

(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2006-19409

(P2006-19409A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

(51) Int.CI.

H01L 33/00 (2006.01)
G02F 1/13357 (2006.01)

F 1

H01L 33/00
G02F 1/13357

N

テーマコード(参考)

2 H09 I
5 F04 I

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2004-194153 (P2004-194153)	(71) 出願人	000005968 三菱化学株式会社 東京都港区芝五丁目33番8号
(22) 出願日	平成16年6月30日 (2004.6.30)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
		(72) 発明者	木島 直人 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地 株式会社三菱化学科学技術研究センター内
		(72) 発明者	金田 英明 茨城県牛久市東猪穴町1000番地 三菱化学株式会社内
		(72) 発明者	服部 英次 東京都港区芝五丁目33番8号 三菱化学株式会社内

最終頁に続く

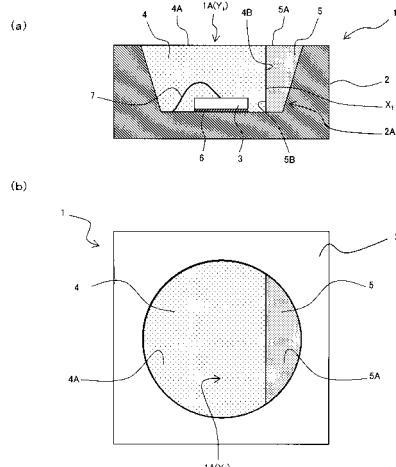
(54) 【発明の名称】発光装置並びにそれを用いた照明、ディスプレイ用バックライト及びディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 光を吸収して発光する2種以上の発光物質を有する発光装置の発光効率及び演色性を高める。

【解決手段】 光源3と光源3が発する光により励起されて光源3が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する発光物質を含有する第1発光部4と光源3及び第1発光部4が発する光により励起されて第1発光部4が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する発光物質を含有する第2発光部5と光源3、第1発光部4及び第2発光部5が発する光を外部に放出する光出射面1Aとを備える発光装置の、第1発光部4及び第2発光部5を光出射面1Aにおいて開放し、第1発光部4と第2発光部5との境界面X1の面積を第1発光部4の表面積の50%以下にする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源と、

該光源が発する光により励起されて該光源が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含有する第1発光部と、

該光源及び該第1発光部が発する光により励起されて該第1発光部が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含有する第2発光部と、

該光源、該第1発光部及び該第2発光部が発する光を外部に放出する光出射面とを備える発光装置であって、

該第1発光部及び該第2発光部が該光出射面において開放され、

該第1発光部と該第2発光部との境界面の面積が、該第1発光部の表面積の50%以下である

ことを特徴とする、発光装置。

【請求項 2】

該境界面の面積が、光放外面の全面積の50%以下である
ことを特徴とする、請求項1記載の発光装置。

【請求項 3】

該第1発光部が、該第2発光部よりも該光源に近い
ことを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の発光装置。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の発光装置を用いた
ことを特徴とする、照明。

【請求項 5】

請求項1～3のいずれか1項に記載の発光装置を用いた
ことを特徴とする、ディスプレイ用バックライト。

【請求項 6】

請求項1～3のいずれか1項に記載の発光装置を用いた
ことを特徴とする、ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、発光装置、並びに、それを用いた照明、ディスプレイ用バックライト及びディスプレイに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、照明や液晶ディスプレイ用バックライト等の光源として、冷陰極管などが使用されていた。ところが近年、これに代わる光源として、青色光を発する光源と青色光を吸収し黄色光を発する物質とを組み合わせた疑似白色光源が開発された。この疑似白色光源においては、例えば、青色光を発する光源としてはInGaN系の発光ダイオードが、黄色光を発する物質としてはセリウムを添加したアルミニン酸イットリウムが用いられている。

【0003】

しかし、疑似白色光源が発する光のスペクトルには本質的に緑色光成分及び赤色光成分が不足しており、このため、疑似白色光源は演色性が低く、また、色再現性も低かった。これを解決するために、アルミニン酸イットリウム（黄色光を発する物質）の成分を調整して黄緑色光を発するように改良し、さらに、これに加えて青色光を吸収し赤色光を発する物質をアルミニン酸イットリウムに追加することで、疑似白色光源が発する光の赤色成分の不足を補い、演色性及び色再現性を改善することが提案されている。

【0004】

しかしながら、赤色の光を発する物質は、青色の光のみならず、青色の光よりは長波長であるが赤色の光よりも短波長である光、即ち緑色や黄色等の光をも吸収するものが多い

10

20

30

40

50

。例えばそのような物質として、ユーロピウムで付活したアルカリ土類金属の硫化物、ユーロピウムで付活したアルカリ土類金属及びシリコンの窒化物、ユーロピウムで付活したアルカリ土類金属及びシリコンの酸窒化物などが挙げられる。これらの物質は、通常は400 nm ~ 580 nm の波長の光を良く吸収し、580 nm ~ 680 nm にピークを有する橙～赤色の光を発する。

【0005】

上記で代表されるような橙～赤色の光を発する物質は、それよりも短波長の緑～黄色の光を吸収してしまうので、橙～赤色の光を発する物質と緑～黄色光を発する物質とを混ぜて使用すると、緑～黄色光を発する物質が発した光の一部を、橙～赤色光を発する物質が吸収してしまい、発光装置の光束を著しく低下させる。

10

【0006】

現在、長波長の光を発する発光物質により短波長の光が吸収されてしまうことによる、この光束の低下を解決する試みがなされている。例えば、特許文献1では、光源からの光を吸収して異なる波長の光を発光する2種の物質（物質A及び物質Bと呼ぶ）を備えた発光装置において、物質A（ここでは、橙～赤色光を発する物質に相当する）が物質B（ここでは、緑～黄色光を発する物質に相当する）の発する光の一部を吸収する時に、物質Aを物質Bよりも光源側に近く配することで演色性を向上し、光束の低下を防止できるとしている。

【0007】

【特許文献1】特開2004-71726号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1の技術においては、物質Aや物質Bから発された光は四方八方に放出されるので、物質Bが発する光の大部分（おおよそ半分）は物質Aに吸収され、著しい光束低下は避けられない。このため、発光装置の発光効率は低いものであった。

また、上述したように、青色光を発する光源と青色光を吸収し黄色光を発する物質とを有する疑似白色光源等の発光装置は発光効率は高いものの、演色性が十分ではなかった。

本発明は、上記の課題に鑑みて創案されたもので、光を吸収して発光する2種以上の発光物質を有する発光装置の発光効率及び演色性を高めること、及び、その発光装置を用いた照明、ディスプレイ用バックライト及びディスプレイを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の発明者らが鋭意検討した結果、2種以上の発光物質を用いた発光装置において、一方の発光物質が発した光が他方の発光物質を含む領域に入射しないようにすることにより、一方の発光物質が発した光が他方の発光物質に吸収される量を抑制し、その結果、発光装置の発光効率及び演色性を向上させることができることを見出し、本発明を完成させた。

【0010】

即ち、本発明の要旨は、光源と、該光源が発する光により励起されて該光源が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含有する第1発光部と、該光源及び該第1発光部が発する光により励起されて該第1発光部が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含有する第2発光部と、該光源、該第1発光部及び該第2発光部が発する光を外部に放出する光出射面とを備える発光装置であって、該第1発光部及び該第2発光部が該光出射面において開放され、該第1発光部と該第2発光部との境界面の面積が、該第1発光部の表面積の50%以下であることを特徴とする、発光装置に存する（請求項1）。これにより、第2発光部に吸収される、第1発光部が発した光の量を抑制することができ、その結果、発光装置の発光効率及び演色性を向上させることが可能となる。

40

【0011】

50

ただし、ここでいう境界面とは、第1発光部と第2発光部との間で光の往来が可能な面のことであり、例えば、第1発光部と第2発光部との間に透明な領域（具体例としては、第1および第2の発光物質が存在しない領域）があっても、第1発光部の第2発光部に面した面、及び、第2発光部の第1発光部に面した面のうち、いずれか小さい面積を有する方が境界面となる。

【0012】

このとき、該境界面の面積は、光放外面の全面積の50%以下であることが好ましい（請求項2）。これにより、発光装置の演色性をより向上させることができる。なお、光放外面とは、第1発光部及び第2発光部から光が放出される面のことをいう。

【0013】

また、該第1発光部は、該第2発光部よりも該光源に近いことが好ましい（請求項3）。即ち、該光源と該第1発光部とが最接近する部分同士の間の距離が、該光源と該第2発光部とが最接近する部分同士の間の最短距離よりも小さいことが好ましい。これにより、第1発光部から発せられる光が第2発光部に吸収される量を、さらに抑制することができるため、発光装置から放出される光の演色性をさらに向上させることができる。

【0014】

本発明の別の要旨は、上記の発光装置を用いたことを特徴とする、照明に存する（請求項4）。

また、本発明の更に別の要旨は、上記の発光装置を用いたことを特徴とする、ディスプレイ用バックライトに存する（請求項5）。

さらに、本発明の更に別の要旨は、上記の発光装置を用いたことを特徴とする、ディスプレイに存する（請求項6）。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、発光効率及び演色性の両方に優れた発光装置を得ることができる。

また、本発明の発光装置を用いれば、発光効率及び演色性に優れた照明、ディスプレイ用バックライト、及びディスプレイを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明について例を示して詳細に説明するが、本発明は以下の例示等によって何ら制限されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において任意に変形して実施することができる。

[1. 発光装置の概要]

本発明の発光装置は、光源と、第1発光部と、第2発光部とを備え、第1発光部及び第2発光部が光を放ししようとする方向（以下適宜、「所定方向」という）に向けて、光出射面から光を放出するように構成されている。また、通常、発光装置は光源、第1発光部及び第2発光部を保持するための基部としてフレームを備えている。

【0017】

(1) フレーム

フレームは、光源、第1発光部及び第2発光部を保持する基部であり、その形状及び材質等は任意である。

フレームの形状の具体例としては、板状、カップ状等、その用途に応じて適当な形状とすることができます。また、例示した形状の中でも、カップ状のフレームは、光の出射方向に指向性をもたせることができ、発光装置が放出する光を有效地に利用できるため、好ましい。

【0018】

また、フレームの材質の具体例としては、金属、合金、ガラス、カーボン等の無機材料、合成樹脂等の有機材料など、用途に応じて適当なものを用いることができる。

ただし、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光が当たるフレームの面は、当たった光の反射率を高められていることが好ましく、特に、可視光域全般の光の反射率

10

20

30

40

50

を高められていることがより好ましい。したがって、少なくとも光が当たる面は、反射率が高い素材により形成されていることが好ましい。具体例としては、ガラス繊維、アルミニウム粉、チタニア粉等の高い反射率を有する物質を含んだ素材（射出整形用樹脂など）でフレーム全体又はフレームの表面を形成することが挙げられる。

【0019】

また、フレーム表面の反射率を高める具体的な方法は任意であり、上記のようにフレーム自体の材料を選択するほか、例えば、銀、白金、アルミニウム等の高反射率を有する金属や合金でメッキ、或いは蒸着処理することにより、光の反射率を高めることもできる。

なお、反射率を高める部分は、フレームの全体であっても一部であってもよいが、通常は、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光が当たる部分の全表面の反射率が高められていることが望ましい。

さらに、通常は、フレームには光源に対して電力を供給するための電極が設けられる。

【0020】

(2) 光源

光源は、第1発光部及び第2発光部内に含有される発光物質の励起光を発するものであり、また、発光装置が放出する光の一成分を発するものもある。即ち、光源から発せられる光のうちの一部は、第1発光部及び第2発光部内の発光物質に励起光として吸収され、また別の一部は、発光装置から所定方向に向けて放出されるようになっている。

光源の種類は任意であり、発光装置の用途や構成に応じて適当なものを見つけることができる。光源の例としては、発光ダイオード（以下適宜、「LED」という）、端面発光型又は面発光型のレーザーダイオード、エレクトロルミネセンス素子などが挙げられるが、通常は、安価なLEDが好ましい。

【0021】

また、光源が発する光の発光波長も任意であり、発光装置に放出させる光に応じて適当な発光波長の光を発する光源を用いればよい。例えば、発光装置に白色光を放出させる場合には、光源が発する光の発光波長は、通常370nm以上、好ましくは380nm以上、また、通常500nm以下、好ましくは480nm以下が望ましい。

【0022】

光源の具体例としては、シリコンカーバイド、サファイア、窒化ガリウム等の基板に、MOCVD法等の方法で結晶成長されたInGaN系、GaAlN系、InGaN系、ZnSeS系半導体等を用いたLEDなどが挙げられる。

なお、光源は1個を単独で用いてもよく、2個以上の光源を併用しても良い。さらに、光源は1種のみで用いてもよく、2種以上のものを併用しても良い。

【0023】

また、光源をフレームに取り付ける場合、その具体的方法は任意であるが、例えば、ハンダを用いて取り付けることができる。ハンダの種類は任意であるが、例えば、AuSn、AgSn等を用いることができる。また、ハンダを用いる場合、ハンダを通じてフレームに形成された電極から電力を供給できるようにすることも可能である。特に、放熱性が重要な大電流タイプのLEDやレーザーダイオードなどを光源として用いる場合、ハンダは優れた放熱性を発揮するため、光源の設置にハンダを用いることは有効である。

【0024】

また、ハンダ以外の手段によって光源をフレームに取り付ける場合には、例えば、エポキシ樹脂、イミド樹脂、アクリル樹脂等の接着剤を用いてもよい。この場合、接着剤に銀粒子、炭素粒子等の導電性フィラーを混合させてペースト状にしたものを使うことにより、ハンダを用いる場合のように、接着剤を通電して光源に電力供給できるようにすることも可能である。さらに、これらの導電性フィラーを混合させると、放熱性も向上するため、好ましい。

【0025】

さらに、光源への電力供給方法も任意であり、上述したハンダや接着剤を通電させる他、光源と電極とをワイヤボンディングにより結線して電力供給するようにしても良い。こ

の際用いるワイヤに制限はなく、素材や寸法などは任意である。例えば、ワイヤの素材としては金、アルミニウム等の金属を用いることができ、また、その太さは通常 $20\text{ }\mu\text{m}$ ~ $40\text{ }\mu\text{m}$ とすることができますが、ワイヤはこれに限定されるものではない。

また、光源に電力を供給する他の方法の例としては、バンプを用いたフリップチップ実装により光源に電力を供給する方法が挙げられる。

【0026】

(3) 第1発光部及び第2発光部

第1発光部は、光源が発する光により励起されて、光源が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含んで形成されている。この第1発光部の形状に特に制限は無く、また、1箇所に単独で設けることも、2箇所以上に分けて設けることもできる。なお、第1発光部に用いられる発光物質については、後で詳述する。10

第1発光部では、光源から発せられた光を受光し、これにより、受光した光を励起光として発光物質が発光する。発光した光の一部は発光装置が放出する光の一成分として発光装置外部へ放出され、また、一部は第2発光部の発光物質の励起光となる。

【0027】

一方、第2発光部は、光源が発する光及び第1発光部が発する光により励起されて、第1発光部が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する少なくとも1種の発光物質を含んで形成されている。この第2発光部の形状にも特に制限は無く、また、1箇所に単独で設けることも、2箇所以上に分けて設けることもできる。なお、第2発光部に用いられる発光物質についても、後で詳述する。20

第2発光部では、光源から発せられた光及び第1発光部から発せられた光を受光し、これにより、受光した光を励起光として発光物質が発光する。発光した光は、発光装置が放出する光の一成分として発光装置外部へ放出される。

【0028】

さらに、上記の第1発光部及び第2発光部は、いずれも光出射面において外部に開放されている。ここで光出射面とは、発光装置が所定方向に向けて光を放出する面のことを意味する。したがって、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光は、この光出射面から所定方向に向けて放出されるようになっている。なお、光出射面の形状は任意であり、平面、曲面、凹凸面など、その用途に応じて適当な形状とすることが望ましい。また、通常、発光装置から放出される光が複数の方向に放出される場合や、所定の角度範囲で放射状に放出される場合でも、所定方向には最も強い光が放出されるようになっている。30

【0029】

また、第1発光部及び第2発光部が開放されているとは、所定方向に向けて第1、第2発光部から放出される光が、他の部材により遮蔽されること無く放出されることを意味する。より具体的には、第1発光部から所定方向に放出される光が、光源、第2発光部及び(発光装置がフレームを備えている場合は)フレームで遮蔽されること無く発光装置の外部に放出されることを表わし、また、第2発光部から所定方向に放出される光が、光源、第1発光部及び(発光装置がフレームを備えている場合は)フレームで遮蔽されること無く発光装置の外部に放出されることを表わす。なお、光出射面に保護層が形成されたり、発光装置にカバーが取り付けられたりして、第1、第2発光部から放出される光が他の部材を通って発光装置外部に放出される場合でも、保護層やカバーなどの他の部材を放出される光が透過できれば、第1、第2発光部は開放されているものとする。40

【0030】

上述したように、第1発光部から発せられる光の大部分は発光装置外部へ放出されるが、一部は第2発光部に向けて発せられる。この際、第2発光部では発光物質が第1発光部からの光を励起光として吸収する。これにより、第1発光部から発せられる光は第2発光部で消費されることになる。このため、従来は、発光装置外に放出されるはずであった第1発光部からの光の強度が低下するために、発光装置から放出される光の光束が減少し、発光効率が低下していた。また、第1発光部から発せられる光が第2発光部で消費されることで、発光装置から放出される光の成分がばらつき、発光装置の色再現性を低下させて50

いた。

【0031】

さらに、発光装置から発せられる光の色を目的の色にしようとした場合、特許文献1のような構成では第2発光部に吸収される第1発光部からの光を補うため、第2発光部の発光物質に対する第1発光部の発光物質の割合を大きくする必要があった。しかし、発光装置から放出される光の演色性は、使用的する発光物質の種類と使用割合により決まるため、特許文献1のような構成の発光装置では発光物質の使用割合が最適値から大きく外れやすいため、光の演色性についても低下しがちであった。また、第1発光部及び第2発光部で発光物質が沈降した場合、発光物質の沈降度合いにより第2発光部に吸収される第1発光部からの光の量が変わってしまうため、発光色のバラツキが大きくなり、その結果、演色性が低下しがちであった。10

【0032】

しかし、上記のように第1発光部及び第2発光部を光出射面において開放することにより、第1発光部から発せられる光、及び、第2発光部から発せられる光は、それぞれ、他の発光物質に吸収されたり、他の部材に遮蔽されたりして強度を弱める程度を小さくする（或いは、なくす）ことができるようになる。したがって、発光装置から発せられる光の成分のばらつきを小さくし、発光装置の発光効率及び演色性をともに高めることができる。また、青色光、赤色光及び緑色光という光の三原色を用いて発光装置から光を放出することが可能となるため、光源、第1発光部及び第2発光部を適切に選択することにより、本発明の発光装置の色再現性を優れたものとすることができる。20

【0033】

また、本発明の発光装置においては、第1発光部と第2発光部との境界面の面積は、第1発光部の表面積の通常50%以下、好ましくは30%以下である。第1発光部及び第2発光部が2箇所以上に分かれている場合には、第1発光部の全表面積の総和に対する境界面の面積の総和が、上記範囲内に収まるようとする。

また、これに関連して、第1発光部から発せられる光の通常50%以上、好ましくは70%以上は、第2発光部に照射されないようにすることが好ましい。

【0034】

上記のように、第2発光部では発光物質が第1発光部からの光を励起光として吸収するため、第1発光部から発せられる光が第2発光部に入射すると、その光は第2発光部で消費される。したがって、従来は、発光装置外に放出されるはずであった第1発光部からの光の強度が低下するために発光装置の発光効率が低下し、また、発光装置から放出される光の成分のバランスがばらつき、発光装置の演色性を低下させていた。しかし、第1発光部と第2発光部との境界面の面積を上記の範囲とすることにより、第1発光部から発せられる光が第2発光部に吸収される量を抑制することができるため、発光装置の発光効率を高めることができ、さらに、発光装置から発せられる光の成分のバラツキの変化を小さくして発光装置の演色性を高めることもできる。30

【0035】

ここで、第1及び第2発光部の模式的な縦断面図を図1(a)～(c)に例示して、境界面について詳細に説明する。本明細書でいう境界面とは、第1発光部と第2発光部との間で光の往来が可能な面のことをいう。境界面は平面でも曲面でも良い。また、光のやり取りをする第1発光部と第2発光部とが離れて形成されている場合には、第1発光部の第2発光部に面した面、及び、第2発光部の第1発光部に面した面のうち、いずれか小さい面積を有する方を境界面とする。さらに、第1発光部と第2発光部との間の複数の部分で光の往来が可能な場合、それぞれの部分の境界面の面積の合計が、上記範囲に収まるようになる。

【0036】

したがって、例えば図1(a)に示すように、大きさが異なる第1発光部Iと第2発光部IIとが接しており、第1発光部Iの図中右側側面の一部と第2発光部IIの図中左側側面の全部とが接しあっている場合、互いに接する部分の面積が上記の境界面の面積となる。40

10

20

30

40

50

よって、図1(a)に表わすものの場合には、第2発光部IIの図中左側側面の面積が境界面Xの面積となる。

【0037】

また、例えば図1(b)に示すように、第1発光部Iと第2発光部IIとが離れて設けられていて、第1発光部Iの第2発光部IIに面した側面の面積よりも、第2発光部IIの第1発光部Iに面した側面の面積の方が小さい場合には、より面積が小さい方の面である第2発光部IIの第1発光部Iに面した側面の面積が境界面Xの面積となる。なお、第1発光部Iと第2発光部IIとが離れて設けられ、且つ、第1発光部Iの第2発光部IIに面した側面の面積と第2発光部IIの第1発光部Iに面した側面の面積とが等しい場合は、いずれの面を境界面として取り扱っても良い。

10

【0038】

さらに、図1(c)に示すように、第1発光部Iの両側に第2発光部II_R, II_Lが設けられていて、第1発光部Iと、その両側にある2個の第2発光部II_R, II_Lとの間で光の往来が可能である場合、第1発光部Iと図中右側の第2発光部II_Rとの境界面X_Rの面積、及び、第1発光部Iと図中左側の第2発光部II_Lとの境界面X_Lの面積の合計が、上記範囲内に収まるようにする。なお、図1(c)では第1発光部Iと各第2発光部II_R, II_Lとが接する側面同士の面積が等しいものを例示している。

なお、図1(a)～(c)において、実質同様の部位は同様の符号を付して示した。

【0039】

また、本発明の発光装置においては、上記の境界面の面積が、光放外面の全面積の通常50%以下、好ましくは30%以下であることが望ましい。ここで光放外面とは、発光装置において第1発光部及び第2発光部から発光装置外部に向けて光が放出される面をいう。ただし、光出射面とは異なり、光が放出される方向は所定方向に限るものではない。これにより、第1発光部及び第2発光部が本来所有する発光スペクトルが保持されるために、発光装置の発光効率及び演色性をより高めることができる。

20

【0040】

ここで、第1及び第2発光部並びにフレームの模式的な斜視図を図2(a)～(c)に例示して、光放外面について詳細に説明する。本明細書でいう光放外面とは、第1発光部及び第2発光部の最外周面であって、その光放外面から放出された光がフレーム等の遮蔽物で遮蔽されず、発光装置の外部（所定方向である必要は無い）に放出される面をいう。

30

したがって、例えば図2(a)に示すように、平板状の不透明なフレームFに、四角柱状の第1発光部I及び第2発光部IIが、互いに等しい面積を有する側面で接するように設けられている場合、第1発光部I及び第2発光部IIで形成される四角柱の上面（即ち、第1発光部Iの上面Ia及び第2発光部IIの上面IIa）及び側面（即ち、互いに接している側面を除く第1発光部Iの側面Ib及び第2発光部IIの側面IIC）が光放外面となる。この際、前記四角柱の下面（即ち、第1発光部Iの下面Ic及び第2発光部IIの下面IIC）から放出される光は、フレームFにより遮蔽されるため発光装置外部に放出されることは無く、したがって、四角柱の下面Ic, IICは光放外面ではない。

30

【0041】

また、例えば図2(b)に示すように、図2(a)と同様の四角柱形状の第1発光部I及び第2発光部IIが、その上面Ia, IIaだけが露出するようにフレームFにより取り囲まれている場合は、フレームFから露出している四角柱の上面Ia, IIaが光放外面となる。この際、四角柱の側面Ib, IIb及び下面Ic, IICから放出される光はフレームFにより遮蔽されるため発光装置外部に放出されることは無く、したがって、四角柱の側面Ib, IIb及び下面Ic, IICは光放外面ではない。

40

【0042】

さらに、例えば図2(c)に示すように、図2(a)と同様の四角形状に形成された第1発光部I及び第2発光部IIが、平板状のフレームFに互いに離隔するよう設けられている場合、第1発光部Iの上面Ia及び全側面Ib並びに第2発光部IIの上面IIa及び全側面IIbが光放外面となる。この際、第1発光部Iの下面Ic及び第2発光部IIの下面IIC

50

から放出される光は、フレームFにより遮蔽されるため発光装置外部に放出されることは無く、したがって、第1発光部Iの下面Ic及び第2発光部IIの下面IICは光放出面ではない。

【0043】

ただし、第1及び第2発光部I, IIの表面に他の部材が形成された場合でも、その部材が透明樹脂やガラス等の部材で形成されて第1及び第2発光部I, IIから発する光が発光装置外部に放出可能である場合には、他の部材を形成された第1及び第2発光部I, IIの面も、光放出面となる。

なお、図2(a)～(c)において、実質同様の部位は同様の符号を付して示した。

【0044】

さらに、本発明の発光装置においては、第1発光部が、第2発光部よりも光源に近いことが好ましい。即ち、光源と第1発光部とが最接近する部分同士の間の距離が、光源と第2発光部とが最接近する部分同士の間の最短距離よりも小さいことが好ましい。

仮に、光源から発せられる光がまず第2発光部に入射した場合、第2発光部では光源からの光を励起光として光を発する。しかし、第2発光部からの光を第1発光部で励起光として使うことはできないため、第1発光部が発するはずの光の強度が不足したり、第2発光部が発する光が強くなりすぎたりして発光装置が発する光の成分が目的とする値からばらつき、演色性が低下する虞がある。これに対し、第1発光部を第2発光部よりも光源に近い位置に設けることにより、光源から発せられる光は、まず第1発光部に入射するようになる。これにより、光源からの光を励起光として第1発光部が発光し、第1発光部からの光を励起光として第2発光部が発光するため、第1及び第2発光部の発光がスムーズに行なわれる。したがって、発光装置から放出される光の色のばらつきは少なくなり、演色性をさらに向上させることができる。

【0045】

また、第1発光部が第2発光部よりも光源に近い位置に配設されている場合でも、光源から発せられて第1発光部及び第2発光部それぞれに入射する光の強度は、第1発光部及び第2発光部それぞれが光を受光する面の面積などにも関連している。したがって、光源から第1発光部及び第2発光部それぞれへの距離や、それぞれの受光する面の面積は、第1発光部が受光する光の強度が第2発光部が受光する光の強度よりも大きくなるように設定することが好ましい。

【0046】

なお、第1発光部及び第2発光部に何らかの励起光（主に、光源からの光）を供給することができ、さらに、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光を発光装置外に放出することができれば、発光装置を構成する各部材の配置、寸法、形状等は、任意に設定することができる。

例えば、第1発光部、第2発光部、光源及びフレームは、互いに空隙を有するように距離を開けて配置されていても良い。具体例としては、第1発光部と第2発光部の間に空隙ができるようにしても良い（図1(b), 図2(c)参照）。また、第1発光部及び第2発光部の一方または両方と、光源との間に空隙ができるようにしても良い（図6(a)参照）。

【0047】

さらに、第1発光部と第2発光部の間、第1発光部及び第2発光部の一方または両方と光源との間などに距離をとり、これらが互いに接しないようにする場合、両者の間に他の部材を設けてもよい。この際、その他の部材の材料としてガラスや、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の樹脂など、所望の光を透過させる材料を用いれば、光束を高くすることができます、好ましい。具体例としては、光源の周囲に透明樹脂による保護層を形成すれば、光源と第1発光部及び第2発光部との間に距離が開くにもかかわらず、光源からの光を光束を高く保った状態で、確実に第1発光部及び第2発光部へ励起光として供給することができるため、発光装置が放出する光の強度を低下させること無く光源を保護することができる。

10

20

30

40

50

また、上記のように、第1発光部と第2発光部とは大きさが異なっていても良い。

【0048】

また、本発明の発光装置には、上述した光源、第1発光部、第2発光部及びフレーム以外の部材を備えていても良い。

例えば、発光装置自体を保護するためのカバーを備えていても良い。

また、例えば発光装置から放出される光の向きを変化させるための鏡、プリズム、レンズ、光ファイバー等の導光部材を備えていても良い。

また、発光装置の発熱を放出するための放熱板等を備えていても良い。

さらに、例えば発光装置から放出される光の各成分を拡散させて、視覚される光の色ムラ等を防止するために、光拡散層などを発光装置の光出射面に設けてもよい。

10

【0049】

[2. 発光部の組成]

本発明の発光装置に用いる発光物質は、励起光を吸収して、吸収した励起光よりも長波長成分を含む光を発光できるものであれば他に制限は無い。また、発光物質を用いて第1発光部及び第2発光部を形成する場合、通常は、発光物質はバインダと混合して用いる。

(1) 発光物質

発光物質は、発光装置の用途に応じて公知のものを適宜選択して用いることができる。発光自体は、蛍光、りん光など、どのようなメカニズムにより発光が行なわれるものでも制限は無い。また、第1発光部及び第2発光部のそれぞれにおいて、発光物質は1種を単独で用いても良く、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用することができる。ただし、第1発光部に用いる発光物質は光源が発する光により励起されて光源が発する光よりも長波長の成分を含む光を発するものを選択し、第2発光部に用いる発光物質は、光源及び第1発光部が発する光により励起されて第1発光部が発する光よりも長波長の成分を含む光を発するものを選択する。

20

【0050】

発光物質は、励起光として、波長が通常350nm以上、好ましくは400nm以上、より好ましくは430nm以上、また、通常600nm以下、好ましくは570nm以下、より好ましくは550nm以下の光を吸収するものが望ましい。

また、発光物質は、発する光の波長が、波長が通常400nm以上、好ましくは450nm以上、より好ましくは500nm以上、また、通常750nm以下、好ましくは700nm以下、より好ましくは670nm以下であるものが望ましい。

30

【0051】

中でも、第1発光部に用いる発光物質の場合、励起光として、波長が通常350nm以上、好ましくは400nm以上、より好ましくは430nm以上、また、通常520nm以下、好ましくは500nm以下、より好ましくは480nm以下の光を吸収するものが望ましい。

また、第1発光部に用いる発光物質は、発する光の波長が通常400nm以上、好ましくは450nm以上、より好ましくは500nm以上、また、通常600nm以下、好ましくは570nm以下、より好ましくは550nm以下の光を吸収するものが望ましい。

40

【0052】

一方、第2発光部に用いる発光物質の場合、励起光として、波長が通常400nm以上、好ましくは450nm以上、より好ましくは500nm以上、また、通常600nm以下、好ましくは570nm以下、より好ましくは550nm以下の光を吸収するものが望ましい。

また、第2発光部に用いる発光物質は、発する光の波長が通常550nm以上、好ましくは580nm以上、より好ましくは600nm以上、また、通常750nm以下、好ましくは700nm以下、より好ましくは670nm以下の光を吸収するものが望ましい。

【0053】

さらに、発光物質は、その発光効率が通常40%以上、好ましくは45%以上、より好ましくは50%以上、より一層好ましくは55%以上、最も好ましくは60%以上のもの

50

を用いることが好ましい。ここで示す発光効率は、量子吸収効率と内部量子効率の積として表される値である。

【0054】

以下、本発明の発光装置に用いて好適な発光物質を各発光部毎に例示し、説明する。ただし、発光物質は以下の例示物に限定されるものではなく、また、例示した各発光物質も、それぞれ第1発光部及び第2発光部のいずれに用いるかは、本発明の要旨の範囲内で任意に選択することができる。

【0055】

(第1発光部の発光物質に好適なものの例)

(第1発光部の第1の例)

第1発光部の発光物質に好適な発光物質の第1の例としては、下記式(1)で表される蛍光体が挙げられる。



【0056】

上記式(1)において、 M^1 は2価の金属元素、 M^2 は3価の金属元素、 M^3 は4価の金属元素をそれぞれ示し、a、b、c、及びdはそれぞれ下記の範囲の数である。

2 . 7	a	3 . 3
1 . 8	b	2 . 2
2 . 7	c	3 . 3
1 1 . 0	d	1 3 . 0

【0057】

上記式(1)における M^1 は2価の金属元素であるが、発光効率等の面から、Mg、Ca、Zn、Sr、Cd、及びBaからなる群から選択された少なくとも1種であるのが好ましく、Mg、Ca、又はZnであるのが更に好ましく、Caが特に好ましい。この場合、Caは単独系でも良く、Mgとの複合系でもよい。基本的には、 M^1 は上記において、好ましいとされる元素からなることが好ましいが、性能を損なわない範囲で、他の2価の金属元素を含んでいてもよい。

【0058】

また、上記式(1)における M^2 は3価の金属元素であるが、 M^1 と同様の面から、Al、Sc、Ga、Y、In、La、Gd、及びLuからなる群から選択された少なくとも1種であるのが好ましく、Al、Sc、Y、又はLuであるのが更に好ましく、Scが特に好ましい。この場合、Scは単独系でもよく、YまたはLuとの複合系でもよい。基本的には、 M^2 は上記において、好ましいとされる元素からなることが好ましいが、性能を損なわない範囲で、他の3価の金属元素を含んでいてもよい。

【0059】

さらに、上記式(1)における M^3 は4価の金属元素であるが、 M^1 、 M^2 と同様の面から、少なくともSiを含むことが好ましい。さらに、 M^3 で表される4価の金属元素の通常50モル%以上、好ましくは70モル%以上、更に好ましくは80モル%以上、特に好ましくは90モル%以上がSiであることが望ましい。

【0060】

上記式(1)において、Si以外の4価の金属元素 M^3 の具体例としては、Ti、Ge、Zr、Sn、及びHfからなる群から選択された少なくとも1種であるのが好ましく、Ti、Zr、Sn、及びHfからなる群から選択された少なくとも1種であるのがより好ましく、Snであることが特に好ましい。特に、 M^3 がSiであることが好ましい。基本的には、 M^3 は上記において、好ましいとされる元素からなることが好ましいが、性能を損なわない範囲で、他の4価の金属元素を含んでいてもよい。

なお、本明細書において、性能を損なわない範囲で含むとは、上記 M^1 、 M^2 、 M^3 それぞれに対し、通常10モル%以下、好ましくは5モル%以下、より好ましくは1モル%以下で含むことをいう。

【0061】

10

20

30

40

50

また、上記の蛍光体の結晶構造は、通常はガーネット結晶構造であるが、これは、一般には上記式(1)におけるaが3、bが2、cが3で、dが12の体心立方格子の結晶である。ただし、ここでは、発光中心イオンの元素が、M¹、M²、M³のいずれかの金属元素の結晶格子の位置に置換するか、或いは、結晶格子間の隙間に配置する等により、上記式(1)においてaが3、bが2、cが3で、dが12とはならない場合もありうる。従って、a、b、c、dはそれぞれ2.7 a 3.3、1.8 b 2.2、2.7 c 3.3、11.0 d 13.0の範囲の数であるのが好ましい。

【0062】

また、この結晶構造の化合物母体内に含有される発光中心イオンとしては、少なくともCeを含有し、発光特性の微調整のためにCr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Pr、Nd、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、及びYbからなる群から選択された1種以上の2~4価の元素を含むことも可能である。特に、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Sm、Eu、Tb、Dy、及びYbからなる群から選択された1種以上の2~4価の元素を含めることが好ましく、2価のMn、2~3価のEu、又は3価のTbを特に好適に用いることができる。

この蛍光体は、通常420nm~480nmの光で励起される。発光スペクトルは、500~510nmにピークを持ち、450~650nmの波長成分を有する。

【0063】

(第1発光部の第2の例)

第1発光部に用いて好適な発光物質の第2の例としては、下記式(2)で表される蛍光体が挙げられる。



上記式(2)において、M¹は少なくともCeを含む付活剤元素、M²は2価の金属元素、M³は3価の金属元素をそれぞれ示し、a、b、c、及びdはそれぞれ下記の範囲の数である。

0 . 0 0 0 1	a	0 . 2
0 . 8	b	1 . 2
1 . 6	c	2 . 4
3 . 2	d	4 . 8

【0064】

上記式(2)におけるM¹は、後述の結晶母体中に含有される付活剤元素であり、少なくともCeを含む。また、蓄光性や色度調整や増感などの目的で、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、及びYbからなる群から選択された少なくとも1種の2~4価の元素を含有させることができる。

【0065】

上記式(2)において、付活剤元素M¹の含有量を表わす値aは、0.0001 a 0.2である。aの値が小さすぎると蛍光体の結晶母体中に存在する発光中心イオンが少なすぎて発光強度が小さくなる傾向にある。一方、aの値が大きすぎると濃度消光により発光強度が小さくなる傾向にある。従って、発光強度の点からは、aは好ましくは0.0005以上、より好ましくは0.002以上、また、好ましくは0.1以下、より好ましくは0.04以下が望ましい。また、Ceの含有量が高くなるに従って発光ピーク波長が長波長側にシフトして視感度の高い緑色発光量が相対的に増加するために、発光強度と発光ピーク波長とのバランスの点から、aは、通常0.004以上、好ましくは0.008以上、より好ましくは0.02以上、また、通常0.15以下、好ましくは0.1以下、より好ましくは0.08以下がさらに望ましい。

【0066】

また、上記式(2)におけるM²は2価の金属元素であるが、発光効率等の面から、Mg、Ca、Zn、Sr、Cd、及びBaからなる群から選択された少なくとも1種であるのが好ましく、Mg、Ca、又は、Srであるのが更に好ましく、M²の元素の50モル

10

20

30

40

50

%以上がCaであることが特に好ましい。

【0067】

さらに、上記式(2)におけるM³は3価の金属元素であるが、M²と同様の面から、Al、Sc、Ga、Y、In、La、Gd、Yb、及びLuからなる群から選択された少なくとも1種であるのが好ましく、Al、Sc、Yb、又はLuであるのが更に好ましく、Sc、又はScとAl、又はScとLuであるのがより一層好ましく、M³の元素の50モル%以上がScであることが特に好ましい。

【0068】

蛍光体の母体結晶は、一般的には、2価の金属元素であるM²と3価の金属元素であるM³と酸素からなる、組成式M²M³₂O₄で表される結晶であるため、化学組成比は、一般には、上記式(2)におけるbが1、cが2で、dが4である。ただし、ここでは、付活剤元素であるCeが、M²又はM³のいずれかの金属元素の結晶格子の位置に置換するか、或いは、結晶格子間の隙間に配置する等により、上記式(2)においてbが1、cが2で、dが4とはならない場合もあり得る。

【0069】

従って、上記式(2)において、bは通常0.8以上、好ましくは0.9以上、また、通常1.2以下、好ましくは1.1以下の数であることが望ましい。また、cは通常1.6以上、好ましくは1.8以上、また、通常2.4以下、好ましくは2.2以下の数であることが望ましい。さらに、dは通常3.2以上、好ましくは3.6以上、また、通常4.8以下、好ましくは4.4以下の数であることが望ましい。

【0070】

また、上記式(2)において、M²及びM³は、それぞれ2価及び3価の金属元素を表すが、発光特性や結晶構造などで本質的に異なる点がなければ、M²及び/又はM³のごく一部を1価、4価、5価のいずれかの価数の金属元素とし、電荷バランスなどを調整することも可能であり、さらに、微量の陰イオン、たとえば、ハロゲン元素(F、Cl、Br、I)、窒素、硫黄、セレンなどが、化合物の中に含まれていてもよい。

この蛍光体は、420nm～480nmの光で励起され、特に440～470nmで最も効率がよい。発光スペクトルは、490～550nmにピークを持ち、450～700nmの波長成分を有する。

【0071】

(第1発光部のその他の例)

第1発光部に用いて好適な発光物質のその他の例としては、(Ba, Ca, Sr)MgAl₁₀O₁₇:Euや、(Ba, Mg, Ca, Sr)₅(PO)₄Cl:Eu、(Ba, Ca, Sr)₃MgSi₂O₈:Eu等の400nm～500nmに発光ピークを持つ物質や、(Ba, Ca, Sr)MgAl₁₀O₁₇:Eu, Mn、(Ba, Ca, Sr)Al₂O₄:Eu、(Ba, Ca, Sr)Al₂O₄:Eu、一般式Ca_xSi_{12-(m+n)}Al_(m+n)O_nN_{16-n}:Eu(但し、0.3 < x < 1.5、0.6 < m < 3、0 n < 1.5)で表されるEuで付活されたサイアロン等の500nm～600nmに発光ピークを持つ物質が挙げられるが、これらに限定されない。また、上述の蛍光体を複数用いても良い。

【0072】

(第2発光部の発光物質に好適なものの例)

(第2発光部の第1の例)

第2発光部の発光物質に好適な発光物質の第1の例としては、下記式(3)で表わされる蛍光体が挙げられる。



【0073】

上記式(3)において、Mは、Mn、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Ybからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であって、少なくともEuを含むものを表わし、Aは、M元素以外の2価の金属元素からなる群から選ば

10

20

30

40

50

れる1種または2種以上の元素を表わし、Dは、4価の金属元素からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素を表わし、Eは、3価の金属元素からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素を表わし、Xは、O、N、Fからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素を表わす。

【0074】

また、上記式(3)中、a、b、c、d、eはそれぞれ下記範囲の数である。

$$0.00001 \leq a \leq 0.1$$

$$a + b = 1$$

$$0.5 \leq c \leq 4$$

$$0.5 \leq d \leq 8$$

$$0.8 \times (2/3 + 4/3 \times c + d) \leq e$$

$$e \leq 1.2 \times (2/3 + 4/3 \times c + d)$$

10

【0075】

上記式(3)において、Mは、少なくともEuを含み、Mn、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Ybからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であるが、中でも、Mn、Ce、Sm、Eu、Tb、Dy、Er、Ybからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であることが好ましく、Euであることが更に好ましい。

【0076】

また、上記式(3)において、Aは、M元素以外の2価の金属元素からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であるが、中でも、Mg、Ca、Sr、Baからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であることが好ましく、Caであることが更に好ましい。

20

さらに、上記式(3)において、Dは、4価の金属元素からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であるが、中でも、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Hfからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であることが好ましく、Siであることが更に好ましい。

【0077】

また、上記式(3)において、Eは、3価の金属元素からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であるが、中でも、B、Al、Ga、In、Sc、Y、La、Gd、Luからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であることが好ましく、Alであることが更に好ましい。

30

さらに、上記式(3)において、Xは、O、N、Fからなる群から選ばれる1種または2種以上の元素であるが、中でも、N、またはNとOからなることが好ましい。

【0078】

また、上記式(3)において、aは発光中心となる元素Mの含有量を表し、蛍光体中のMと(M+A)の原子数の比a{ただし、 $a = (M\text{の原子数}) / (M\text{の原子数} + A\text{の原子数})$ }が0.00001以上0.1以下となるようにするのがよい。a値が0.00001より小さいと発光中心となるMの数が少ないため発光輝度が低下する虞がある。a値が0.1より大きいとMイオン間の干渉により濃度消光を起こして輝度が低下する虞がある。中でも、MがEuの場合には発光輝度が高くなる点で、a値が0.002以上0.03以下であることが好ましい。

40

【0079】

さらに、上記式(3)において、cはSiなどのD元素の含有量であり、0.5c4で示される量である。好ましくは、0.5c1.8、さらに好ましくはc=1がよい。cが0.5より小さい場合および4より大きい場合は、発光輝度が低下する虞がある。また、0.5c1.8の範囲は発光輝度が高く、中でもc=1が特に発光輝度が高い。

【0080】

さらに、上記式(3)において、dはAlなどのE元素の含有量であり、0.5d

50

8で示される量である。好ましくは、0.5 d 1.8、さらに好ましくはd = 1がよい。d値が0.5より小さい場合および8より大きい場合は発光輝度が低下する虞がある。また、0.5 d 1.8の範囲は発光輝度が高く、中でもd = 1が特に発光輝度が高い。

【0081】

さらに、上記式(3)において、eはNなどのX元素の含有量であり、 $0.8 \times (2/3 + 4/3 \times c + d)$ 以上 $1.2 \times (2/3 + 4/3 \times c + d)$ 以下で示される量である。さらに好ましくは、e = 3がよい。eの値が上記範囲外となると、発光輝度が低下する虞がある。

【0082】

以上の組成の中で、発光輝度が高く好ましい組成は、少なくとも、M元素にEuを含み、A元素にCaを含み、D元素にSrを含み、E元素にAlを含み、X元素にNを含むものである。中でも、M元素がEuであり、A元素がCaであり、D元素がSrであり、E元素がAlであり、X元素がNまたはNとOとの混合物の無機化合物が望ましい。

この蛍光体は、少なくとも580nm以下の光で励起され、特に400nm~550nmで最も効率がよいため、第1発光部の発する光も良く吸収する。発光スペクトルは、580nm~720nmにピークを有する。

【0083】

(第2発光部の第2の例)

第2発光部の発光物質に好適な発光物質の第2の例としては、下記式(4)で表わされる蛍光体が挙げられる。



上記式(4)において、MはBa、Mg、Znから選ばれる少なくとも一種の元素を表し、a、b、c、d、eは、それぞれ下記の範囲の数である。

$$\begin{array}{ll} 0.0002 & a \\ 0.3 & b \\ 0 & d \\ a + b + c + d = 1 & \\ 0.9 & e \\ \end{array}$$

$$0.0002 \quad a \quad 0.02$$

$$0.3 \quad b \quad 0.9998$$

$$0 \quad d \quad 0.1$$

$$0.9 \quad e \quad 1.1$$

【0084】

熱安定性の面から、上記式(4)中のa的好ましい範囲について言えば、通常0.002以上、好ましくは0.0004以上、また、通常0.02以下が望ましい。

また、温度特性の面から、上記式(4)中のa的好ましい範囲について言えば、通常0.0004以上、また、通常0.01以下、好ましくは0.007以下、より好ましくは0.005以下、さらに好ましくは0.004以下がより望ましい。

【0085】

さらに、発光強度の面から、上記式(4)中のa的好ましい範囲について言えば、通常0.0004以上、好ましくは0.001以上、また、通常0.02以下、好ましくは0.008以下が望ましい。発光中心イオンEu²⁺の含有量が前記範囲より小さいと、発光強度が小さくなる傾向があり、一方、前記範囲より大きい場合でも、濃度消光と呼ばれる現象によりやはり発光強度が減少する傾向がある。

熱安定性、温度特性、発光強度の全てを兼ね備える、上記式(4)中のa的好ましい範囲について言えば、通常0.0004以上、好ましくは0.001以上、また、通常0.004以下の範囲が望ましい。

【0086】

また、上記式(4)の基本結晶Eu_aCa_bSr_cM_dS_eにおいては、Eu、Ca、Sr又はMが占めるカチオンサイトとSが占めるアニオンサイトのモル比が1対1であるが、カチオン欠損やアニオン欠損が多少生じっていても本目的の蛍光性能に大きな影響がないので、Sが占めるアニオンサイトのモル比eを0.9以上1.1以下の範囲で上記式(4)の基本結晶を使用することができる。

【0087】

上記式(4)の蛍光体において、Ba、Mg、Znから選ばれる少なくとも一種の元素を表すMは本発明にとって必ずしも必須の元素ではないが、Mのモル比dで0 d 0.1の割合で前記式(4)の化学物質中に含んでいても、本発明の目的を達成することができる。

【0088】

さらに、不純物として1%以下の量でEu、Ca、Sr、Ba、Mg、Zn、S以外の元素を前記式(4)の化学物質に含んでいても使用上の問題はない。

この蛍光体は、600nm以下の光で励起され、特に400nm~550nmで最も効率がよいため、第1発光部の発する光も良く吸収する。発光スペクトルは、620nm~680nmにピークを有する。

【0089】

(第2発光部のその他の例)

第2発光部に用いて好適な発光物質のその他の例としては、発光波長が550nm~750nmであって、第1発光部よりも発光波長が長波長であれば特に制限はされないが、例えば、一般式 $\text{Ca}_x\text{Si}_{12-(m+n)}\text{Al}_{(m+n)}\text{O}_n\text{N}_{16-n}$: Eu(但し、 $0.3 < x < 1.5$ 、 $0.6 < m < 3$ 、 $0 < n < 1.5$)で表されるEuで付活されたサイアロン、 $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$: Eu、 $\text{CaSi}_7\text{N}_{10}$: Eu、蛍光を発するユーロピウム錯体等を用いることが出来る。また、上述の蛍光体を複数用いても良い。

【0090】

さらに、発光物質は、通常は粒子状で用いられる。この際、発光物質粒子の粒径は、通常 $150\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは $5\mu\text{m}$ 以下である。この範囲を上回ると、発光装置の発光色のばらつきが大きくなると共に、発光物質と封止材を混合した場合には発光物質を均一に塗布することが困難となる虞がある。また、通常 $0.001\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $0.01\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.1\mu\text{m}$ 以上、更に好ましくは $1\mu\text{m}$ 以上、最も好ましくは $2\mu\text{m}$ 以上である。この範囲を下回ると、発光効率が低下する。

また、第1発光部の発光物質に対する第2発光部の発光物質との体積比は任意であるが、通常 0.05 以上、好ましくは 0.1 以上、より好ましくは 0.2 以上、また、通常 1 以下、好ましくは 0.8 以下、より好ましくは 0.5 以下である。この比が大きすぎても小さすぎても好ましい白色発光を得ることが難しい。

【0091】

なお、バインダを用いないで第1発光部及び第2発光部を形成する場合は、例えば、発光物質を焼成して焼成体を作製し、その焼成体をそのまま第1発光部や第2発光部に用いることができる。また、例えば発光物質でガラスを作製したり、発光物質の単結晶を加工したものを用いたりしても、第1発光部や第2発光部をバインダを用いずに作製することができる。なお、バインダを用いない場合にも、添加剤等のその他の成分を第1発光部や第2発光部に共存させることも可能である。

【0092】

さらに、第2発光部には、光源及び第1発光部が発する光により励起されて第1発光部が発する光よりも長波長の成分を含む光を発する発光物質、バインダ、及びその他の成分に加え、第1発光部の発光物質が混合していてよい。ただし、より大きい光束をえるためには、第2発光部に含まれる第1発光部の発光物質の濃度は小さいことが好ましく、第2発光部に第1発光部の発光物質が含まれていないことがより好ましい。

【0093】

一方、第1発光部には通常は第2発光部の発光物質は含有されていないが、第1発光部が発する光の光束が小さくならない程度であれば第2発光部の発光物質が含まれていても良く、通常40体積%以下が望ましく、第2発光部の発光物質が全く含有されていないことがより望ましい。即ち、第1発光部が発した光によって第2発光部中の発光物質が励起されることはあるても、第1発光部中において第1発光部の発光物質が発した光を第2発

10

20

30

40

50

光部の発光物質が吸収しすぎないように、各発光部中の発光物質を選択するべきである。

【0094】

(2) バインダ

上記のように、第1発光部及び第2発光部は、発光物質の他、バインダを含有することがある。バインダは、通常、粉末状や粒子状の発光物質をまとめたり、フレームに添着させたりするために用いる。本発明の発光装置に用いるバインダについて制限は無く、公知のものを任意に用いることができる。

ただし、発光装置を透過型、即ち、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光が第1発光部又は第2発光部を透過して発光装置外部に放出されるように構成した場合、バインダとしては、発光装置が発する光の各成分を透過させるものを選択することが望ましい。

【0095】

バインダの例を挙げると、樹脂等の他、ガラス等の無機材料も用いることができる。その具体例を挙げると、樹脂としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の有機合成樹脂、ポリシロキサンゲルやガラス等の無機材料などが挙げられる。

【0096】

また、バインダとして樹脂を用いる場合、その樹脂の粘度は任意であるが、使用する発光物質の粒径と比重、特に、表面積当たりの比重に応じて、適当な粘度を有するバインダを用いることが望ましい。例えば、エポキシ樹脂をバインダに使用するときに、発光物質粒子の粒径が $2\text{ }\mu\text{m} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ 、その比重が2~5である場合には、通常、1~10Pasの粘度のエポキシ樹脂を用いると、発光物質粒子をよく分散させることができるために、好みしい。

なお、バインダは1種を単独で用いても良く、2種以上を任意の組み合わせ及び比率で併用しても良い。

【0097】

(3) 発光物質の使用比率

発光物質にバインダを用いる場合、発光物質とバインダとの比に制限は無いが、バインダに対する発光物質の比は、重量比で、通常0.01以上、好みしくは0.05以上、より好みしくは0.1以上、また、通常5以下、好みしくは1以下、より好みしくは0.5以下であることが望ましい。

【0098】

ただし、発光装置が透過型である場合、より高い光束を得るためにには、発光物質は第1発光部及び第2発光部内で適度に分散していることが望ましい。一方、発光装置が反射型(即ち、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられる光が、第1発光部又は第2発光部を透過せずに発光装置外部に放出されるもの)である場合、より高い光束を得るために、発光物質は高密度に充填されることが好みしい。したがって、発光物質の組成は、これらを考慮しつつ、発光装置の用途、発光物質の種類や物性、バインダの種類や粘度等に応じて設定するべきである。

【0099】

なお、発光装置が放出する光の発光色は、第1発光部及び第2発光部それぞれの発光物質の比、及び、発光物質の使用重量の調整により、任意に変更することができる。これにより、色座標が($x = 0.333, y = 0.333$)の光はもとより、($x = 0.47, y = 0.42$)、($x = 0.35, y = 0.25$)、($x = 0.25, y = 0.30$)、($x = 0.30, y = 0.40$)などの中間的な発色も可能である。

【0100】

(4) その他の成分

また、発光物質にその他の成分を含有させ、発光物質並びに、適宜使用されるバインダ及びその他の成分で第1発光部及び第2発光部を形成しても良い。

その他の成分に特に制限は無く、公知の添加剤を任意に使用することができる。

具体例を挙げると、例えば、発光装置の配光特性や混色の制御を行なう場合には、その

10

20

30

40

50

他の成分として、アルミナやイットリア等の拡散剤を使用することが好ましい。

また、例えば、発光物質を高密度に充填する場合には、その他の成分として、ピロリン酸カルシウムや硼酸バリウムカルシウム等の結着剤を使用することが好ましい。

【0101】

(5. 発光部の作製方法)

第1発光部及び第2発光部の作製方法に特に制限は無く、任意の方法により作製することができる。以下、第1発光部及び第2発光部の作製方法を例示して説明するが、以下に説明する作製方法以外の方法により第1発光部及び第2発光部を作製することも可能である。

第1発光部及び第2発光部は、例えば、発光物質並びに適宜用いられるバインダ及びその他の成分を分散媒に分散させてスラリーを調製し、調製したスラリーをフレーム等の基材に塗布した後、スラリーを乾燥させて形成することができる。

【0102】

スラリーの調整は、発光物質と、適宜用いられるバインダ及び添加剤等その他の成分とを、分散媒に混合することにより行なう。なお、スラリーは、バインダの種類によってはペースト、ペレット等に呼称が変わる場合があるが、本明細書ではこれらを含めてスラリーと呼ぶことにする。

スラリー調製に用いる分散媒に制限は無く、公知の分散媒を任意に用いることができる。その具体例としては、n-ヘキサン、n-ヘプタン、ソルベッソ等の鎖状炭化水素、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素、トリクロロエチレン、パークロロエチレン等のハロゲン化炭化水素、メタノール、エタノール、イソプロパノール、n-ブタノール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等のケトン類、酢酸エチル、酢酸n-ブチル等のエステル類、セロソブル、ブチルソルブ、セロソルブアセテートなどのエーテル類、水や任意の水溶液等の水系溶剤などが挙げられる。

【0103】

次に、調製したスラリーをフレーム等の基材に塗布する。塗布方法は任意であるが、例えば、ディスペンス、ポッティング等の手法が利用できる。

なお、フレームに直接スラリーを塗布する場合には、第1発光部となるスラリーと、第2発光部となるスラリーとの塗布の順序は任意であり、いずれを先に塗布してもよい。また、同時に塗布しても良い。

【0104】

塗布後、分散媒を乾燥させて、第1発光部及び第2発光部を作製する。乾燥方法は任意であるが、例えば、自然乾燥、加熱乾燥、真空乾燥、焼き付け、紫外線照射、電子線照射等の方法を用いればよい。中でも、数十～百数十の温度でのベーキングは、安価な設備で簡単に、確実に分散媒を除去できるため好ましい。

【0105】

なお、上述したように、反射型の発光装置を製造する目的で発光物質の高密度化を行なう場合には、スラリーにその他の成分として結着剤を混合することが好ましい。また、結着剤を混合したスラリーを塗布する場合には、スクリーン印刷式やインクジェット印刷などの塗布方法を用いることが望ましい。第1発光部と第2発光部との領域分けが簡単だからである。もちろん、結着剤を使用する場合に通常の塗布方法により塗布を行なってよい。

【0106】

また、スラリーを用いずに第1発光部及び第2発光部を作製する方法もある。例えば、発光物質と、適宜使用されるバインダやその他の成分とを混合し、混練成形することによって、第1発光部及び第2発光部を作製することもできる。さらに、成形する際には、例えば、プレス成形、押し出し成形(T-ダイ押出、インフレーション押出、ブロー成形、溶融紡糸、異型押出等)、射出成形などを行なうことにより成形を行なうこともできる。

【0107】

さらに、バインダがエポキシ樹脂やシリコン樹脂等の熱硬化性のものである場合には、

10

20

30

40

50

硬化前のバインダと発光物質と適宜用いられるその他の成分とを混合、成形して、その後、加熱によりバインダを硬化させて第1発光部及び第2発光部を作製することができる。また、バインダがUV硬化性である場合には、上記方法の加熱の代わりにUV光を照射することによりバインダ樹脂を硬化させて、第1発光部及び第2発光部を作製することができる。

【0108】

ところで、第1発光部及び第2発光部は、発光装置の製造の際に一連の工程の中で作製してもよいが、予め第1発光部及び第2発光部を別途用意しておき、フレーム等に後から組み込んで発光装置を完成させるようにしても良い。さらに、フレームと、第1発光部及び第2発光部のいずれか一方とを組み合わせたユニットを用意しておき、このユニットを組み合わせることにより発光装置を完成させるようにすることも可能である。10

【0109】

[4. 実施形態]

以下、本発明の実施形態を挙げて本発明について説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において任意に変形して実施することができる。

(1) 第1実施形態

図3は本発明の第1実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、図3(a)はその断面図であり、図3(b)はその上面図である。

図3(a), (b)に示すように、本実施形態の発光装置1は、フレーム2と、光源である青色LED(青色発光部)3と、第1発光部である緑色発光部4と、第2発光部である赤色発光部5とを備えている。20

【0110】

フレーム2は、青色LED3、緑色発光部4及び赤色発光部5を保持するための樹脂製の基部である。フレーム2の上面には、図中上側に開口した断面台形状の凹部(窪み)2Aが形成されている。これにより、フレーム2はカップ形状となっているため、発光装置1から放出される光に指向性をもたらすことができ、放出する光を有効に利用できるようになっている。なお、発光装置1の凹部2Aの寸法(斜面の勾配や開口部から底面までの深さ等)は、発光装置1が光を所定方向(ここでは、図中上方向)に向けて放出できるような寸法に設定されている。30

【0111】

また、凹部2Aの底部には、発光装置1の外部から電力を供給される図示しない電極が設けられていて、この電極から、青色LED3に電力を供給できるようになっている。

さらに、フレーム2の凹部2A内面は、金属メッキにより、可視光域全般の光の反射率を高められていて、これにより、フレーム2の凹部2A内面に当たった光も、発光装置1から所定方向に向けて放出できるようになっている。なお、金属メッキが電極をショートしないように配慮することは言うまでもない。

【0112】

フレーム2の凹部2Aの底部には、光源として青色LED3が設置されている。青色LED3は、電力を供給されることにより青色の光を発するLEDである。この青色LED3から発せられた青色光の一部は緑色発光部4及び赤色発光部5内の発光物質(ここでは、蛍光物質)に励起光として吸収され、また別の一部は、発光装置1から所定方向(ここでは、図中上方向)に向けて放出されるようになっている。40

【0113】

また、前記のように、青色LED3はフレーム2の凹部2Aの底部に設置されているのであるが、ここでは、フレーム2と青色LED3との間は銀ペースト(接着剤に銀粒子を混合したもの)6によって接着され、これにより、青色LED3はフレーム2に設置されている。さらに、この銀ペースト6は、青色LED3で発生した熱を放熱する役割も果たしている。

【0114】

さらに、フレーム2には、青色LED3に電力を供給するための金製のワイヤ7が取り付けられている。つまり、青色LED3とフレーム2の凹部2Aの底部に設けられた電極(図示省略)とは、ワイヤ7を用いてワイヤボンディングによって結線されていて、このワイヤ7を通電することによって青色LED3に電力が供給され、青色LED3が青色光を発するようになっている。

【0115】

さらに、フレーム2の凹部2Aには、第1発光部としての緑色発光部4と、第2発光部としての赤色発光部5とが設けられている。

凹部2Aは、緑色発光部4と赤色発光部5とによって充填されていて、緑色発光部4及び赤色発光部5が凹部2Aの開口部で発光装置1の外部に面している面が、発光装置1が所定方向に向けて光を放出する光出射面1Aとして機能している。つまり、この光出射面1Aから、青色LED3から発せられる青色光、緑色発光部4から発せられる緑色光、及び、赤色発光部5から発せられる赤色光が所定方向に向けて放出されるようになっている。なお、本実施形態においては、発光装置1から光が放出される面はこの光出射面1Aしかなく、したがって、発光装置1の光出射面1Aは発光装置1の光放出面Y₁としても機能しているのである。

【0116】

緑色発光部4は、緑色蛍光体と透明樹脂とで形成されている。緑色蛍光体は、緑色発光部4の発光物質であり、青色LED3が発する青色光により励起されて、青色光よりも長波長の光である緑色光を発する蛍光物質である。また、透明樹脂は緑色発光部4のバインダであり、ここでは、可視光を全波長領域に亘って透過させることができる合成樹脂であるエポキシ樹脂を用いている。

【0117】

緑色発光部4は、凹部2Aの底部から開口部にかけて、図中左側の部分を充填するように形成されている。また、緑色発光部4は青色LED3の全周を覆うように形成されていて、したがって、緑色発光部4は、赤色発光部5に比べて、より青色LED3の近くに形成されていることになる。よって、青色LED3が発する青色光は、まず緑色発光部4を通過して、それから、発光装置1外部や赤色発光部5に到達するようになっている。

【0118】

さらに、緑色発光部4は、凹部2Aの開口部において、第1光出射面4Aを有している。この第1光出射面4Aは、平面状に形成された緑色発光部4の図中上側表面であり、フレーム2の上面が形成する平面に重なるようになっている。また、第1光出射面4Aは、緑色発光部4から発せられる光を発光装置1外部の所定方向に放出する面であり、この第1光出射面4Aからは青色LED3が発した青色光も放出されるようになっている。さらに、第1光出射面4Aは、後述する第2光出射面5Aとともに、発光装置1が発する光を外部に放出する光出射面1Aを構成するようになっている。これにより、緑色発光部4は、光出射面1Aにおいて開放されることになる。

【0119】

一方、赤色発光部5は、赤色蛍光体と透明樹脂とで形成されている。赤色蛍光体は、赤色発光部5の発光物質であり、青色LED3が発する青色光、及び、緑色発光部4が発する緑色光により励起されて、緑色光よりも長波長の光である赤色光を発する蛍光物質である。また、透明樹脂は赤色発光部5のバインダであり、ここでは、緑色発光部4と同様、可視光を透過させることができるエポキシ樹脂を用いている。

【0120】

赤色発光部5は、凹部2Aの底部から開口部にかけて、図中右側の部分を充填するように形成されている。前述の通り、緑色発光部4も凹部2Aの底部から開口部にかけて形成されており、したがって、発光装置1では緑色発光部4の厚さ(図中縦方向の距離)と赤色発光部5の厚さとはほぼ等しくなるように形成されている。

また、青色LED3が緑色発光部4により覆われているため、赤色発光部5は緑色発光部4に比べて、青色LED3の遠くに形成されていることになる。

10

20

30

40

50

【0121】

さらに、赤色発光部5も、緑色発光部4と同様、凹部2Aの開口部において、第2光出射面5Aを有している。この第2光出射面5Aは、平面状に形成された赤色発光部5の図中上側表面であり、フレーム2の上面が形成する平面に重なるようになっている。また、第2光出射面5Aは、赤色発光部5から発せられる光を発光装置1外部の所定方向に放出する面であり、この第2光出射面5Aからは青色LED3が発した青色光、及び、場合によっては緑色発光部4が発して境界面X₁から赤色発光部5に入射した緑色光も放出されるようになっている。さらに、第2光出射面5Aは、上記のように、第1光出射面4Aとともに、発光装置1が発する光を外部に放出する光出射面1Aを構成するようになっている。これにより、赤色発光部5は、光出射面1Aにおいて開放されていることになる。

10

【0122】

また、緑色発光部4の図中右側側面4Bと、赤色発光部5の図中左側側面5Bとは、その全面に亘って直接接している。この互いに接している緑色発光部4の右側側面4Bと赤色発光部5の左側側面5Bとは同一の面を形成するが、本実施形態の発光装置1においては、この面が緑色発光部4と赤色発光部5との境界面X₁を形成している。さらに、発光装置1では、この境界面X₁の面積が、緑色発光部4の表面積（ここでは、緑色発光部4と、フレーム2、青色LED3、赤色発光部5、及びワイヤ7とが接する面の面積、並びに、緑色発光部4が外部に開放された第1光出射面4Aの面積の合計）の通常50%以下、好ましくは30%以下となるように構成されている。

さらに、境界面X₁は、その面積が、発光装置1の光放出面Y₁（ここでは光出射面1Aに一致）の面積の通常50%以下、好ましくは30%以下となるように構成されている。

20

【0123】

本実施形態の発光装置1は上記のように構成されている。したがって、青色LED3から青色光が発せられると、その一部は緑色発光部4で励起光として用いられ、緑色発光部4から緑色光が発せられる。また、青色LED3から発せられた青色光の他の一部は、赤色発光部5で励起光として用いられ、赤色発光部5から赤色光が発せられる。さらに、緑色発光部4で発せられた緑色光は、その一部が赤色発光部5に吸収され、励起光として使用されることになる。そして、このようにして発せられた青色光、緑色光及び赤色光が、それぞれ光出射面1Aから所定方向に放出される。

【0124】

30

このような構成により、発光装置1は、高い発光効率及び演色性を発揮することができる。即ち、緑色発光部4及び赤色発光部5が光出射面1Aにおいて開放されるとともに、境界面X₁の面積を、緑色発光部4の全表面積に対して所定値（50%）以下としているため、緑色発光部4から発せられる光が赤色発光部5に吸収される量を抑制することができ、これにより、発光装置1の発光効率を高めることができる。また、発光装置1から放出される光の成分のばらつきを抑制することもできるため、発光装置1の色再現性や演色性も向上させることが可能である。

【0125】

(2) 第2実施形態

図4は本発明の第2実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、図4(a)はその断面図であり、図4(b)はその上面図である。

40

図4(a), (b)に示すように、本実施形態の発光装置11は、フレーム12と、光源である青色LED(青色発光部)13と、第1発光部である緑色発光部14と、第2発光部である赤色発光部15とを備えている。

【0126】

フレーム12は、青色LED13、緑色発光部14及び赤色発光部15を保持するための樹脂製の基部である。このフレーム12は、平板状に形成されていて、その上面に、青色LED13、緑色発光部14及び赤色発光部15が設けられている。

フレーム12の表面には、発光装置11の外部から電力を供給される図示しない電極が設けられていて、この電極から、青色LED13に電力を供給できるようになっている。

50

さらに、フレーム12の表面は、金属メッキにより、可視光域全般の光の反射率を高められていて、これにより、フレーム12の表面に当たった光も、発光装置11から所定方向(ここでは、図中上方向)に向けて放出できるようになっている。

【0127】

フレーム12上には、光源として青色LED13が設置されている。この青色LED13は、第1実施形態の青色LED3と同様のものであり、同様に機能するため、ここでは説明を省略する。また、青色LED13は、青色LED3と同様、銀ペースト16によりフレーム12に固定され、ワイヤ17により電極を通じて電力を供給されるようになっている。このとき、発光装置11の銀ペースト16及びワイヤ17は、それぞれ第1実施形態の銀ペースト6及びワイヤ7と同様である。

10

【0128】

さらに、フレーム12上には、青色LED13の全周を覆うようにして第1発光部としての緑色発光部14が設けられていて、さらに、緑色発光部14上部の図中左右両端には、第2発光部としての赤色発光部15が設けられている。詳しくは、緑色発光部14及び赤色発光部15が組み合わされて全体として直方体を形成し、その上部両端に赤色発光部15が形成され、それ以外の部分に緑色発光部14が形成されている形状となっている。

【0129】

また、発光装置11は光を放出する所定方向が図中上方向となるように設定されており、このため、緑色発光部14の上面14A及び赤色発光部15の上面15Aで形成される面11Aが、発光装置11が所定方向に向けて光を放出する光出射面11Aとして機能する。つまり、この光出射面11Aから、青色LED13から発せられる青色光、緑色発光部14から発せられる緑色光、及び、赤色発光部15から発せられる赤色光が所定方向に向けて放出されるようになっている。なお、ここでは緑色発光部14の上面14A及び赤色発光部15の上面15Aで形成される光出射面11Aは、単一の平面として形成されているものとする。

20

【0130】

緑色発光部14は第1実施形態の緑色発光部4と同様の材料により形成されている。また、緑色発光部14は青色LED13の全周を覆っているため、緑色発光部14は、赤色発光部15に比べて、より青色LED13の近くに形成されていることになる。よって、第1実施形態と同様、青色LED13が発する青色光は、まず緑色発光部14を通過して、それから、発光装置11外部や赤色発光部15に到達するようになっている。

30

さらに、上記のように緑色発光部14は、その上面14Aが発光装置11の外部に面していて、この上面14Aから所定方向に緑色光を放出するようになっている。したがって、緑色発光部14は、この上面14Aにおいて、即ち、上面14Aを含む光出射面11Aにおいて、開放されていることになる。なお、この上面14Aからは青色LED13が発した青色光も放出されるようになっている。

【0131】

一方、赤色発光部15は、第1実施形態の赤色発光部5と同様の材料により形成されている。また、赤色発光部14が青色LED13の全周を覆っているため、赤色発光部15は、緑色発光部14に比べて、より青色LED13の遠くに形成されていることになる。

40

さらに、上記のように赤色発光部15も、その上面15Aが発光装置11の外部に面していて、この上面15Aから所定方向に赤色光を放出するようになっている。したがって、赤色発光部15は、この上面15Aにおいて、即ち、上面15Aを含む光出射面11Aにおいて、開放されていることになる。なお、この上面15Aからは、青色LED13が発した青色光、及び、場合によっては緑色発光部14が発して境界面X₁₁から赤色発光部15に入射した緑色光も放出されるようになっている。

【0132】

また、本実施形態の発光装置11においては、緑色発光部14と赤色発光部15とが直接接するようになっている。具体的には、赤色発光部15の内側側面15B及び下面15Cそれぞれの全面が、対応する緑色発光部14の面14Bに対して直接接するようになっ

50

ている。したがって、左右両方の赤色発光部 15 の内側側面 15B 及び下面 15C と緑色発光部 14 の面 14B とが接している面それぞれが、境界面 X11 を形成している。発光装置 11 においては、この境界面 X11 の面積（即ち、内側側面 15B 及び下面 15C と面 14B とが接している面の面積の合計）が、緑色発光部 14 の表面積（ここでは、緑色発光部 14 と、フレーム 12、青色 LED 13、赤色発光部 15、及びワイヤ 17 とが接する面の面積、並びに、緑色発光部 14 が外部に開放された上面 14A 及び下部側面 14C の面積の合計）の通常 50% 以下、好ましくは 30% 以下となるように構成されている。

【0133】

さらに、境界面 X₁₁ は、その面積が、発光装置 11 の光放外面 Y₁₁ の面積の通常 50% 以下、好ましくは 30% 以下となるように構成されている。なお、ここでは、光放外面 Y₁₁ は、光出射面 11A（即ち、緑色発光部 14 の上面 14A 及び赤色発光部 15 の上面 15A）と、緑色発光部 14 の下部側面 14C と、赤色発光部 15 の外側側面 15D とから形成されている。

【0134】

本実施形態の発光装置 11 は上記のように構成されている。したがって、青色 LED 13 から青色光が発せられると、その一部は緑色発光部 14 で励起光として用いられ、緑色発光部 14 から緑色光が発せられる。また、青色 LED 13 から発せられた青色光の他の一部は、赤色発光部 15 で励起光として用いられ、赤色発光部 15 から赤色光が発せられる。さらに、緑色発光部 14 で発せられた緑色光は、その一部が赤色発光部 15 に吸収され、励起光として使用されることになる。そして、このようにして発せられた青色光、緑色光及び赤色光が、それぞれ光出射面 11A から所定方向に放出される。

【0135】

このような構成により、発光装置 11 は、高い発光効率及び演色性を發揮することができる。即ち、緑色発光部 14 及び赤色発光部 15 が光出射面 11A において開放されるとともに、境界面 X₁₁ の面積を、緑色発光部 14 の全表面積に対して所定値（50%）以下としているため、緑色発光部 14 から発せられる光が赤色発光部 15 に吸収される量を抑制することができ、これにより、発光装置 11 の発光効率及び演色性を高めることができる。また、発光装置 11 から放出される光の成分のばらつきを抑制することもできるため、発光装置 11 の演色性や色再現性も向上させることができることである。

また、発光装置 11 によれば、第 1 実施形態の発光装置 1 と同様の作用、効果を奏すことができる。

【0136】

（3）第 3 実施形態

図 5 は本発明の第 3 実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、図 5 (a) はその断面図であり、図 5 (b) はその上面図である。ただし、図 5 (b) においては、説明のため、封止部の図示は省略している。

図 5 (a), (b) に示すように、本実施形態の発光装置 21 は、フレーム 22 と、光源である青色 LED (青色発光部) 23 と、第 1 発光部である緑色発光部 24 と、第 2 発光部である赤色発光部 25 と、反射板 28 と、封止部 29 とを備えている。

【0137】

フレーム 22 は、青色 LED 23、緑色発光部 24、赤色発光部 25 及び封止部 29 を保持するためにの樹脂製の基部である。このフレーム 22 は、平板状に形成されていて、その上面に、青色 LED 23、緑色発光部 24、赤色発光部 25 及び封止部 29 が設けられている。

フレーム 22 は、第 2 実施形態のフレーム 12 と同様に、図示しない電極を有し、また、金属メッキを施されることによりフレーム 22 の表面に当たった光も、発光装置 21 から所定方向（ここでは、図中上方向）に向けて放出できるようになっている。

【0138】

フレーム 22 上には、光源として青色 LED 23 が設置されている。この青色 LED 23

10

20

30

40

50

3は、第1，第2実施形態の青色LED3，13と同様のものであり、同様に機能するため、ここでは説明を省略する。また、青色LED23は、ハンダバンプ26を利用してフリップボンディングで固定され、ハンダバンプ26を通じて電極から電力を供給されるようになっている。

【0139】

また、本実施形態では、青色LED23の上部には、下面を鏡面として形成された反射板28が取り付けられている。これにより、青色LED23から図中上向きに放出された光は反射板28で反射して、緑色発光部24及び赤色発光部25のいずれかに入射するようになっている。

さらに、フレーム22には、フレーム22の上側全体を覆う封止部29が設けられている。この封止部29は、少なくとも青色LED23が発する青色光、緑色発光部24が発する緑色光、及び赤色発光部25が発する赤色光を透過する素材で形成されている。

【0140】

さらに、フレーム22上には、第1発光部としての緑色発光部24と、第2発光部としての赤色発光部25とが、それぞれ同じ膜厚の膜状に形成されていて、この緑色発光部24と赤色発光部25とによってフレーム22の上面全体が覆われている。

また、発光装置21は光を放出する所定方向が図中上方向となるように設定されており、このため、緑色発光部24の上面24A及び赤色発光部25の上面25Aで形成される面21Aが、発光装置21が所定方向に向けて光を放出する光出射面21Aとして機能する。つまり、この光出射面21Aから、青色LED23から発せられる青色光、緑色発光部24から発せられる緑色光、及び、赤色発光部25から発せられる赤色光が所定方向に向けて放出されるようになっている。なお、ここでは緑色発光部24の上面24A及び赤色発光部25の上面25Aで形成される光出射面21Aは、単一の平面として形成されているものとする。また、青色LED23から発せられた光は反射板28のために直接所定方向に向けて放出されることは無く、一旦フレーム22で反射して外部に放出されるようになっている。

【0141】

緑色発光部24は第1，第2実施形態の緑色発光部4，14と同様の材料がフレーム22上に成膜されることにより形成されている。また、緑色発光部24は、青色LED23とフレーム22とがフリップボンディングにより接着されている部分の全体を囲むように、フレーム22の図中左端から青色LED23よりも図中右側部分にかけて形成されている。このため、緑色発光部24は、赤色発光部25に比べて、より青色LED23の近くに形成されていることになる。よって、青色LED23が発する青色光の大部分は、緑色発光部24に入射するようになっている。

さらに、緑色発光部24は、その上面24Aから発光装置21の外部の所定方向に向けて、緑色光を放出できるようになっている。したがって、緑色発光部24は、この上面24Aにおいて、即ち、上面24Aを含む光出射面21Aにおいて、開放されていることになる。なお、この上面24Aからは青色LED23から発せられフレーム22で反射した青色光も放出されるようになっている。

【0142】

一方、赤色発光部25は第1，第2実施形態の赤色発光部5，15と同様の材料がフレーム22上に成膜されることにより形成されている。また、赤色発光部25は、緑色発光部24がフレーム22の図中左端から青色LED23よりも図中右側部分にかけて形成されているために、緑色発光部24に比べて、より青色LED23の遠くに形成されていることになる。

さらに、赤色発光部25は、その上面25Aから発光装置21の外部の所定方向に向けて、赤色光を放出できるようになっている。したがって、赤色発光部25は、この上面25Aにおいて、即ち、上面25Aを含む光出射面21Aにおいて、開放されていることになる。なお、この上面25Aからは青色LED23から発せられフレーム22で反射した青色光、及び、場合によっては緑色発光部24が発して境界面X₂₁から赤色発光部25に

10

20

30

40

50

入射した緑色光も放出されるようになっている。

【0143】

また、本実施形態の発光装置21においては、緑色発光部24と赤色発光部25とが直接接するようになっている。具体的には、緑色発光部24の図中右側側面24Bと赤色発光部25の図中左側側面25Bとが、全面にわたって直接接するようになっている。この互いに接している緑色発光部24の右側側面24Bと赤色発光部25の左側側面25Bとは同一の面を形成するが、本実施形態の発光装置21においては、この面が緑色発光部24と赤色発光部25との境界面X₂₁を形成している。さらに、発光装置21では、この境界面X₂₁の面積が、緑色発光部24の表面積{ここでは、緑色発光部24と、フレーム22、青色LED23、赤色発光部25とが接する面の面積、並びに、緑色発光部24が外部に開放された上面24A及び右側側面24B(即ち、境界面X₂₁)以外の側面24Cの面積の合計}の通常50%以下、好ましくは30%以下となるように構成されている。10

【0144】

さらに、境界面X₂₁は、その面積が、発光装置21の光放出面Y₂₁の面積の通常50%以下、好ましくは30%以下となるように構成されている。なお、ここでは、光放出面Y₂₁は、光出射面21A(即ち、緑色発光部24の上面24A及び赤色発光部25の上面25A)と、緑色発光部14の右側側面24B(即ち、境界面X₂₁)以外の側面24Cと、赤色発光部15の左側側面25B(即ち、境界面X₂₁)以外の側面25Cとから形成されている。20

【0145】

本実施形態の発光装置21は上記のように構成されている。したがって、青色LED23から青色光が発せられると、その一部は緑色発光部24で励起光として用いられ、緑色発光部24から緑色光が発せられる。また、青色LED23から発せられた青色光の他の一部は、赤色発光部25で励起光として用いられ、赤色発光部25から赤色光が発せられる。さらに、緑色発光部24で発せられた緑色光は、その一部が赤色発光部25に吸収され、励起光として使用されることになる。そして、このようにして発せられた青色光、緑色光及び赤色光が、それぞれ光出射面21Aから所定方向に放出される。30

【0146】

このような構成により、発光装置21は、高い発光効率及び演色性を發揮することができる。即ち、緑色発光部24及び赤色発光部25が光出射面21Aにおいて開放されるとともに、境界面X₂₁の面積を、緑色発光部24の全表面積に対して所定値(50%)以下としているため、緑色発光部24から発せられる光が赤色発光部25に吸収される量を抑制することができ、これにより、発光装置21の発光効率及び演色性を高めることができる。また、発光装置21から放出される光の成分のはらつきを抑制することもできるため、発光装置21の演色性や色再現性も向上させることができる。40

また、発光装置21によれば、第1、第2実施形態の発光装置1,11と同様の作用、効果を奏すことができる。

【0147】

(4) 第4実施形態

図6は本発明の第4実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、図6(a)はその断面図であり、図6(b)はその上面図である。40

図6(a),(b)に示すように、本実施形態の発光装置31は、第1フレーム32と、光源である青色LED(青色発光部)33と、第1発光部である緑色発光部34と、第2発光部である赤色発光部35と、第2フレーム39とを備えている。

【0148】

第1フレーム32は、第1実施形態のフレーム2と同様に、青色LED33、緑色発光部34及び赤色発光部35を保持するための樹脂製の基部であり、その上面には、図中上側に開口した断面台形状の凹部(窪み)32Aが形成されている。したがって、第1実施形態と同様、発光装置31から放出される光に指向性をもたせることができ、放出する光を有效地に利用できるようになっている。50

また、第1フレーム32は、凹部32A表面に金属メッキを施されることにより第1フレーム32の表面に当たった光も、発光装置31から所定方向(ここでは、図中上方向)に向けて放出できるようになっている。

【0149】

第1フレーム32の上部には、第2フレーム39が設けられている。この第2フレーム39は、少なくとも青色LED33が発する青色光、緑色発光部34が発する緑色光、赤色発光部35が発する赤色光を透過する素材で形成されていることが好ましい。なお、本実施形態においては、第2フレーム39は前記の青色光、緑色光及び赤色光を透過する素材で形成されているとする。また、第2フレーム39は図示しない電極を有し、この電極を通して青色LED33に電力を供給できるようになっている。

10

【0150】

第2フレーム39の下面中央部には、光源として青色LED33が設置されている。この青色LED33は、第1～第3実施形態の青色LED3,13,23と同様のものであり、同様に機能するため、ここでは説明を省略する。また、青色LED33は、銀ペースト36により第2フレーム39に固定され、ワイヤ37により電極を通じて電力を供給されるようになっている。このとき、発光装置31の銀ペースト36及びワイヤ37は、それぞれ第1～第3実施形態の銀ペースト6,16,26及びワイヤ7,17,27と同様である。

また、第1フレーム32の凹部32A底部から第2フレーム39の下面までの空間は、少なくとも青色LED33が発する青色光、緑色発光部34が発する緑色光、赤色発光部35が発する赤色光を透過する素材(図示省略)でモールドされている。

20

【0151】

さらに、第1フレーム32上には、第1発光部としての緑色発光部34と、第2発光部としての赤色発光部35とが、それぞれ同じ膜厚の膜状に形成されていて、この緑色発光部34と赤色発光部35とによって第1フレーム32の凹部32Aの内面全体が覆われている。

また、発光装置31は光を放出する所定方向が図中上方向となるように設定されており、このため、凹部32Aの開口部における緑色発光部34の上側表面34A、凹部32Aの図中左側斜面における緑色発光部34の上側表面34B、凹部32Aの底面における緑色発光部34の上側表面34C、凹部32Aの開口部における赤色発光部35の上側表面35A、凹部32Aの図中右斜面における赤色発光部35の上側表面35B、及び、凹部32Aの底面における赤色発光部35の上側表面35Cで形成される面31Aが、発光装置31が所定方向に向けて光を放出する光出射面31Aとして機能する。つまり、この光出射面31Aから、青色LED33から発せられる青色光、緑色発光部34から発せられる緑色光、及び、赤色発光部35から発せられる赤色光が所定方向に向けて放出されるようになっている。なお、青色LED33から発せられた光は、銀ペースト36のために直接所定方向に向けて放出されることは無く、一旦第1フレーム32で反射して外部に放出されるようになっている。また、本実施形態においては、発光装置31から光が放出される面はこの光出射面31Aしかなく、したがって、発光装置31の光出射面31Aは発光装置31の光放出面Y₃₁としても機能しているのである。

30

【0152】

緑色発光部34は第1～第3実施形態の緑色発光部4,14,24と同様の材料が第1フレーム32の凹部32A表面に成膜されることにより形成されている。また、緑色発光部34は、凹部32A表面の左端から、中央部よりも図中右側(ここでは、青色LED33の右端に対応する位置よりも右側)にかけて形成されている。このため、緑色発光部34は、赤色発光部35に比べて、より青色LED33の近くに形成されることになる。よって、青色LED33が発する青色光の少なくとも半分以上は、緑色発光部34に入射するようになっている。

40

【0153】

さらに、緑色発光部34は、凹部32Aの開口部における緑色発光部34の上側表面3

50

4 A、凹部 3 2 A の図中左側斜面における緑色発光部 3 4 の上側表面 3 4 B、及び、凹部 3 2 A の底面における緑色発光部 3 4 の上側表面 3 4 C から発光装置 3 1 の外部の所定方向に向けて、緑色光を放出できるようになっている。したがって、緑色発光部 3 4 は、これらの面 3 4 A, 3 4 B, 3 4 C において、即ち、面 3 4 A, 3 4 B, 3 4 C を含む光出射面 3 1 A において、開放されていることになる。なお、これらの面 3 4 A, 3 4 B, 3 4 C からは、青色 LED 3 3 から発せられ第 1 フレーム 3 2 で反射した青色光も放出されるようになっている。

【 0 1 5 4 】

一方、赤色発光部 3 5 は第 1 ~ 第 3 実施形態の赤色発光部 5, 15, 25 と同様の材料が第 1 フレーム 3 2 の凹部 3 2 A 表面に成膜されることにより形成されている。また、赤色発光部 3 5 は、凹部 3 2 A の緑色発光部 3 4 が形成されていない部分に形成されている。したがって、赤色発光部 3 5 は、緑色発光部 3 4 が第 1 フレーム 3 2 の凹部 3 2 A の図中左端から中央部よりも図中右側にかけて形成されているために、緑色発光部 3 4 に比べて、より青色 LED 3 3 の遠くに形成されていることになる。したがって、青色 LED 3 3 が発した青色光は、赤色発光部 3 5 よりも緑色発光部 3 4 に多く入射するようになっている。

【 0 1 5 5 】

さらに、赤色発光部 3 5 は、凹部 3 2 A の開口部における赤色発光部 3 5 の上側表面 3 5 A、凹部 3 2 A の図中右斜面における赤色発光部 3 5 の上側表面 3 5 B、及び、凹部 3 2 A の底面における赤色発光部 3 5 の上側表面 3 5 C から発光装置 3 1 の外部の所定方向に向けて、赤色光を放出できるようになっている。したがって、赤色発光部 3 5 は、これらの面 3 5 A, 3 5 B, 3 5 C において、即ち、面 3 5 A, 3 5 B, 3 5 C を含む光出射面 3 1 A において、開放されていることになる。なお、これらの面 3 5 A, 3 5 B, 3 5 C からは青色 LED 3 3 から発せられ第 1 フレーム 3 2 で反射した青色光、及び、場合によっては緑色発光部 3 4 が発して境界面 X₃₁ から赤色発光部 3 5 に入射した緑色光も放出されるようになっている。

【 0 1 5 6 】

また、本実施形態の発光装置 3 1 においては、緑色発光部 3 4 と赤色発光部 3 5 とが直接接するようになっている。具体的には、緑色発光部 3 4 の図中右側側面 3 4 D と赤色発光部 3 5 の図中左側側面 3 5 D とが、全面にわたって直接接するようになっている。この互いに接している緑色発光部 3 4 の右側側面 3 4 D と赤色発光部 3 5 の左側側面 3 5 D とは同一の面を形成するが、本実施形態の発光装置 3 1 においては、この面が緑色発光部 3 4 と赤色発光部 3 5 との境界面 X₃₁ を形成している。さらに、発光装置 3 1 では、この境界面 X₃₁ の面積が、緑色発光部 3 4 の表面積（ここでは、凹部 3 2 A の開口部における緑色発光部 3 4 の上側表面 3 4 A、凹部 3 2 A の図中左側斜面における緑色発光部 3 4 の上側表面 3 4 B、凹部 3 2 A の底面における緑色発光部 3 4 の上側表面 3 4 C、緑色発光部 3 4 の図中右側側面 3 4 D、及び、緑色発光部 3 4 と第 1 フレーム 3 2 とが接する面の面積の合計）の通常 50 % 以下、好ましくは 30 % 以下となるように構成されている。

さらに、境界面 X₃₁ は、その面積が、発光装置 3 1 の光放出面 Y₃₁（ここでは、光出射面 3 1 A に一致）の面積の通常 50 % 以下、好ましくは 30 % 以下となるように構成されている。

【 0 1 5 7 】

本実施形態の発光装置 3 1 は上記のように構成されている。したがって、青色 LED 3 3 から青色光が発せられると、その一部は緑色発光部 3 4 で励起光として用いられ、緑色発光部 3 4 から緑色光が発せられる。また、青色 LED 3 3 から発せられた青色光の他の一部は、赤色発光部 3 5 で励起光として用いられ、赤色発光部 3 5 から赤色光が発せられる。さらに、緑色発光部 3 4 で発せられた緑色光は、その一部が赤色発光部 3 5 に吸収され、励起光として使用されることになる。そして、このようにして発せられた青色光、緑色光及び赤色光が、それぞれ光出射面 3 1 A（即ち、光放出面 Y₃₁）から所定方向に放出される。

10

20

30

40

50

【0158】

このような構成により、発光装置31は、高い発光効率及び演色性を發揮することができる。即ち、緑色発光部34及び赤色発光部35が光出射面31Aにおいて開放されるとともに、境界面X₃₁の面積を、緑色発光部34の全表面積に対して所定値(50%)以下としているため、緑色発光部34から発せられる光が赤色発光部35に吸収される量を抑制することができ、これにより、発光装置31の発光効率を高めることができる。また、発光装置31から放出される光の成分のばらつきを抑制することもできるため、発光装置31の演色性や色再現性も向上させることができる。

また、発光装置31によれば、第1～第3実施形態の発光装置1, 11, 21と同様の作用、効果を奏すことができる。

10

【0159】

[5. 発光装置の用途]

本発明の発光装置の用途に制限は無く、光を用いる任意の用途に適用することができる。用途の具体例を挙げると、照明、ディスプレイ用バックライトユニット、ディスプレイなどを挙げることができる。

【0160】

本発明の発光装置を照明として用いる際に特に制限は無く、例えばカメラ用のフラッシュ、ビデオカメラのライト、室内外の照明器具など、照明として様々な態様で用いることができる。なお、本発明の発光装置は、第1発光部及び第2発光部それぞれから放出される光の波長(即ち、色)が異なっているが、発光装置から放出された光は発光装置から放出された後十分に広がり、光源、第1発光部及び第2発光部から発せられた光が充分に混ざった状態で視覚されるため、視覚により観察した場合には光は成分ごとに分離せず目的とする色として視覚されることになる。本発明の発光装置を照明として用いれば、演色性の高い光を高い発光効率で照射することが可能となる。

20

【0161】

また、本発明の発光装置は、例えば導光板等の光学部材と組み合わせることにより、バックライトユニットとして用いることができる。具体例を挙げると、携帯電話のディスプレイなどには、液晶表示部を背面から照らすために、ディスプレイ用のバックライトユニットが取り付けられているが、このディスプレイ用バックライトユニットに、本発明の発光装置を用いることができる。

30

【0162】

図7は、本発明の発光装置を用いたバックライトユニットの一例について説明するため、携帯電話のディスプレイ41の要部の断面を模式的に示す図である。図7のように、液晶表示部42の背面には、液晶表示部42の背面全体に対応した大きさの導光板43が取り付けられている。この導光板43は、可視領域の光をすべて透過させる透明な素材により形成された平板状の光学部材として形成されており、その側方には、発光装置44が取り付けられている。この発光装置44は、放出する光を導光板43に入射させることができるように取り付けられていて、この導光板43と発光装置44によりディスプレイ用バックライトユニット45が構成されている。したがって、発光装置44が放出した光は導光板43に入射し、導光板43の液晶表示部42に面した面から液晶表示部に向けて放出される。これにより、液晶表示部42を明るく照らすことが可能となる。この際、発光装置44の第1発光部及び第2発光部それぞれから放出される光の波長(即ち、色)が異なっているが、発光装置44から放出された光は導光板43中で混ざり合って均一になるため、液晶表示部42を照らす際に色むら等が生じる虞は無い。

40

【0163】

また、比較的大型のディスプレイなどに本発明の発光装置を用いる場合には、背面から直接に液晶表示部を照らすバックライトとして本発明の発光装置を用いることがある。このような場合にも、発光装置から放出された光は液晶表示部に届くまでの間に混ざり合って均一になるため、色むら等が生じる虞は無い。

なお、発光装置が放出する光の各成分を混合するために、拡散板や光拡散層等を用いて

50

発光装置が放出する光を拡散するようすれば、より確実に光を均一化することができる。このような方法は、例えばオーディオ機器のインジケータ等の、発光色の僅かなムラでも残さないようにすることが好ましい用途に用いて好適である。

このようにディスプレイのバックライト又はバックライトユニットとして本発明の発光装置を用いれば、色再現性が良く、且つ高い発光効率（輝度）を有するディスプレイの提供が可能となる。

【実施例】

【0164】

(実施例1)

実施例1では、上述した本発明の第1実施形態の発光装置と同様の構成の発光装置を作製し、その発光効率及び演色性を評価した。なお、実施例1及び後述する実施例2の各構成要素のうち、図3に対応する部分が描かれているものについては、適宜、その符号をカッコ書きにて示す。

まず、底部に電極をパターニングされたカップ形状の凹部(2A)を有するフレーム(2)を用意し、その凹部(2A)の底に、波長450nm～470nmで発光する光源として、発光ダイオード(3)を、接着剤として銀ペースト(6)を用いてダイポンディングした。この際、発光ダイオード(3)で発生する熱の放熱性を考慮して、ダイポンディングに使う銀ペースト(6)は、薄く均一に塗った。これを150℃で2時間加熱し、銀ペーストを硬化させた後、発光ダイオードとフレームの電極とをワイヤボンディングした。ワイヤ(7)は直径25μmの金線を用いた。

【0165】

本実施例では、第1発光部(4)の発光物質としては、 $\text{Ca}_{2.97}\text{Ce}_{0.03}\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ で表わされる蛍光体を用いた。この蛍光体は、発光ダイオード(3)が発する光を吸収して、波長470nm～690nmの光を放出するものである。

また、第2発光部(5)の発光物質としては、 $\text{Ca}_{0.992}\text{AlSiEu}_{0.008}\text{N}_{2.85}\text{O}_{0.15}$ で表わされる蛍光体を用いた。この蛍光体は、発光ダイオード(3)が発する光及び第1発光部(4)が発する光を吸収して、波長540nm～760nmの光を放出するものである。

【0166】

上記の第1発光部(4)の発光物質（即ち、 $\text{Ca}_{2.97}\text{Ce}_{0.03}\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ ）をエポキシ樹脂に混練し、第1のスラリーを作製した。この第1のスラリーにおいては、発光物質とシリコン樹脂との比率は15：85（重量比）とした。

また、第2発光部(5)の発光物質（即ち、 $\text{Ca}_{0.992}\text{AlSiEu}_{0.008}\text{N}_{2.85}\text{O}_{0.15}$ ）をシリコン樹脂に混練し、第2のスラリーを作製した。この第2のスラリーにおいては、発光物質とシリコン樹脂との比率は5：95（重量比）とした。

【0167】

フレーム(2)の凹部(2A)の第2のスラリーが入る部分、即ち、第2発光部(5)が形成される部分に第1のスラリーが入り込まないようにスペーサを挿入し、第1のスラリーをフレーム(2)の凹部(2A)に注入し、加熱して硬化させた。これにより、第1発光部(4)が形成された。次いで、スペーサを取り除き、凹部の残りの部分に第2のスラリーを注入し、加熱して硬化させた。これにより、第2発光部(5)が形成された。この際、図3に示す本発明の第1実施形態の発光装置1と同様に、凹部(2A)の底部から開口部にかけて第1発光部(4)及び第2発光部(5)がそれぞれ形成され、さらに、発光ダイオード(3)の全周を第1発光部(4)が覆うようにした。したがって、第1発光部(4)は第2発光部(5)よりも発光ダイオード(3)の近くに位置することになる。

なお、第1発光部(4)の発光物質と第2発光部(5)の発光物質との割合は、発光装置から放出される光が白色光となるように設定した。

以上の操作により、発光装置を製造した。

【0168】

この発光装置では、第1発光部(4)及び第2発光部(5)は、それぞれ凹部(2A)

10

20

30

40

50

の開口部で発光装置外部に面している。また、第1発光部(4)及び第2発光部(5)が外部に面した面が、本実施例の発光装置の光出射面(1A)を形成する。したがって、第1発光部(4)及び第2発光部(5)は、それぞれ光出射面(1A)で開放されている。

また、発光装置の各部の寸法を測定し、測定した寸法から算出することによって、第1発光部(4)と第2発光部(5)との境界面(X₁)の面積、第1発光部(4)の表面積、及び発光装置の光放出面(Y₁)の面積を測定した。結果を表1に示す。

【0169】

この発光装置を、発光ダイオード(3)に0.07Wの電力を供給して発光させた。このときに発光装置から発せられる光の発光スペクトルを積分球を用いて測定することにより、全光束、色度、及び演色性を測定した。結果を表1に示す。なお、演色性は、JIS

Z 8726にしたがって算出したR₁～R₈の平均値Raを用いた。また、表1において、色度(x/y)は色座標を表わす。

【0170】

(実施例2)

第1発光部(4)の発光材料として、Ca_{0.99}Ce_{0.01}Sc₂O₄で表わされる蛍光体を用いた他は、実施例1と同様にして発光装置を製造し、第1発光部(4)と第2発光部(5)との境界面(X₁)の面積、第1発光部(4)の表面積、及び発光装置の光放出面(Y₁)の面積、並びに、発光装置を発光させたときの発光装置から発せられる光の全光束、色度、及び演色性を測定した。結果を表1に示す。なお、この発光装置でも、第1発光部(4)及び第2発光部(5)は、それぞれ凹部(2A)の開口部で発光装置外部に面しており、第1発光部(4)及び第2発光部(5)が外部に面した面が、本実施例の発光装置の光出射面(1A)を形成するので、第1発光部(4)及び第2発光部(5)は、それぞれ光出射面(1A)で開放されていることになる。

【0171】

(比較例1)

凹部(2A)の底部から開口部にかけて第1発光部(4)及び第2発光部(5)をそれぞれ形成する代わりに、図8に示すように、凹部(2A)の底部に発光ダイオード(3)全体を覆うようにして第2発光部(5)を形成し、その第2発光部(5)の上部{即ち、凹部(2A)の開口側}に、第2発光部(5)の上部全体を覆うようにして第1発光部(4)を形成した以外は実施例1と同様にして発光装置を製造した。

なお、図8は比較例1の発光装置の模式的な断面図であるが、図3に記載された構成要素に対応する部分は、図3と同様の符号を付して示す。

【0172】

この発光装置では、凹部(2A)の開口部の光出射面(1A)において第1発光部(4)のみが外部に面しており、第2発光部(5)はその上部を第1発光部(4)に覆われている。したがって、第2発光部(5)は光出射面(1A)において開放されていない。

この発光装置に対して、実施例1と同様にして、第1発光部(4)と第2発光部(5)との境界面(X₁)の面積、第1発光部(4)の表面積、及び発光装置の光放出面(Y₁)の面積、並びに、発光装置を発光させたときの発光装置から発せられる光の全光束、色度、及び演色性を測定した。結果を表1に示す。

【0173】

(比較例2)

フレームの凹部に、第1発光部及び第2発光部を形成する代わりに、(Y_{0.8}Ce_{0.1}Tb_{0.1})₃A_{1.5}O₁₂で表わされる蛍光体とシリコン樹脂とのスラリーを流しこみ、加熱し、硬化させて、単一の発光部を形成した以外は実施例1と同様にして、発光装置を製造した。

この発光装置に対して、実施例1と同様にして、発光装置の光放出面の面積、並びに、発光装置を発光させたときの発光装置から発せられる光の全光束、色度、及び演色性を測定した。結果を表1に示す。なお、比較例2の発光装置は、発光部を一つしか有していないため、境界面や第1発光部の面積は測定できない。

10

20

30

40

50

【0174】

【表1】

	全光束 (lm)	色度 (x/y)	Ra	境界面 の面積 (mm ²)	第1発光部 の表面積 (mm ²)	光放出面 の面積 (mm ²)
実施例1	1.7	0.31/0.33	91	2.5	17.0	7.1
実施例2	1.7	0.32/0.33	91	2.5	17.0	7.1
比較例1	1.5	0.31/0.33	91	5.3	18.3	7.1
比較例2	2.3	0.31/0.31	79	—	—	7.1

10

【0175】

表1から分かるように、第1発光部及び第2発光部が光出射面において開放され、且つ、第1発光部と第2発光部との境界面の面積が、第1発光部の表面積の50%以下である実施例1，2の発光装置は、比較例1の発光装置よりも高い光束を放出することができる。したがって、比較例1の発光装置よりも高い発光効率を有することが分かる。

また、表1からは、実施例1，2の発光装置が、上記条件を満たさない比較例2の発光装置よりも大きいRa値を有し、したがって、比較例2の発光装置よりも高い演色性を発揮することが分かる。

以上のように、従来の技術では、発光効率及び演色性の両方に優れた発光装置を提供することができなかつたが、実施例1，2により、本発明によって発光効率及び演色性の両方に優れた発光装置を実現することができる事が確認された。

【産業上の利用可能性】

【0176】

本発明は光を用いる任意の分野において用いることができ、例えば屋内及び屋外用の照明などのほか、携帯電話、家庭用電化製品、屋外設置用ディスプレイ等の各種電子機器の画像表示装置などに用いて好適である。

【図面の簡単な説明】

【0177】

【図1】(a)～(c)はいずれも、境界面について説明するための、第1及び第2発光部の模式的な縦断面図である。

【図2】(a)～(c)はいずれも、光放出面について説明するための、第1及び第2発光部並びにフレームの模式的な斜視図である。

【図3】本発明の第1実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、(a)はその断面図であり、(b)はその上面図である。

【図4】本発明の第2実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、(a)はその断面図であり、(b)はその上面図である。

【図5】本発明の第3実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、(a)はその断面図であり、(b)はその上面図である。

【図6】本発明の第4実施形態としての発光装置の要部を模式的に示す図であり、(a)はその断面図であり、(b)はその上面図である。

【図7】本発明の発光装置を用いたバックライトユニットの一例について説明するため、ディスプレイの要部の断面を模式的に示す図である。

【図8】比較例1の発光装置の模式的な断面図である。

【符号の説明】

【0178】

1, 11, 21, 31 発光装置

1A, 11A, 21A, 31A 光出射面

2, 12, 22 フレーム

3, 13, 23, 33 青色LED(光源)

4, 14, 24, 34 緑色発光部(第1発光部)

20

30

40

50

5 , 15 , 25 , 35 赤色発光部(第2発光部)

6 , 16 , 36 銀ペースト

7 , 17 , 37 ワイヤ

26 ハンダバンプ

28 反射板

29 封止部

32 第1フレーム

39 第2フレーム

41 ディスプレイ

42 液晶表示部

43 導光板

44 発光装置

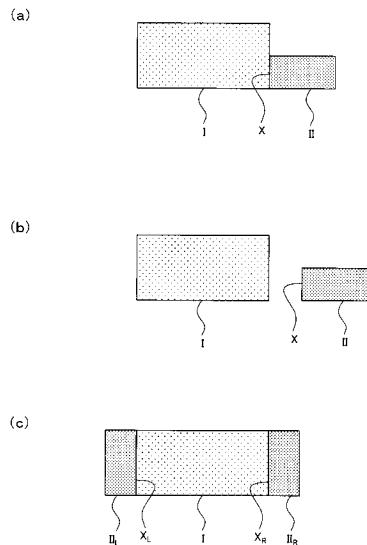
45 バックライトユニット

$X_1 , X_{11} , X_{21} , X_{31}$ 境界面

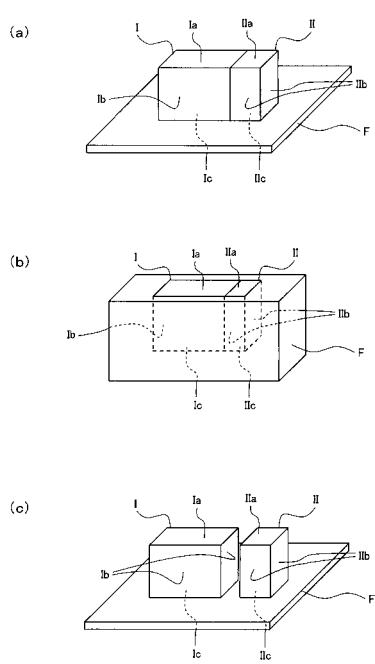
$Y_1 , Y_{11} , Y_{21} , Y_{31}$ 光放出面

10

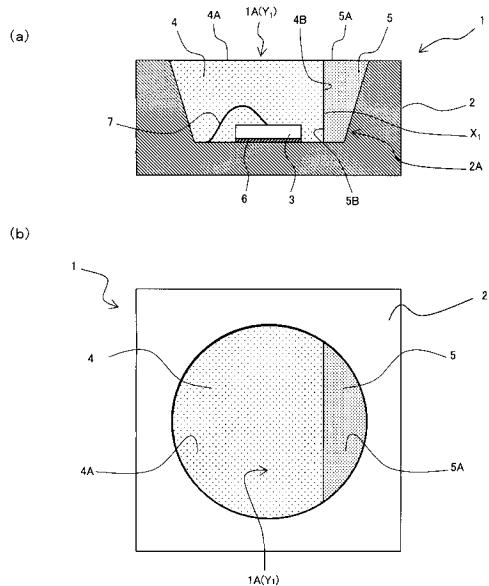
【図1】



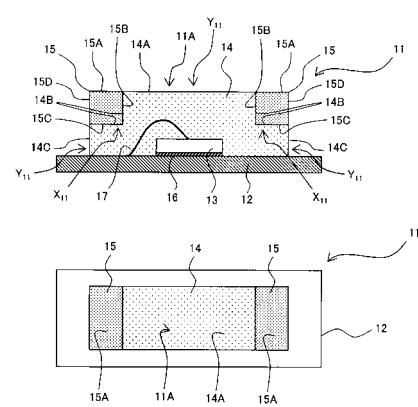
【図2】



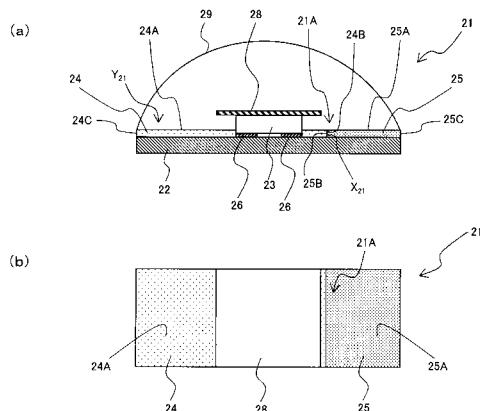
【 図 3 】



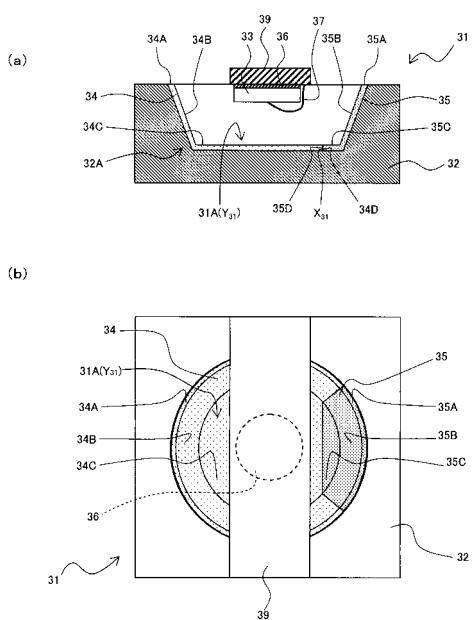
【 図 4 】



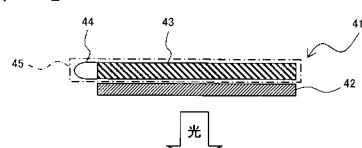
【 図 5 】



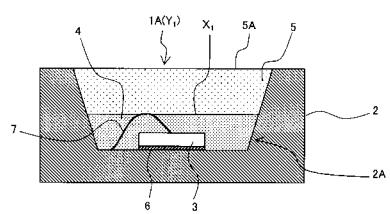
【 図 6 】



【 図 7 】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H091 FA23Z FA45Z FD13 LA18
5F041 AA11 AA12 CA40 EE25