

(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2004-71357  
(P2004-71357A)

(43) 公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 V 9/08	F 2 1 V 9/08 Z	2 H 0 3 8
F 2 1 V 5/04	F 2 1 V 5/04 Z	5 F 0 4 1
F 2 1 V 8/00	F 2 1 V 8/00 6 O 1 A	
G O 2 B 6/00	F 2 1 V 8/00 6 O 1 C	
H O 1 L 33/00	G O 2 B 6/00 3 3 1	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-229110 (P2002-229110)	(71) 出願人	502285295 藤田 茂夫 京都府京都市伏見区桃山町島津47-35
(22) 出願日	平成14年8月6日(2002.8.6)	(71) 出願人	502284298 藤田 静雄 京都府相楽郡精華町桜が丘4-7-21
		(71) 出願人	502285309 川上 養一 滋賀県草津市下笠町665-6
		(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号
		(74) 代理人	100085501 弁理士 佐野 静夫
		最終頁に続く	

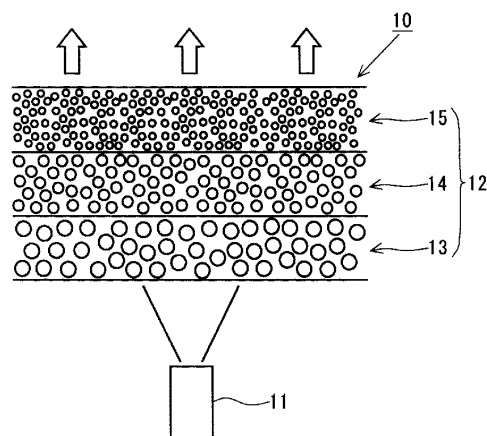
(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【要約】

【課題】色バランスの設定が容易であり、且つ電気光変換効率及び輝度の高い照明装置を提供することである。

【解決手段】照明装置10は、一次光を発する光源11と、一次光を吸収して、一次光のピーク波長よりも長いピーク波長を有する二次光を発する波長変換部12とを備え、この波長変換部12は、光路順に、赤色蛍光体13、緑色蛍光体14、青色蛍光体15が積層されている。従って、各蛍光体13~15から発光した二次光は他色を発光する蛍光体に再度吸収されることがなく、発光装置10からは3色が混色された白色光が発光される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一次光を発する少なくとも 1 つの光源と、一次光の少なくとも一部を吸収して、一次光のピーク波長よりも長い或いは同等のピーク波長を有する二次光を発する波長変換部とを備えた照明装置において、

前記波長変換部は複数の蛍光体からなり、各蛍光体は吸収帯域が異なり、少なくとも 1 つの蛍光体で発せられた二次光が他の蛍光体で吸収される吸収帯を有することを特徴とする照明装置。

## 【請求項 2】

前記複数の蛍光体は、光路順に、二次光のピーク波長の長い蛍光体順に積層することを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。 10

## 【請求項 3】

前記複数の蛍光体は、粒径の異なるナノ結晶であることを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。

## 【請求項 4】

前記複数の蛍光体は、光路順に、粒径の大きい蛍光体順に積層することを特徴とする請求項 3 記載の照明装置。

## 【請求項 5】

前記複数の蛍光体は、光路方向に互いに重ならないような、面状に配設された複数のセルからなることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の照明装置。 20

## 【請求項 6】

前記波長変換部の光路方向の両面に導光体を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の照明装置。

## 【請求項 7】

前記波長変換部の一次光の入射面に、一次光を前記波長変換部へ導く導光体を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の照明装置。

## 【請求項 8】

前記導光体に光を拡散する拡散材を添加したことを特徴とする請求項 7 記載の照明装置。

## 【請求項 9】

前記導光体の前記波長変換部と反対面に、光を反射する凹凸形状の金属膜を設けたことを特徴とする請求項 7 記載の照明装置。 30

## 【請求項 10】

前記光源と前記導光体との間に、390nm以下の波長の光を遮蔽する第1の光学膜を設けたことを特徴とする請求項 7 記載の照明装置。

## 【請求項 11】

前記導光体の前記光源側の側面を除いた側面の少なくとも一部に、光を反射する第1の反射板を設けたことを特徴とする請求項 7 記載の照明装置。

## 【請求項 12】

前記光源と前記波長変換部との間に、前記一次光を透過し、且つ前記二次光を遮蔽する第2の光学膜を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 11 の何れかに記載の照明装置。 40

## 【請求項 13】

前記波長変換部の二次光出射面上に又は該面と空間を有して、前記二次光を透過し、且つ前記一次光を遮蔽する第3の光学膜を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 12 の何れかに記載の照明装置。

## 【請求項 14】

所望する光の照射方向と反対側に、光を反射する第2の反射板を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 13 の何れかに記載の照明装置。

## 【請求項 15】

前記光源を前記第2の反射板に直接又は熱伝導性材を介して固定したことを特徴とする請求項 14 記載の照明装置。

**【請求項 16】**

前記光源を駆動する駆動回路を備え、該駆動回路はパルス電流発生部を有し、前記光源はパルス光を発振することを特徴とする請求項 1 ~ 15 の何れかに記載の照明装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、一次光を発する光源と、一次光を吸収して二次光を発する波長変換部とを備えた照明装置に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

低消費電力、小型、且つ高輝度が期待される次世代の照明装置として、ナノ結晶の蛍光体と、その蛍光体を励起する一次光を発する光源とからなる照明装置の開発が盛んに行われている。蛍光体にナノ結晶を用いることにより、従来の蛍光体と比較して発光効率の向上が期待されている。更に、このようなナノ結晶は、従来の蛍光体を励起するために必要とされる吸収帯幅（エネルギー幅）と比較して吸収帯幅が広いので、光源の波長幅に対する許容度が高い。そのため、光源としては半導体発光素子等を使用できる。

**【0003】**

このような照明装置の一例として特開平 11 - 340516 号公報がある。この公報では、ナノ結晶からなる青色蛍光体を混在させた白色蛍光体を有する波長変換部と、その波長変換部を励起する光源とからなる照明装置が開示されている。

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、この公報に記載されている照明装置は、赤色、緑色、青色蛍光体を混在させて白色光を発しているので、均一な白色光を発光させるためには波長変換部となる領域全面に均一に赤色、緑色、青色蛍光体を混在させなければならず、非常に困難である。

**【0005】**

また、青色蛍光体の上に緑色或いは赤色蛍光体が形成されると、青色蛍光体から発光された青色光は緑色或いは赤色蛍光体に吸収され、緑色光或いは赤色光が発光される。同様に、緑色蛍光体の上に赤色蛍光体が形成されると、緑色蛍光体から発光された緑色光は赤色蛍光体に吸収され、赤色光が発光される。従って、照明装置の色バランスは設定した色からずれてしまい、設定色に対する輝度が低下する。

**【0006】**

更に、光源として発光ダイオード（以下、LEDと記すことがある）を使用した場合は、LED表面からの発光成分しか蛍光体を励起せず、その他の方向に放射される光のほとんどは損失光となってしまう。従って、LEDに入力される電流に対して蛍光体を介して出力される光強度、即ち電気光変換効率は非常に低いものであった。

**【0007】**

本発明は、上記の問題点に鑑み、色バランスの設定が容易であり、且つ電気光変換効率及び輝度の高い照明装置を提供することを目的とする。

**【0008】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために本発明は、一次光を発する少なくとも 1 つの光源と、一次光の少なくとも一部を吸収して、一次光のピーク波長よりも長い或いは同等のピーク波長を有する二次光を発する波長変換部とを備えた照明装置において、前記波長変換部は複数の蛍光体からなり、各蛍光体は吸収帯域が異なり、少なくとも 1 つの蛍光体で発せられた二次光が他の蛍光体で吸収される吸収帯を有することを特徴とするものである。

**【0009】**

この構成によると、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。

**【0010】**

10

20

30

40

50

上記の照明装置において、前記複数の蛍光体は、光路順に、二次光のピーク波長の長い蛍光体順に積層することができる。また、前記複数の蛍光体は、粒径の異なるナノ結晶を用い、光路順に、粒径の大きい蛍光体順に積層することができる。また、前記複数の蛍光体は、光路方向に互いに重ならないような、面状に配設された複数のセルからなるようにしてもよい。

#### 【0011】

これらの構成によると、各蛍光体から発光した二次光は他色を発光する蛍光体に再度吸収されることがなくなる。

#### 【0012】

また上記の照明装置において、前記波長変換部の光路方向の両面に導光体を設けることにより、照明装置の光源に近い部分が明るく、光源から離れるに従って暗くなることを回避でき、均一な発光を得ることができる。更に、GaN系半導体レーザを光源に用いた場合は、出射光の放射角度は30°程度しかないので、照明装置の照射範囲を大きくするには光源と波長変換部との距離を大きくする必要はあるが、導光体を用いることによりその距離を短くすることができ、照明装置を小型化することができる。

10

#### 【0013】

また、前記波長変換部の一次光の入射面に、一次光を前記波長変換部へ導く導光体を設けてもよい。そして、この導光体には光を拡散する拡散材を添加することが好ましい。更に、導光体の前記波長変換部と反対面に、光を反射する凹凸形状の金属膜を設けることが好ましい。更に、前記光源と前記導光体との間に、390nm以下の波長の光を遮蔽する第1の光学膜を設けることにより、紫外光成分によって生じる樹脂の劣化を防止できる。更に、導光体の前記光源側の側面を除いた側面の少なくとも一部に、光を反射する第1の反射板を設けることにより、導光体から波長変換部以外に放射される損失光を低減することができ、電気光変換効率の高い照明装置を得ることができる。

20

#### 【0014】

また上記の照明装置において、前記光源と前記波長変換部との間に、前記一次光を透過し、且つ前記二次光を遮蔽する第2の光学膜を設けることにより、光損失を低減でき、電気光変換効率の高い照明装置を得ることができる。そして、前記波長変換部の二次光出射面上に又は該面と空間を有して、前記二次光を透過し、且つ前記一次光を遮蔽する第3の光学膜を設けることにより、励起光（一次光）の再利用が可能となり、電気光変換効率の高い照明装置を得ることができる。また、光学膜は膜中の干渉により光の反射を生じるので励起光成分中の特に目に対する安全性の低い紫外光を効果的に反射し、目に対する安全性を向上させることができる。更に、所望する光の照射方向と反対側に、光を反射する第2の反射板を設けることにより、照明装置から放出される光の損失を抑制して有効に利用することができる。なお、放熱性の観点から、前記光源は前記第2の反射板に直接又は熱伝導性材を介して固定することが好ましい。

30

#### 【0015】

以上の照明装置は、前記光源を駆動する駆動回路を備え、該駆動回路はパルス電流発生部を有し、前記光源はパルス光を発振することにより、CW（連続）駆動と比較して熱による影響を受けにくく、大光量を放射することもできる。また、信頼性を良好にすることもできる。従って、光源の信頼性を良好に保ちながら光出力を向上させることができ、輝度の高い照明装置を提供することができる。

40

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、同一又は対応する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。本明細書において、「ナノ結晶」とは結晶サイズを励起子ボア半径程度まで小さくし、量子サイズ効果による励起子の閉じこめやバンドギャップの増大が観測される結晶を指すものとする。

#### 【0017】

##### 第1の実施形態

50

図1は、第1の実施形態の照明装置の要部の側面図である。照明装置10は、一次光を発する光源11と、一次光の少なくとも一部を吸収して、一次光のピーク波長よりも長いピーク波長を有する二次光を発する波長変換部12とを備えている。

【0018】

光源11としては、例えば、430nmにピーク波長を有するGaN系発光ダイオード、ZnO系発光ダイオード、ダイヤモンド系発光ダイオード等を用いることができる。また、波長変換部12としては、InN系のナノ結晶を用いることができる。InNはバルク構造では2.05eVのバンドギャップを有しているという説と0.6~0.8eVのバンドギャップを有しているという説があるが、その何れにおいても、粒径を小さく(ナノ結晶化)していくと、量子効果によってバンドギャップを青色から赤色の範囲で制御することができる。

10

【0019】

波長変換部12は、赤色発光する粒径を有し、最も粒径の大きいInN系ナノ結晶である赤色蛍光体13と、緑色発光する粒径を有し、中間の粒径のInN系ナノ結晶である緑色蛍光体14と、青色発光する粒径を有し、最も粒径の小さいInN系ナノ結晶である青色蛍光体15とがアクリル樹脂中に積層されたものである。それら蛍光体は光源11に近い順に、赤色蛍光体13、緑色蛍光体14、青色蛍光体15と積層されている。蛍光体13~15の種類としては、Si、Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>Se等、バルクで青色から近紫外領域に少なくとも吸収帯があるような材料を用いることができる。

【0020】

この粒径の異なる波長変換部12は、化学合成法やイオン注入法等により作成することができる。なお、この波長変換部12は、各蛍光体13~15を直接積み上げたもの或いは各蛍光体13~15を直接積み上げたものをアクリル樹脂等で埋め込んだもの、各蛍光体13~15をアクリル樹脂だけでなく他の有機物や無機物に埋め込んだものの積層体としてもよい。

20

【0021】

各蛍光体13~15は、各バンドギャップより大きいエネルギーを有した光を全て吸収し、バンドギャップに相当する二次光を発色する。この為、図2の模式図に示すように、バンドギャップE<sub>g1</sub>の大きい蛍光体(例えば青色)で発光した二次光は、バンドギャップE<sub>g2</sub>の小さい蛍光体(例えば赤色)に吸収されてしまう。最終的に、これら蛍光体から放射された各二次光が混色することによって、設定した所望の発色を生じる。

30

【0022】

本実施形態の照明装置10においては、光源11から出射された励起光(一次光)の一部が、まず赤色蛍光体13に吸収されて赤色光(二次光)が放射される。次に、励起光の残りの成分が緑色蛍光体14に吸収されて緑色光(二次光)が放射される。このとき、赤色光(二次光)は緑色蛍光体14のバンドギャップより小さいので、緑色蛍光体14に吸収されることなく透過する。更に、励起光の残りの成分が青色蛍光体15に吸収されて青色光(二次光)が放射される。このとき、赤色光(二次光)或いは緑色光(二次光)は青色蛍光体15のバンドギャップより小さいので、青色蛍光体15に吸収されることなく透過する。最終的に、これら蛍光体から放射された各二次光が混色することによって、白色光が発せられる。

40

【0023】

上記のような順で各蛍光体を積層することにより、各蛍光体から発光した二次光は他色を発光する蛍光体に再度吸収されることがなく、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。また、色バランスの設定は各蛍光体の膜厚又は密度を変えるだけで容易に且つ独立に制御することができる。

【0024】

なお、波長変換部12は、赤色蛍光体13と緑色蛍光体14との積層体とし、青色の発光源としては光源11の励起光を用いるようにしてもよい。また、波長変換部12は、上記の蛍光体13~15と他の蛍光体とを組み合わせてもよい。

50

## 【0025】

また、波長変換部12において、赤色蛍光体13と緑色蛍光体14との間に、緑色光を反射して赤色光を透過する膜を設けてもよい。これにより、緑色光が赤色蛍光体13を励起することを抑制することができ、緑色光の輝度を低下させずに色バランスを良好に保つことができる。また、緑色蛍光体14と青色蛍光体15との間に、青色光を反射して赤色光及び緑色光を透過する膜を設けても同様の効果を得ることができる。

## 【0026】

また、波長変換部12の構成は、光源11に近い順に、青色蛍光体15、緑色蛍光体14、赤色蛍光体13と積層してもよい。この場合は、青色光(二次光)が緑色蛍光体14或いは赤色蛍光体13で吸収される割合、所謂吸収係数を考慮して各蛍光体13~15の厚みを設定すればよい。このように、色バランスは各蛍光体13~15の厚みを制御することで行うことができ、従来例の各蛍光体をランダムに混在させた場合と比較して色バランスの設定を容易に行うことができる。更に、従来例よりも色バランスの面内均一性を良好にすることができる。

10

## 【0027】

## 第2の実施形態

図3は第2の実施形態の照明装置の要部の側面図、図4は図3の平面図である。赤色蛍光体13、緑色蛍光体14、青色蛍光体15のセルが順に平面状に敷き詰められており、その平面は光路方向に重ならないように設けられている。それ以外の構成は第1の実施形態と同様である。

20

## 【0028】

このように、各セルは光路方向に重なっていないので各蛍光体から発光した二次光は他色を発光する蛍光体に再度吸収されることがほとんどなく、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。また、色バランスの設定はセルの表面積を変えるだけで容易に且つ独立に制御することができる。

## 【0029】

なお、セルの配置や表面積は本実施形態に限定されるものではなく、各セルで発光した二次光が混色して所望の色となるような任意の配置や表面積とすることができる。

## 【0030】

また、波長変換部12は、赤色蛍光体13と緑色蛍光体14とを用い、青色の発光源としては光源11の励起光を用いるようにしてもよい。また、波長変換部12は、上記の蛍光体13~15と他の蛍光体とを組み合わせてもよい。

30

## 【0031】

## 第3の実施形態

第3の実施形態の照明装置10は、光源11としてGaN系半導体レーザを使用するものである。照明装置10の他の構成は第1又は第2の実施形態と同様である。

## 【0032】

半導体発光素子は、電気光交換効率が比較的良好であり、素子が小さいという特徴がある。従って、照明装置10の光源11として用いることにより、低消費電力、小型化を実現できる。このような半導体発光素子の例として、発光ダイオードと半導体レーザが挙げられる。発光ダイオードは素子の全方向に発光するので、集光するために、例えば光を反射させる形状の金属フレームに素子を載せ、更にこの金属フレームを樹脂で包み、樹脂表面をレンズ加工する必要がある。

40

## 【0033】

しかしながら、このような構成としても素子からは抗される光を全て集光するのは困難であり、また、素子を金属フレームに載せる必要があるので小型化することも困難である。

## 【0034】

一方、半導体レーザは、共振器端面からほとんどの光が発光される。従って、共振器方向に波長変換部12を設けるだけで発光ダイオードを使用した場合と比較して容易に励起光の利用効率を向上させることができる。その結果、照明装置10の光電気変換効率を向上

50

させることができる。

【0035】

なお、半導体レーザとしては、電極ストライプ構造（不図示）を用いることができる。この電極ストライプ構造を有する半導体レーザはワットクラスの光出力をだすことが可能であり、照明装置10の光源11として適している。更に、GaN系半導体レーザは結晶構造が強く、発光領域が劣化しにくいのでワットクラスの光出力をだす光源として適している。

【0036】

また、ポリカーボネート等の樹脂中にナノ結晶の蛍光体が埋め込まれているような波長変換部の場合、励起光（一次光）に390nm以下の紫外光成分が含まれていると、樹脂による吸収が生じる。更に、励起光強度が強い場合は、吸収によって樹脂が変質するとともに、電気光変換効率が低下してしまう。

10

【0037】

図5に、半導体レーザ及び発光ダイオードの波長スペクトルを示す。半導体レーザは発光ダイオードと比較して波長のスペクトル幅が狭く、積分光強度としてみると390nm以下の光強度は小さい。このため半導体レーザでは青色蛍光体15を励起できるように約430nm以下の波長で、且つアクリルでの吸収が防止できるような390nm以上の波長領域の発振波長を設定することが望ましい。これにより、樹脂の変質による電気光変換効率の低下を抑制することができる。なお、発振波長の制御方法としては発光領域の幅や混晶比を適宜調整することによって容易に実現することができる。

20

【0038】

以上の結果、光源11としてGaN系半導体レーザを使用することで、輝度の高い照明装置10を得ることができる。なお、半導体レーザと波長変換部12との間に390nm以下の光を遮蔽する遮蔽膜を設けることによって、樹脂に対する紫外線の影響を抑制することができる。この遮蔽膜としては、酸化シリコン、酸化ジルコニア、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化チタン等の誘電体膜の単層或いは多層膜やCdS、CdSSeコロイドをガラス中に分散させた色ガラスフィルター（シャープカットフィルター）を用いることができる。

【0039】

なお、半導体レーザの素子構造としては、上記以外に活性層が複数アレイ状に並んだ構造を用いることもできる。

30

【0040】

第4の実施形態

図6は、第4の実施形態の照明装置の要部の側面図である。波長変換部12における各蛍光体は、光源11に近い順に、赤色蛍光体13、緑色蛍光体14、青色蛍光体15が形成されている。そして、この波長変換部12を挟むように、光を拡散する拡散材が添加されたアクリル樹脂が光学膜として形成され、導光体16をなしている。

【0041】

また、赤色蛍光体13の側面方向には、GaN系半導体レーザからなる光源11が設けられている。光源11は、発光領域17と、単層又は多層膜からなる反射率が約80~95%の反射膜18（図6では3層）とを備えている。この反射膜18により、波長変換部12と反対側に励起光が出射されることを防止し、光損失による半導体レーザの消費電力を抑制することができる。

40

【0042】

なお、波長変換部12と反対方向の反射膜側に、光源11の光出力がモニターできるような光モニター用の受光素子（不図示）及び光出力を安定化するためのフィードバック回路（不図示）を設けてもよい。

【0043】

本実施形態の照明装置10において、光源11から出射された励起光（一次光）は、各蛍光体13~15で吸収・発光され、導光体16を透過して図6の矢印の方向に放射され、

50

混色されて白色光となる。

【0044】

上記のような構成とすることにより、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ電気光変換効率及び設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。また、色バランスの設定は各蛍光体の体積又は密度を変えるだけで容易に且つ独立に制御することができる。

【0045】

第1又は第2の実施形態のように導光体16を設けない構成では、光源11の出射光の強度分布がガウシアン分布であるため、照明装置10の光源11に近い部分が明るく、光源11から離れるに従って暗くなってしまうが、本実施形態によれば均一な発光を得ることができる。

10

【0046】

更に、GaN系半導体レーザを光源11に用いた場合は、出射光の放射角度は30°程度しかないため、照明装置10の照射範囲を大きくするには光源11と波長変換部12との距離を大きくする必要があるが、導光体16を用いることによりその距離を短くすることができ、照明装置10を小型化することができる。

【0047】

第5の実施形態

図7は、第5の実施形態の照明装置の要部の側面図である。波長変換部12における各蛍光体は、光源11に近い順に、赤色蛍光体13、緑色蛍光体14、青色蛍光体15が繰り返し形成されている。そして、この波長変換部12の下面には導光体16が形成され、光を波長変換部12へ拡散する拡散材が添加されている。この拡散材としては、金属微粒子等を用いることができる。

20

【0048】

また、赤色蛍光体13の側面方向には、発光領域17を有するGaN系半導体レーザからなる光源11が設けられている。

【0049】

本実施形態の照明装置10において、光源11から出射された励起光(一次光)は、導光体16で拡散され、各蛍光体13~15で吸収・発光され、混色されて白色光となる。

【0050】

上記のような構成とすることにより、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ電気光変換効率及び設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。また、色バランスの設定は各蛍光体の体積又は密度を変えるだけで容易に且つ独立に制御することができる。

30

【0051】

第1又は第2の実施形態のように導光体16を設けない構成では、光源11の出射光の強度分布がガウシアン分布であるため、照明装置10の光源11に近い部分が明るく、光源11から離れるに従って暗くなってしまうが、本実施形態によれば均一な発光を得ることができる。

【0052】

第6の実施形態

図8は、第6の実施形態の照明装置の要部の側面図である。第5の実施形態と異なる点は、導光体16に拡散材を添加する代わりに、導光体16の底面に光を反射する凹凸形状の金属膜19を設けたことと、光源11の導光体16側の側面に390nm以下の波長の励起光を反射又は吸収する光学膜20を設けたことである。

40

【0053】

本実施形態の照明装置10において、光源11から出射される励起光(一次光)は光学膜20で390nm以下の波長が遮蔽され、透過した励起光は導光体16に入射し、金属膜19で反射され、各蛍光体13~15で吸収・発光され、混色されて白色光となる。

【0054】

50



上記のような構成とすることにより、設定した色バランスを容易に得ることができ、且つ電気光変換効率及び設定色の輝度が高い照明装置を得ることができる。また、色バランスの設定は各蛍光体の体積又は密度を変えるだけで容易に且つ独立に制御することができる。

#### 【0055】

また、光学膜20を設けることにより、紫外光成分によって生じる樹脂の劣化を防止できる。

#### 【0056】

図9に、第6の実施形態の他の照明装置の要部の側面図を示す。図8と異なる点は導光体16の構造であり、それ以外の構成は図8と同様である。導光体16の表面には略台形の凹凸形状が形成されている。この凹凸形状は光源11に近い領域ではなだらかな台形とし、光源から遠くなるに従って急斜面の台形とする。

#### 【0057】

ここで、導光体16を透過する光のうち凹凸形状に対して入射角が大きい成分は凹凸形状を透過して波長変換部12へ進み、一方、凹凸形状に対して入射角が小さい成分は凹凸形状で反射する。この原理により、導光体16の光源11に近い領域では凹凸形状で反射しやすく、導光体16の光源11から遠い領域では凹凸形状を透過しやすい。

#### 【0058】

また、導光体16内部の光強度は光源11に近い方が強い。従って、導光体16において、光源11に近い部分では光強度は強いが波長変換部12へ透過しにくく、光源11から遠い部分では光強度は弱い但し波長変換部12へは透過しやすいので、光源11からの距離に関係なく波長変換部12へ入射する光強度を均一に保つことができる。

#### 【0059】

なお、導光体16の構造としては、コア層とクラッド層が設けられたような光導波路構造としてもよい。

#### 【0060】

##### 第7の実施形態

図10は第7の実施形態の照明装置の要部の側面図、図11は図10の平面図である。光源11側の側面を除いた導光体16の各面に単層又は多層の反射板21(図10、11では2層)を設けた以外の構成は、図8に示した第6の実施形態と同じ構成である。なお、反射板21の材料としては、誘電体膜、樹脂、金属膜等を用いることができる。

#### 【0061】

このように、反射板21を設けることにより、導光体16から波長変換部12以外に放射される損失光を低減することができ、電気光変換効率の高い照明装置10を得ることができる。

#### 【0062】

##### 第8の実施形態

図12は第8の実施形態の照明装置の要部の側面図である。導光体16と波長変換部12との間に、光源11の励起光(一次光)を透過し、波長変換部12から発光した二次光を反射する光学膜22(図12では4層)を設けた以外の構成は、図8に示した第6の実施形態と同じ構成である。なお、光学膜22の材料としては、酸化シリコン、酸化ジルコニア、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化チタン等の誘電体膜の単層或いは多層膜等を用いることができる。

#### 【0063】

これらの二つの誘電体を選び出し、それら材料の屈折率をもとに各膜厚を設計して、それに基づき二つの誘電体を交互に積層させ多層膜とすることで、任意の波長域に高い反射率を有しそれ以外の波長域において高い透過率を有するような光学膜22(フィルター)を実現することができる。

#### 【0064】

図13は、上記原理に基づいて作製された光学膜22の光透過性を示す図である。ここで

、光学膜 22 としては、導光体 16 に近い順に酸化チタン、フッ化マグネシウム、酸化チタンを積層したものをを用いた。図 13 に示すように、光学膜 22 は、青色蛍光体 15 を励起するのに必要な 430 nm 以下の波長の励起光はほぼ 100% 透過し、各蛍光体から発光された二次光はほとんど透過しない。

【0065】

このように、光学膜 22 を設けることにより、波長変換部 12 から全方位に発光される二次光のうち、導光体 16 側に放射される二次光を反射するので、光損失を低減でき、電気光変換効率の高い照明装置 10 を得ることができる。

【0066】

更に、光学膜 22 に 390 nm 以下の励起光を反射・吸収する特性を付加すると、紫外光成分によって生じる樹脂の劣化を防止できる。 10

【0067】

第 9 の実施形態

図 14 は、第 9 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。波長変換部 12 の上面に、光源 11 の励起光（一次光）を反射し、波長変換部 12 から発光した二次光を透過する光学膜 23（図 14 では 4 層）を設けた以外の構成は、図 12 に示した第 8 の実施形態と同じ構成である。なお、光学膜 23 の材料としては、誘電体等の無機材や有機材を用いることができる。

【0068】

このように、光学膜 23 を設けることにより、波長変換部 12 で波長変換されていない励起光（一次光）を反射して再度波長変換部 12 へ入射させることにより、励起光（一次光）の再利用が可能となり、電気光変換効率の高い照明装置 10 を得ることができる。また、光学膜 23 は膜中の干渉により光の反射を生じるので励起光成分中の特に目に対する安全性の低い紫外光を効果的に反射し、目に対する安全性を向上させることができる。 20

【0069】

第 10 の実施形態

図 15 は、第 10 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。照明装置 10 から放射される光を反射する反射板 24 を設け、光源 11 と反射板 24 との間に熱伝導性材 25 を設けた以外の構成は、図 14 に示した第 9 の実施形態と同じ構成である。なお、反射板 24 としては金属或いはガラス表面に Al 等の金属コートを施した材料を用いることができる。また、反射板 24 の形状には特に限定はなく、照明装置の用途に合わせて設計することができる。また、熱伝導性材 25 は熱伝導性が良く光源 11 の熱膨張係数に近い材料を用いるのが好ましく、例えば、ダイヤモンド、Si、SiC、AlN 等を用いることができる。 30

【0070】

このように、反射板 24 を設けることにより、照明装置 10 から放出される光の損失を抑制して有効に利用することができる。

【0071】

また、一般に室内照明用の照明装置は高輝度が要求される。例えば、白色照明の光量として 10 W 必要な場合、光学系及び蛍光体の光損失を 50% とすると光源 11 は 20 W 必要になる。そして、光源 11 の変換損失を 30% とすると光源 11 には約 66 W 入力する必要がある。このとき、約 70% の約 46 W が熱として放出される。この熱を熱伝導性材 25 を介して反射板 24 へ伝達することにより、光源 11 の出力や寿命の低下を抑制することができる。なお、光源 11 は反射板 24 に直接接触させても同様の効果を得ることができる。 40

【0072】

なお、明るい照明を得るために、一つの反射板 24 上に複数の光源 11 及び波長変換部 12 を配設してもよい。

【0073】

第 11 の実施形態

第 1 1 の実施形態は光源 1 1 の駆動回路に関する実施形態である。図 1 6 は、光源 1 1 の駆動回路 2 6 の構成を示すブロック図である。駆動回路 2 6 は、パルス電流発生部 2 7 と、光源 1 1 に直流電流を印加するバイアス電圧部 2 8 と、電流電圧変換部 2 9 とを備えている。

【 0 0 7 4 】

パルス電流発生部 2 7 は、パルス周期が遅いと光のちらつきが生じやすく、速いと回路構成が複雑になる。従って、50 Hz ~ 50 MHz 程度のパルス周期が好ましい。

【 0 0 7 5 】

図 1 7 ( a ) は光源を駆動する駆動電流を示す図、図 1 7 ( b ) は駆動電流で駆動される光源 1 1 の励起光の波形を示す図、図 1 7 ( c ) は波長変換部 1 2 から放射される発光波形を示す図である。図 1 7 ( c ) において波長変換部 1 2 から放射される発光波形は励起光で発生するキャリアの発光寿命の影響で光パルスの立下りに裾が発生する。このような立下りの裾は、波長変換部 1 2 の発光寿命が短ければ短く、長ければ長い。

10

【 0 0 7 6 】

このような特性を利用して、波長変換部 1 2 の発光寿命が比較的長く、光のちらつきが許容でき、且つ消費電力を低くすることが要求される場合にはデューティを 50 % 以下と短めに設定することができる。なお、パルス周期とデューティは、用途に応じて様々な値を設定することができる。

【 0 0 7 7 】

このように、光源 1 1 をパルス駆動すると、CW ( 連続 ) 駆動と比較して熱による影響を受けにくく、大光量を放射することもできる。また、信頼性を良好にすることもできる。従って、光源 1 1 の信頼性を良好に保ちながら光出力を向上させることができ、輝度の高い照明装置を提供することができる。

20

【 0 0 7 8 】

また、励起光が強い場合は波長変換部 1 2 の変換効率の非線形効果が発生するので、電気光変換効率を向上させることもできる。更に、光源 1 1 を変調することにより、発振波長のチャープが生じる。波長のチャープによって、光源 1 1 の可干渉性は低下するので、照明装置 1 0 から照射された励起光自体の目に対する安全性を高めることができる。

【 0 0 7 9 】

更に、第 4 の実施形態の導光体 1 6 には拡散材が添加されているので、光源 2 2 の干渉性の影響により、拡散材内で多重干渉を起こす結果、発光パターンにムラが発生する可能性がある。そこで、上記のように光源 1 1 を変調することにより、可干渉性が低下するので発光パターンのムラを防止できる。

30

【 0 0 8 0 】

なお、上記の各実施形態は可能であればそれらのいくつかを組み合わせても何の問題もない。なお、本発明において光源 1 1 は複数設けてもよい。

【 0 0 8 1 】

【 発明の効果 】

本発明によると、波長変換部を複数の蛍光体で構成し、各蛍光体の吸収帯域が異なり、少なくとも 1 つの蛍光体で発せられた二次光が他の蛍光体で吸収される吸収帯を有し、各蛍光体の間で二次光の再吸収が起きないように各蛍光体を配列することにより、色バランスの設定が容易であり、且つ電気光変換効率及び輝度の高い照明装置を提供することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。

【 図 2 】 本発明の蛍光体の発光のメカニズムを示す模式図である。

【 図 3 】 第 2 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。

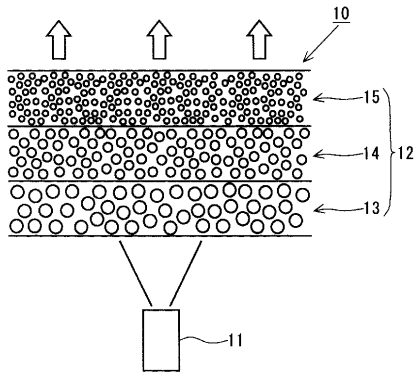
【 図 4 】 図 3 の平面図である。

【 図 5 】 半導体レーザ及び発光ダイオードの波長スペクトルを示す図である。

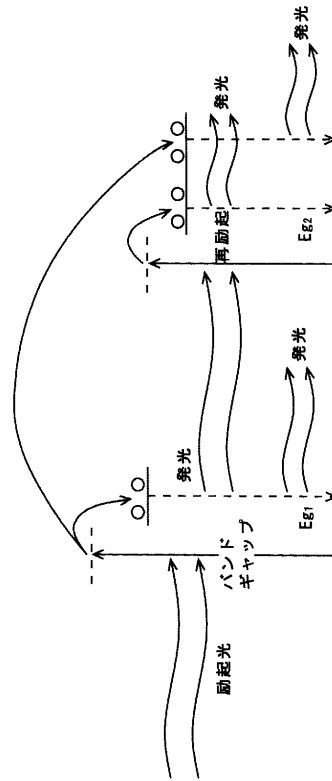
50

- 【図 6】第 4 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 7】第 5 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 8】第 6 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 9】第 6 の実施形態の他の照明装置の要部の側面図を示す。
- 【図 10】第 7 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 11】図 10 の平面図である。
- 【図 12】第 8 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 13】第 8 の実施形態の光学膜の光透過性を示す図である。
- 【図 14】第 9 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。
- 【図 15】第 10 の実施形態の照明装置の要部の側面図である。 10
- 【図 16】本発明の光源の駆動回路の構成を示すブロック図である。
- 【図 17】( a ) 光源を駆動する駆動電流を示す図である。  
 ( b ) 駆動電流で駆動される光源の励起光の波形を示す図である。  
 ( c ) 波長変換部から放射される発光波形を示す図である。
- 【符号の説明】
- |     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 1 0 | 照明装置             |    |
| 1 1 | 光源               |    |
| 1 2 | 波長変換部            |    |
| 1 3 | 赤色蛍光体            |    |
| 1 4 | 緑色蛍光体            | 20 |
| 1 5 | 青色蛍光体            |    |
| 1 6 | 導光体              |    |
| 1 9 | 金属膜              |    |
| 2 0 | 光学膜 ( 第 1 の光学膜 ) |    |
| 2 1 | 反射板 ( 第 1 の反射板 ) |    |
| 2 2 | 光学膜 ( 第 2 の光学膜 ) |    |
| 2 3 | 光学膜 ( 第 3 の光学膜 ) |    |
| 2 4 | 反射板 ( 第 2 の反射板 ) |    |
| 2 5 | 熱伝導性材            |    |
| 2 6 | 駆動回路             | 30 |
| 2 7 | パルス電流発生部         |    |

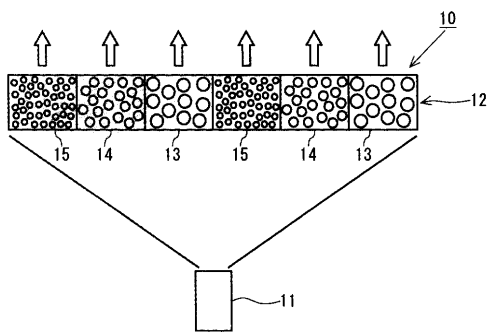
【 図 1 】



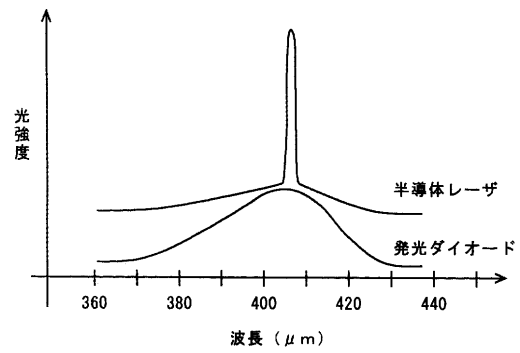
【 図 2 】



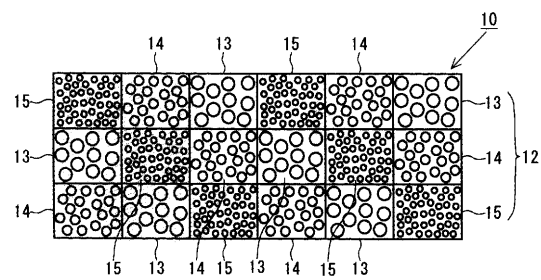
【 図 3 】



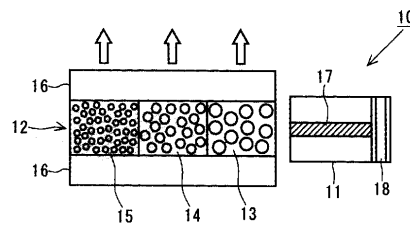
【 図 5 】



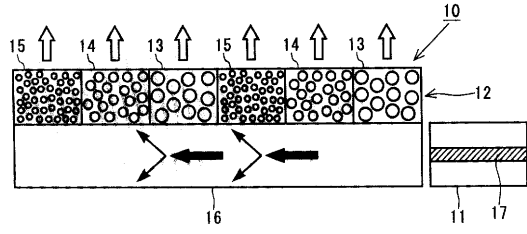
【 図 4 】



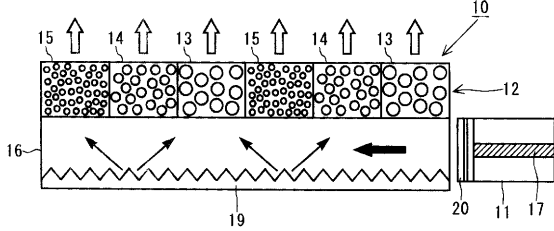
【 図 6 】



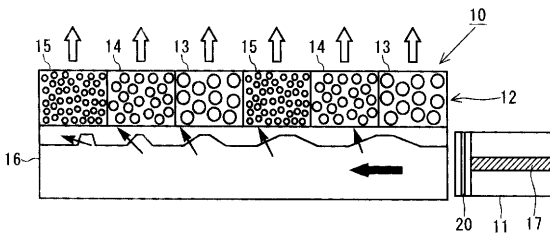
【図 7】



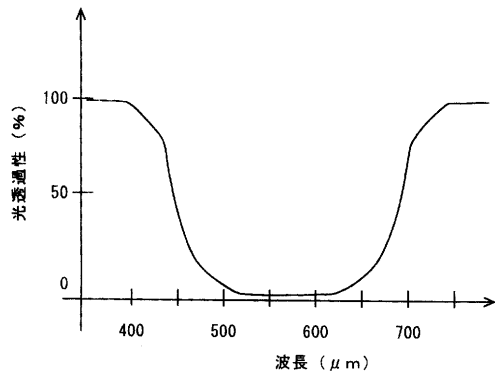
【図 8】



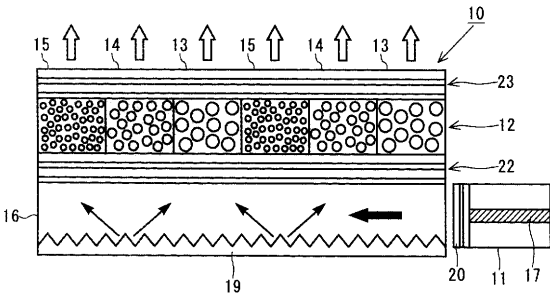
【図 9】



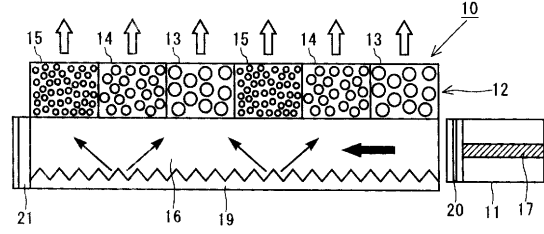
【図 13】



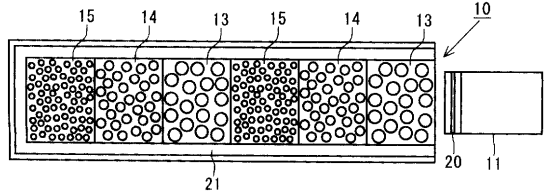
【図 14】



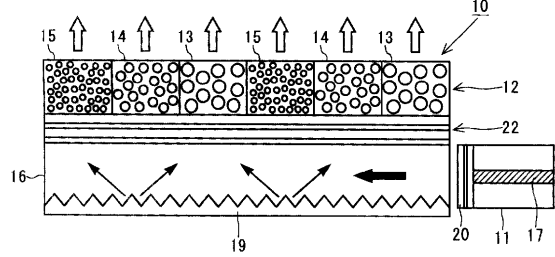
【図 10】



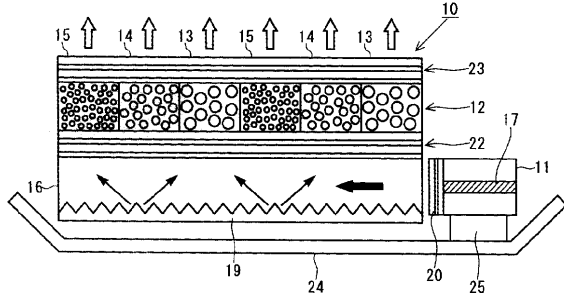
【図 11】



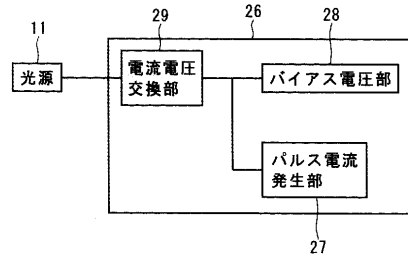
【図 12】



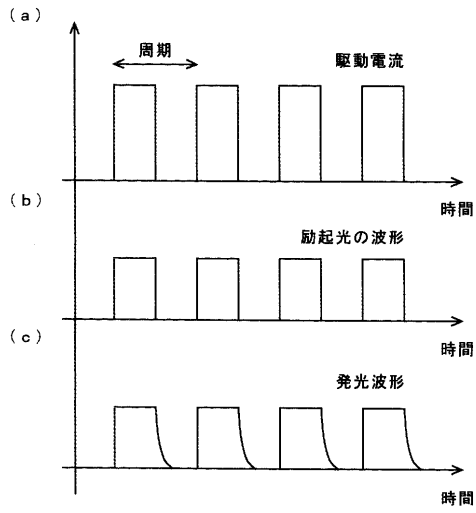
【図 15】



【図 16】



【 図 1 7 】



## 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)
// F 2 1 Y 101:02	H 0 1 L 33/00 F 2 1 Y 101:02	L
(74)代理人 100111811 弁理士 山田 茂樹		
(74)代理人 100121256 弁理士 小寺 淳一		
(72)発明者 森岡 達也 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内		
(72)発明者 石田 真也 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内		
(72)発明者 花岡 大介 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内		
(72)発明者 種谷 元隆 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内		
(72)発明者 藤田 茂夫 京都府京都市伏見区桃山町島津 4 7 - 3 5		
(72)発明者 藤田 静雄 京都府相楽郡精華町桜が丘 4 - 7 - 2 1		
(72)発明者 川上 養一 滋賀県草津市下笠町 6 6 5 - 6		
F ターム(参考) 2H038 AA55 BA06 5F041 AA11 BB33 CA40 EE23 EE25 FF11		