

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6388051号  
(P6388051)

(45) 発行日 平成30年9月12日 (2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日 (2018.8.24)

|                              |             |     |  |
|------------------------------|-------------|-----|--|
| (51) Int. Cl.                | F I         |     |  |
| <b>G03B 21/14</b> (2006.01)  | G03B 21/14  | A   |  |
| <b>G03B 21/00</b> (2006.01)  | G03B 21/00  | E   |  |
| <b>F21S 2/00</b> (2016.01)   | F21S 2/00   | 311 |  |
| <b>H04N 9/31</b> (2006.01)   | H04N 9/31   | 500 |  |
| <b>F21Y 115/30</b> (2016.01) | F21Y 115/30 |     |  |

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-75096 (P2017-75096)  
 (22) 出願日 平成29年4月5日 (2017.4.5)  
 (62) 分割の表示 特願2015-123652 (P2015-123652)  
 の分割  
 原出願日 平成22年6月16日 (2010.6.16)  
 (65) 公開番号 特開2017-134417 (P2017-134417A)  
 (43) 公開日 平成29年8月3日 (2017.8.3)  
 審査請求日 平成29年4月10日 (2017.4.10)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 110000925  
 特許業務法人信友国際特許事務所  
 (72) 発明者 小松 由和  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内  
 審査官 村川 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置及び画像投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

青色光を含む第1の波長帯にピーク波長を有する励起光を射出するレーザ光源と、  
 前記励起光が照射されることにより緑色光及び赤色光を含む第2の波長帯にピーク波長を有する発光光を発光する単一の蛍光体と、前記蛍光体に対して前記励起光の入射側に配置され、前記励起光の反射を防止する反射防止膜と、前記反射防止膜に対して前記励起光の入射側とは反対側に設けられ、所定角度以下の入射角の前記励起光を透過し、前記発光光を反射する反射膜と、を有し、前記発光光を射出する単一の蛍光部材と、  
 前記蛍光部材との間の距離が1mm以下となるように設けられ、前記蛍光部材から射出された前記発光光を平行光に変換する光学系と、  
 前記蛍光部材の中心に駆動軸が接続され、前記蛍光体に照射される前記励起光の照射位置が時間とともに前記蛍光部材の回転円周方向に移動するよう前記蛍光部材を回転させる駆動部と、を備え、  
 前記駆動部が前記蛍光部材を所定方向に回転させ、且つ、前記励起光が前記回転円周方向の一周に渡って前記蛍光体に照射される間、前記回転円周方向に沿って連続して形成され、単一の発光特性を具備する前記蛍光体は前記発光光を発光する

光源装置。

【請求項2】

前記蛍光部材を前記駆動軸に固定する固定ハブをさらに備える  
 請求項1に記載の光源装置。

## 【請求項 3】

前記蛍光体上に照射される前記励起光のスポット径が所定のスポット径となるように前記励起光を集光する集光光学系をさらに備え、

前記スポット径が、前記蛍光体の特性に基づいて決定される

請求項 1 又は 2 に記載の光源装置。

## 【請求項 4】

前記反射膜は、前記励起光を透過するとともに前記蛍光体で発光された前記発光光を反射する

請求項 3 に記載の光源装置。

## 【請求項 5】

前記蛍光体は、前記反射膜上に形成される

請求項 4 に記載の光源装置。

## 【請求項 6】

前記集光光学系は、前記励起光の前記反射防止膜への入射角が前記所定角度以下になるように前記励起光を集光する

請求項 4 又は 5 に記載の光源装置。

## 【請求項 7】

前記所定角度が 20 度である

請求項 6 に記載の光源装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 の波長帯が 430 ~ 480 nm であり、前記第 2 の波長帯が 480 ~ 680 nm である

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

## 【請求項 9】

青色光を含む第 1 の波長帯にピーク波長を有する励起光を射出するレーザ光源と、

前記励起光が照射されることにより緑色光及び赤色光を含む第 2 の波長帯にピーク波長を有する発光光を発光する単一の蛍光体と、前記蛍光体に対して前記励起光の入射側に配置され、前記励起光の反射を防止する反射防止膜と、前記反射防止膜に対して前記励起光の入射側とは反対側に設けられ、所定角度以下の入射角の前記励起光を透過し、前記発光光を反射する反射膜と、を有し、前記発光光を射出する単一の蛍光部材と、

前記蛍光部材との間の距離が 1 mm 以下となるように設けられ、前記蛍光部材から射出された前記発光光を平行光に変換する光学系と、

前記蛍光部材の中心に駆動軸が接続され、前記蛍光体に照射される前記励起光の照射位置が時間とともに前記蛍光部材の回転円周方向に移動するよう前記蛍光部材を回転させる駆動部と、を有する光源装置部と、

前記光源装置部から射出された光を用いて所定の画像光を生成し、該生成した画像光を外部に投影する画像投影部と、を備え、

前記駆動部が前記蛍光部材を所定方向に回転させ、且つ、前記励起光が前記回転円周方向の一周に渡って前記蛍光体に照射される間、前記回転円周方向に沿って連続して形成され、単一の発光特性を具備する前記蛍光体は前記発光光を発光する

画像投影装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光源装置及び画像投影装置に関し、より詳細には、例えばプロジェクタ等の投影型画像表示装置（画像投影装置）の光源として用いる光源装置及びそれを備える画像投影装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、家庭内での映画鑑賞や会議でのプレゼンテーション等において、例えばプロジェ

10

20

30

40

50

クタ等の投影型画像表示装置を用いる機会が増えている。このようなプロジェクタでは、一般に、光源として、例えば高輝度の水銀ランプ等の放電型ランプが用いられる。また、最近の固体発光素子（例えば半導体レーザ、発光ダイオード等）の開発技術の進展に伴い、固体発光素子を利用したプロジェクタも提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0003】

特許文献1で提案されているプロジェクタは、DLP（Digital Light Processing：登録商標）方式のプロジェクタである。この方式のプロジェクタでは、異なる色の光を1秒間に数千回程度、時分割で表示することにより画像をフルカラー表示する。

【0004】

特許文献1のプロジェクタは、青色光（励起光）を射出する発光ダイオード（励起光源）と、励起光の出射側に設けられた透明基材と、透明基板を励起光の出射方向に直交する面内において回転させるモータとから成る光源装置を備える。

10

【0005】

この特許文献1の光源装置では、透明基材上に、励起光の照射により赤色光を発光する赤色蛍光体層、励起光の照射により緑色光を発光する緑色蛍光体層、及び、励起光を素通りさせる領域が互いに異なる領域に形成される。それゆえ、特許文献1のプロジェクタにおいて、所定の回転数で回転する透明基材に励起光を照射すると、青色光（励起光）、励起光により励起された赤色光及び緑色光が時分割で光源装置から射出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0006】

【特許文献1】特開2009-277516号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述のように、従来、水銀ランプを用いないプロジェクタが提案されており、このようなプロジェクタでは、水銀レスのプロジェクタを実現することができ、近年の環境問題に対応することが可能である。また、例えば半導体レーザ、発光ダイオード等の固体発光素子を光源として用いた場合、水銀ランプに比べて長寿命であり、輝度低下も小さいという利点も得られる。

30

【0008】

しかしながら、上記特許文献1で提案されている技術は、DLP（登録商標）方式のプロジェクタ等のように、互いに波長の異なる複数の単色光を時分割で射出する光源装置（照明装置）にのみ適用可能である。例えば、3LCD（Liquid Crystal Display）方式のプロジェクタ等の画像表示装置のように、白色光を射出する光源装置を必要とする用途には適用することができない。

【0009】

本発明は、上記現状を鑑みなされたものであり、本発明の目的は、例えば3LCD方式のプロジェクタ等の様々な用途に対しても適用可能な水銀レスの光源装置及びそれを備える画像投影装置を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明の光源装置は、レーザ光源と、単一の蛍光部材と、光学系と、駆動部と、を備える構成とし、各部の機能を次のようにする。レーザ光源は、青色光を含む第1の波長帯にピーク波長を有する励起光を射出する。単一の蛍光部材は、励起光が照射されることにより緑色光及び赤色光を含む第2の波長帯にピーク波長を有する発光光を発光する単一の蛍光体と、蛍光体に対して励起光の入射側に配置され、励起光の反射を防止する反射防止膜と、反射防止膜に対して励起光の入射側とは反対側に設けられ、所定角度以下の入射角の励起光を透過し、発光光を反射する反射膜と、を有し、発光光を射出する。光学系は、蛍光部材との間の距離が1mm以下となるように設けられ、

50

蛍光部材から射出された発光光を平行光に変換する。駆動部は、蛍光部材の中心に駆動軸が接続され、蛍光体に照射される励起光の照射位置が時間とともに蛍光部材の回転円周方向に移動するよう蛍光部材を回転させる。そして、駆動部が蛍光部材を所定方向に回転させ、且つ、励起光が回転円周方向の一周に渡って蛍光体に照射される間、回転円周方向に沿って連続して形成され、単一の発光特性を具備する蛍光体は発光光を発光する。なお、ここでいう「波長」は、単一波長だけでなく所定の波長帯域も含む意味である。

#### 【0011】

また、本発明の画像投影装置は、光源装置部と、画像投影部とを備える構成とし、各部の機能を次のようにする。光源装置部は、上記本発明の光源装置と同様の構成にする。そして、画像投影部は、光源装置部から射出された光を用いて所定の画像光を生成し、該生成した画像光を外部に投影する。

10

#### 【0012】

本発明では、蛍光体に照射される励起光の照射位置が時間とともに回転円周方向に移動するよう蛍光体に励起光が照射されることにより、青色光を含む第1の波長帯にピーク波長を有する励起光の波長帯とは異なる、緑色光及び赤色光を含む第2の波長帯にピーク波長を有する発光光を発光する。

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

上述のように、本発明では、第1の波長帯を有する励起光と、第2の波長帯を有する発光光との組み合わせを適宜設定することにより、単一の蛍光体から発光光を射出することができる。また、反射防止膜を設けることによって、単一の蛍光部材に入射する前に発生する励起光の反射を防止することができる。また、駆動部が、単一の蛍光部材を、励起光の照射面内の所定方向に回転させている状態で、励起光源が、励起光を蛍光体に照射するため、励起光の照射位置には、励起されていない蛍光体原子が次々と配置されることになり、蛍光体をより効率よく発光させることができる。また、蛍光体に照射される励起光の照射位置が変わるので、蛍光体の温度上昇を防止しつつ、時間的に同一なスペクトルの光を安定的に生成できる。そして、本発明によれば、例えば3LCD方式のプロジェクタ等の様々な用途に対しても適用可能な水銀レスの光源装置及びそれを備える画像投影装置を提供することができる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

30

#### 【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る画像表示装置の概略ブロック構成図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る光源装置部（照明装置）に用いる蛍光部材の概略構成図である。

【図3】蛍光部材で用いる反射膜の一構成例を示す図である。

【図4】蛍光部材で用いる反射膜の透過率と光入射角との関係を示す図である。

【図5】蛍光体での発光の様子及び反射膜表面での光反射の様子を示す図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る光源装置部（照明装置）の出射光のスペクトル特性である。

#### 【発明を実施するための形態】

40

#### 【0015】

以下に、本発明の実施形態に係る照明装置及びそれを備える画像表示装置の一例を、図面を参照しながら下記の順で説明する。なお、本実施形態では、画像表示装置として、3LCD方式のプロジェクタ（画像投影装置）を例に挙げ説明するが、本発明はこれに限定されない。

- 1．画像表示装置の構成例
- 2．光源装置部（照明装置）の構成例
- 3．蛍光部材の構成例
- 4．光源装置部の動作例

#### 【0016】

50

## [ 1 . 画像表示装置の構成例 ]

図 1 に、本発明の一実施形態に係る画像表示装置の概略構成を示す。なお、図 1 では、説明を簡略化するため、主に、本実施形態の画像表示装置 10 において画像光を外部に投影する際に動作する要部のみを示す。また、図 1 には、透過型の LCD 光変調素子を用いた 3LCD 方式のプロジェクタの構成例を示すが、本発明はこれに限定されない。本発明は、反射型の LCD 光変調素子を用いる 3LCD 方式のプロジェクタにも適用可能である。

## 【 0017 】

画像表示装置 10 は、光源装置部 1 (照明装置) と、光学エンジン部 2 (画像投影部) とを備える。なお、光源装置部 1 の構成の説明は後で詳述する。

10

## 【 0018 】

光学エンジン部 2 は、光源装置部 1 から射出された光 (この例では白色光 LW) を光学的に処理して画像光 LI を生成し、その画像光 LI を外部の例えばスクリーン等に拡大投影する。光学エンジン部 2 は、例えば、分光光学系 20 と、3つの LCD 光変調素子 (以下では、それぞれ第 1LCD パネル 21 ~ 第 3LCD パネル 23 という) と、プリズム 24 と、投影光学系 25 とを有する。なお、光学エンジン部 2 の構成は、図 1 に示す例に限定されず、例えば用途等に応じて適宜変更できる。例えば、各部間の光路上に必要となる各種光学素子を適宜配置してもよい。

## 【 0019 】

また、この例の光学エンジン部 2 では、第 1LCD パネル 21 の光出射面と、第 3LCD パネル 23 の光出射面とが対向するように両者を配置し、その両者の対向方向に直交する方向に第 2LCD パネル 22 を配置する。そして、第 1LCD パネル 21 ~ 第 3LCD パネル 23 の光出射面で囲まれた領域にプリズム 24 を配置する。また、この例では、プリズム 24 を挟んで、第 2LCD パネル 22 の光出射面と対向する位置に投影光学系 25 を配置する。なお、分光光学系 20 は、第 1LCD パネル 21 ~ 第 3LCD パネル 23 の光入射側に設けられる。

20

## 【 0020 】

分光光学系 20 は、例えばダイクロイックミラー、反射ミラー等で構成され、光源装置部 1 から入射される白色光 LW を、青色光 LB、緑色光 LG 及び赤色光 LR に分光し、各波長成分の光を対応する LCD パネルに射出する。この例では、分光光学系 20 は、分光した青色光 LB、緑色光 LG 及び赤色光 LR をそれぞれ、第 1LCD パネル 21、第 2LCD パネル 22 及び第 3LCD パネル 23 に射出する。

30

## 【 0021 】

第 1LCD パネル 21 ~ 第 3LCD パネル 23 のそれぞれは、透過型の LCD パネルで構成される。各 LCD パネルは、図示しないパネルドライブ部からの駆動信号に基づいて、液晶セル (不図示) に封入された液晶分子の配列を変化させることにより、入射光を液晶セル単位で透過または遮断する (変調する)。そして、各 LCD パネルは、変調した所定波長の光 (変調光) をプリズム 24 に射出する。

## 【 0022 】

プリズム 24 は、第 1LCD パネル 21 ~ 第 3LCD パネル 23 からそれぞれ入射された各波長成分の変調光を合波し、その合波光、すなわち、画像光 LI を投影光学系 25 に射出する。

40

## 【 0023 】

投影光学系 25 は、プリズム 24 から入射された画像光を、例えば外部のスクリーン等の表示面に拡大投影する。

## 【 0024 】

## [ 2 . 光源装置部 1 の構成例 ]

次に、本実施形態の光源装置部 1 の内部構成を、図 1 を参照しながら説明する。

## 【 0025 】

光源装置部 1 は、励起光源 11 と、第 1集光光学系 12 (第 1光学系) と、蛍光部材 1

50

3と、モータ14（駆動部）と、第2集光光学系15（第2光学系）とを備える。そして、本実施形態の光源装置部1では、励起光源11の励起光Lの出射口側から、第1集光光学系12、蛍光部材13及び第2集光光学系15が、この順で配置される。この際、第1集光光学系12、蛍光部材13内の後述する層状の蛍光体32（以下、蛍光体層32という）、及び、第2集光光学系15が、励起光Lの光路上に位置するように配置する。

【0026】

励起光源11は、所定波長（第1の波長）の光を射出する固体発光素子で構成する。この例では、励起光源11として、波長445nmの青色光を射出する青色レーザを用いる。なお、本実施形態では、蛍光体層32に入射する励起光Lの波長を、蛍光部材13内の後述する蛍光体層32における発光光の波長より短くする。

10

【0027】

また、励起光源11として青色レーザを用いる場合、一つの青色レーザで所定出力の励起光Lを得る構成にしてもよいが、複数の青色レーザから射出される光を合波して所定出力の励起光Lを得る構成にしてもよい。さらに、青色光（励起光L）の波長は445nmに限定されず、青色光と呼ばれる光の波長帯域内の波長であれば任意の波長を用いることができる。

【0028】

第1集光光学系12は、励起光源11から射出された励起光Lを集光し、該集光された励起光L（以下、集光光という）を蛍光部材13に射出する。この際、集光光が、所定の入射角で蛍光部材13に入射されるように、第1集光光学系12の例えばレンズ構成、焦点距離及び配置位置等のパラメータを設計する。また、集光光の入射角は、例えば、蛍光部材13内の後述する反射膜31の透過特性（透過率の入射角依存性）に応じて適宜設定される。

20

【0029】

なお、第1集光光学系12で励起光Lのスポット径を絞ると、高光密度の励起光Lを蛍光部材13に照射することができる。しかしながら、励起光Lのスポットを絞りすぎると、照射領域内の蛍光体原子を発光させるために必要な光量より大きな光量の励起光Lを照射することになる。この場合、照射領域において、蛍光体原子の発光に関与しない光量が増加するので、入射された励起光Lの光量に対する発光量の割合が減少し、蛍光体層32の発光効率が低下する。それゆえ、本実施形態では、集光光のスポット径が、発光効率が低下しないような径になるように、第1集光光学系12の構成を設計する。

30

【0030】

逆に、集光光のスポット径を広げすぎると、蛍光部材13からの発光光の広がりが増大する。この場合には、第1集光光学系12で、集光光のスポット径が広がりにすぎないように調整してもよいし、第2集光光学系15で、広がった発光光を所定の径の平行光に変換するような構成にしてもよい。

【0031】

蛍光部材13は、第1集光光学系12を介して入射された励起光L（青色光）により、所定波長帯域（第2の波長）の光を発光するとともに、励起光Lの一部を透過させる。この例では、光学エンジン部2に入射する光を白色光LWとするので、蛍光部材13は、励起光Lにより、緑色光及び赤色光を含む波長帯域（約480～680nm）の光を発光する。そして、本実施形態では、緑色光及び赤色光を含む波長帯域の発光光と蛍光部材13を透過する励起光L（青色光）の一部とを合波して白色光LWを生成する。なお、蛍光部材13のより詳細な構成は、後で詳述する。

40

【0032】

モータ14は、蛍光部材13を所定の回転数で回転駆動する。この際、モータ14は、励起光Lの照射方向に直交する面（後述する蛍光体層32の励起光Lの照射面）に沿う方向に、蛍光部材13が回転するように蛍光部材13を駆動する。

【0033】

モータ14の回転軸14aは、蛍光部材13の後述する透明基板30の中心に取り付け

50

られており、固定ハブ14bにより透明基板30を回転軸14aに固定する。そして、モータ14で蛍光部材13を回転駆動することにより、蛍光部材13内の励起光Lの照射位置が、励起光Lの照射方向に直交する面内において回転数に対応した速度で時間的に移動する。

#### 【0034】

上述のように蛍光部材13をモータ14で回転駆動して蛍光部材13内の励起光Lの照射位置を時間とともに移動させることにより、照射位置の温度上昇を抑制することができ、蛍光体層32の発光効率の低下を防止することができる。また、蛍光体原子が励起光Lを吸収して発光するまでに多少時間（例えば数nsec程度）が掛かり、その励起期間中に、次の励起光Lが蛍光体原子に照射されてもその励起光Lに対しては発光しない。しかしながら、本実施形態のように蛍光部材13内の励起光Lの照射位置を時間とともに移動させることにより、励起光Lの照射位置には、励起されていない蛍光体原子が次々と配置されることになり、蛍光体層32をより効率よく発光させることができる。

10

#### 【0035】

なお、本実施形態では、モータ14により蛍光部材13を回転駆動する例を示すが、本発明はこれに限定されず、蛍光部材13中の励起光Lの照射位置が時間とともに移動する構成であれば任意の構成にすることができる。例えば、蛍光部材13を、励起光Lの照射方向に直交する面内（後述する蛍光体層32の励起光Lの照射面内）の所定方向に直線的に往復運動させることにより、励起光Lの照射位置を時間とともに移動させてもよい。また、蛍光部材13を固定し、励起光源11を蛍光部材13に対して相対的に移動させることにより、励起光Lの照射位置を時間とともに移動させてもよい。

20

#### 【0036】

第2集光光学系15は、蛍光部材13から射出された光（白色光LW）を集光して平行光に変換する。そして、第2集光光学系15は、平行光を光学エンジン部2の分光光学系20に導く。なお、第2集光光学系15は、1枚のコリメートレンズで構成してもよいし、複数のレンズを用いて入射光を平行光に変換する構成にしてもよい。また、蛍光部材13からの発光光は、ランバーシアン（均等拡散）状に広がる光であるので、第2集光光学系15と蛍光部材13（より詳細には後述する蛍光体層32）との間の距離はできる限り短くすることが好ましい。

#### 【0037】

なお、本実施形態では、光源装置部1内に、第1集光光学系12及び第2集光光学系15を備える例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、光源装置部1からの出射光の出力が小さくても問題のない用途等に本実施形態の光源装置部1を適用する場合には、第1集光光学系12及び第2集光光学系15のいずれか一方又は両方を備えない構成にしてもよい。

30

#### 【0038】

##### [3. 蛍光部材の構成例]

次に、蛍光部材13のより詳細な構成を、図2(a)~(c)を参照しながら説明する。なお、図2(a)は、第2集光光学系15側から見た蛍光部材13の正面図であり、図2(b)は、図2(a)中のA-A断面図であり、図2(c)は、第1集光光学系12側から見た蛍光部材13の正面図である。

40

#### 【0039】

蛍光部材13は、円盤状の透明基板30と、透明基板30の一方の表面上に形成された反射膜31及び蛍光体層32（蛍光体）と、透明基板30の他方の表面上に形成された反射防止膜33とを有する。

#### 【0040】

透明基板30は、例えばガラス、透明樹脂等の透明材料で形成される。なお、透明基板30の厚さ等のサイズは、例えば必要とする透過率、強度等を考慮して適宜設定される。

#### 【0041】

反射膜31は、図2(a)に示すように、透明基板30の一方の表面上にドーナツ状に

50

形成される。そして、ドーナツ状の反射膜 31 と透明基板 30 とが同心円となるように、反射膜 31 が透明基板 30 上に配置される。なお、反射膜 31 の半径方向の幅は、第 1 集光光学系 12 により集光される励起光 L (集光光) のスポットサイズより大きくなるように設定される。

【0042】

また、反射膜 31 は、蛍光体層 32 で励起された光 (発光光) を第 2 集光光学系 15 側に反射するだけでなく、蛍光体層 32 内で散乱及び反射された励起光 L (青色光) も第 2 集光光学系 15 側に反射する。

【0043】

ここで、図 3 に、反射膜 31 の一構成例を示す。反射膜 31 は、例えば SiO<sub>2</sub> 層や MgF<sub>2</sub> 層等からなる第 1 の誘電体層 31a と、例えば TiO<sub>2</sub> 層や Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層等からなる第 2 の誘電体層 31b とを透明基板 30 上に交互に積層して形成される。すなわち、反射膜 31 は、ダイクロイックミラー (ダイクロイック膜) で構成することができる。なお、第 1 の誘電体層 31a 及び第 2 の誘電体層 31b の積層数は、通常、数層 ~ 数十層である。また、第 1 の誘電体層 31a 及び第 2 の誘電体層 31b は、例えば蒸着法やスパッタ法等の積層手法を用いて形成される。

【0044】

反射膜 31 を例えば図 3 に示すようなダイクロイックミラーで構成した場合には、各誘電体層の積層数、各誘電体層の厚さ、各誘電体層の形成材料等を調整することにより、反射膜 31 に入射する光の透過率 (反射率) の入射角依存性を設定しやすくなる。図 4 に、本実施形態で用いる反射膜 31 の光透過率の入射角依存性の一例を示す。図 4 に示す特性の横軸は入射光の波長であり、縦軸は透過率である。

【0045】

図 4 に示す例では、反射膜 31 は、赤色光及び緑色光を含む波長帯域 (約 480 ~ 680 nm に渡る波長領域) の光を、その入射角 に関係なく選択的に反射するように設計されている。それゆえ、赤色光及び緑色光を含む波長帯域の光 (蛍光体層 32 からの発光光) に対しては、その光の入射角 に関係なく、透過率が略零となる。すなわち、赤色光及び緑色光を含む波長領域の光は、入射角 に関係なく、反射膜 31 で全て反射される。

【0046】

一方、波長 445 nm の青色光 (励起光 L) に対しては、その入射角 が約 20 度以下であるときに青色光が透過し、入射角 が約 20 度より大きい場合には青色光が反射されるように、反射膜 31 が設計されている。それゆえ、図 4 に示すように、青色光 (励起光 L) の波長 445 nm (太破線) では、光の入射角 が 0 度 (実線) 及び 15 度 (破線) の時は、透過率が大きくなる。また、青色光の入射角 が 30 度 (一点鎖線)、45 度 (点線) 及び 60 度 (二点鎖線) の時は、波長 445 nm における透過率が小さくなる。すなわち、蛍光体層 32 内で散乱及び反射された励起光 L のうち、約 20 度より大きな入射角 で反射膜 31 に入射する励起光成分は、反射膜 31 で第 2 集光光学系 15 に向かう方向に反射される。

【0047】

なお、上述のように、反射膜 31 の透過率の入射角依存性に応じて第 1 集光光学系 12 の構成が設計される。例えば、反射膜 31 が、図 4 に示すような透過率の入射角依存性を有する場合には、励起光 L の利用効率を低下させないために、集光された励起光 L の入射角 が、約 20 度以下になるように、第 1 集光光学系 12 が設計される。

【0048】

蛍光体層 32 は、励起光 L の入射により、所定波長帯域の光を発光する層状の蛍光体である。本実施形態では、励起光 L の透過光と蛍光体層 32 での発光光とを合波して白色光 LW を生成するので、蛍光体層 32 としては、例えば YAG (Yttrium Aluminum Garnet) 系蛍光材料等で形成する。この場合、青色の励起光 L が入射されると、蛍光体層 32 からは波長 480 ~ 680 nm の帯域の光 (黄色光) が発光される。なお、蛍光体層 32 としては、赤色光及び緑色光を含む波長帯域の光を発光する膜であれば、任意の材料で構成

10

20

30

40

50



することができるが、発光効率及び耐熱性の観点ではYAG系蛍光体材料を用いることが好ましい。

【0049】

また、蛍光体層32は、蛍光材料とバインダとを混合した所定の蛍光剤を反射膜31上に塗布することにより形成される。図2(a)~(c)に示す例では蛍光体層32を反射膜31の全面に渡って形成するので、蛍光体層32の表面形状もドーナツ状となる。なお、蛍光体層32は、励起光Lが入射される領域に形成されていればよいので、蛍光体層32の形状は、図2(a)~(c)に示す例に限定されず、例えば、蛍光体層32の半径方向の幅が、反射膜31のそれより狭くてもよい。

【0050】

また、蛍光体層32での発光量及び励起光Lの透過量は、例えば蛍光体層32の厚さや蛍光体密度(含有量)等により調整することができる。それゆえ、本実施形態では、光源装置部1からの出射光が白色光となるように、蛍光体層32の厚さや蛍光体密度等を調整する。

【0051】

反射防止膜33は、透明基板30の励起光Lの入射側表面に設けられ、励起光Lの集光を蛍光部材13に入射した際に、その入射面で発生する励起光Lの反射を防止する。これにより、励起光Lの利用効率を向上させることができる。

【0052】

なお、上記実施形態では、蛍光部材13に、反射膜31及び反射防止膜33を設ける例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、光源装置部1からの出射光の出力が小さくても問題のない用途等に本実施形態の光源装置部1を適用する場合には、反射膜31及び反射防止膜33のいずれか一方又は両方を備えない構成にしてもよい。さらに、上記実施形態の蛍光部材13では、透明基板30上に反射膜31を介して層状の蛍光体(蛍光体層32)を設ける例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、蛍光体を十分な剛性を有する板状部材で構成した場合には、透明基板30を設けなくてもよい。

【0053】

[4. 光源装置部の動作例]

図5に、本実施形態の光源装置部1の動作の様子を示す。本実施形態の光源装置部1では、まず、励起光源11から射出された励起光L(この例では青色光)を、第1集光光学系12で集光する。そして、その集光光(集光された励起光L)は、蛍光部材13の反射防止膜33側から所定の入射角で蛍光部材13に入射される。なお、本実施形態では、モータ14により、蛍光部材13を所定の回転数で回転させた状態で、集光光を蛍光部材13に照射する。

【0054】

蛍光部材13に入射された集光光は、反射防止膜33、透明基板30及び反射膜31を通過して蛍光体層32に入射される。なお、上述のように、反射膜31は、所定の入射角以下の励起光Lを透過するように設計されているので、蛍光部材13に入射された集光光は、反射膜31で反射されない。

【0055】

そして、集光光(励起光L)が蛍光体層32に入射されると、その一部は、蛍光体層32を通過するが、残りは、主に、蛍光体層32で吸収される。この吸収された励起光Lにより、蛍光体層32が励起され、蛍光体層32から所定波長帯域の光(この例では赤色光及び緑色光を含む黄色光)が発光する。この結果、励起光Lの透過成分と、蛍光体層32からの発光光とが合波され、蛍光体層32から白色光が射出される。

【0056】

なお、この際、蛍光体層32の発光光は、第2集光光学系15に向かう方向だけでなく、透明基板30に向かう方向にも射出される。また、蛍光体層32に入射された励起光Lの一部は、蛍光体層32内で透明基板30に向かう方向にも散乱及び反射される。しかしながら、本実施形態の蛍光部材13では、上述のように、透明基板30と蛍光体層32と

10

20

30

40

50

の間に反射膜 31 を設けているので、透明基板 30 に向かう方向に射出された発光光及び励起光成分は、反射膜 31 により第 2 集光光学系 15 に向かう方向に反射される。この際、反射膜 31 で反射された励起光成分は、蛍光体層 32 で吸収され、さらに蛍光体層 32 を発光させる。それゆえ、本実施形態のように、透明基板 30 と蛍光体層 32 との間に反射膜 31 を設けた場合には、励起光 L の利用効率を向上させることができ、発光光の光量をより増大させることができる。

【 0 0 5 7 】

また、実際に、本発明者は、光源装置部 1 の各部のパラメータを次のように設定して、光源装置部 1 からの出射光のスペクトル特性を調べた。

励起光源 11 (青色レーザー) の波長 : 445 nm

励起光 L の集光径 : 1 mm

励起光 L の入射角 : 20 度以下

蛍光部材 13 の回転数 : 3000 rpm

第 2 集光光学系 15 及び蛍光体層 32 間の距離 : 1 mm 以下

透明基板 30 の形成材料 : ガラス

透明基板 30 の直径 : 30 mm

反射膜 31 の透過特性 : 図 4 に示す特性

蛍光体層 32 の形成材料 : YAG 系蛍光体

蛍光体層 32 の厚さ : 50 μm

蛍光体層 32 の幅 : 5 mm

【 0 0 5 8 】

図 6 に、上記条件で得られた光源装置部 1 からの出射光のスペクトル特性を示す。なお、図 6 に示す特性では、横軸が波長であり、縦軸が出射光の強度 (任意単位) である。図 6 から明らかなように、上記条件では、出射光に、波長 445 nm 付近の光成分 (青色光成分) と、約 480 ~ 680 nm に渡る波長領域の光成分、すなわち、赤色光成分及び緑色光成分を含む光成分とが含まれていることが分かる。このことから、本実施形態の光源装置部 1 から、白色光 LW が出射されていることが分かる。

【 0 0 5 9 】

上述のように、本実施形態では、固体発光素子を用いて白色光を光源装置部 1 から射出することができる。それゆえ、本実施形態は、例えば 3LCD 方式のプロジェクタ等のように、白色光を射出する光源装置を必要とする用途にも適用可能である。すなわち、本実施形態では、様々な用途に適用可能な水銀レスの光源装置部 1 (照明装置) 及びそれを備える画像表示装置 10 を提供することができる。

【 0 0 6 0 】

本実施形態の光源装置部 1 は、水銀ランプを用いる必要が無いので、近年の環境問題に対応することができる。また、本実施形態では、水銀ランプに比べてより長寿命で且つ輝度低下も小さい光源装置部 1 及び画像表示装置 10 を提供することができる。さらに、本実施形態のように、励起光源 11 に固体発光素子を用いた場合には、水銀ランプに比べて点灯時間をより短縮することができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態の光源装置部 1 のように励起光源 11 として半導体レーザーを用いた場合には、例えば LED (Light Emitting Diode) 等の固体光源に比べても、十分高輝度の光を射出することができ、高輝度光源の実現が可能になる。さらに、本実施形態のように、青色光レーザーで蛍光体層 32 を発光させて白色光 LW を生成する構成は、赤色光、緑色光及び青色光の各固体光源を個別に用意して白色光を生成する構成に比べてより安価である。

【 0 0 6 2 】

上記実施形態では、光源装置部 1 (照明装置) を 3LCD 方式のプロジェクタに適用する例を説明したが、本発明はこれに限定されず、白色光を必要とする任意の画像表示装置に適用可能であり、同様の効果が得られる。

10

20

30

40

50

【0063】

また、上記実施形態では、光源装置部1（照明装置）の出射光を白色光とする例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、出射光としてシアン光（またはマゼンダ光）を必要とする用途では、励起光Lとして青色光を用い、蛍光体層32を緑色光（または赤色光）のみを発光する蛍光材料で形成すればよい。すなわち、必要とする出射光の波長（色）に応じて、励起光Lの波長と蛍光体層32の形成材料との組み合わせを適宜選択すればよい。

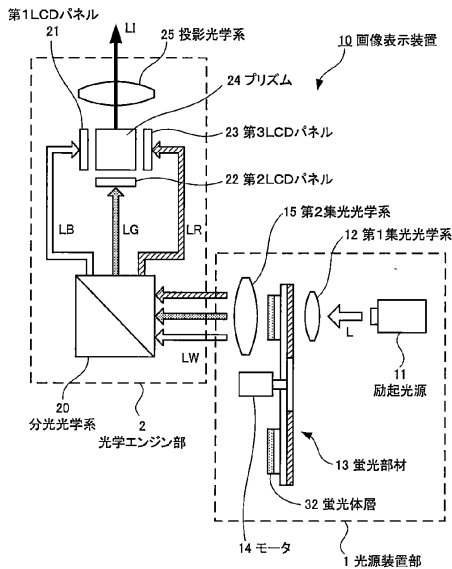
【符号の説明】

【0064】

1...光源装置部（照明装置）、2...光学エンジン部（画像投影部）、10...画像表示装置、11...励起光源、12...第1集光光学系、13...蛍光部材、14...モータ、15...第2集光光学系、20...分光光学系、21...第1LCDパネル、22...第2LCDパネル、23...第3LCDパネル、24...プリズム、25...投影光学系、30...透明基板、31...反射膜、32...蛍光体層（蛍光体）、33...反射防止膜

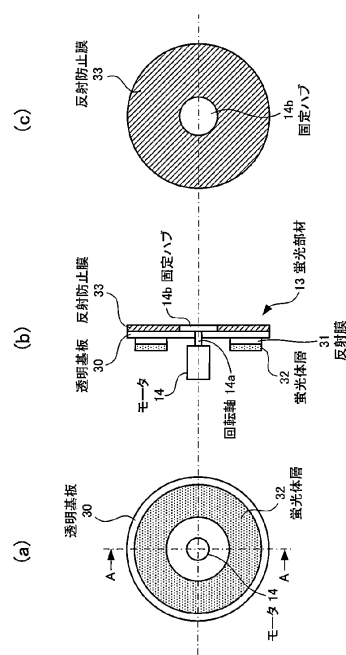
10

【図1】



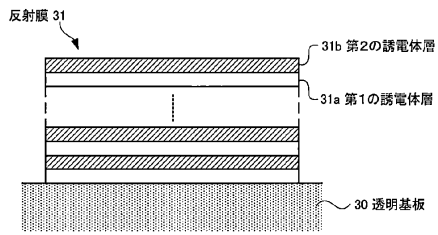
画像表示装置の構成例

【図2】



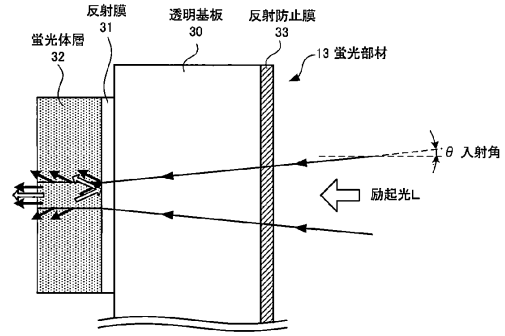
蛍光部材の構成例

【図3】



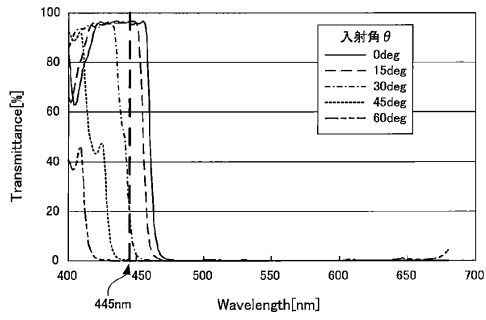
反射膜の構成例

【図5】



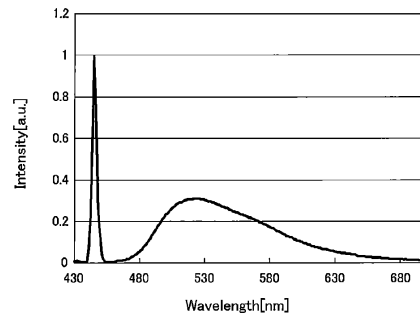
照明装置の発光動作

【図4】



反射膜の透過率の入射角依存性

【図6】



出射光のスペクトル特性

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-086815(JP,A)  
特表平09-503313(JP,A)  
特開2008-052070(JP,A)  
特開2010-085740(JP,A)  
特開2004-327361(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0187580(US,A1)  
米国特許出願公開第2009/0034284(US,A1)  
特開2009-042569(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10 ;  
21/12 - 21/13 ;  
21/134 - 21/30  
G03B 33/00 - 33/16  
H04N 9/12 - 9/31  
F21K 9/00 - 9/90  
F21S 2/00 - 19/00