

【0164】

図 11 (a), (b) の半導体発光装置におけるモールド樹脂 132 は、エポキシ樹脂以外に例えばシリコン樹脂, ウレタン樹脂, ポリカーボネート樹脂等の透光性を有する熱硬化性, 熱可塑性の樹脂を用いてもよい。また、蛍光体はモールド樹脂 132 全体に均一に分散させてもよいが、モールド樹脂 132 の表面から半導体発光素子に向って漸次蛍光体の含有比率を高くすると、水分等の影響による蛍光体の劣化を低減できる。また、半導体発光素子 7a, 7c からモールド樹脂 132 の表面に向って漸次蛍光体の含有比率を高くすると、蛍光体に対する半導体発光素子 7a, 7c の電気的および熱的影響を緩和することができる。このように、モールド樹脂 132 中の蛍光体の分布は、モールド樹脂の種類, 蛍光体の種類, 使用環境, 条件, 用途等に応じて様々な形態をなし得る。

【0165】

なお、上記半導体発光素子 7a, 7c に換えて、導電性基板を有する半導体発光素子 7b を使用してもよい。この場合は、プリント配線基板上の一方の電極に、半導体発光素子 7b の下面に形成された N 型電極を、導電性を有する接着剤によって直接接続する。上記半導体発光素子 7b の上面に設けられた P 側電極は、金属ワイヤーによってプリント配線基板上の他方の電極部に接続する。上記半導体発光素子 7b は、従来 of GaAs 系や GaP 系の半導体発光装置と同様に、半導体発光素子 7b の上下両面に電極を有するので、従来のリードフレームをそのまま利用できるという利点がある。

【0166】

(第 5 の実施形態)

図 12 (a), (b) は、本発明の第 5 の実施形態の半導体発光装置を示す断面図である。図 12 (a) の半導体発光装置は、基体としてのプリント配線基板 18 上に、樹脂からなる枠 19 を備える。このプリント配線基板 18 上であって上記樹脂枠 19 の内側に、導電性基板を有する半導体発光素子 7b が配置されている。そして、上記樹脂枠 19 の内側に、蛍光体を含む封止樹脂としてのモールド樹脂 134 を充填して半導体発光素子 7b を封止している。

【0167】

この半導体発光装置は、耐熱性を有するガラスエポキシ等からなる直方体形状のプリント基板 18 上に、樹脂からなる枠 19 を設けている。この樹脂枠 19 は、内側にモールド樹脂 134 を充填した際に半導体発光素子 7b を樹脂 134 が十分に覆う程度の高さを有する。この枠 19 の内側において、プリント配線基板 18 上の一方の電極部 18a と半導体発光素子 7b 下面の N 側電極 5b とを、導電性を有する接着剤によって接着して接続している。一方、半導体発光素子 7b の上面に設けられた P 側電極 6b は、金属ワイヤー 6p によってプリント配線基板 18 上の他方の電極部 18b に接続している。これら電極部 18a, 18b は、プリント配線基板 18 を貫通する図示しない断面円弧状のスルーホールを介して、プリント配線基板 18 の上面から実装面である下面まで立体的に引き回されて、プリント配線基板 18 下面の両端にまで夫々延びている。上記プリント配線基板 18 上かつ樹脂枠 19 の内側に、半導体発光素子 7b 全体を覆うように、蛍光体を分散させた透光性のエポキシ樹脂からなるモールド樹脂 134 が充填されている。上記半導体発光素子 7b は、従来 of GaAs 系や GaP 系の半導体発光素子と同様に上下両面に電極 6b, 5b を有するので、従来のリードフレームを共通で利用できるという利点がある。なお、基体としては上記プリント配線基板の他に絶縁性フィルムを用いてもよい。

【0168】

図 12 (b) の半導体発光装置は、基体としてのプリント基板 18 上に樹脂枠 19a を備え、この樹脂枠 19a の内側に、絶縁性基板を有する半導体発光素子 7c を備えると共に蛍光体を分散させた封止樹脂としてのモールド樹脂 134 を充填している。上記樹脂枠 19a は、半導体発光素子 7c に面する側面が、半導体発光素子 7c の側面から横方向に出射された光をプリント基板 18 の直角方向に反射するように傾斜している。

【0169】

この半導体発光装置は、ガラスエポキシからなる直方体形状のプリント基板18上に、半導体発光素子7cに面する側面が傾斜した樹脂枠19aを備える。上記半導体発光素子7cは半導体積層側面を下に向けてプリント配線基板18に搭載されている。半導体発光素子7cが備えるP側電極6cとN側電極5cは、プリント配線基板18上の電極部18aと18bに、Auバンプを介して各々接続されている。上記電極部18a, 18bは、図12(a)に示した半導体発光装置と同様に、プリント配線基板18の上面から図示しないスルーホールを介して下面まで立体的に引き回されて、プリント配線基板18の下面両端にまで延長されている。なお、基体としては上記プリント配線基板18の他に絶縁性フィルムを用いてもよい。また、上記半導体発光素子7cはプリント配線基板18に直接接続したが、半導体発光素子7cを予め金属配線を施してSiからなるサブマウント等に搭載し、このサブマウントをプリント配線基板18にダイボンドやワイヤーボンド等によって電氣的に接続してもよい。

【0170】

この半導体発光装置は、半導体発光素子7cの半導体積層側面を直接プリント配線基板18に実装しているので、半導体発光素子7cの発光領域からの熱をサブマウントおよびリードフレームを通して外部へ素早く逃がすことができるという利点がある。

【0171】

図12(a), (b)の半導体発光装置におけるモールド樹脂134は、図8(a), (b), (c)のモールド樹脂13と同様の材料であり、上記モールド樹脂中の蛍光体の分布は、モールド樹脂の種類, 蛍光体の種類, 使用環境, 条件, 用途等に応じて様々な形態を取り得る。

【0172】

図12(a), (b)において、上記樹脂枠19, 19aはプリント配線基板18と別に形成した後、プリント配線基板18に張付けたが、厚めのプリント配線基板の一部を除去して凹部を形成して、この凹部の周りを枠にしてもよい。さらに、プリント配線基板に貫通穴を形成して、このプリント配線基板の底面に金属箔による電極兼配線を配置して、この電極兼配線の上に半導体発光素子を配置すると共に上記貫通穴部分を封止樹脂で封止してもよい。

【0173】

また、図12(a), (b)の半導体発光装置において、半導体発光素子7b, 7cは、図1(a)に示した半導体発光素子7aでもよく、この半導体発光素子7aを用いた場合には、金属ワイヤーによって半導体発光素子7aの電極とプリント配線基板の電極部とを接続する。

【0174】

(第6の実施形態)

図13は、本発明の第6の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【0175】

この半導体発光装置は、図12(b)に示した半導体発光装置が備える枠と同様の枠19aを有する。この枠19aは、ガラスエポキシからなる直方体状の基体としてのプリント基板18上に設置されて、この枠19aの半導体発光素子7cに面した側面が、半導体発光素子7cの側面からの光をプリント基板18の直角方向に反射するように傾斜している。上記半導体発光素子7cは半導体積層側を図13において下側に向けて、図13において上側の基板側から光を出射するようにプリント配線基板18上に搭載されている。この半導体発光素子7cの電極6c, 5cは、図12(b)に示した半導体発光装置と同様に、バンプによってプリント配線基板18の電極部18a, 18bに接続されている。上記プリント配線基板18上に配置された枠19aの内側には、エポキシ樹脂からなる透光性の封止樹脂としてのモールド樹脂135を充填して上記半導体発光素子7cを封止している。そして、上記枠19aおよびモールド樹脂135の上に、蛍光体12が所定の層厚を有して層状に形成されている。

【0176】

この実施形態における半導体発光装置は、蛍光体12は半導体発光素子7cの発光領域から略等距離の位置に均一の厚さで形成されているので、全ての蛍光体12の位置において、蛍光体12を通過する光量が略一定になって、ムラの無い均一な発光が可能である。また、上記蛍光体12は、半導体発光素子7cから所定の距離をおいて形成されているので、蛍光体12に対する半導体発光素子の電気的および熱的影響を緩和することができる。

【0177】

上記実施形態では、蛍光体12は樹脂枠19aの上面にも形成したが、樹脂枠19aが遮光性の材料で形成されていれば、蛍光体12はモールド樹脂135の上のみに形成してもよい。また、樹脂枠19aの高さを高くして、モールド樹脂13を半導体発光素子7cの上端を僅かに越える程度に充填した後、上記樹脂枠19a内であって上記モールド樹脂135の上に、ポッティング等で蛍光体を配置してもよい。

【0178】

上記樹脂枠19aは、図12(b)の半導体発光装置に関して述べた際と同様に、厚めのプリント配線基板18の一部を除去して残った凸部を枠として使用してもよい。さらに、貫通穴を有するプリント配線基板の底部に、金属箔による電極兼配線を設けて凹部を形成しても良い。

【0179】

また、外部への光取出し効率は落ちるが、半導体発光素子7cに面した側面が垂直に形成された樹脂枠を利用してよい。

【0180】

なお、上記半導体発光素子7cは、図1に示した半導体発光素子7a, 7bを用いてもよい。特に、導電性基板を有する半導体発光素子7bは、上側および下側に電極を備え、従来のGaAs系やGaP系の半導体発光素子と同様の電極構造であるので、従来のリードフレームをそのまま利用できるという利点がある。

【0181】

(第7の実施形態)

図14(a), (b)は、本発明の第7の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【0182】

図14(a)は、この半導体発光装置を発光方向から見た断面図であり、図14(b)は発光方向に対して直角方向から見た断面図である。

【0183】

この半導体発光装置は、ガラスエポキシからなる直方体状の基体としてのプリント配線基板18上に、エポキシ樹脂等の接着剤11によって半導体発光素子7aが接着されて、この半導体発光素子7aの上面に設けられたP側電極6aとN側電極5aが、金属ワイヤ6p, 5nによってプリント配線基板18の電極部18a, 18bに各々接続されている。これらの電極部18a, 18bは、プリント配線基板18を貫通して形成された断面円弧状のスルーホール19, 19を介してプリント配線基板18の下面に立体的に引き回されて、このプリント配線基板18の下面である実装面の両端まで延びている。なお、上記プリント配線基板18に換えて絶縁性フィルムを用いてもよい。

【0184】

さらに、上記半導体発光素子7a全体を、蛍光体を分散させた透光性のエポキシ樹脂からなる封止樹脂としてのモールド樹脂136によって封止している。このモールド樹脂136は、図14(b)において左側縁と下側縁が直線をなす略4分の1楕円形状の断面を有する一方、図14(a)において幅方向が高さ方向よりも長い矩形断面を有する。そして、上記モールド樹脂136の上に、上記半導体発光素子7aからの光を反射するための反射体20を形成している。

【0185】

上記モールド樹脂 136 は、透光性を有し、かつ実装工程での半田リフローの際の高温にも耐え得る熱硬化性樹脂を用いるのが好ましく、プリント配線基板 18 上に、樹脂ポッティング法やトランスファモールド法、インジェクションモールド法等によって形成する。上記モールド樹脂 136 の上面は、図 14 (b) に示すように放物線をなして湾曲するとともに、この放物線の中心線 I - I よりも上方に半導体発光素子 7a を配置している。また、上記モールド樹脂 136 の光の出射側面 A は平坦に形成して、プリント配線基板 18 の側面と略同一面にしている。なお、上記モールド樹脂 136 の曲面は、上記半導体発光素子 7a が曲面の放物線の中心線 I - I よりも下方に位置するように形成してもよい。

【0186】

上記反射体 20 は、半導体発光素子 7a の光及び蛍光体 12 により波長変換された光を反射する材料を少なくとも含み、上記モールド樹脂 136 と同様に、半田リフローの際の高温にも耐え得る熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を用いて、上記モールド樹脂 136 の上側面を覆うように樹脂ポッティング法やトランスファモールド法、インジェクションモールド法等によって形成する。この反射体 20 は、図 14 (b) の断面に示すように、下側縁端がモールド樹脂 136 の上側縁端と接して湾曲する一方、左側縁端がモールド樹脂 136 の光出射面 A と同一の平面をなすように、また、反射体 20 の右側縁端が直線をなして上記プリント配線基板 18 の右側端面に連続するように形成されている。そして、上記反射体の上端縁は上記プリント配線基板 18 に平行に形成されている。この半導体発光装置は、モールド樹脂 136 の上面と反射体 20 の下面との境界面が反射面となっている。この反射面で反射されて出射する光は、図 14 (a) において水平方向左側に拡散される一方、上下方向には反射体 20 およびプリント配線基板 18 によって遮られる。したがって、半導体発光素子 7a からの直接光及び反射光は、水平方向に絞られた指向特性となる。具体的には、照射光における水平方向の半値角が $\pm 65^\circ$ 、垂直方向の半値角が $\pm 30^\circ$ の指向特性を有する。したがって、半導体発光素子 7a からの光は、モールド樹脂 136 中の蛍光体 12 により波長変換されて、直接出射すると共に反射体 20 で反射されて、モールド樹脂 136 の側面部から外部へ出射するので、水平方向に有効照射領域が広く、かつ高輝度なサイド発光型半導体発光装置を提供できる。

【0187】

なお、反射体 20 は、モールド樹脂 136 と接する部分にのみ反射作用を有していればよいので、モールド樹脂 136 の湾曲した上側面、あるいは反射体 20 の湾曲部した下側面のいずれかに、例えば金属や白色塗料等からなる反射層を設けるだけでもよい。

【0188】

上記半導体発光素子 7a をプリント配線基板 18 に接着する樹脂は、半導体発光素子 7a からの光が吸収されないものであれば特に限定無く利用可能である。例えば、半導体発光素子 7a の熱特性改善のために熱伝導性のよい金属を混合した樹脂や、リードフレームマウント部方向に放出された光を効率よく反射・散乱させる材料を含有した樹脂等を用いてもよい。しかし、金属を含む樹脂を使用する場合は、P 側電極と N 側電極とが短絡しないように注意する必要がある。

【0189】

なお、この実施形態における半導体発光装置において、上記半導体発光素子 7a に換えて、図 1 (b) に示した上面および下面に夫々電極を備える半導体発光素子 7b や、図 1 (c) に示した基板側から光を出射するタイプの半導体発光素子 7c を用いてもよい。上記半導体発光素子 7b は、従来の GaAs 系や GaP 系の半導体発光装置と同一の電極構造を有するので、従来のリードフレームをそのまま利用できるという利点がある。上記半導体発光素子 7c は、半導体積層側面を直接電気配線に実装するので、発光領域からの熱をサブマウント・リードフレームを通して外部へ速やかに逃がしてやる事ができるという利点がある。

【0190】

(第 8 の実施形態)

図 15 (a), (b) は、本発明の第 8 の実施形態としてのサイド発光型半導体発光装

置を示す断面図である。

【0191】

図15(a)は、この半導体発光装置を発光方向から見た断面図を示し、図15(b)は発光方向に対して直角方向から見た断面図である。図15(a)、(b)の半導体発光装置は、上面と下面に電極を有する半導体発光素子7bを使用したことと、蛍光体を封止樹脂中に分散させずに、封止樹脂としてのモールド樹脂137の光の出射面A側に蛍光体12を層状に設けたこと以外は、図14(a)、(b)の半導体発光装置と同一であり、同一の機能を有する部分には同一の参照番号を付して詳細な説明を省略する。

【0192】

このサイド発光型半導体発光装置は、蛍光体12を半導体発光素子7bの発光領域から略等距離の位置に均一の層厚に形成したので、蛍光体12の略全域において通過する光の量が常に一定となり、ムラの無い均一な発光が可能になる。また、半導体発光素子7bから離間した位置に蛍光体12を配置したので、蛍光体12に対する半導体発光素子7bの電流や熱による影響を緩和できる。また、上記半導体発光素子7bにおいて上面と下面に電極6b、5bを配置したタイプは、従来のGaAs系やGaP系の半導体発光素子と電極構造が同一であるので、従来のリードフレームをそのまま利用できるという利点がある。

【0193】

本発明の実施形態において、上記半導体発光素子7bは、図1(a)の半導体発光素子7aおよび図1(c)の半導体発光素子7cを使用してもよい。

【0194】

(第9の実施形態)

図16(a)、(b)は、本発明の第9の実施形態であるサイド発光型半導体発光装置を示す図である。

【0195】

図16(a)はこの半導体発光装置を発光方向から見た断面図であり、(b)は発光方向に対して直角方向から見た断面図である。この半導体発光装置は、基体としてのプリント配線基板18上に、半導体発光素子7cを封止する封止樹脂としてのモールド樹脂139を備える。このモールド樹脂139は、図16(a)において楕円の下半分が除去されたような形状である略半楕円形状の断面を有すると共に、図16(b)において楕円の左側と下方が除去されたような形状である略4分の1楕円形状の断面を有する。すなわち、上記モールド樹脂139は、プリント配線基板18上において、光出射面Aを除く面が所定の曲率半径を有するドーム形状をなす。そして、このモールド樹脂139の外側面の曲面部分を覆って蛍光体としての蛍光体層12aが形成されていて、さらにその外側面に半導体発光素子7cからの光を反射するための反射体20が形成されている。

【0196】

さらに、プリント配線基板18上の半導体発光素子7cの光出射面A側に、半導体発光素子7cからの光を直接外部へ出さないように遮断する遮蔽体としての障壁体21が設けられている。この障壁体21は、半導体発光装置94の発光面A側から見て(図16(a)参照)、半導体発光素子7cの発光領域を遮る高さおよび幅を有し、半導体発光素子7cの光に対して不透明な樹脂や金属等が用いられる。また、障壁体21の材料として光を吸収する材料を利用してもよいが、その場合、光の利用効率が悪くなる。また、図16(b)に破線で示すように、半導体発光素子7cの周りを囲む樹脂枠からなる障壁体21aを用いてもよい。また、上記半導体発光素子7cから直接出射される光を遮るために、厚めのプリント配線基板の一部に凹部を形成して、この凹部に発光領域が隠れるように半導体発光素子を配置してもよい。半導体発光素子7cは、半導体積層側を直接プリント配線基板18に接続して搭載するので、発光領域からの熱をサブマウント・リードフレームを通して外部へ素早く逃がしてやる事ができると共に、半導体発光素子の発光領域が下方に位置するので障壁体の高さを低くすることができて、光の利用効率が大きい。なお、上述の遮蔽体21、21aおよび凹部を、図14(a)、(b)に示した第7の実施形態の半

導体発光装置に用いることも可能である。

【0197】

上記半導体発光素子7cからの出射光は上記蛍光体層12aで波長変換された後、この蛍光体層12aに接する反射体20で反射されて、再び蛍光体層12aで波長変換された後に、半導体発光装置外部に出射される。したがって、単に半導体発光素子からの光が透過するように光の出射方向に配置された蛍光体を備える半導体発光装置に較べて、この半導体発光装置は略二倍の波長変換効率を有する。したがって、蛍光体層12aを薄くしても十分な波長変換効果が期待できるので、蛍光体の使用量を削減できて、半導体発光装置のコストを低減できる。

【0198】

上記実施形態における蛍光体層12aは光を透過させて波長変換を行ったが、非透過であって、光を波長変換すると共に反射させる蛍光体を反射体として形成してもよい。例えば、光を反射・散乱させる性質をもった微細粒子の表面に蛍光材料を塗布した蛍光体等が考えられる。

【0199】

なお、本実施形態において、半導体発光素子7cに換えて図1(a)、(b)に示す半導体発光素子7a、7bを用いてもよい。特に、導電性基板を有する半導体発光素子7bは、上下両側面に電極を有する従来のGaAs系やGaP系の半導体発光素子と同様の電極構造を有するので、従来のリードフレームをそのまま利用できる。

【0200】

(第10の実施形態)

図17(a)、(b)は、本発明の第10の実施形態としてのサイド発光型半導体発光装置を示す断面図である。

【0201】

図17(a)は上記半導体発光装置を発光方向から見た断面図を示し、図17(b)は発光方向に対して直角方向から見た断面図である。本実施形態が、図16(a)、(b)に示した第9の実施形態と異なる点は、半導体発光素子7cに換えて導電性基板を有する半導体発光素子7bを用いた点と、プリント配線基板18に換えて、貫通穴Bを有するガラスエポキシ基板の底面に、金属箔からなり電極兼配線を備えた極薄型プリント配線基板23を装着してなる基体としてのプリント配線基板18aを用いた点である。

【0202】

図17(a)、(b)に示すように、このサイド発光型半導体発光装置は、半導体発光素子7bを、プリント配線基板18aの貫通孔B内に没するように、上記極薄プリント配線基板23の上に設置している。したがって、半導体発光素子7bの高さをプリント配線基板18aの厚さで吸収できるので、半導体発光装置の薄型化が可能になると共に、半導体発光素子7bの発光領域が外部から完全に隠れるので、半導体発光素子7bから出射される光が直接外部に出ない。すなわち、蛍光体としての蛍光体層12aによって波長が変換された光のみが半導体発光装置の外部に出射されるので、半導体発光装置の色調が、さらに良くなる。なお、上記貫通孔Bの深さは、少なくとも半導体発光素子7bの発光領域が、光の出射面A(図17(b)参照)側から見て隠れる程度であればよい。

【0203】

なお、上記実施形態において、半導体発光素子7bは、図1(a)、(c)に示した半導体発光素子7a、7cを用いてもよい。特に、上記半導体発光素子7cは、貫通孔B内に配置した場合、貫通穴Bの底部近くに発光領域が位置するので、半導体発光装置を更に薄型にできる。

【0204】

(第11の実施形態)

図18(a)、(b)、(c)および図19(a)、(b)、(c)は、本発明の第11の実施形態の半導体発光装置が出射する光の波長分布を示した図である。この半導体発光装置は、基体上に半導体発光素子を備え、この半導体発光素子の出射光は、390nm

乃至420nmの波長領域のうちの410nmに発光波長のピークを有する。さらに、この半導体発光装置は、上記半導体発光素子の出射光を変換する第1、第2、第3の蛍光体を備える。上記半導体発光素子は、この半導体発光素子によって損傷しない樹脂からなる封止樹脂で封止されていて、この封止樹脂に、上記第1、第2、第3の蛍光体が、略均一に混合された状態で含まれている。上記第1の蛍光体は、 $0.5\text{MgF}_2 \cdot 3.5\text{MgO} \cdot \text{GeO}_2 : \text{Mn}$ の蛍光体からなり、上記半導体発光素子の出射光によって励起されて、発光波長が658nmに主ピークを有する赤色の光を出射する。上記第2の蛍光体は、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4 : \text{Eu}$ の蛍光体からなり、発光波長が522nmに主ピークを有する緑色の光を出射する。上記第3の蛍光体は、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}$ の蛍光体からなり、発光波長が452nmに主ピークを有する青色の光を出射する。この半導体発光装置は、上記第1、第2、第3の蛍光体からの出射光を混色することによって白色の光を出射し、携帯電話や携帯情報端末、パーソナルコンピュータ等の表示装置のバックライト用光源として用いられる。なお、上記半導体発光素子の発光波長のピークは、390nm乃至420nmの波長領域にあるが、400nm乃至420nmの波長領域にあれば、より好ましい。

【0205】

図18(a), (b), (c)は、上記半導体発光装置において、上記第1、第2、第3の蛍光体の混合比率を変えた場合、出射光の波長分布に生じる変化を示した図である。いずれも、横軸は波長(nm)であり、縦軸は相対強度(%)である。また、いずれにおいても、上記封止樹脂の重量に対する上記第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率は、0.5である。

【0206】

図18(a)は、第1、第2、第3の蛍光体の総量が100重量%であるとして、第1の蛍光体が47重量%、第2の蛍光体が13重量%、第3の蛍光体が40重量%である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この場合の半導体発光装置の出射光は、やや緑色がかった色調の白色になる。

【0207】

図18(b)は、第1、第2、第3の蛍光体の総量が100重量%であるとして、第1の蛍光体が56重量%、第2の蛍光体が11重量%、第3の蛍光体が33重量%である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この場合の半導体発光装置の出射光は、良好な色調の白色になる。

【0208】

図18(c)は、第1、第2、第3の蛍光体の総量が100重量%であるとして、第1の蛍光体が65重量%、第2の蛍光体が26重量%、第3の蛍光体が9重量%である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この場合の半導体発光装置の出射光は、やや赤色がかった色調の白色、いわゆる、昼白色になる。

【0209】

また、第1の蛍光体としての $\text{La}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$ と、第2の蛍光体としての $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27} : \text{Eu}, \text{Mn}$ と、第3の蛍光体としての $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Mg}, \text{Ce})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}$ とを、順に72重量%、7重量%、21重量%の割合で備える半導体発光装置を形成した。この半導体発光装置の出射光は、良好な白色光であった。さらに、上記第1、第2、第3の蛍光体を、順に、58重量%、22重量%、20重量%の割合で備える半導体発光装置もまた、良好な白色の出射光が得られた。以上の実験結果を考慮すると、上記半導体発光装置の発光色は、第1の蛍光体、すなわち、赤色発光の蛍光体の混合比率が50重量%より少ないと、緑色がかった色調の白色になる一方、上記第1の蛍光体の混合比率が70重量%より多いと、赤色がかった色調の白色になることが分かった。また、上記半導体発光装置の発光色は、第2の蛍光体、すなわち、緑色発光の蛍光体の混合比率が7重量%より少ないと、赤色がかった色調の白色になり、上記第2の蛍光体の混合比率が20重量%より多いと、緑色がかった色調の白色になることが分かった。また、上記半導体発光装置の発光色は、第3の蛍光体、すなわち、青色発光の蛍光体の混合比率が20重量%より少ないと、赤色がかった色調の白色になり、上記第3の蛍光体の

混合比率が30重量%より多いと、緑色がかった色調の白色になることが分かった。したがって、第11の実施形態の半導体発光装置は、封止樹脂の重量に対する第1乃至第3の蛍光体の総重量の比率が0.5である場合、第1、第2、第3の蛍光体が、各々56重量%、11重量%、33重量%の混合比率であると良好な白色の出射光が得られる。

【0210】

図19(a), (b), (c)は、上記半導体発光装置において、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率を変えた場合、出射光の波長分布に生じる変化を示した図である。いずれも、横軸は波長(nm)であり、縦軸は相対強度(%)である。また、いずれにおいても、第1、第2、第3の蛍光体の総量が100重量%であるとして、第1の蛍光体が65重量%、第2の蛍光体が26重量%、第3の蛍光体が9重量%の混合比率である。

【0211】

図19(a)は、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が、0.5である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この半導体発光装置の出射光は、やや赤色がかった色調の白色、いわゆる、昼白色になる。

【0212】

図19(b)は、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が、0.66である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この半導体発光装置の出射光は、良好な色調の白色になる。

【0213】

図19(c)は、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が、1.0である場合の半導体発光装置による出射光の波長分布を示した図である。この半導体発光装置の出射光は、やや緑色がかった色調の白色になる。

【0214】

図19(a), (b), (c)より、上記半導体発光装置は、上記第1、第2、第3の蛍光体が、各々65重量%、26重量%、9重量%であって、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が0.5以上1.0以下の場合に、良好な色調の白色の出射光が得られることが分かる。

【0215】

図20は、図19(a)に示した半導体発光装置の発光スペクトル150と、人間の比視感度151を考慮した半導体発光装置の実効発光スペクトル152とを示す図である。横軸は波長(nm)であり、縦軸は相対強度(%)である。

【0216】

図20から分かるように、上記半導体発光装置の発光スペクトル150は、人間の比視感度151が有する波長領域より大きい発光波長領域を有するので、上記比視感度151の波長領域を網羅する波長領域の実効発光スペクトル152が得られるから、人間の視覚において、色調が良好な白色の発光色にできる。

【0217】

さらに、上記半導体発光装置は、上記封止樹脂が半導体発光素子からの出射光によって損傷しない樹脂であるから、この封止樹脂は、例えば黒化などの不都合が生じない。したがって、半導体発光装置の輝度の低下などの不都合を防止でき、半導体発光装置の性能を長期に亘って安定にできる。

【0218】

上記半導体発光装置において、上記第1、第2、第3の蛍光体に、各々複数種類の蛍光体を用いることによって、上記実効発光スペクトル152の波長領域を人間の比視感度151の波長領域範囲と略等しくしてもよい。これによって、半導体発光装置の発光色の色調を良好にできるとともに、半導体発光装置の発光波長領域を人間の可視領域のみにできるので、半導体発光装置の発光効率を向上できる。

【0219】

本実施形態の半導体発光装置は、半導体発光素子を封止する封止樹脂に、上記第1、第

2、第3の蛍光体を略均一に混合したが、上記第1、第2、第3の蛍光体のみを混合し、この混合した蛍光体を、封止樹脂の表面に層状に配置してもよく、また、上記第1、第2、第3の蛍光体を、上記封止樹脂の表面に各々別個に層状に設けてもよい。この場合、光の発光・吸収波長などを考慮して、半導体発光素子に近い側から遠い側に向って、各々の層を、その層が含む蛍光体の発光波長が短い順に配置するのが好ましい。また、本実施形態の半導体装置は、上記第1乃至10の実施形態の半導体発光装置と同様の構造に形成してもよい。これによって、ランプ型、チップ部品型、サイド発光型の半導体発光装置において、良好な色調の白色発光を得ることができる。

【0220】

(第12の実施形態)

図21は、本発明の第12の実施形態の発光表示装置を示す模式図である。この発光表示装置200は、上記第11の実施形態の半導体発光装置からなる光源201と、光源201からの光205を導く導光板202と、この導光板202からの光を分光するカラーフィルタを備えた液晶パネル203とを有する液晶表示装置である。

【0221】

上記光源201は、上記第1乃至11の実施形態の半導体発光装置のいずれを用いて形成してもよい。特に、上記発光表示装置200が、携帯電話や携帯情報端末、パーソナルコンピュータなどの表示装置として用いられる場合は、光源201として、上記第11の実施形態の白色発光の半導体発光装置が好適である。また、上記第11の実施形態の半導体発光装置が備える第1、第2、第3の蛍光体を、上記第4乃至6の実施形態の半導体発光装置の蛍光体として用いると、チップ部品形状を有して白色発光可能な半導体発光装置が得られる。この半導体発光装置は、チップ部品形状を有するので、発光表示装置200に実装する際の取り扱いが容易になる。また、上記チップ部品形状を有する半導体発光装置は、上記導光板202の側面202aに直接取り付けることができるので、発光光を効率良く導光板202に導くことができる。また、上記第7乃至10の実施形態の半導体発光装置に、第11の実施形態の蛍光体を搭載した半導体発光装置を用いて光源201を構成すると、この半導体発光装置はサイド発光型であるから、基板としてのプリント配線基板18が導光板202に略平行になるように、導光板の側面202aに半導体発光装置を取り付けることによって、この導光板202の光出射方向の発光表示装置200の厚みを効果的に小さくできる。なお、上記光源201は、複数の半導体発光装置を用いたが、光の強度が十分であれば1個の半導体発光装置によって構成してもよい。

【0222】

上記導光板202は、例えばポリカーボネートやアクリル系樹脂などから形成する。また、光源201からの光が導入される側面202aと、導入した光を放出する光放出面202b以外の面に光反射部を設けると、光源201からの光を効率良く光放出面202bから放出できる。また、導光板202への光は、1つの側面202aのみからではなく、例えば対向する2つの側面から導入してもよく、あるいは、3つおよび4つの側面から導入してもよい。さらに、光放出面202bにおける放出光の強度を均一にするために、導光板202中に光散乱剤を混入したり、上記光放出面202bと対向する図21における底側の面を傾斜させて、導光板の側面202aから導入された光を上記傾斜させた底側面で反射させて光放出面202bから放出してもよい。上記底側面に光散乱パターンを設けると、光放出面202bからの光206の強度が、さらに均一にできる。

【0223】

上記液晶パネル203は、透明電極を設けた2つの透明な基板と、この2つの基板間に封入された液晶と、偏光板と、上記基板に貼り付けられたカラーフィルタを備える。上記カラーフィルタには、上記透明電極に印加する信号によって上記液晶を透過する光量が調節される複数の画素に対応して、赤色、緑色、青色のカラーフィルタが形成されている。このカラーフィルタは、シート状に形成したポリカーボネートやポリエチレンテレフタレートなどに、微小な八ニカム形状あるいはデルタ配列形状の画素をなすように、光透過性の染料または顔料などで、赤色、緑色、青色に着色して、赤色、緑色、青色のカラーフィ

ルタが形成されている。

【0224】

図22は、上記カラーフィルタの分光特性を示した図であり、210が赤色のカラーフィルタの分光特性であり、211が緑色のカラーフィルタの分光特性であり、212は青色のカラーフィルタの分光特性である。このカラーフィルタの分光特性210, 211, 212に適合するように、上記光源201からの光の波長分布が調節されている。より詳しくは、光源201を構成する半導体発光装置において、半導体発光素子の発光波長や、第1、第2、第2の蛍光体の発光波長および混合比率や、第1乃至3の蛍光体の総重量と封止用樹脂の重量との配合比率などを調節して、光源201からの光205の波長分布を、上記カラーフィルタの分光特性210, 211, 212に適合させている。例えば、良好な色調を有して図19(b)の波長分布をなす半導体発光装置は、図22の分光特性に適合している。この半導体発光装置は、上記分光特性に適合するように、上記第1乃至3の蛍光体の総重量と封止用樹脂の重量との配合比率が調節されているからである。このように、上記光源201は上記カラーフィルタの分光特性に適合する波長分布を有するから、この光源201からの光205は、上記導光板202を介して液晶パネル203に導かれると、この液晶パネル203のカラーフィルタによって、輝度が高く、略単一の赤色、緑色、青色の光207に分光される。その結果、この発光表示装置200は、色調が良好な、しかも、高輝度かつ高コントラストの画像や映像が表示できる。

【図面の簡単な説明】

【0225】

【図1】図1(a), (b), (c)は、本発明において用いられる半導体発光素子の断面図である。

【図2】図2(a)は、赤色の発光色について、蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図2(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図3】図3(a)は、赤色の発光色について、図2と異なる蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図3(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図4】図4(a)は、緑色の発光色について、蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図4(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図5】図5(a)は、緑色の発光色について、図4と異なる蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図5(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図6】図6(a)は、青色の発光色について、蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図6(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図7】図7(a)は、青色の発光色について、図6と異なる蛍光体の発光スペクトルを示す図であり、図7(b)は蛍光体の励起スペクトルを示す図である。

【図8】図8(a), (b), (c)は、本発明の第1の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図9】図9(a), (b)は、本発明の第2の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図10】図10(a), (b)は、本発明の第3の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図11】図11(a), (b)は、本発明の第4の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図12】図12(a), (b)は、本発明の第5の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図13】本発明の第6の実施形態における半導体発光装置を示す断面図である。

【図14】図14(a)は、本発明の第7の実施形態における半導体発光装置の正面から見た断面図であり、図14(b)は側面から見た断面図である。

【図15】図15(a)は、本発明の第8の実施形態における半導体発光装置の正面から見た断面図であり、図15(b)は側面から見た断面図である。

【図16】図16(a)は、本発明の第9の実施形態における半導体発光装置の正面から

見た断面図であり、図16(b)は側面から見た断面図である。

【図17】図17(a)は、本発明の第10の実施形態における半導体発光装置の正面から見た断面図であり、図17(b)は側面から見た断面図である。

【図18】図18(a)は第1の蛍光体が47重量%、第2の蛍光体が13重量%、第3の蛍光体が40重量%である場合、図18(b)は、第1の蛍光体が56重量%、第2の蛍光体が11重量%、第3の蛍光体が33重量%である場合、図18(c)は、第1の蛍光体が65重量%、第2の蛍光体が26重量%、第3の蛍光体が9重量%である場合の半導体発光装置の出射光の波長分布を示した図である。

【図19】図19(a)は、封止樹脂の重量に対する第1、第2、第3の蛍光体の総重量の比率が0.5である場合、図19(b)は0.66である場合、図19(c)は1.0である場合の半導体発光装置の出射光の波長分布を示した図である。

【図20】図19(a)に示した半導体発光装置の発光スペクトル150と、人間の比視感度151を考慮した半導体発光装置の実効発光スペクトル152とを示す図である。

【図21】本発明の第12の実施形態の発光表示装置を示す模式図である。

【図22】本発明の発光表示装置が備えるカラーフィルタの分光特性を示した図である。

【符号の説明】

【0226】

- 7a 半導体発光素子
- 7b 半導体発光素子
- 7c 半導体発光素子
- 10 リードフレーム
- 12 蛍光体