

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5767444号
(P5767444)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015.8.19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015.6.26)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 3 1 1
F 2 1 V 9/08 (2006.01)	F 2 1 V 9/08 2 0 0
G O 3 B 21/14 (2006.01)	F 2 1 V 9/08 3 0 0
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	G O 3 B 21/14 A
	F 2 1 Y 101:02

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-137192 (P2010-137192)
 (22) 出願日 平成22年6月16日(2010.6.16)
 (65) 公開番号 特開2012-3923 (P2012-3923A)
 (43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)
 審査請求日 平成25年6月11日(2013.6.11)

(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 石田 佳久

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】

第1の波長を有する励起光を射出する励起光源と、

前記励起光が照射された際に、前記第1の波長より長い第2の波長を有する光を発光するとともに、前記励起光の一部を透過させて、該透過した前記第1の波長の励起光と該発光した第2の波長の光とを合波して射出し、且つ、回転する基板の回転円周方向に沿って前記基板上に連続して形成されるとともに、前記基板の中心を回転軸として回転可能な単一の蛍光体と、

前記蛍光体の前記励起光の入射側に設けられ、所定角度以下の入射角の励起光を透過するとともに前記蛍光体で発光した光を反射する反射膜と、

前記蛍光体の前記励起光の入射側に設けられ、前記励起光の反射を防止する反射防止膜と、

前記反射膜及び前記励起光源間の光路上に設けられ、前記励起光を集光する第1光学系と、

前記基板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を時間とともに前記基板の回転円周方向へ移動させるよう前記基板を回転させる駆動部と、を備え、

前記蛍光体は、前記駆動部が前記基板を回転させることにより移動する前記照射位置において単一であり、

前記第1光学系で集光され前記反射防止膜を通過した励起光の前記反射膜への入射角が

、前記所定角度以下となるよう構成される光源装置。

【請求項 2】

前記反射膜が、20度以下の入射角の励起光を透過させる膜である
請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

さらに、前記蛍光体から発光した光を平行光に変換する第 2 光学系を備える
請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記第 1 の波長が青色波長であり、前記第 2 の波長が赤色及び緑色の波長を含む波長帯域である

請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 5】

前記駆動部が、前記蛍光体を、前記蛍光体の前記励起光の照射面内の所定方向に移動させる

請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 6】

第 1 の波長を有する励起光を射出する励起光源と、該励起光が照射された際に、該第 1 の波長より長い第 2 の波長を有する光を発光するとともに、該励起光の一部を透過させて、該透過した該第 1 の波長の励起光と該発光した第 2 の波長の光とを合波して射出し、且つ、回転する基板の回転円周方向に沿って連続して形成されるとともに、前記基板の中心を回転軸として回転可能な単一の蛍光体と、

前記蛍光体の前記励起光の入射側に設けられ、所定角度以下の入射角の励起光を透過するとともに前記蛍光体で発光した光を反射する反射膜と、

前記蛍光体の前記励起光の入射側に設けられ、前記励起光の反射を防止する反射防止膜と、

前記反射膜及び前記励起光源間の光路上に設けられ、前記励起光を集光する第 1 光学系と、

前記基板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を時間とともに前記基板の回転円周方向へ移動させるよう前記基板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、

前記蛍光体は、前記駆動部が前記基板を回転させることにより移動する前記照射位置において単一であり、

前記第 1 光学系で集光され前記反射防止膜を通過した励起光の前記反射膜への入射角が、前記所定角度以下となるよう構成される画像投影装置。

【請求項 7】

前記反射膜が、20度以下の入射角の励起光を透過させる膜である
請求項 6 に記載の画像投影装置。

【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、

10

20

30

40

50

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】

【0006】

【特許文献1】特開2009-277516号公報

20

【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。

【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。

30

【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。

【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、励起光源と、蛍光体と、反射膜と、反射防止膜と、第1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。励起光源は、第1の波長を有する励起光を射出する。蛍光体は、励起光が照射された際に、第1の波長より長い第2の波長を有する光を発光するとともに、励起光の一部を透過させて、該透過した第1の波長の励起光と該発光した第2の波長の光とを合波して射出する。この蛍光体は駆動部が回転させる基板の照射位置において単一であり、回転する基板の回転円周方向に沿って連続して形成され、基板の中心を回転軸として回転可能である。反射膜は、蛍光体の励起光の入射側に設けられ、所定角度以下の入射角の励起光を透過するとともに蛍光体で発光した光を反射する。反射防止膜は、蛍光体の励起光の入射側に設けられ、励起光の反射を防止する。第1光学系は、反射膜及び励起光源間の光路上に設

40

50

けられ、励起光を集光する。そして、駆動部は、基板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を時間とともに基板の回転円周方向へ移動させるよう基板を回転させる。そして、光源装置は、第1光学系で集光され反射防止膜を通過した励起光の反射膜への入射角が、所定角度以下となるよう構成される。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、円周方向に沿って連続して形成され、回転可能である単一の蛍光体は、励起光の照射により、励起光の波長（第1の波長）より長い波長（第2の波長）を有する光を発光するとともに、励起光の一部を透過させて、該透過した励起光と、蛍光体で発光した光（以下、発光光という）とを合波して射出する。すなわち、本発明では、蛍光体から、励起光及び発光光とは異なる波長帯域の光が射出される。それゆえ、本発明では、例えば、励起光を青色光とし、発光光を赤色光及び緑色光の両成分を含む光（例えば黄色光等）とした場合には、白色光を蛍光体から射出することができる。

【発明の効果】

【0013】

上述のように、本発明では、励起光の第1の波長と発光光の第2の波長との組み合わせを適宜設定することにより、例えば白色光等を蛍光体から射出することができる。それゆえ、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】

【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。

30

【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】

【0015】

以下に、本発明の実施形態に係る照明装置（光源装置）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。

40

- 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】

[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

50

たLCD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LCD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。

【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な各種光学素子を適宜配置してもよい。

10

【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

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。

【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。

30

【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。

【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。

40

【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13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

50

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。

【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。

10

【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。

【0029】

20

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。

【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。

30

【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。

50

【 0 0 3 4 】

上述のように蛍光部材 1 3 をモータ 1 4 で回転駆動して蛍光部材 1 3 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 3 2 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 n s e c 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 1 3 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 3 2 をより効率よく発光させることができる。

【 0 0 3 5 】

なお、本実施形態では、モータ 1 4 により蛍光部材 1 3 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 1 3 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 1 3 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 3 2 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 1 3 を固定し、励起光源 1 1 を蛍光部材 1 3 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。

【 0 0 3 6 】

第 2 集光光学系 1 5 は、蛍光部材 1 3 から射出された光（白色光 L W）を集光して平行光に変換する。そして、第 2 集光光学系 1 5 は、平行光を光学エンジン部 2 の分光光学系 2 0 に導く。なお、第 2 集光光学系 1 5 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 1 3 からの発光光は、ランパーシアン（均等拡散）状に広がる光であるので、第 2 集光光学系 1 5 と蛍光部材 1 3（より詳細には後述する蛍光体層 3 2）との間の距離はできる限り短くすることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

なお、本実施形態では、光源装置部 1 内に、第 1 集光光学系 1 2 及び第 2 集光光学系 1 5 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 1 2 及び第 2 集光光学系 1 5 のいずれか一方又は両方を備えない構成にしてもよい。

【 0 0 3 8 】

[3 . 蛍光部材の構成例]

次に、蛍光部材 1 3 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 1 5 側から見た蛍光部材 1 3 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 1 2 側から見た蛍光部材 1 3 の正面図である。

【 0 0 3 9 】

蛍光部材 1 3 は、円盤状の透明基板 3 0 と、透明基板 3 0 の一方の表面上に形成された反射膜 3 1 及び蛍光体層 3 2（蛍光体）と、透明基板 3 0 の他方の表面上に形成された反射防止膜 3 3 とを有する。

【 0 0 4 0 】

透明基板 3 0 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 3 0 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。

【 0 0 4 1 】

反射膜 3 1 は、図 2 (a) に示すように、透明基板 3 0 の一方の表面上にドーナツ状に形成される。そして、ドーナツ状の反射膜 3 1 と透明基板 3 0 とが同心円となるように、反射膜 3 1 が透明基板 3 0 上に配置される。なお、反射膜 3 1 の半径方向の幅は、第 1 集光光学系 1 2 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。

10

20

30

40

50

【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SiO₂層やMgF₂層等からなる第1の誘電体層31aと、例えばTiO₂層やTa₂O₃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。

10

【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480～680nm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。

20

【0046】

一方、波長445nm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445nm（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445nm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。

30

【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依りて第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480～680nm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。

40

【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

50

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けばよいので、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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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) 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

10

【 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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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。

【 0 0 6 3 】

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

50

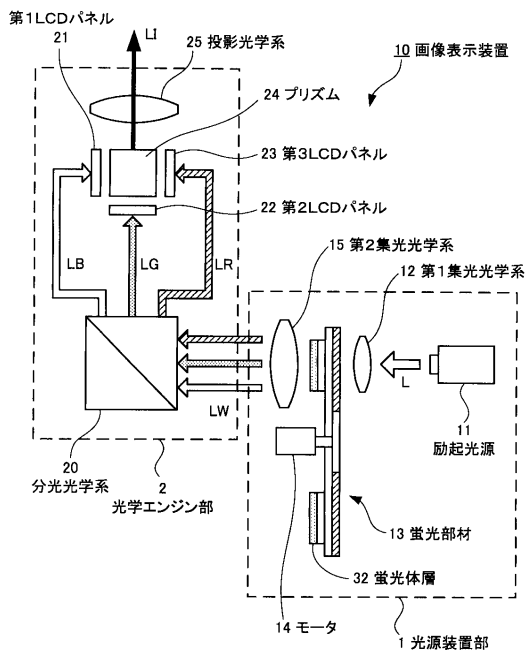
は赤色光)のみを発光する蛍光材料で形成すればよい。すなわち、必要とする出射光の波長(色)に応じて、励起光Lの波長と蛍光体層32の形成材料との組み合わせを適宜選択すればよい。

【符号の説明】

【0064】

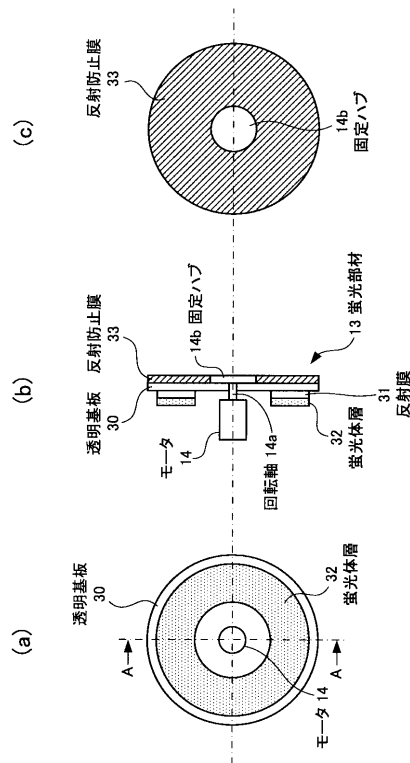
1...光源装置部(照明装置)、2...光学エンジン部(画像投影部)、10...画像表示装置、11...励起光源、12...第1集光光学系、13...蛍光部材、14...モータ、15...第2集光光学系、20...分光光学系、21...第1LCDパネル、22...第2LCDパネル、23...第3LCDパネル、24...プリズム、25...投影光学系、30...透明基板、31...反射膜、32...蛍光体層(蛍光体)、33...反射防止膜

【図1】



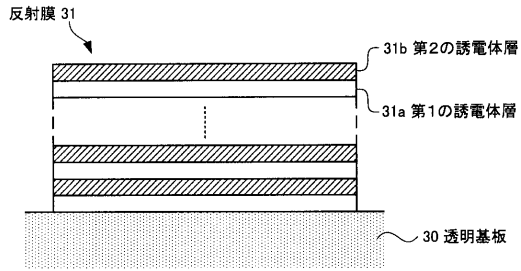
画像表示装置の構成例

【図2】



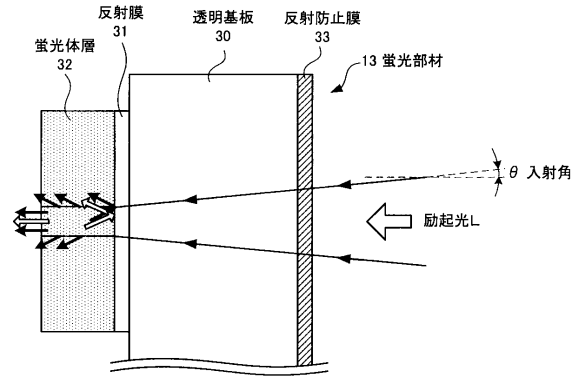
蛍光部材の構成例

【図3】



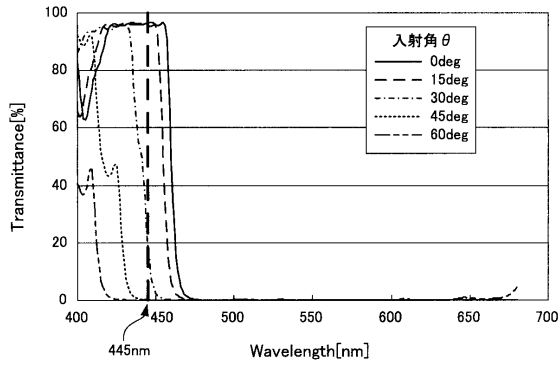
反射膜の構成例

【図5】



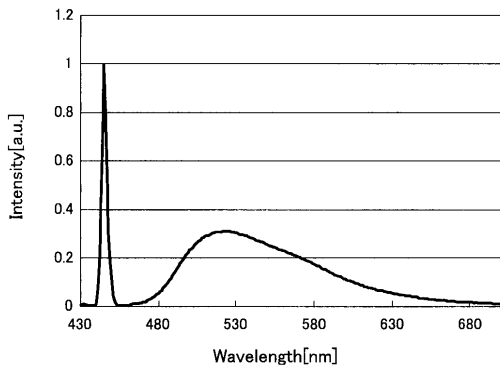
照明装置の発光動作

【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2011-197212(JP,A)
特開2009-042569(JP,A)
特開2009-277516(JP,A)
特開2009-245712(JP,A)
特開2010-085740(JP,A)
特開2004-341105(JP,A)
特開2010-086815(JP,A)
特開2010-087324(JP,A)
特開2007-109947(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F21S 2/00
F21V 9/00-9/16
G03B 21/14