

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-217386

(P2005-217386A)

(43) 公開日 平成17年8月11日(2005.8.11)

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

**H01L 33/00**  
**C09K 11/08**  
**C09K 11/56**  
**C09K 11/59**  
**C09K 11/62**

F I

H01L 33/00  
C09K 11/08  
C09K 11/56  
C09K 11/59  
C09K 11/62

テーマコード(参考)

4 H 001  
5 F 041  
J  
C P B  
C P P

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-91611 (P2004-91611)  
(22) 出願日 平成16年3月26日 (2004.3.26)  
(31) 優先権主張番号 093101781  
(32) 優先日 平成16年1月27日 (2004.1.27)  
(33) 優先権主張国 台湾(TW)

(71) 出願人 504119594  
炬▲きん▼科技股份▲ふん▼有限公司  
台灣桃園縣平鎮工業區工業二路2-5號  
(74) 代理人 100082304  
弁理士 竹本 松司  
(74) 代理人 100088351  
弁理士 杉山 秀雄  
(74) 代理人 100093425  
弁理士 湯田 浩一  
(74) 代理人 100102495  
弁理士 魚住 高博  
(74) 代理人 100112302  
弁理士 手島 直彦

最終頁に続く

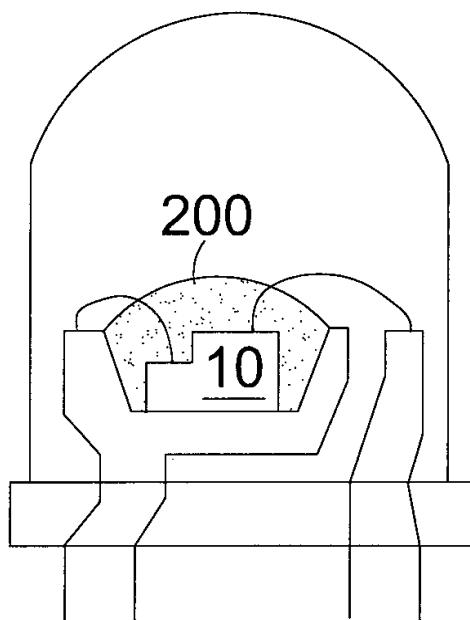
(54) 【発明の名称】白色発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】高演色性、高効率及び節電の白色発光装置及びその製造方法の提供。

【解決手段】少なくとも二つの発光層が 1 と 2 波長の光を発射でき、少なくとも一種類の蛍光粉 200 を利用し発光層のうち一方の波長の光を吸収して 3 波長の光を発射し、この 3 波長の光と発光層のもう一つの波長の光を混合することで白光を発射する。少なくとも二つの発光層は n 型オームコンタクト層の上に形成され、少なくとも二つの発光層の上に続いて p 型オームコンタクト層が成長させられて、少なくとも二つの発光層を具えた発光装置 10 が形成され、さらに発光装置の光発射経路上の蛍光粉 200 と発光装置 10 と一緒にパッケージされる。

【選択図】図 5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

白色発光装置において、

発光ダイオードと、該発光ダイオードの上に塗布された蛍光粉とを具え、該発光ダイオードは、二種類の異なる波長 1と 2の光を発射できる少なくとも二つの発光層を具え、該蛍光粉は該発光ダイオードの発射する光のうち一種類の波長の光を吸収して別の波長 3の光を発生し、

波長の関係は 1 < 3 < 2であり、三種類の波長を混合して白光を発生するようにしたことを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 2】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードは窒化ガリウム系化合物半導体を堆積させてなることを特徴とする、白色発光装置。 10

## 【請求項 3】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 1の波長範囲が 430 nm  
1 475 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 4】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 2の波長範囲が 600 nm  
2 650 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 5】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3の波長範囲が 530 nm  
2 580 nmであることを特徴とする、白色発光装置。 20

## 【請求項 6】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードのそのうち一つの発光層の量子ウェルが  $InN / In_x Ga_{1-x} N$  を含有し、もう一つの発光層の量子ウェルは  $In_y Ga_{1-y} N$  を含有し、 $0.45 < x < 0.6$ 、 $0.15 < y < 0.3$ であることを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 7】

請求項 1記載の白色発光装置において、発光ダイオードの基板が、サファイヤ、炭化けい素、シリコン、砒素化ガリウム、酸化亜鉛、二ほう化ジルコニウム、 $LiGaO_2$ 、 $LiAlO_2$ からなる群より選択されることを特徴とする、白色発光装置。 30

## 【請求項 8】

請求項 1記載の白色発光装置において、蛍光粉が  $YAG ((Y_x Gd_{1-x}) (Al_y Ga_{1-y})_5 O_{12} : Ce)$ 、 $Tb_3 Al_5 O_{12} : Ce^{3+}$ 、或いは  $SrGa_2 S_4 : Eu^{2+}$  のいずれかとされたことを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 9】

白色発光装置において、

発光ダイオードと、該発光ダイオードの上に塗布された少なくとも二種類の蛍光粉とを具え、該発光ダイオードは二種類の異なる波長 1と 2の光を発射できる少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二種類の蛍光粉は該発光ダイオードの発射する光のうち一種類の波長の光を吸収して別の二種類の波長 3及び 4の光を発生し、 40

波長の関係は 1 < 2 < 3 < 4であり、且つ 2、 3及び 4の三種類の波長を混合して白光を発生するようにしたことを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 10】

請求項 8記載の白色発光装置において、発光ダイオードは窒化ガリウム系化合物半導体を堆積させてなることを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 11】

請求項 8記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 1の波長範囲が 365 nm  
1 430 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

## 【請求項 12】

請求項 8記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 2の波長範囲が 430 nm 50

2 475 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

**【請求項 13】**

請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3 の波長範囲が 530 nm  
3 580 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

**【請求項 14】**

請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3 の波長範囲が 600 nm  
3 650 nmであることを特徴とする、白色発光装置。

**【請求項 15】**

請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードのそのうち一つの発光層の量子ウェルが  $InN / In_x Ga_{1-x} N$  を含有し、もう一つの発光層の量子ウェルは  $In_y Ga_{1-y} N$  を含有し、 $0.15 < x < 0.36$ 、 $0 < y < 0.1$  であることを特徴とする、白色発光装置。  
10

**【請求項 16】**

請求項 8 記載の白色発光装置において、蛍光粉が  $YAG ((Y_x Gd_{1-x}) (Al_y Ga_{1-y})_5 O_{12} : Ce)$ 、 $Tb_3 Al_5 O_{12} : Ce^{3+}$ 、 $SrGa_2 S_4 : Eu^{2+}$  のいずれかと、酸化イットリウム ( $Y_2 O_3 : Eu$ )、 $Sr_2 P_2 O_7 : Eu$ 、Mn、硫化物： $Eu (AES : Eu^{2+})$ 、ニトリド・シリケート： $Eu (AE_2 Si_5 N_8 : Eu^{2+})$  のいずれかとされたことを特徴とする、白色発光装置。

**【請求項 17】**

白色発光装置の製造方法において、  
基板を提供する工程、  
該基板の上にバッファ層を形成する工程、  
該バッファ層の上に n 型オームコンタクト層を形成する工程、  
該 n 型オームコンタクト層の上に第 1 発光層を形成する工程、  
該第 1 発光層の上に第 2 発光層を形成する工程、  
該第 2 発光層の上に p 型オームコンタクト層を形成する工程、  
該 p 型オームコンタクト層の上に p 型電極を形成する工程、  
該 n 型オームコンタクト層の上に n 型電極を形成する工程、  
を具え、以上で LED チップを形成し、蛍光粉を該 LED チップの発光方向に設置することを特徴とする、白色発光装置の製造方法。  
30

**【請求項 18】**

請求項 17 記載の白色発光装置の製造方法において、第 1 発光層を形成する工程は、  
a . 第 1 バリア層を n 型オームコンタクト層の上に成長させる工程、  
b . 第 1 量子ウェルを第 1 バリア層の上に成長させる工程、  
c . 第 2 量子ウェルを第 1 量子ウェルの上に成長させる工程、  
d . 第 2 バリア層を第 2 量子ウェルの上に成長させる工程、  
を具え、b、c、d の工程を重複することで多重量子ウェル構造の第 1 発光層を形成することを特徴とする、白色発光装置の製造方法。

**【請求項 19】**

請求項 17 記載の白色発光装置の製造方法において、第 2 発光層を形成する工程は、  
a . 第 3 バリア層を第 1 発光層の上に成長させる工程、  
b . 第 3 量子ウェルを第 3 バリア層の上に成長させる工程、  
c . 第 4 量子ウェルを第 3 量子ウェルの上に成長させる工程、  
d . 第 4 バリア層を第 4 量子ウェルの上に成長させる工程、  
を具え、b、c、d の工程を重複することで多重量子ウェル構造の第 2 発光層を形成することを特徴とする、白色発光装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は一種の白色発光装置及びその製造方法に係り、特に、白光を発射できる発光裝

置とその製造方法に関する。本発明は、少なくとも二つの発光層を具えた発光装置と少なくとも一種類の蛍光粉を利用し、該蛍光粉が少なくとも二つの発光層の一方の光を吸収して別の光を発射し、さらに少なくとも二つの発光層のうちの一方の発射する光と混合することで、高演色性を具えた白光発光装置を達成する。

#### 【背景技術】

##### 【0002】

発光ダイオード（LED）は固体の半導体装置であり、ダイオード内の分離した二つのキャリア（電子と正孔）の相互結合により光を発生し、それは冷光発光に属し、タンゲステンランプの熱発光とは異なり、ただLED装置の両端に極めて小さい電流を通入すれば発光する。LEDはその使用する材料の違いにより、エネルギーレベルの高さの差が結合後の光子のエネルギー量に影響を与え、異なる波長の光、例えば赤光、橙色光、黄、緑、青、或いは不可視光等を発生する。LED製品の長所は寿命が長く、節電で、耐用性があり、耐震で、強固で、量産に適し、体積が小さく、反応が速いことである。10

##### 【0003】

LEDは可視光を発生するものと不可視光を発生するものがあり、可視光LEDは赤、黄、及び橙色等のLED製品を含み、携帯電話のバックライト及びキー、PDAバックライト、情報と消費性電子製品の指示ランプ、工業用メーター設備、自動車用メーター指示ランプとブレーキランプ、大型広告用看板、交通標識等に使用され、不可視光LEDは、E r D A、V C S E L及びLD等を含み、通信に主に応用され、大きく二種類に分けられ、そのうち短波長赤外光は無線通信用（例えばI r D Aモジュール）、リモートコントローラー、センサに応用され、長波長赤外光は短距離の通信用光源として使用される。20

##### 【0004】

現在、白光LEDの応用は、照明方面では、自動車の車内ランプ、装飾ランプ等であり、その他の約95%以上はLCDバックライトとして使用され、且つ発光効率と寿命の問題から、現在は小サイズバックライトとしての使用が主流である。応用面から観ると、白光LED市場は携帯電話のカラースクリーンのバックライト及び携帯電話に附属のデジタルカメラのフラッシュランプが最も有望であり、将来的には白光LEDは大サイズLCDバックライト及びグローバルな照明光源としての使用が目標である。30

##### 【0005】

高輝度青色LEDと蛍光体（YAG：Ce）で構成された白光LEDは新時代の省エネ光源と見なされている。このほか、紫外線（UV）LEDと三波長蛍光体で組成された白光LEDも新時代光源としてラインナップされる。30

##### 【0006】

特許文献1に記載の技術は、混光式LEDであり、GaNチップとYAGを一つにパッケージしてなる。GaNチップは青光（ $\lambda_p = 400 \sim 530 \text{ nm}$ ,  $Wd = 30 \text{ nm}$ ）を発生し、高温焼結してなりCe<sup>3+</sup>を含むYAG蛍光粉はこの青色により励起された後に黄色光を発射し、そのピーク値は550nmである。青光LEDの基板は碗型反射腔中に取り付けられ、YAGを混合した樹脂薄層で被覆され、約200~500nmである。LEDチップの発射する青光の一部はYAG蛍光粉により吸収され、別部分の青光はYAG蛍光粉の発射する黄光と混合されて、白光が得られる。40

##### 【0007】

ただしこのような周知の技術は赤光成分を増加して高演色性を達成しようとすると、YAG中のGdの化学組成を増さねばならず、しかし、これは赤光を発生できるYAG蛍光粉の光変換効率をGdの化学組成の増加により低下させてしまう。ゆえにこの周知の技術はもし高演色性の白光を得ようとすれば相対的に発光効率が下がる。また、特許文献2には、紫外光を発射できるLEDと紫外光を吸収でき並びにR.G.B.をそれぞれ発射する三種類の蛍光粉を混合してなる白光を発射できる発光装置が記載されている。ただし現在に至るまで紫外光を吸収できる蛍光粉のその光変換効率はいずれもYAG系列の蛍光粉に及ばず、ゆえに高効率の紫外光LEDを研究開発しなければ実用化は達成できない。

##### 【0008】

10

20

30

40

50

さらに特許文献3には一種の混光式発光ダイオードが記載され、それは、第1及び第2発光層の組成と構造を再改変することなく、その二つのピーク波長を固定して、二つの発光層の間にトンネル性のバリア層を形成し、このトンネルバリア層の幅を調整することにより、導電キャリアのこのトンネルバリア層の透過確率を改変し、これにより二つの発光領域中の光電変換に關わる導電キャリア分布比例を改変し、即ち二つの主波ピークの相対発光強度を改変し、これにより第1発光層の発射する第1波長と第2発光層の発射する第2波長範囲の光を相互に混合し、シングルチップ自身が特定の色の混合光（或いは白光）を発射できるようにしている。もし混合光の色を改変したい場合は、僅かにトンネルバリア層の幅を改変するだけで混合光の色を調整でき、このため混光式発光ダイオードの製造工程を簡易化できる。この特許に記載の構造は、理論上は実施可能であるが、二つの発光層の間にトンネル性のバリア層を形成すると、装置の作業電圧を増すことになり、ゆえに節電の目的が達成できなくなるという欠点がある。10

#### 【0009】

【特許文献1】米国特許第5,998,925号明細書

【特許文献2】米国特許第6,084,250号明細書

【特許文献3】台湾特許公告第546852号明細書

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

以上の従来の技術の欠点から、新規な白色発光装置及びその製造方法が求められている20

。

#### 【0011】

本発明の目的は、一種の白色発光装置及びその製造方法を提供することにあり、それは、発光装置と少なくとも一種類の蛍光粉を具え、発光装置は少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二つの発光層は1と2の波長の光を発射し、該蛍光粉は少なくとも二つの発光層のうち一方が発射する波長の光を吸収して3波長の光を発射し、さらに少なくとも二つの発光層の一方の波長の光と混合し、高演色性、高効率及び節電の白色発光装置を形成するものである。

#### 【0012】

本発明の別の目的は、白色発光装置及びその製造方法を提供することにあり、それは、発光装置と少なくとも二種類の異なる系列の蛍光粉を具え、該発光装置は少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二つの発光層は1と2の波長の光を発射し、該蛍光粉は少なくとも二つの発光層のうち一方が発射する波長の光を吸収して3と4波長の光を発射するものとし、さらに少なくとも二つの発光層の一方の波長の光と混合し、高演色性、高効率及び節電の白色発光装置を形成するものである。30

#### 【0013】

本発明のまた別の目的は、白色発光装置及びその製造方法を提供することにあり、それは、青光と赤光を発射できる発光装置を具えたものとし、さらに、少なくとも一種類の蛍光粉を利用して青光を吸収させ黄緑光を発射させ、青光、黄緑光及び赤光の混合により白光を達成するものである。40

#### 【0014】

本発明のさらにまた別の目的は、白色発光装置及びその製造方法を提供することにあり、それは、紫外光と青光を発射できる発光装置を具えたものとし、さらに、少なくとも一種類の蛍光粉を利用して青光を吸収させ黄緑光を発射させ、及び少なくとも一種類の蛍光粉に紫外光を吸収させて赤光を発射させ、青光、黄緑光及び赤光を混合し白光の目的を達成するものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

請求項1の発明は、白色発光装置において、

発光ダイオードと、該発光ダイオードの上に塗布された蛍光粉とを具え、該発光ダイオ50

ードは、二種類の異なる波長 1と 2の光を発射できる少なくとも二つの発光層を具え、該蛍光粉は該発光ダイオードの発射する光のうち一種類の波長の光を吸収して別の波長 3の光を発生し、

波長の関係は 1 < 3 < 2であり、三種類の波長を混合して白光を発生するようにしたことを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードは窒化ガリウム系化合物半導体を堆積させてなることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 3 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 1の波長範囲が 430 nm 1 475 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。  
10

請求項 4 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 2の波長範囲が 600 nm 2 650 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 5 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3の波長範囲が 530 nm 2 580 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 6 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードのそのうち一つの発光層の量子ウェルが InN / In<sub>x</sub> Ga<sub>1-x</sub> Nを含有し、もう一つの発光層の量子ウェルは In<sub>y</sub> Ga<sub>1-y</sub> Nを含有し、0.45 < x < 0.6、0.15 < y < 0.3であることを特徴とする、白色発光装置としている。  
20

請求項 7 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの基板が、サファイア、炭化けい素、シリコン、砒素化ガリウム、酸化亜鉛、二ほう化ジルコニウム、LiGaO<sub>2</sub>、LiAlO<sub>2</sub>からなる群より選択されることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 8 の発明は、請求項 1 記載の白色発光装置において、蛍光粉が YAG ((Y<sub>x</sub> Gd<sub>1-x</sub>) (Al<sub>y</sub> Ga<sub>1-y</sub>)<sub>5</sub> O<sub>12</sub>: Ce)、Tb<sub>3</sub> Al<sub>5</sub> O<sub>12</sub>: Ce<sup>3+</sup>、或いは SrG<sub>a</sub> S<sub>4</sub>: Eu<sup>2+</sup>のいずれかとされたことを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 9 の発明は、白色発光装置において、

発光ダイオードと、該発光ダイオードの上に塗布された少なくとも二種類の蛍光粉とを具え、該発光ダイオードは二種類の異なる波長 1と 2の光を発射できる少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二種類の蛍光粉は該発光ダイオードの発射する光のうち一種類の波長の光を吸収して別の二種類の波長 3及び 4の光を発生し、  
30

波長の関係は 1 < 2 < 3 < 4であり、且つ 2、3 及び 4の三種類の波長を混合して白光を発生するようにしたことを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 10 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードは窒化ガリウム系化合物半導体を堆積させてなることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 11 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 1の波長範囲が 365 nm 1 430 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 12 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 2の波長範囲が 430 nm 2 475 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。  
40

請求項 13 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3の波長範囲が 530 nm 3 580 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 14 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードの 3の波長範囲が 600 nm 3 650 nmであることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 15 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、発光ダイオードのそのうち一つの発光層の量子ウェルが InN / In<sub>x</sub> Ga<sub>1-x</sub> Nを含有し、もう一つの発光層の  
50

量子ウェルは  $In_y Ga_{1-y} N$  を含有し、 $0.15 < x < 0.36$ 、 $0 < y < 0.1$  であることを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 16 の発明は、請求項 8 記載の白色発光装置において、蛍光粉が  $YAG((Y_x Gd_{1-x})(Al_y Ga_{1-y})_5 O_{12}:Ce)$ 、 $Tb_3 Al_5 O_{12}:Ce^{3+}$ 、 $SrGa_2 S_4:Eu^{2+}$  のいずれかと、酸化イットリウム ( $Y_2 O_3:Eu$ )、 $Sr_2 P_2 O_7:Eu$ 、 $Mn$ 、硫化物： $Eu(AES:Eu^{2+})$ 、ニトリド・シリケート： $Eu(AE_2 Si_5 N_8:Eu^{2+})$  のいずれかとされたことを特徴とする、白色発光装置としている。

請求項 17 の発明は、白色発光装置の製造方法において、

基板を提供する工程、

該基板の上にバッファ層を形成する工程、

10

該バッファ層の上に n 型オームコンタクト層を形成する工程、

該 n 型オームコンタクト層の上に第 1 発光層を形成する工程、

該第 1 発光層の上に第 2 発光層を形成する工程、

該第 2 発光層の上に p 型オームコンタクト層を形成する工程、

該 p 型オームコンタクト層の上に p 型電極を形成する工程、

該 n 型オームコンタクト層の上に n 型電極を形成する工程、

を具え、以上で LED チップを形成し、蛍光粉を該 LED チップの発光方向に設置することを特徴とする、白色発光装置の製造方法としている。

請求項 18 の発明は、請求項 17 記載の白色発光装置の製造方法において、第 1 発光層を形成する工程は、

20

a. 第 1 バリア層を n 型オームコンタクト層の上に成長させる工程、

b. 第 1 量子ウェルを第 1 バリア層の上に成長させる工程、

c. 第 2 量子ウェルを第 1 量子ウェルの上に成長させる工程、

d. 第 2 バリア層を第 2 量子ウェルの上に成長させる工程、

を具え、b、c、d の工程を重複することで多重量子ウェル構造の第 1 発光層を形成することを特徴とする、白色発光装置の製造方法としている。

請求項 19 の発明は、請求項 17 記載の白色発光装置の製造方法において、第 2 発光層を形成する工程は、

30

a. 第 3 バリア層を第 1 発光層の上に成長させる工程、

b. 第 3 量子ウェルを第 3 バリア層の上に成長させる工程、

c. 第 4 量子ウェルを第 3 量子ウェルの上に成長させる工程、

d. 第 4 バリア層を第 4 量子ウェルの上に成長させる工程、

を具え、b、c、d の工程を重複することで多重量子ウェル構造の第 2 発光層を形成することを特徴とする、白色発光装置の製造方法としている。

### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明は、一種の白色発光装置及びその製造方法を提供し、それは、発光装置と少なくとも一種類の蛍光粉を具え、発光装置は少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二つの発光層は 1 と 2 の波長の光を発射し、該蛍光粉は少なくとも二つの発光層のうち一方が発射する波長の光を吸収して 3 波長の光を発射し、さらに少なくとも二つの発光層の一方の波長の光と混合し、高演色性、高効率及び節電の目的を達成する。

40

#### 【0017】

本発明は、白色発光装置及びその製造方法を提供し、それは、発光装置と少なくとも二種類の異なる系列の蛍光粉を具え、該発光装置は少なくとも二つの発光層を具え、該少なくとも二つの発光層は 1 と 2 の波長の光を発射し、該蛍光粉は少なくとも二つの発光層のうち一方が発射する波長の光を吸収して 3 と 4 波長の光を発射するものとし、さらに少なくとも二つの発光層の一方の波長の光と混合し、高演色性、高効率及び節電の白色発光装置を形成する。

#### 【0018】

本発明はまた、白色発光装置及びその製造方法を提供し、それは、青光と赤光を発射で

50

きる発光装置を具えたものとし、さらに、少なくとも一種類の蛍光粉を利用して青光を吸収させ黄緑光を発射させ、青光、黄緑光及び赤光の混合により白光を達成する。

### 【0019】

本発明はさらにまた、白色発光装置及びその製造方法を提供し、それは、紫外光と青光を発射できる発光装置を具えたものとし、さらに、少なくとも一種類の蛍光粉を利用して青光を吸収させ黄緑光を発射させ、及び少なくとも一種類の蛍光粉に紫外光を吸収させて赤光を発射させ、青光、黄緑光及び赤光を混合し白光の目的を達成する。

### 【発明を実施するための最良の形態】

### 【0020】

本発明は一種の白色発光装置及びその製造方法を提供し、この発光装置は少なくとも二つの発光層、該少なくとも二つの発光層が 1 と 2 波長の光を発射でき、少なくとも一種類の蛍光粉を利用し該発光層のそのうち一方の波長の光を吸収して 3 波長の光を発射し、この 3 波長の光と該発光層のもう一つの波長の光を混合することで白光を発射する。本発明の類白色発光装置の少なくとも二つの発光層は n 型オームコンタクト層の上に形成され、該少なくとも二つの発光層の上に続いて p 型オームコンタクト層が成長させられて、少なくとも二つの発光層を具えた発光装置が形成され、さらに該発光装置の光発射経路上の蛍光粉と該発光装置と一緒にパッケージされて、本発明の発光装置が完成する。

### 【実施例 1】

### 【0021】

図 1 は本発明の好ましい実施例の白色発光装置の製造フローチャートである。図示されるように、本発明の白色発光装置の製造方法は、

- 工程 S10 : 基板を提供する
- 工程 S11 : バッファ層を該基板の上に形成する
- 工程 S12 : n 型オームコンタクト層を該バッファ層の上に形成する
- 工程 S13 : 第 1 発光層を該 n 型オームコンタクト層の上に形成する
- 工程 S14 : 第 2 発光層を該第 1 発光層の上に形成する
- 工程 S15 : p 型オームコンタクト層を該第 2 発光層の上に形成する
- 工程 S16 : p 型電極を該 p 型オームコンタクト層の上に形成する
- 工程 S17 : n 型電極を該 n 型オームコンタクト層の上に形成する

以上の工程を具えている。

10

20

30

40

50

### 【0022】

そのうち、以上により形成された LED チップにおいて、蛍光粉を該 LED チップの発光方向に置く。

### 【0023】

さらに、工程 S13 における第 1 発光層の製造フローは図 2 に示されるとおりであり、それは本発明の好ましい実施例の第 1 発光層の製造フローチャートであり、

- 工程 S100 : 第 1 バリア層を該 n 型オームコンタクト層の上に成長させる
- 工程 S110 : 第 1 量子ウェルを該第 1 バリア層の上に成長させる
- 工程 S120 : 第 2 量子ウェルを該第 1 量子ウェルの上に成長させる
- 工程 S130 : 第 2 バリア層を第 2 量子ウェルの上に成長させる

以上の工程を具えている。

### 【0024】

そのうち、工程 S110 を第 2 バリア層の上で重複し、及び、工程 S120 と工程 S130 により、多重量子ウェル構造の第 1 発光層が形成される。

### 【0025】

また、工程 S14 の第 2 発光層の製造方法は、図 3 に示されるようであり、これは本発明の好ましい実施例の第 2 発光層の製造フローチャートであり、

- 工程 S200 : 第 3 バリア層を該第 1 発光層の上に成長させる
- 工程 S210 : 第 3 量子ウェルを該第 3 バリア層の上に成長させる
- 工程 S220 : 第 4 量子ウェルを該第 3 量子ウェルの上に成長させる

工程 S 230：第4バリア層を該第4量子ウェルの上に成長させる  
以上の工程を具えている。

## 【0026】

そのうち、工程 S 210 を第4バリア層の上で重複し、及び、工程 S 220 と工程 S 230 により、多重量子ウェル構造の第2発光層が形成される。

## 【0027】

図4と図5は本発明の好ましい実施例の少なくとも二つの発光層を具えた発光装置の構造表示図及び白色発光装置の構造表示図である。図示されるように、本発明の少なくとも二つの発光層を具えた白光発光装置100は、基板110、バッファ層120、n型オームコンタクト層130、第1発光層140、第2発光層150、被覆層160、p型オームコンタクト層170、p型透明金属導電層180、p型電極172、n型電極132及び蛍光粉200を具えている。該バッファ層120は基板110の上にあり、該n型オームコンタクト層130は該バッファ層120の上に位置し、該第1発光層140と該第2発光層150は順にn型オームコンタクト層130の上に位置し、該第2発光層150の上は被覆層160とされ、該被覆層160の上はp型オームコンタクト層170とされ、該p型オームコンタクト層170の上にp型透明金属導電層180とp型電極172が形成され、n型オームコンタクト層130の一部領域の上にn型電極132が設けられ、さらに以上により形成された発光装置の発光方向に該蛍光粉200が設置されている。  
10

## 【0028】

該バッファ層の材料は窒化ガリウム系化合物とされ、それは $A_{1-x}Ga_{1-x}N$ (0 < x < 1)とされ得る。該n型オームコンタクト層の材料はシリコンキャリアドープのn型窒化ガリウム(n-GaN)とされ得る。該被覆層はマグネシウムドープのp型窒化アルミニウムガリウム(p-Al<sub>z</sub>Ga<sub>1-z</sub>, z ~ 0.2)とされ得る、p型オームコンタクト層170はマグネシウムドープの窒化ガリウム(p-GaN)とされ得る。  
20

## 【0029】

図6は本発明の好ましい実施例の白色発光装置の発光層の構造表示図である。図示されるように、該第1発光層140は第1バリア層142、第1量子ウェル144、第2量子ウェル146を具え、以上の構造が交互に3~10回堆積されて多重量子ウェル構造(MQW)の第1発光層140が形成される。該第2発光層150は第2バリア層152、第3量子ウェル154、第4量子ウェル156を具え、以上の構造が交互に3~10回堆積されて多重量子ウェル構造(MQW)の第2発光層150が形成される。  
30

## 【0030】

以下に実際の実施例について説明する。

本発明は有機金属化学気相エピタキシー法で成長させる。まず、サファイヤ基板を提供し、続いて摂氏約500度下で該基板表面上に厚さが約200~300の低温バッファ層を成長させる。続いて、成膜温度を摂氏約1025度に上げ、この高温下で高温バッファ層を低温バッファ層の上に形成し、該高温バッファ層の厚さは約0.7μmとする。続いて、同じ温度下で該高温バッファ層の上にn型オームコンタクト層をエピタキシャル成長させ、該n型オームコンタクト層はシリコンドープ濃度約3~5e+cm<sup>-3</sup>のn型窒化ガリウム(n-GaN)とし、その成長厚さは約2~5μmとする。  
40

## 【0031】

続いて、第1赤色発光層を形成する。まず、成長温度を摂氏約800~830度に下げて厚さ約70~200の窒化ガリウムバリア層を成長させる。続いて、エピタキシャル成長を中断し、成長温度を摂氏約700~730度に下げ、厚さ約5~15の窒化インジウム(InN)の第1量子ウェルを成長させる。続いて、厚さ約15~40の窒化インジウムガリウム(In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N, x ~ 0.48)の第2量子ウェルを成長させる。続いて、厚さ約30~50の窒化ガリウムバリア層を成長させる。その後、エピタキシャル成長を中断し、成長温度を摂氏約800~830度に上げて、再度重複して厚さ約70~200の窒化ガリウムバリア層を成長させ、こうして交互に3~10回堆積させて、多重量子ウェル構造(MQW)の第1赤色発光層205を形成する。続いて、温度を摂  
50

氏約 750 ~ 800 度に維持する。

### 【0032】

更に第2青色発光層を成長させる。その構造は厚さ約 70 ~ 200 の窒化ガリウムバリア層及び厚さ約 20 ~ 30 の窒化インジウムガリウム ( $In_x Ga_{1-x} N$ ,  $x \sim 0.24$ ) が交互に 3 ~ 10 回堆積されてなる多重量子ウェル構造とされる。図7は本発明の好ましい実施例の第1赤色発光層及び第2青色発光層で形成された簡単なエネルギー bandwidth 表示図である。

### 【0033】

発光層を完成した後、成長温度を摂氏約 930 ~ 980 度に上げ、発光層の最後のバリア層の上に厚さ約 200 ~ 500 のマグネシウムドープ濃度  $3e+17 \sim 5e+19 \text{ cm}^{-3}$  の p 型窒化アルミニウムガリウム ( $p-Al_z Ga_{1-z} N$ ,  $z \sim 0.2$ ) の被覆層と、厚さ約 1000 ~ 5000 のマグネシウムドープ濃度  $3e+18 \sim 1e+20 \text{ cm}^{-3}$  の p 型窒化ガリウム ( $p-GaN$ ) で構成したオームコンタクト層を成長させる。

### 【0034】

上述のエピタキシャル成長の後、ドライエッチング工程により一部の p 型オームコンタクト層、被覆層、発光層及び n 型オームコンタクト層を除去し、n 型オームコンタクト層の表面を露出させる。続いて、蒸着工程を実行して p 型透明金属導電層を p 型オームコンタクト層の上に形成し、並びに p 型電極を該 p 型透明金属導電層の上に形成し、n 型電極を n 型オームコンタクト層の表面の上に形成する。

### 【0035】

続いて、研磨及びダイシングの後に、大きさが約  $380 \times 320 \mu\text{m}^2$  の発光ダイオードチップを形成する。駆動電流 20 mA を p 型電極及び n 型電極に印加し、その発光スペクトルを図8に示した。図8によると、主波ピークは 460 nm、次波ピークは 603 nm である。更にこの発光ダイオードチップに黄緑光を発射できる YAG 系列の蛍光粉を加えてパッケージし、周知の砲弾型発光ダイオード或いは表面実装型発光ダイオードを形成する。一般に ( $Y_x Gd_{1-x}$ ) ( $Al_y Ga_{1-y}$ )<sub>5</sub> O<sub>12</sub> : Ce の化学式で黄緑光の YAG (Yttrium Aluminum Garnet) 系列の蛍光粉を代表し、それは、駆動電流 20 mA を印加すると混光により白光を発生する。その発光スペクトルは図9のようであり、その演色性 (Rendering Index) は 90 に達する。以上に述べた YAG 蛍光粉のほか、TAG 或いは STG 系列の蛍光粉を使用することもでき、一般に、Tb<sub>3</sub> Al<sub>5</sub> O<sub>12</sub> : Ce<sup>3+</sup> の化学式で黄緑光の TAG (Terbium Aluminum Garnet) 系列の蛍光粉を代表し、SrGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> : Eu<sup>2+</sup> で黄緑光の STG 系列の蛍光粉を代表する。

### 【実施例2】

### 【0036】

本発明の別の実施例によると、各窒化ガリウム系化合物は有機金属化学気相エピタキシー法で成長させる。まず、サファイヤ基板を提供し、続いて温度摂氏約 500 度で基板表面に厚さ約 200 ~ 300 の低温バッファ層を成長させる。続いて、成膜温度摂氏約 1025 度の高温下で高温バッファ層を該低温バッファ層の上に成長させ、この高温バッファ層の厚さは約 0.7 μm とする。続いて、同じ温度下で該高温バッファ層の上に n 型オームコンタクト層をエピタキシャル成長させ、該 n 型オームコンタクト層はシリコンドープ濃度  $3 \sim 5e+18 \text{ cm}^{-3}$  の n 型窒化ガリウム ( $n-GaN$ ) とし、その成長厚さは約 2 ~ 5 μm とする。

### 【0037】

続いて、第1青光発光層を形成する。まず、成長温度を摂氏約 750 ~ 800 度に下げて厚さ約 70 ~ 200 の窒化ガリウムバリア層を成長させる。続いて、厚さ約 20 ~ 30 の窒化インジウムガリウム ( $In_x Ga_{1-x} N$ ,  $x \sim 0.24$ ) の量子ウェルを成長させ、こうして交互に 3 ~ 10 回堆積させて多重量子ウェル構造の第1青光発光層を形成する。

### 【0038】

10

20

30

40

50

続いて、温度を摂氏約840～890度に上げ、第2紫外光発光層を成長させる。その構造は、厚さ約70～200の窒化ガリウムバリア層及び厚さ約20～30の窒化インジウムガリウム( $In_y Ga_{1-y} N$ ,  $y \sim 0.08$ )を交互に3～10回堆積させてなる多重量子構造とする。図10は本発明の好ましい実施例の第1青光発光層と第2紫外光発光層で形成した簡単なエネルギー・バンド表示図である。

#### 【0039】

発光層完成後に、温度を摂氏約930～980度まで上げ、発光層の最後のバリア層の上に厚さ約200～500のマグネシウムドープ濃度約 $3e+17 \sim 5e+19 \text{ cm}^{-3}$ のp型窒化アルミニウムガリウム( $pAl_z Ga_{1-z} N$ ,  $z \sim 0.2$ )で組成した被覆層を成長させ、及び、厚さ約1000～5000のマグネシウムドープ濃度 $3e+18 \sim 1e+20 \text{ cm}^{-3}$ のp型窒化ガリウム( $p-GaN$ )で構成したオームコンタクト層を成長させる。10

#### 【0040】

上述のエピタキシャル成長完成後、ドライエッチング工程により一部のp型オームコンタクト層、被覆層、発光層及びn型オームコンタクト層を除去し、n型オームコンタクト層の表面を露出させる。続いて、蒸着工程を実行してp型透明金属導電層をp型オームコンタクト層の上に形成し、並びにp型電極を該p型透明金属導電層の上に形成し、n型電極をn型オームコンタクト層の表面の上に形成する。

#### 【0041】

続いて、研磨及びダイシングの後に、大きさが約 $380 \times 320 \mu\text{m}^2$ の発光ダイオードチップを形成する。駆動電流20mAをp型電極及びn型電極に印加し、その発光スペクトルを図11に示した。図11によると、主波ピークは380nm、次波ピークは463nmである。更にこの発光ダイオードチップに黄緑光を発射できるYAG系列の蛍光粉及び赤光を発生できる酸化イットリウム(Yttrium Oxide)系列の蛍光粉を加えてパッケージし、周知の砲弾型発光ダイオード或いは表面実装型発光ダイオードを形成する。この発光ダイオードは駆動電流20mA下で、混光により白光を発射し、その発光スペクトルは図12に示すとおりである。一般に、( $Y_x Gd_{1-x}$ ) $(Al_y Ga_{1-y})_5 O_{12}$ : Ceの化学式で黄緑光のYAG(Yttrium Aluminum Garnet)系列の蛍光粉を代表し、 $Y_2 O_3$ : Euの化学式で赤光の酸化イットリウム系列の蛍光粉を代表し、その演色性は92に達する。以上に述べた蛍光粉のほか、 $Tb_3 Al_5 O_{12}$ : Ce<sup>3+</sup>或いはSrGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub>: Eu<sup>2+</sup>をYAGの代わりに使用でき、またSr<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: Eu, Mn、硫化物: Eu(AES: Eu<sup>2+</sup>)或いはニトリド-シリケート: Eu(AE<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>: Eu<sup>2+</sup>)を酸化ニットリウムの代わりに使用することができる。2030

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0042】

【図1】本発明の好ましい実施例の白色発光装置の製造フローチャートである。  
 【図2】本発明の好ましい実施例の第1発光層の製造フローチャートである。  
 【図3】本発明の好ましい実施例の第2発光層の製造フローチャートである。  
 【図4】本発明の好ましい実施例の少なくとも二つの発光層を具えた白色発光装置の構造表示図である。40

【図5】本発明の好ましい実施例の少なくとも二つの発光層を具えた白色発光装置の構造表示図である。

【図6】本発明の好ましい実施例の白色発光装置の発光層の構造表示図である。

【図7】本発明の好ましい実施例の第1赤色発光層及び第2青色発光層で形成された簡単なエネルギー・バンド表示図である。

【図8】本発明の好ましい実施例の、p型電極とn型電極に20mAの駆動電流を印加した発光スペクトルである。

【図9】本発明の好ましい実施例の、駆動電流20mA下での混光による白光の発光スペクトルである。50

【図10】本発明の好ましい実施例の、発光層を第1青光発光層及び第2紫外光発光層で形成した簡単なエネルギー・バンド表示図である。

【図11】本発明の好ましい実施例の、p型電極とn型電極に20mAの駆動電流を印加した発光スペクトルである。

【図12】本発明の好ましい実施例の、駆動電流20mA下での混光による白光の発光スペクトルである。

【符号の説明】

【0043】

100 発光装置

110 基板

120 バッファ層

130 n型オームコンタクト層

132 n型電極

140 第1発光層

142 第1バリア層

144 第1量子ウェル

146 第2量子ウェル

150 第2発光層

152 第2バリア層

154 第3量子ウェル

156 第4量子ウェル

160 被覆層

170 p型オームコンタクト層

172 p型電極

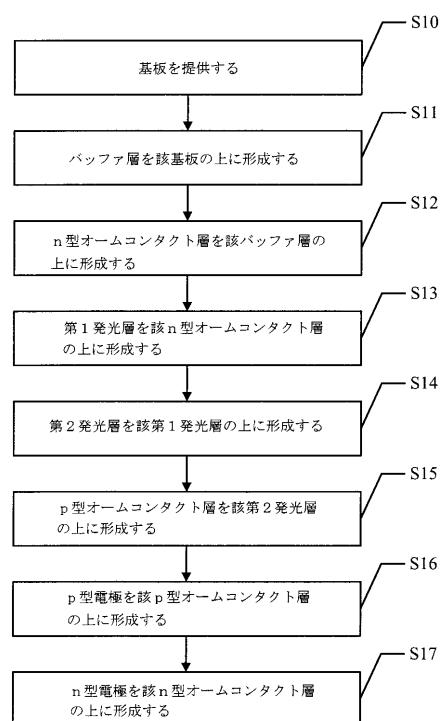
180 p型透明金属導電層

200 蛍光粉

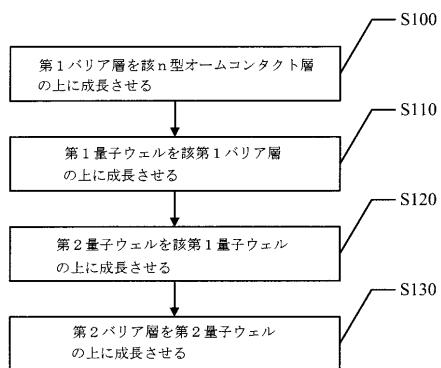
10

20

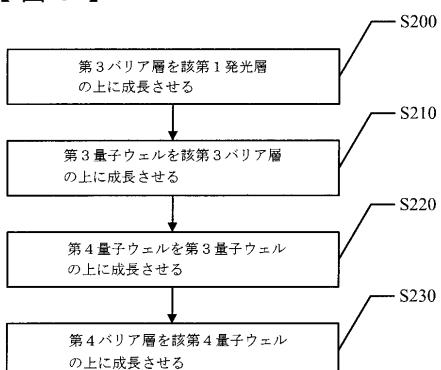
【図1】



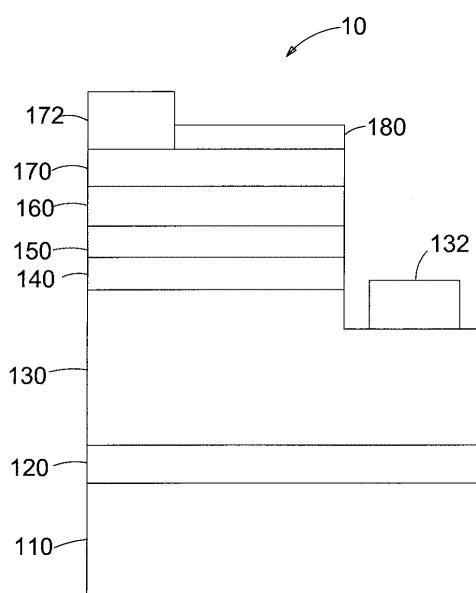
【図2】



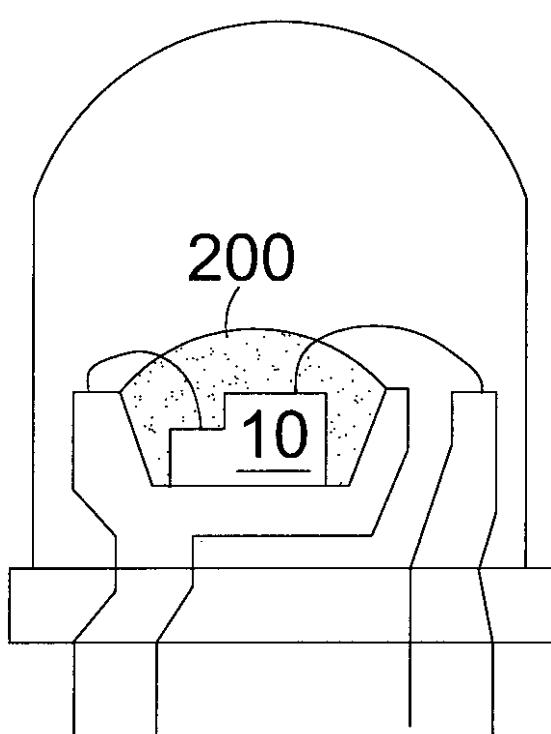
【図3】



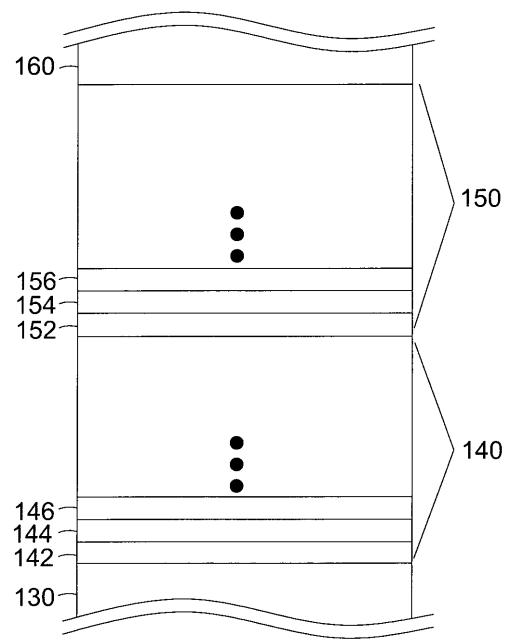
【図4】



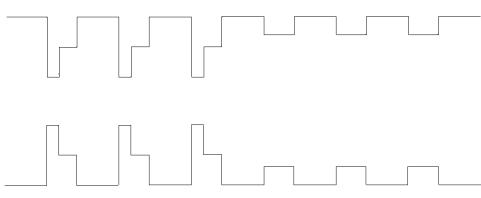
【図5】



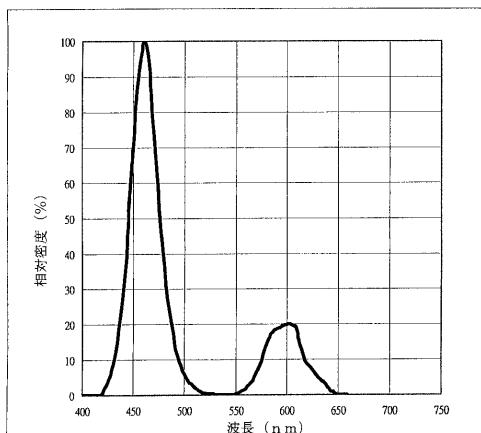
【図6】



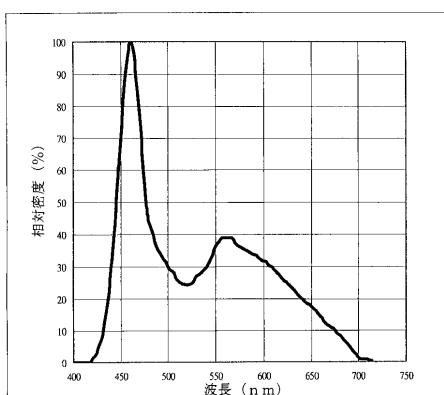
【図7】



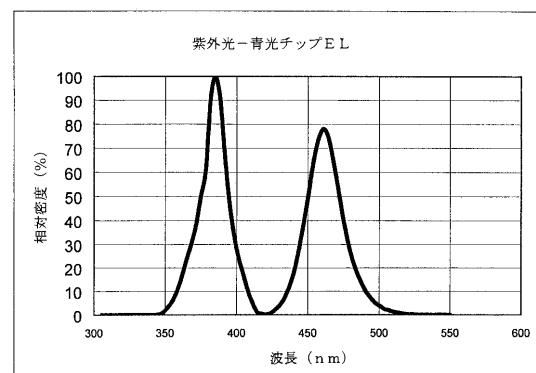
【図8】



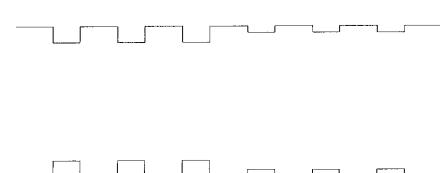
【図9】



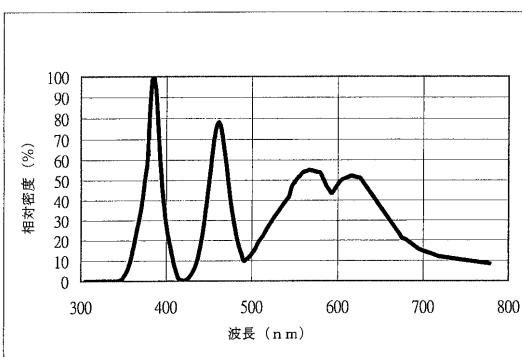
【図11】



【図10】



【図12】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
C 09 K 11/71	C 09 K 11/62	C Q F
C 09 K 11/78	C 09 K 11/71	C Q H
C 09 K 11/80	C 09 K 11/78	C P C
C 09 K 11/84	C 09 K 11/80	C P M
F 21 V 9/02	C 09 K 11/84	C P W
// F 21 Y 101:02	F 21 V 9/02	
	F 21 Y 101:02	

(72)発明者 賴 穆人

台灣桃園縣中りー市龍門街173巷6弄22號

(72)発明者 洪 詳竣

台灣桃園縣八德市竹興街29巷8號2樓

F ターム(参考) 4H001 CA04 CA05 CF01 XA07 XA08 XA12 XA13 XA14 XA15 XA16  
XA20 XA30 XA31 XA38 XA39 XA49 XA56 XA64 XA65 YA25  
YA58 YA63  
5F041 AA14 CA04 CA05 CA12 CA40 CA57 CA65 CB36 DA18 DA41  
DB01 FF11