

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年9月15日(15.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/111368 A1

- (51) 国際特許分類:  

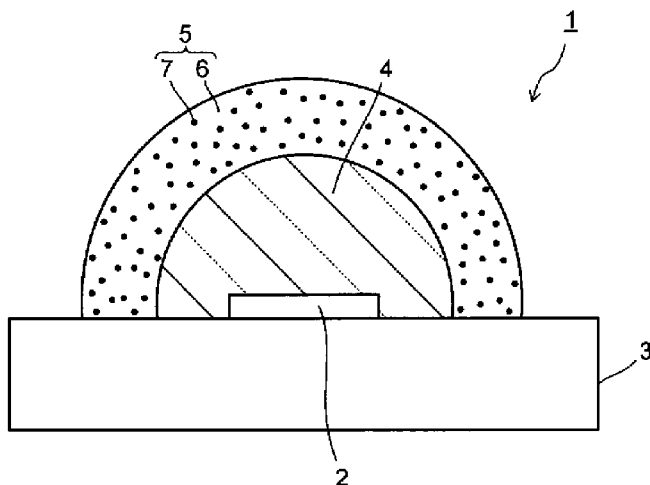
H01L 33/50 (2010.01)	C09K 11/84 (2006.01)	
C09K 11/08 (2006.01)	F21S 2/00 (2006.01)	
C09K 11/59 (2006.01)	H01S 5/022 (2006.01)	
C09K 11/73 (2006.01)		
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001338
- (22) 国際出願日: 2011年3月7日(07.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-055888 2010年3月12日(12.03.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社(TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2358522 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中川 勝利 (NAKAGAWA, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝知的財産部内 Tokyo (JP). 伊藤 由美(ITO, Yumi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 山川 昌彦(YAMAKAWA, Masahiko) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人サクラ国際特許事務所 (SAKURA PATENT OFFICE, p.c.); 〒1010046 東京都千代田区神田多町二丁目1番地 神田東山ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

[続葉有]

(54) Title: WHITE LIGHT ILLUMINATION DEVICE

(54) 発明の名称: 白色照明装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a white light illumination device provided with a semiconductor light-emitting element (2) which emits near-ultraviolet light, and a phosphor layer (5) which at least contains a blue-green phosphor that emits blue-green light and a red phosphor that emits red light. Said white light illumination device emits white light with a correlated color temperature of 5000K or lower and a distance (d<sub>uv</sub>) from the black body locus of -0.01 to 0.01 inclusive. Moreover, the ratio of the blue-green phosphor content to the red phosphor content in the phosphor layer (5), in mass, is 35 to 50 inclusive.

(57) 要約: 実施形態によれば、近紫外光を発光する半導体発光素子2と、青緑色光を発光する青緑色蛍光体および赤色光を発光する赤色蛍光体を少なくとも含有する蛍光体層5とを具備し、相関色温度が5000K以下かつ黒体軌跡からの偏差d<sub>uv</sub>が-0.01以上0.01以下である白色光を発光し、蛍光体層5における青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の質量での割合が35以上50以下であるものが提供される。



WO 2011/111368 A1



MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：白色照明装置

**技術分野**

[0001] 本発明の実施形態は白色照明装置に関する。

**背景技術**

[0002] 近年、発光ダイオード（Light Emitting Diode：LED）等の半導体発光素子と、この半導体発光素子からの発光により励起して発光する蛍光体とを組み合わせた高効率な白色照明装置が製品化されつつある。このような半導体発光素子を用いた白色照明装置は、白熱電球や蛍光灯等の従来の白色照明装置と比較して高効率であることから、省エネルギー化に大きく貢献する。

[0003] ところで、医療用照明、宝飾品用照明、食品用照明、撮影用照明等、自然光での色の見え方に近いことが必要とされる特殊照明の用途では高い演色性を有することが求められるが、半導体発光素子を用いた白色照明装置については必ずしも十分な演色性を有していない。半導体発光素子を用いた白色照明装置の演色性を向上させることで、特殊照明の用途においても半導体発光素子を用いた白色照明装置の使用が可能となり、省エネルギー化に大きく貢献することができる。

[0004] このような演色性を評価する方法として、平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9 \sim R_{15}$ が挙げられる。平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9 \sim R_{15}$ は、いずれも100に近いときに特殊照明の用途において好適となる。特に、特殊演色評価数 $R_9$ は赤色の見え方を評価するものであり、特殊演色評価数 $R_9$ が100に近いほど赤色の表現力が高いといえる。

[0005] JIS演色評価方法において、高演色形と呼ばれるランプは、演色A、演色AA、演色AAAの3ランクに分類されている。このうち演色AA以上のランプと代替するには、平均演色評価数 $R_a$ が約85以上、より好ましくは

90以上が求められる。また、赤色を再現性よく表現するには、特殊演色評価数R9が約85以上、より好ましくは90以上が求められる。

[0006] 上記した半導体発光素子、特に発光ダイオードを用いる白色照明装置には、大別して、青色光を発光する青色発光ダイオードを用いるものと、近紫外光を発光する近紫外発光ダイオードを用いるものがある。

[0007] このうち青色発光ダイオードを用いるものとしては、黄色蛍光体を組み合わせるものや、緑色蛍光体および赤色蛍光体を組み合わせるものが挙げられる。しかしながら、黄色蛍光体を組み合わせるものについては、85以上の平均演色評価数R<sub>a</sub>を得ることが難しく、特殊照明の用途に用いることは難しい。また、緑色蛍光体および赤色蛍光体を組み合わせるものについては、85以上の平均演色評価数R<sub>a</sub>を得ることができるが、85以上の特殊演色評価数R<sub>9</sub>を得ることが難しく、特殊照明の用途に用いることは難しい。

[0008] 一方、近紫外発光ダイオードを用いるものとしては、青色蛍光体、緑色蛍光体、および赤色蛍光体を組み合わせるもの、また緑色蛍光体の代わりに黄色蛍光体を組み合わせるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このようなものによれば、相関色温度が5000Kを超えるものについて、85以上の平均演色評価数R<sub>a</sub>および特殊演色評価数R<sub>9</sub>を得ることができ、特殊照明の用途に用いることができる。しかしながら、相関色温度が5000K以下のものについては、85以上の平均演色評価数R<sub>a</sub>および特殊演色評価数R<sub>9</sub>を得ることが難しく、特に85以上の特殊演色評価数R<sub>9</sub>を得ることが難しく、特殊照明の用途に用いることは難しい。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第2008/096545号パンフレット

### 発明の概要

[0010] 本発明が解決しようとする課題は、近紫外光を発光する半導体発光素子を具備し、相関色温度が5000K以下である白色光を発光する白色照明装置であって、平均演色評価数R<sub>a</sub>および特殊演色評価数R<sub>9</sub>が十分に高く、医

療用照明、宝飾品用照明、食品用照明、撮影用照明等に好適に用いられるものを提供することにある。

- [0011] 実施形態の白色照明装置は、近紫外光を発光する半導体発光素子と、480 nm以上520 nm以下の波長領域に発光ピークを有する青緑色蛍光体、585 nm以上630 nm以下の波長領域に発光ピークを有する赤色蛍光体、およびこれら以外の波長領域に発光ピークを有する2種以上の蛍光体を含有する蛍光体層とを具備する。実施形態の白色照明装置は、相関色温度が5000 K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $duv$ が $-0.01$ 以上 $0.01$ 以下である白色光を発光する。実施形態の白色照明装置は、蛍光体層における青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の質量での割合が35以上50以下である。

### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]実施形態の白色照明装置の一例を示す断面図。  
[図2]実施例1の白色照明装置の発光スペクトルを示す図。

### 発明を実施するための形態

- [0013] 以下、実施形態の白色照明装置について具体的に説明する。

実施形態の白色照明装置は、近紫外光を発光する半導体発光素子と、480 nm以上520 nm以下の波長領域に発光ピークを有する青緑色蛍光体、585 nm以上630 nm以下の波長領域に発光ピークを有する赤色蛍光体、およびこれら以外の波長領域に発光ピークを有する2種以上の蛍光体を含有する蛍光体層とを具備し、相関色温度が5000 K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $duv$ が $-0.01$ 以上 $0.01$ 以下である白色光を発光するものであって、上記蛍光体層における青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の質量での割合が35以上50以下である。

- [0014] 図1は、実施形態の白色照明装置の一例を示す断面図である。

白色照明装置1は、励起源（光源）としての半導体発光素子（チップ）2を有している。半導体発光素子2は、近紫外光を発光するものであり、具体的には360 nm以上440 nm以下、好ましくは380 nm以上410 nm

m以下の波長領域に発光ピークを有する光を出射するものである。半導体発光素子2としては、例えば紫外発光ダイオード、紫色発光ダイオード、紫外発光レーザ（レーザダイオード）、紫色発光レーザ（レーザダイオード）等が用いられる。このうち発光ダイオードとしては、例えばInGaN系、GaN系、AlGaIn系等の発光ダイオードが用いられる。

[0015] このような半導体発光素子2と後述する蛍光体とを組み合わせることによって、相関色温度が5000K以下であって、平均演色評価数Raおよび特殊演色評価数R9が十分に高く、医療用照明、宝飾品用照明、食品用照明、撮影用照明等に好適に用いられる白色照明装置1とすることができる。

[0016] 半導体発光素子2は基板3上に実装されている。基板3としては表面や内部に配線網を有する配線基板が用いられる。図示を省略したが、半導体発光素子2の電極は配線基板3の配線網と電気的に接続されており、これによって半導体発光素子2に直流電圧が印加される。

[0017] 半導体発光素子2は、光の利用効率を向上させるために透明樹脂層4で覆われている。透明樹脂層4は、例えば図示するような半導体発光素子2の全体を覆う半球状に形成されるが、少なくとも半導体発光素子2の発光面を覆うように形成されていればよい。なお、実施形態の白色照明装置1については、必ずしも透明樹脂層4を設ける必要はなく、後述する蛍光体層5を半導体発光素子2上に直接形成するようにしてもよい。

[0018] 半導体発光素子2を覆う透明樹脂層4上には蛍光体層5が形成されている。蛍光体層5は、透明性を有する樹脂6に白色光を得るための蛍光体7が分散されたものである。蛍光体7は、半導体発光素子2から出射される光により励起されて総計として白色光を発光するものである。透明樹脂層4や蛍光体層5を構成する透明性を有する樹脂は、例えばシリコン樹脂やエポキシ樹脂等の透明性を有する樹脂からなるものである。

[0019] 白色光を得るための蛍光体7は、半導体発光素子2から出射される光（例えば紫外光や紫色光）を吸収して青緑光を発光する青緑色蛍光体、および半導体発光素子2から出射される光を吸収して赤色光を発光する赤色蛍光体を

少なくとも含有することにより構成されている。すなわち、蛍光体 7 は、少なくとも青緑色蛍光体および赤色蛍光体を含有する混合蛍光体である。通常、蛍光体 7 は、上記した青緑色蛍光体および赤色蛍光体に加えて、半導体発光素子 2 から出射された光を吸収して青色光を発光する青色蛍光体、および半導体発光素子 2 から出射された光を吸収して黄色光を発光する黄色蛍光体から構成される。

[0020] ここで、青緑色蛍光体とは、具体的には半導体発光素子 2 からの発光により励起して 480 nm 以上 520 nm 以下の波長領域に発光ピークを有する発光を行うものである。同様に、赤色蛍光体とは、585 nm 以上 630 nm 以下の波長領域に発光ピークを有する発光を行うものであり、青色蛍光体は、440 nm 以上 460 nm 以下の波長領域に発光ピークを有するものであり、黄色蛍光体は、525 nm 以上 575 nm 以下の波長領域に発光ピークを有するものである。

[0021] 蛍光体 7 を構成する各色の蛍光体、すなわち青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体は、それぞれ 1 種の蛍光体のみからなるものであってもよいし、2 種以上の蛍光体からなるものであってもよい。また、蛍光体 7 は、これ以外の発光色を有する蛍光体、例えば橙色蛍光体、深赤色蛍光体等を補助的に含んでもよい。これら青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体は、予め結合剤により結合された状態で蛍光体層 5 に分散されていてもよい。

[0022] 白色照明装置 1 に印加された電気エネルギーは、半導体発光素子 2 で紫外光や紫色光に変換される。半導体発光素子 2 から出射された光は、蛍光体層 5 に分散された蛍光体 7 により長波長の光に変換される。そして、蛍光体 7 を構成する青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体からの発光が混色されて放出されることによって、総計として白色光が発光される。

[0023] 実施形態の白色照明装置 1 では、蛍光体 7 として少なくとも青緑色蛍光体および赤色蛍光体を含有するものを用い、かつ蛍光体層 5（蛍光体 7）中に

における青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の質量での割合（赤色蛍光体の含有量／青緑色蛍光体の含有量）を35以上50以下とすることを特徴としている。このようなものとする事で、相関色温度が5000K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $d_{uv}$ が $-0.01$ 以上 $0.01$ 以下である白色光を発光するものであって、平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ が十分に高いものとする事ができる。

[0024] 従来の蛍光体の組み合わせ、すなわち赤色蛍光体、青色蛍光体、および緑色蛍光体の組み合わせ、または赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体の組み合わせについては、相関色温度が5000Kを超えるものについては、十分な平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ を得ることができるが、相関色温度が5000K以下のものについては、必ずしも十分な特殊演色評価数 $R_9$ を得ることができない。特殊演色評価数 $R_9$ は赤色の演色評価数であり、赤色蛍光体の含有量を多くすることで向上させることができるが、単に赤色蛍光体の含有量を多くすると、目的とする相関色温度よりも赤みを帯びたものとなりやすい。

[0025] 実施形態の白色照明装置1では、赤色光の補色である青緑色光を発光する青緑色蛍光体を併用することで、目的とする相関色温度からの変化を抑制しつつ、従来に比べて赤色蛍光体の含有量を多くすることができる。これにより、相関色温度が5000K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $d_{uv}$ が $-0.01$ 以上 $0.01$ 以下であるものについて、例えば85以上の平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ 、より好ましくは90以上の平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ を有するものとする事ができる。

[0026] 相関色温度は5000K以下であれば必ずしも限定されるものではないが、通常は2600K以上である。なお、相関色温度および黒体軌跡からの偏差 $d_{uv}$ は、JIS Z8725に開示される評価手法に準じて評価されるものである。さらに、平均演色評価数 $R_a$ 、特殊演色評価数 $R_9$ は、JIS Z8726に開示される演色評価手法に準じて評価されるものである。

[0027] 青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の割合が35未満であ

ると、例えば85以上といった十分に高い特殊演色評価数R9を得られないおそれがある。一方、青緑色蛍光体の含有量に対する赤色蛍光体の含有量の割合が50を超えると、十分に高い特殊演色評価数R9を得られるが、相関色温度が赤みを帯びたものとなりやすい。

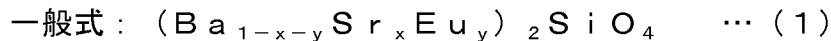
[0028] 蛍光体7の合計量、すなわち青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体の合計量に対する赤色蛍光体の含有量の割合は、目的とする相関色温度、平均演色評価数 $R_a$ 、および特殊演色評価数R9、また青緑色蛍光体に対する赤色蛍光体の含有割合によっても異なるが、好ましくは45質量%以上85質量%以下であり、より好ましくは50質量%以上80質量%以下である。

[0029] 蛍光体7の合計量に対する赤色蛍光体の含有量の割合が45質量%未満であると、十分に高い特殊演色評価数R9を得られないおそれがある。一方、蛍光体7の合計量に対する赤色蛍光体の含有量の割合が85質量%を超えると、十分に高い特殊演色評価数R9を得られるが、相関色温度が赤みを帯びたものとなりやすい。

[0030] 蛍光体7の合計量に対する青色蛍光体および黄色蛍光体の含有量の割合も目的とする相関色温度等によって異なるが、例えば青色蛍光体の含有量の割合は10質量%以上50質量%以下が好ましく、15質量%以上45質量%以下がより好ましい。また、黄色蛍光体の含有量の割合は、例えば1質量%以上10質量%以下が好ましく、1質量%以上7質量%以下が好ましい。

[0031] 青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体としては、それぞれ半導体発光素子2から出射される紫外光や紫色光を効率よく吸収して、上記した波長領域に発光ピークを有する発光を行うものであれば必ずしも限定されるものではないが、各色の輝度差が大きいと輝度の高い色が勝った白色光となりやすく、また白色光の演色性を向上させるためには、各色のバランスを高める必要がある。このため、蛍光体7を構成する青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体としては、以下に示すものを組み合わせて用いることが好ましい。

[0032] 青緑色蛍光体としては、



(式中、 $x$ は $0 \leq x < 0.5$ 、 $y$ は $0.005 \leq y < 0.25$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウム付活バリウムストロンチウムオルソ珪酸塩蛍光体が好適に用いられる。

[0033] 一般式(1)で示される青緑色蛍光体としてのユーロピウム付活バリウムストロンチウムオルソ珪酸塩蛍光体は、360nm以上440nm以下の波長領域に発光ピークを有する紫外光や紫色光の吸収効率に優れ、赤色の補色である青緑色を効率的に発光することができる。これにより相関色温度が赤みを帯びたものとなることを抑制しつつ、赤色蛍光体の含有量を増加させて特殊演色評価数R9を効果的に向上させることができる。

[0034] 赤色蛍光体としては、



(式中、MはSm、Ga、SbおよびSnから選ばれる少なくとも1種を示し、 $x$ および $y$ は $0.008 \leq x < 0.16$ 、 $0.000001 \leq y < 0.003$ を満足する数である)

で表される組成を有するユーロピウム付活酸硫化ランタン蛍光体が好適に用いられる。

[0035] 一般式(2)で示される赤色蛍光体としてのユーロピウム付活酸硫化ランタン蛍光体は、360nm以上440nm以下の波長領域にピーク波長を有する紫外光や紫色光の吸収効率に優れ、また一般式(1)で示される青緑色蛍光体としてのユーロピウム付活バリウムストロンチウムオルソ珪酸塩蛍光体との組み合わせ性にも優れるものである。

[0036] 青色蛍光体としては、

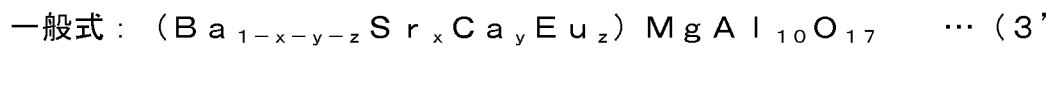


(式中、 $x$ 、 $y$ 、および $z$ は $0 \leq x < 0.45$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.005 \leq z < 0.03$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウム付活アルカリ土類クロロ燐酸塩蛍光体が好適に用いられる。

[0037] 一般式(3)で示される青色蛍光体としてのユーロピウム付活アルカリ土類クロロ燐酸塩蛍光体も、360nm以上440nm以下の波長領域にピーク波長を有する紫外光や紫色光の吸収効率に優れ、また一般式(1)で示される青緑色蛍光体としてのユーロピウム付活バリウムストロンチウムオルソ珪酸塩蛍光体との組み合わせ性にも優れるものである。

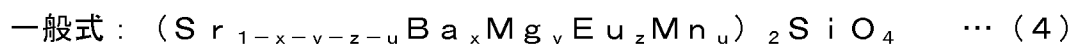
[0038] なお、青色蛍光体としては、



(式中、 $x$ 、 $y$ 、および $z$ は $0 \leq x < 0.1$ 、 $0 \leq y < 0.1$ 、 $0.005 \leq z < 0.4$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウム付活アルミニウム酸塩蛍光体を用いることもできる。

[0039] 黄色蛍光体としては、



(式中、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ および $u$ は $0.1 \leq x < 0.35$ 、 $0.025 \leq y < 0.105$ 、 $0.025 \leq z < 0.25$ 、 $0.0005 \leq u < 0.02$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウムおよびマンガン付活アルカリ土類マグネシウム珪酸塩蛍光体が好適に用いられる。

[0040] 一般式(4)で示される黄色蛍光体としてのユーロピウムおよびマンガン付活アルカリ土類マグネシウム珪酸塩蛍光体は、例えば国際公開第2008/096545号パンフレットにも示されるように360nm以上440nm以下の波長領域に発光ピークを有する紫外光や紫色光の吸収効率に優れ、また従来の黄色蛍光体に比べて600nm以上700nm以下の範囲における発光強度が高く、赤色発光を効果的に補強することができる。また、450nm付近にサブピークを有することから、青色発光も補強することができる。

る。これにより、輝度や演色性に優れる白色光とすることができる。

[0041] 上記した各色の蛍光体、すなわち青緑色蛍光体、赤色蛍光体、青色蛍光体、および黄色蛍光体は、それぞれ平均粒径が $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なお、平均粒径は、粒度分布の中央値（50%値）示すものとする。各色の蛍光体の平均粒径を $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下とすることで、半導体発光素子2から発光される $360\text{nm}$ 以上 $440\text{nm}$ 以下の波長領域に発光ピークを有する紫外光や紫色光の吸収効率を向上させ、輝度の高い白色照明装置1とすることができる。

[0042] 透明樹脂層4は、例えば半導体発光素子2の発光面上での厚さが $0.4\text{mm}$ 以上 $10\text{mm}$ 以下であることが好ましい。透明樹脂層4の厚さを $0.4\text{mm}$ 以上とすることで、光の利用効率を効果的に向上させることができる。一方、透明樹脂層4の厚さが $10\text{mm}$ を超えると、光の吸収が生じるおそれがある。照明器具として用いる場合の大きさを考慮しても、透明樹脂層4の厚さは $10\text{mm}$ 以下であることが好ましい。

[0043] 透明樹脂層4の厚さは、 $0.8\text{mm}$ 以上であることが好ましく、さらには $1\text{mm}$ 以上であることが好ましい。また、図1に示すように半球状とする場合には、半球状部の半径を $0.4\text{mm}$ 以上 $10\text{mm}$ 以下とすることが好ましい。また、このような透明樹脂層4上に形成される蛍光体層の厚さは $0.1\text{mm}$ 以上 $2.0\text{mm}$ 以下であることが好ましい。

[0044] 実施形態の白色照明装置1は、例えば以下のようにして作製することができる。

まず、各色の蛍光体粉末を含む蛍光体スラリーを調製する。蛍光体スラリーは、例えば各色の蛍光体粉末をそれぞれ樹脂と混合した後、これらを混ぜ合わせるにより調製することができる。なお、蛍光体スラリーは、予め各色の蛍光体粉末を混合した後、この混合蛍光体粉末を樹脂と混ぜ合わせて調製することもできる。

[0045] 蛍光体粉末と樹脂との混合割合は、蛍光体粉末の種類や粒径に応じて適宜選択することができるが、例えば蛍光体粉末100質量部に対して、樹脂を

5質量部以上100質量部以下とすることが好ましい。なお、各色の蛍光体粉末の混合割合は、既に説明したような含有量の割合となるように調整することが好ましい。蛍光体粉末と樹脂との混合は、例えば公知の攪拌器を用いて行うことができる。

[0046] 次いで、半導体発光素子2上に液状の透明樹脂を塗布し、これを固化させて透明樹脂層4を形成する。その上から蛍光体スラリーを塗布し、蛍光体スラリー中の樹脂を固化させて蛍光体層5を形成する。このようにして白色照明装置1を作製することができる。

[0047] 透明樹脂や蛍光体スラリーの塗布は、例えば半導体発光素子2が搭載された配線基板3を型に入れ、その上からディスペンサで透明樹脂や蛍光体スラリーを供給することにより行うことができる。また、透明樹脂や蛍光体スラリーの塗布は、例えば印刷法や射出成型法等により行うこともできる。透明樹脂や蛍光体スラリー中の樹脂として熱硬化性樹脂を用いる場合、透明樹脂や蛍光体スラリーを塗布した後、オープン等に入れて100~200℃の温度に加熱して硬化させることで透明樹脂層4や蛍光体層5を形成することができる。

[0048] 実施形態の白色照明装置1は、相関色温度が5000K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $d_{uv}$ が-0.01以上0.01以下である白色光を発光するものであって、例えば平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ がそれぞれ85以上と高いものである。このような白色照明装置1は、十分に高い平均演色評価数 $R_a$ および特殊演色評価数 $R_9$ を有することから、医療用照明、宝飾品用照明、食品用照明、撮影用照明等に好適に用いることができ、これらの省エネルギー化に大きく貢献することができる。

## 実施例

[0049] 次に、実施形態の白色照明装置の具体的な実施例およびその評価結果について述べる。

[0050] (実施例1)

白色照明装置として、図1に示すような白色照明装置を製造した。まず、

青緑色蛍光体粉末、赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末として、表1に示すような組成、平均粒径を有するものを用い、これらを表1に示す配合比となるように配合し、混合して混合蛍光体粉末とした。この混合蛍光体粉末40質量部にシリコン樹脂60質量部を混合して蛍光体層5となる蛍光体スラリーを調製した。

[0051] 次に、半導体発光素子2としての近紫外発光ダイオード（ピーク波長：405nm、チップサイズ：0.3mm×0.3mm×0.1mm t）上に、透明樹脂層4となるシリコン樹脂を塗布した後、上記した蛍光体スラリーを塗布した。これを140℃の温度で熱処理してシリコン樹脂を硬化させることによって、相関色温度が4000～5000Kかつ黒体軌跡からの偏差d<sub>uv</sub>が-0.01以上0.01以下である白色光を発光する白色照明装置を製造した。なお、透明樹脂層は半球状に形成し、その半径は0.8mmとした。また、蛍光体層の厚さは0.5mmとした。

[0052] [表1]

近紫外発光ダイオード 405nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 41.5

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 (μm)
青色蛍光体	(Sr <sub>0.59</sub> Ba <sub>0.39</sub> Ca <sub>0.01</sub> Eu <sub>0.01</sub> ) <sub>5</sub> (P O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl	42.5	12
青緑色蛍光体	(Ba <sub>0.6</sub> Sr <sub>0.3</sub> Eu <sub>0.1</sub> ) <sub>2</sub> Si O <sub>4</sub>	1.3	15
黄色蛍光体	(Sr <sub>0.7</sub> Ba <sub>0.15</sub> Mg <sub>0.0975</sub> Eu <sub>0.05</sub> Mn <sub>0.0025</sub> ) <sub>2</sub> Si O <sub>4</sub>	2.3	15
赤色蛍光体	(La <sub>0.938</sub> Eu <sub>0.06</sub> Sm <sub>0.002</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S	53.9	12

[0053] (実施例2)

表2に示すように、発光ピーク波長が400nmの近紫外発光ダイオードを用いるとともに、組成の異なる赤色蛍光体粉末を用いた以外は実施例1と同様にして相関色温度が4000～5000Kの範囲内となる白色照明装置を製造した。

[0054]

[表2]

近紫外発光ダイオード 400nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 41.5

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	42.5	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.3	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.3	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Ga}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	53.9	12

## [0055] (実施例3)

表3に示すように、発光ピーク波長が395nmの近紫外発光ダイオードを用いるとともに、組成の異なる赤色蛍光体粉末を用いた以外は実施例1と同様にして相関色温度が4000~5000Kの範囲内となる白色照明装置を製造した。

## [0056] [表3]

近紫外発光ダイオード 395nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 41.5

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	42.5	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.3	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.3	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sb}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	53.9	12

## [0057] (実施例4)

表4に示すように、相関色温度が2500~4000Kの範囲内となるように各色の蛍光体粉末の配合比を変更した以外は実施例1と同様にして白色照明装置を製造した。

## [0058]

[表4]

近紫外発光ダイオード 405nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 42.8

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	17.2	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.8	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	4	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	77	12

## [0059] (実施例 5)

表 5 に示すように、発光ピーク波長が 400 nm の近紫外発光ダイオードを用いるとともに、組成の異なる赤色蛍光体粉末を用いた以外は実施例 4 と同様にして相関色温度が 2500 ~ 4000 K の範囲内となる白色照明装置を製造した。

## [0060] [表5]

近紫外発光ダイオード 400nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 42.8

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	17.2	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.8	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	4	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sn}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	77	12

## [0061] (実施例 6)

表 6 に示すように、青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の配合割合が 35 程度となるように各色の蛍光体の配合比を変更した以外は実施例 1 と同様にして相関色温度が 4000 ~ 5000 K の範囲内となる白色照明装置を製造した。

## [0062]

[表6]

近紫外発光ダイオード 405nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 35.9

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	42.5	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.5	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.1	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	53.9	12

## [0063] (実施例7)

表7に示すように、相関色温度が2500~4000Kの範囲内となるように、かつ青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の配合割合が50程度となるように各色の蛍光体の配合比を変更した以外は実施例1と同様にして白色照明装置を製造した。

## [0064] [表7]

近紫外発光ダイオード 405nm

青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合 48.9

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	16.2	12
青緑色蛍光体	$(\text{Ba}_{0.6} \text{Sr}_{0.3} \text{Eu}_{0.1})_2 \text{Si O}_4$	1.6	15
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	4.2	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	78	12

## [0065] (比較例1)

表8に示すように、発光ピーク波長が395nmの近紫外発光ダイオードを用い、相関色温度が4000~5000Kとなるように赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末のみを配合した以外は実施例1と同様にして白色照明装置を製造した。

## [0066]

[表8]

近紫外発光ダイオード 395nm

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	47.5	12
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.8	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	49.7	12

## [0067] (比較例 2)

表 9 に示すように、発光ピーク波長が 405 nm の近紫外発光ダイオードを用い、相関色温度が 5000 K を超えるように赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末を配合した以外は比較例 1 と同様にして白色照明装置を製造した。

## [0068] [表9]

近紫外発光ダイオード 405nm

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	52.2	12
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.8	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	45	12

## [0069] (比較例 3)

表 10 に示すように、発光ピーク波長が 400 nm の近紫外発光ダイオードを用い、相関色温度が 6000 K を超えるように赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末を配合した以外は比較例 1 と同様にして白色照明装置を製造した。

## [0070] [表10]

近紫外発光ダイオード 400nm

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	56.5	12
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	2.8	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	40.7	12

[0071] (比較例 4)

表 1 1 に示すように、発光ピーク波長が 4 0 5 n m の近紫外発光ダイオードを用い、相関色温度が 3 0 0 0 K 未満となるように赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末を配合した以外は比較例 1 と同様にして白色照明装置を製造した。

[0072] [表11]

近紫外発光ダイオード 405nm

	組成	配合比 (質量部)	平均粒径 ( $\mu$ m)
青色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.59} \text{Ba}_{0.39} \text{Ca}_{0.01} \text{Eu}_{0.01})_5 (\text{P O}_4)_3 \text{Cl}$	27	12
黄色蛍光体	$(\text{Sr}_{0.7} \text{Ba}_{0.15} \text{Mg}_{0.0975} \text{Eu}_{0.05} \text{Mn}_{0.0025})_2 \text{Si O}_4$	4	15
赤色蛍光体	$(\text{La}_{0.938} \text{Eu}_{0.06} \text{Sm}_{0.002})_2 \text{O}_2 \text{S}$	69	12

[0073] 次に、実施例および比較例の白色照明装置について、3 0 0 m A の電流を流して点灯させ、発光特性の評価を行った。表 1 2 に、実施例 1 の白色照明装置の光束、色度座標値等の評価結果を示す。また、図 2 に、実施例 1 の白色照明装置の発光スペクトルを示す。さらに、表 1 3 に、各実施例および比較例の白色照明装置の色温度（相関色温度）、偏差  $d_{uv}$ （黒体軌跡からの偏差  $d_{uv}$ ）、発光効率、平均演色評価数  $R_a$ 、および特殊演色評価数  $R_9$  の評価結果をまとめて示す。なお、評価は、Instrument System社製CAS 140 COMPACT ARRAY SPECTROMETER、大塚電子社製MCPD装置を用いて行った。

[0074] [表12]

項目	記号	条件	結果	単位
順電圧	V <sub>f</sub>	I <sub>f</sub> = 300 mA	3.4	V
光束	$\phi_v$	I <sub>f</sub> = 300 mA	49.5	lm
色度座標 CIE1931準拠	x	I <sub>f</sub> = 300 mA	0.373	—
	y	I <sub>f</sub> = 300 mA	0.375	—
色温度		I <sub>f</sub> = 300 mA	4185	K

[0075]

[表13]

	色温度 (K)	偏差 duv	発光効率 (lm/W)	平均演色 評価数 Ra	特殊演色 評価数 R9	青緑・赤 配合割合*
実施例1	4185	-0.0020	67.5	94.2	91	41.5
実施例2	4229	-0.0015	66.2	94.0	92	41.5
実施例3	4231	0.0011	68.2	94.1	91	41.5
実施例4	2810	0.0008	59.2	93.1	92	42.8
実施例5	2805	0.0019	56.4	92.9	91	42.8
実施例6	4600	0.0051	68.5	90.4	90	35.9
実施例7	3010	0.0045	59.4	90.2	90	48.9
比較例1	4220	-0.0012	65.9	92.9	41	-
比較例2	5800	-0.0023	66.5	94.6	90	-
比較例3	6500	-0.0025	66.5	93.9	92	-
比較例4	2958	0.0010	58.2	95.0	48	-

※青緑色蛍光体粉末に対する赤色蛍光体粉末の質量での配合割合

[0076] 表13から明らかなように、赤色蛍光体粉末、青色蛍光体粉末、および黄色蛍光体粉末のみを用いた場合であっても、相関色温度が5000Kを超えるものについては、90以上の平均演色評価数Raおよび特殊演色評価数R9を得られることがわかる（比較例2、3）。しかしながら、相関色温度が5000K以下のものについては、90以上の平均演色評価数Raを得られるが、50を超える特殊演色評価数R9は得られないことがわかる（比較例1、4）。

[0077] 一方、青緑色蛍光体粉末を併用するとともに、青緑色蛍光体粉末の含有量に対する赤色蛍光体粉末の含有量の割合を所定の範囲内とした実施例の白色照明装置については、相関色温度が5000K以下のものについて、いずれも90以上の平均演色評価数Raおよび特殊演色評価数R9を得られることがわかる。

[0078] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施し得るものであり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに

、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

### 符号の説明

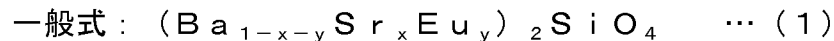
[0079] 1…白色照明装置、2…半導体発光素子、3…配線基板、4…透明樹脂層  
、5…蛍光体層、6…樹脂、7…蛍光体

## 請求の範囲

[請求項1] 近紫外光を発光する半導体発光素子と、480nm以上520nm以下の波長領域に発光ピークを有する青緑色蛍光体、585nm以上630nm以下の波長領域に発光ピークを有する赤色蛍光体、およびこれら以外の波長領域に発光ピークを有する2種以上の蛍光体を含有する蛍光体層とを具備し、相関色温度が5000K以下かつ黒体軌跡からの偏差 $d_{uv}$ が $-0.01$ 以上 $0.01$ 以下である白色光を発光する白色照明装置であって、

前記蛍光体層における前記青緑色蛍光体の含有量に対する前記赤色蛍光体の含有量の質量での割合が35以上50以下であることを特徴とする白色照明装置。

[請求項2] 前記青緑色蛍光体は、



(式中、 $x$ は $0 \leq x < 0.5$ 、 $y$ は $0.005 \leq y < 0.25$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウム付活バリウムストロンチウムオルソ珪酸塩蛍光体からなることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項3] 前記赤色蛍光体は、



(式中、 $M$ は $\text{Sm}$ 、 $\text{Ga}$ 、 $\text{Sb}$ および $\text{Sn}$ から選ばれる少なくとも1種を示し、 $x$ および $y$ は $0.008 \leq x < 0.16$ 、 $0.000001 \leq y < 0.003$ を満足する数である)

で表される組成を有するユーロピウム付活酸硫化ランタン蛍光体からなることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項4] 平均演色評価数 $R_a$ が85以上かつ特殊演色評価数 $R_9$ が85以上であることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項5] 前記平均演色評価数 $R_a$ が90以上かつ前記特殊演色評価数 $R_9$ が

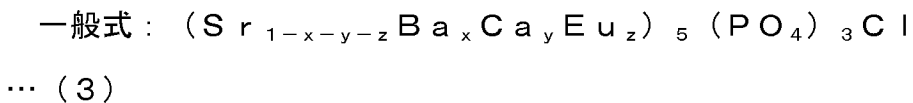
90以上であることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項6] 前記半導体発光素子は360nm以上440nm以下の波長領域に発光ピークを有することを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項7] 前記半導体発光素子は発光ダイオードまたはレーザダイオードであることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

[請求項8] 前記2種以上の蛍光体は、440nm以上460nm以下の波長領域に発光ピークを有する青色蛍光体と、525nm以上575nm以下の波長領域に発光ピークを有する黄色蛍光体とであることを特徴とする請求項1記載の白色照明装置。

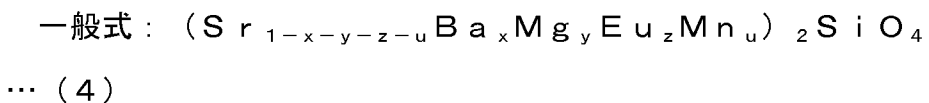
[請求項9] 前記青色蛍光体は、



(式中、 $x$ 、 $y$ 、および $z$ は $0 \leq x < 0.45$ 、 $0 \leq y < 0.03$ 、 $0.005 \leq z < 0.03$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウム付活アルカリ土類クロロリン酸塩蛍光体からなることを特徴とする請求項8記載の白色照明装置。

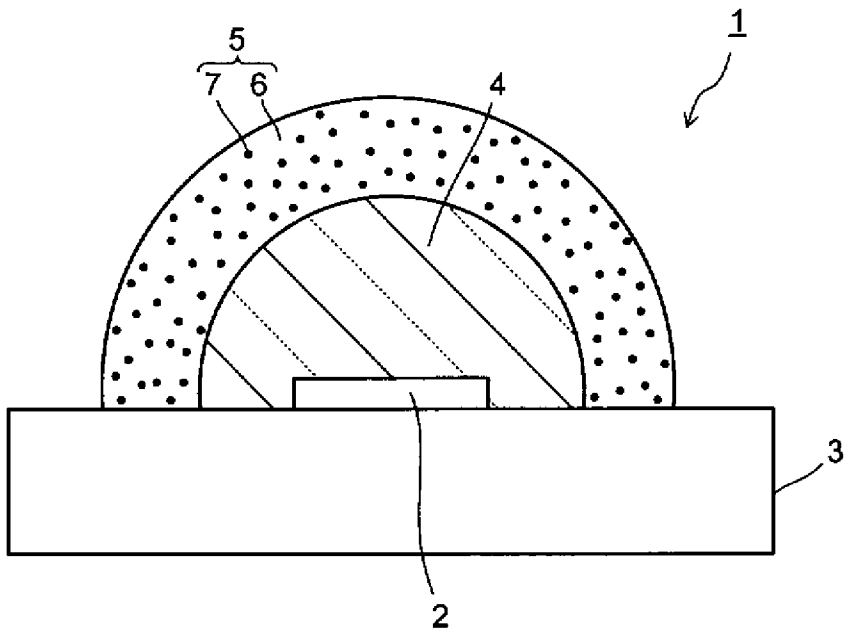
[請求項10] 前記黄色蛍光体は、



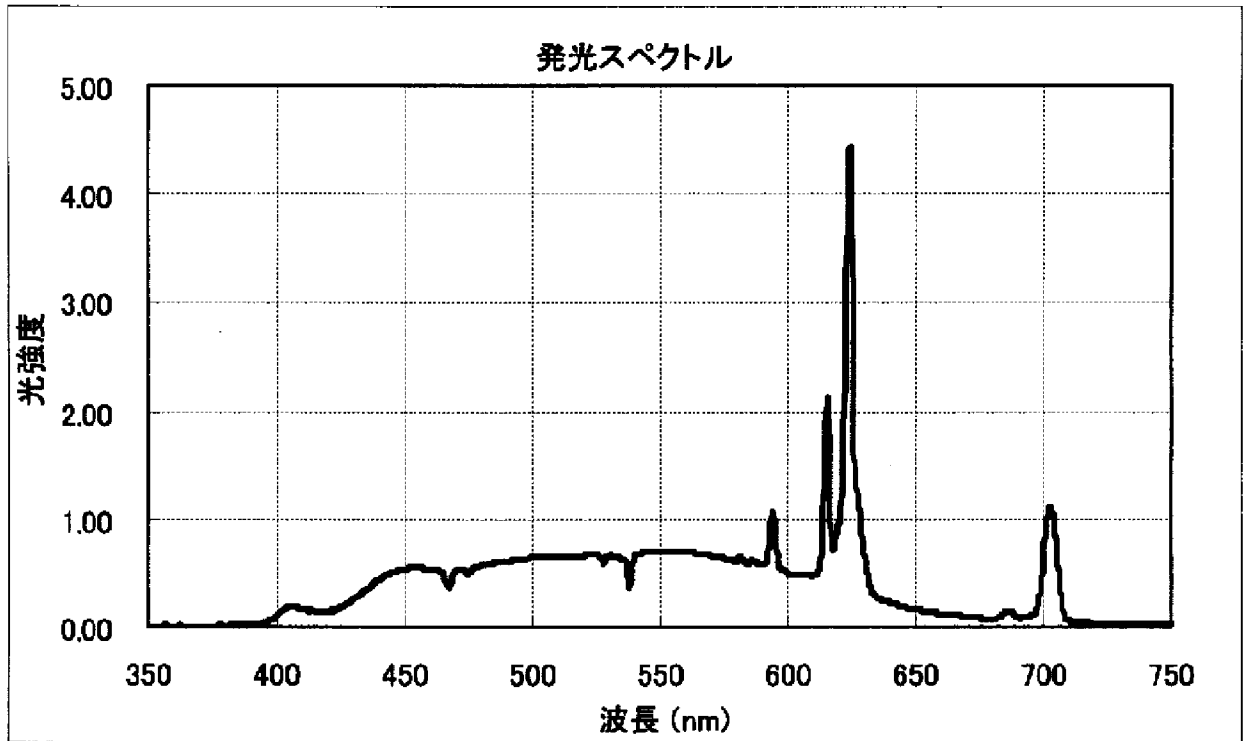
(式中、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ および $u$ は $0.1 \leq x < 0.35$ 、 $0.025 \leq y < 0.105$ 、 $0.025 \leq z < 0.25$ 、 $0.0005 \leq u < 0.02$ を満足する数である)

で表わされる組成を有するユーロピウムおよびマンガン付活アルカリ土類マグネシウム珪酸塩蛍光体からなることを特徴とする請求項8記載の白色照明装置。

[図1]



[図2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001338

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, C09K11/59(2006.01)i, C09K11/73(2006.01)i, C09K11/84(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L33/00-33/64, C09K11/08, C09K11/59, C09K11/73, C09K11/84, F21S2/00, H01S5/022

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-187188 A (Panasonic Corp.), 14 August 2008 (14.08.2008), paragraphs [0031], [0124] to [0152]; fig. 38, 39 & US 2007/0259206 A1 & EP 1980605 A2 & WO 2005/103199 A1 & KR 10-2007-0004101 A	1-10
X A	JP 2007-332217 A (Sharp Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0086], [0134] to [0135] (Family: none)	1-3, 6, 7 4, 5, 8-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 May, 2011 (17.05.11)

Date of mailing of the international search report  
24 May, 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001338

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-501512 A (General Electric Co.), 15 January 2004 (15.01.2004), paragraphs [0058], [0078] to [0080] & US 2004/0007961 A1 & EP 1332520 A1 & WO 2001/089001 A2 & AU 6460701 A & CN 1636259 A	1-3, 6, 7 4, 5, 8-10
A	WO 2009/099234 A1 (Sharp Corp.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraph [0153] (Family: none)	1-10
A	WO 2008/020541 A1 (Fujikura Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0068] to [0069] (Family: none)	1-10
A	JP 2007-109837 A (Hitachi, Ltd.), 26 April 2007 (26.04.2007), table 4 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L33/50(2010.01)i, C09K11/08(2006.01)i, C09K11/59(2006.01)i, C09K11/73(2006.01)i, C09K11/84(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L33/00-33/64, C09K11/08, C09K11/59, C09K11/73, C09K11/84, F21S2/00, H01S5/022

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-187188 A (パナソニック株式会社) 2008.08.14, 段落[0031], [0124]-[0152], 図 38, 39 & US 2007/0259206 A1 & EP 1980605 A2 & WO 2005/103199 A1 & KR 10-2007-0004101 A	1-10
X	JP 2007-332217 A (シャープ株式会社) 2007.12.27, 段落[0086], [0134]-[0135] (ファミリーなし)	1-3, 6, 7
A		4, 5, 8-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.05.2011

国際調査報告の発送日

24.05.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

多田 春奈

2K

3205

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-501512 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2004.01.15, 段落[0058], [0078]-[0080] & US 2004/0007961 A1 & EP 1332520 A1 & WO 2001/089001 A2 & AU 6460701 A & CN 1636259 A	1-3, 6, 7
A		4, 5, 8-10
A	WO 2009/099234 A1 (シャープ株式会社) 2009.08.13, 段落[0153] (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2008/020541 A1 (株式会社フジクラ) 2008.02.21, 段落[0068]-[0069] (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-109837 A (株式会社日立製作所) 2007.04.26, 表4 (ファミリーなし)	1-10