

(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2019-200280

(P2019-200280A)

(43) 公開日 令和1年11月21日(2019.11.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 A	2K203
H04N 9/31 (2006.01)	H04N 9/31 500	3K243
F21S 2/00 (2016.01)	F21S 2/00 340	5C060
F21V 9/14 (2006.01)	F21V 9/14	
F21V 9/20 (2018.01)	F21V 9/20	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-94136 (P2018-94136)
 (22) 出願日 平成30年5月15日 (2018. 5. 15)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 倫也
 (72) 発明者 三浦 瞬
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

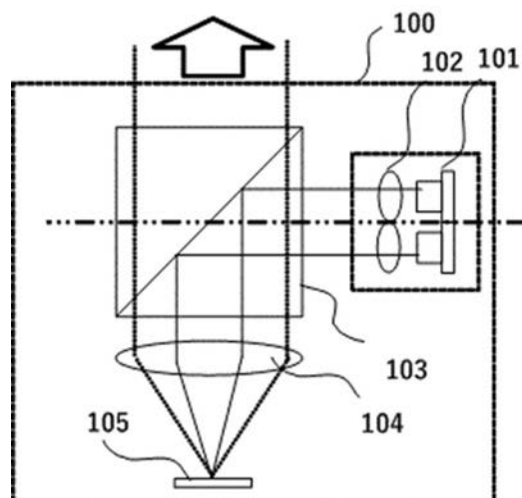
(54) 【発明の名称】 光源装置および画像投射装置

(57) 【要約】

【課題】 波長変換素子を用いて高い光利用効率を実現可能な光源装置を提供する。

【解決手段】 光源装置100は、第1の光を発する発光素子101と、第1の光のうち一部を該第1の光とは波長域が異なる第2の光に変換し、該第2の光と第1の光のうち第2の光に変換されなかった非変換光とを出射する波長変換素子105と、発光素子からの第1の光を波長変換素子に入射させ、波長変換素子からの第2の光と非変換光を発光素子の方向とは異なる方向に進ませる光学素子103とを有する。波長変換素子は、第2の光と非変換光とを直線偏光として出射する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光を発する発光素子と、

前記第 1 の光のうち一部を該第 1 の光とは波長域が異なる第 2 の光に変換し、該第 2 の光と前記第 1 の光のうち前記第 2 の光に変換されなかった非変換光とを射出する波長変換素子と、

前記発光素子からの前記第 1 の光を前記波長変換素子に入射させ、前記波長変換素子からの前記第 2 の光と前記非変換光を前記発光素子の方向とは異なる方向に進ませる光学素子とを有し、

前記波長変換素子は、前記第 2 の光と前記非変換光とを直線偏光として射出することを特徴とする光源装置。

10

【請求項 2】

前記波長変換素子は、量子ロッドを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記波長変換素子は、前記第 1 の光の入射側から、前記第 1 の光の一部を前記第 2 の光に変換する波長変換部と、前記非変換光を反射する反射部とを少なくとも有することを特徴とする請求項 1 から 2 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記反射部は、前記非変換光を拡散させることを特徴とする請求項 3 に記載の光源装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 の光、前記第 2 の光および前記非変換光はそれぞれ直線偏光であり、

前記光学素子は、前記第 1 の光を反射して前記第 2 の光および前記非変換光を透過する又は前記第 1 の光を透過して前記第 2 の光および前記非変換光を反射することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光源装置。

【請求項 6】

前記波長変換部と前記反射部との間に、前記波長変換部を通過して前記反射部で反射し、再び前記波長変換部を通過する前記非変換光の偏光方向を、前記第 1 の光の偏光方向と異ならせるように回転させる偏光回転部を有することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の光源装置。

30

【請求項 7】

前記波長変換部と前記偏光回転部との間に、前記第 2 の光を反射して前記非変換光を透過するダイクロイックミラーを有することを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

【請求項 8】

前記偏光回転部は、前記波長変換部で発生して前記反射部で反射し、再び前記波長変換部を通過する前記第 2 の光の偏光方向を回転させないことを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

【請求項 9】

前記光学素子は、

前記第 1 の光を反射して前記第 2 の光および前記非変換光を透過する第 1 の領域と、

40

前記第 1 の光、前記第 2 の光および前記非変換光を透過する第 2 の領域とを有する、または、

前記第 1 の光を透過して前記第 2 の光および前記非変換光を反射する第 1 の領域と、

前記第 1 の光、前記第 2 の光および前記非変換光を反射する第 2 の領域とを有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 10】

第 1 の光を発する発光素子と、

前記第 1 の光を該第 1 の光とは波長域が異なり、かつ互いに波長域が異なる第 2 の光、第 3 の光および第 4 の光に変換する波長変換素子と、

前記発光素子からの前記第 1 の光を前記波長変換素子に入射させ、前記波長変換素子か

50

らの前記第 2、第 3 および第 4 の光を前記発光素子とは異なる方向に進ませる光学素子とを有し、

前記波長変換素子は、前記第 2、第 3 および第 4 の光を直線偏光として出射することを特徴とする光源装置。

【請求項 1 1】

前記波長変換素子は、量子ロッドを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 1 2】

前記発光素子と前記波長変換素子との間に、回転することで前記第 2、第 3 および第 4 の光の割合を変化させることが可能な色調整素子が配置されていることを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の光源装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の光源装置と、

該光源装置からの光を変調する光変調素子とを有し、

該光変調素子からの画像光を被投射面に投射することを特徴とする画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、画像投射装置（プロジェクタ）に好適な光源装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

プロジェクタの光源装置として、特許文献 1 にて開示されているように、発光素子からの光を波長変換する波長変換素子を含むものが使用されている。波長変換素子としては、広帯域の蛍光スペクトルを有する有機蛍光体が用いられている。

【0 0 0 3】

特許文献 1 にて開示された光源装置では、蛍光体からは無偏光光である蛍光光が出射する。このため、液晶パネル等の偏光を利用した光変調素子により光源装置からの光を変調するプロジェクタでは、光源装置から光変調素子との間の照明光学系内に、無偏光光を直線偏光に変換する偏光変換素子を設ける必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 1 5 - 1 0 6 1 3 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかしながら、偏光変換素子を設けることにより、それを配置するためのスペースが必要となり、照明光学系が大型化する。また、照明光学系の E t e n d u e が小さくなり、光利用効率（照明効率）が低下する。

【0 0 0 6】

本発明は、波長変換素子を用いて高い光利用効率を実現可能な光源装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明の一側面としての光源装置は、第 1 の光を発する発光素子と、第 1 の光のうち一部を該第 1 の光とは波長域が異なる第 2 の光に変換し、該第 2 の光と第 1 の光のうち第 2 の光に変換されなかった非変換光とを出射する波長変換素子と、発光素子からの第 1 の光を波長変換素子に入射させ、波長変換素子からの第 2 の光と非変換光を発光素子の方向とは異なる方向に進ませる光学素子とを有する。波長変換素子は、第 2 の光と非変換光とを直線偏光として出射することを特徴とする。

【0 0 0 8】

また、本発明の他の一側面としての光源装置は、第1の光を発する発光素子と、第1の光を該第1の光とは波長域が異なり、かつ互いに波長域が異なる第2の光、第3の光および第4の光に変換する波長変換素子と、発光素子からの第1の光を波長変換素子に入射させ、波長変換素子からの第2、第3および第4の光を発光素子とは異なる方向に進ませる光学素子とを有する。波長変換素子は、第2、第3および第4の光を直線偏光として出射することを特徴とする。

【0009】

なお、上記いずれかの光源装置と、該光源装置からの光を変調する光変調素子とを有し、該光変調素子からの画像光を被投射面に投射する画像投射装置も、本発明の他の一側面を構成する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、偏光変換素子を設ける必要をなくすることができるとともに、光利用率が高い光源装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例1である光源装置の構成を示す図。

【図2】実施例1におけるダイクロイックPBSの特性を示す図。

【図3】実施例1における波長変換素子の構成を示す図。

【図4】本発明の実施例2である光源装置の構成を示す図。

【図5】実施例2におけるダイクロイックPBSの特性を示す図。

【図6】本発明の実施例3における波長変換素子の構成を示す図。

【図7】本発明の実施例4における波長変換素子の構成を示す図。

【図8】実施例4における量子ロッドの配置を示す図。

【図9】本発明の実施例5における波長変換素子の構成を示す図。

【図10】本発明の実施例6である光源装置の構成を示す図。

【図11】本発明の実施例8である光源装置の構成を示す図。

【図12】本発明の実施例9である光源装置の構成を示す図。

【図13】実施例9における蛍光のスペクトルを示す図。

【図14】本発明の実施例10である光源装置の構成を示す図。

【図15】実施例10における量子ロッドの配置を示す図。

【図16】本発明の実施例11である光源装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0013】

図1は、本発明の実施例1である光源装置（光源ユニット）100の構成を示す。光源101は、直線偏光であるレーザ光を発する複数の発光素子としての青色レーザダイオードを含む。光源101からの励起光（第1の光）は、コリメート光学系102で平行光に変換され、光学素子としてのダイクロイックPBS103で反射され、集光光学系104によって波長変換素子105に照射される。本実施例では、光源101の発光素子として青色レーザダイオードを用いるが、青色の直線偏光を発する発光素子であれば、レーザダイオード以外の発光素子であってもよい。

【0014】

図2(a)は、ダイクロイックPBS103のP偏光およびS偏光に対する光学特性を示す。横軸は波長(nm)を、縦軸は反射率(透過率)を示している。ダイクロPBS103は、青光に対してはS偏光を反射してP偏光を透過する偏光分離特性を有し、さらに青光以外の緑光と赤光を透過するダイクロイック特性も有する。光源101からの励起光は、S偏光としてダイクロPBS103に入射して反射される。

【0015】

図3は、波長変換素子105の構成を示す。波長変換素子105は、励起光の入射側から順に、波長変換層（波長変換部）1051、ダイクロイックミラー1052、1/4波長板（偏光回転部）1053および基板としての反射拡散板（反射部）1054により構成されている。波長変換層1051は、量子ロッドを含んだ波長変換材料により形成されており、励起光のうちS偏光成分のみを吸収して波長変換してS偏光の蛍光光である黄光（赤光と緑光）を放出する。すなわち、量子ロッドは、S偏光を維持したまま励起光の一部を波長変換して蛍光光（第2の光）を生成する。ダイクロイックミラー1052は、青光を透過して赤光と緑光を反射する。

【0016】

波長変換層1051からダイクロイックPBS103に向かうS偏光としての蛍光光は、集光光学系104およびダイクロイックPBS103を透過して光源ユニット100外に進む（出射する）。光源ユニット外には、後述するプロジェクタの照明光学系が設けられている。また、波長変換層1051から1/4波長板1053を通過してダイクロイックミラー1052に向かった蛍光光は、ダイクロイックミラー1052で反射され、波長変換層1051を通過し、集光光学系104およびダイクロイックPBS103を透過して光源ユニット100外に進む。

【0017】

一方、波長変換層1051において波長変換されなかった励起光（以下、非変換光という）は、ダイクロイックミラー1052を透過して1/4波長板1053を通過し、反射板1054で反射され、再度、1/4波長板1053を通過してダイクロイックミラー1052を透過し、波長変換層1051に入射する。この際、非変換光は、1/4波長板1053を2度通ることによりその偏光方向が90度回転されてP偏光となる。このため、該非変換光は、波長変換層1051にて波長変換されることなくそこから出射し、集光光学系104およびダイクロイックPBS103を透過して光源ユニット100外に進む。ダイクロイックPBS103は青色のP偏光を透過するため、この非変換光も光源ユニット100外に進む。

【0018】

反射板1054は、単なる反射ミラーでもよいが、非変換光の偏光状態が保たれるのであれば反射拡散板として非変換光を拡散させてもよい。

【0019】

以上の構成により、蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光（S偏光とP偏光）として出射することができる光源ユニットが実現される。

【0020】

なお、上述したS偏光とP偏光はそれぞれ、P偏光とS偏光であってもよい。すなわち、図2（b）に示す光学特性（横軸は波長（nm）、縦軸は反射率）を有するダイクロイックPBS103を用いてもよい。この場合、光源101からの励起光はP偏光としてダイクロイックPBS103に入射して反射される。波長変換層1051は、励起光のうちP偏光成分のみを吸収して波長変換してP偏光の蛍光光を放出する。

【0021】

また、本実施例では、励起光の偏光方向と同じ偏光方向の蛍光光を発生させるために量子ロッドを用いているが、微細な構造に起因して同様の作用が得られる素子であれば、量子ロッド以外の素子であってもよい。このことは、後述する他の実施例でも同じである。

【0022】

さらに、波長変換素子105の基板は、モータにより回転駆動される回転ホイールであってもよい。このことも、後述する他の実施例でも同じである。

【実施例2】

【0023】

図4は、本発明の実施例2である光源ユニット100Aの構成を示す。本実施例は、光源（発光素子）101からの励起光は光学素子としてのダイクロイックPBS201を透

10

20

30

40

50

過する一方、波長変換素子 105 からの蛍光光および非変換光がダイクロイック P B S 201 で反射されて光源ユニット外に出射する構成を有する。

【0024】

ダイクロイック P B S 201 は、図 5 (a) に示す光学特性を有する。横軸は波長 (nm) を、縦軸は反射率を示している。ダイクロイック P B S 201 は、光源 101 からの P 偏光である励起光をダイクロイック P B S 201 を透過させて波長変換素子 105 に入射させる。波長変換素子 105 は、実施例 1 とは異なり、P 偏光の蛍光光を量子ロッドにより発生させるとともに、非変換光を S 偏光として出射する。これらの蛍光光と非変換光は、ダイクロイック P B S 103 により反射されて光源ユニット 100A 外に進む。

【0025】

以上の構成により、蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光 (P 偏光と S 偏光) として出射することができる光源ユニットが実現される。

【0026】

なお、上述した P 偏光と S 偏光はそれぞれ、S 偏光と P 偏光であってもよい。すなわち、図 5 (b) に示す光学特性 (横軸は波長 (nm)、縦軸は反射率) を有するダイクロイック P B S 201 を用いてもよい。この場合、光源 101 からの励起光は S 偏光としてダイクロイック P B S 201 に入射して反射される。波長変換層 1051 は、励起光のうち S 偏光成分のみを吸収して波長変換して S 偏光の蛍光光を放出する。蛍光光および非変換光 (青色の P 偏光) は、ダイクロイック P B S 103 を透過する。

【実施例 3】

【0027】

図 6 は、本発明の実施例 3 である光源ユニットに用いられる波長変換素子 105A の構成を示す。波長変換素子 105A 以外の光源ユニットの構成は、実施例 1 (図 1) と同じである。

【0028】

波長変換素子 105A は、励起光の入射側から順に、波長変換層 301、ダイクロイックミラー 1052、1/4 波長板 1053 および反射拡散板 1054 により構成されている。波長変換層 301 は、量子ロッドを含む波長変換材料により形成され、入射した励起光のうち P 偏光成分を吸収して波長変換して P 偏光である蛍光光を放出する。

【0029】

励起光のうち S 偏光成分は、波長変換層 301 にて波長変換されずにダイクロイックミラー 1052 を透過して 1/4 波長板 1053 を通過し、反射拡散板 1054 で反射および拡散される。この反射および拡散された非変換光は、再度、1/4 波長板 1053 を通過し、ダイクロイックミラー 1052 を透過して波長変換層 301 に入射する。非変換光は、1/4 波長板を 2 度通ることによって P 偏光に変換されるため、その一部が再度、波長変換層 1051 に入射することで波長変換される。その結果、P 偏光の蛍光光が発生し、該蛍光光はダイクロイック P B S 103 を透過して光源ユニット外に進む。

【0030】

また、P 偏光に変換された非変換光のうち再度の波長変換層 1051 への入射によっても波長変換されなかった非変換光は、ダイクロイック P B S 103 を通過して光源ユニット外に進む。

【0031】

以上の構成により、蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光 (P 偏光と P 偏光) として出射することができる光源ユニットが実現される。しかも、蛍光光と非変換光の偏光方向を揃えることができる。

【0032】

なお、実施例 1 でも説明したように、本実施例における S 偏光と P 偏光はそれぞれ、P 偏光と S 偏光であってもよい。また、実施例 2 と同様に、励起光をダイクロイック P B S 103 を透過させて波長変換素子 105A に入射させ、波長変換素子 105A からの蛍光光および非変換光をダイクロイック P B S 103 で反射させてもよい。

10

20

30

40

50

【実施例 4】

【0033】

図 7 は、本発明の実施例 4 である光源ユニットに用いられる波長変換素子 105B の構成を示す。波長変換素子 105B 以外の光源ユニットの構成は、実施例 1（図 1）と同じである。

【0034】

波長変換素子 105B は、励起光の入射側から順に、波長変換層 401、ダイクロイックミラー 1052、1/4 波長板 1053 および反射拡散板 1054 により構成されている。波長変換層 401 は、青光を波長変換して蛍光光としての赤光を放出する赤用量子ロッドと青光を波長変換して蛍光光としての緑光を放出する緑用量子ロッドとを含む波長変換材料により形成されている。赤用量子ロッドと緑用量子ロッドは、図 8 にしめすように、それぞれの長手方向、すなわちそれぞれが放出する赤光と緑光の偏光方向が互いに直交するように配置されている。

【0035】

ダイクロイック PBS 103 に対して S 偏光として入射して反射された励起光の一部は、波長変換層 401 において赤用量子ロッドにより S 偏光のまま赤光に波長変換される。このときの非変換光は、実施例 1 と同様に、ダイクロイックミラー 1052 を透過し、1/4 波長板 1053 を通過して反射拡散板 1054 で反射され、再度、1/4 波長板 1053 を通過してダイクロイックミラー 1052 を透過し、波長変換層 401 に入射する。非変換光は反射拡散板 1054 での反射の前後（往路と復路）で 1/4 波長板 1053 を 2 度通ることにより P 偏光に変換されるため、波長変換層 401 にて緑用量子ロッドにより P 偏光の緑光に波長変換される。復路においても波長変換されなかった非変換光は、P 偏光として波長変換素子 105B から出射する。これら S 偏光の赤光、P 偏光としての緑光および P 偏光としての非変換光はすべてダイクロイック PBS 103 を透過して光源ユニット外に進む。

【0036】

以上の構成により、それぞれ蛍光光である赤光と緑光の偏光方向を互いに異ならせつつ、これら蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光として出射することができる光源ユニットが実現される。

【0037】

なお、実施例 1 でも説明したように、本実施例における S 偏光と P 偏光はそれぞれ、P 偏光と S 偏光であってもよい。また、実施例 2 と同様に、励起光をダイクロイック PBS 103 を透過させて波長変換素子 105B に入射させ、波長変換素子 105B からの蛍光光および非変換光をダイクロイック PBS 103 で反射させてもよい。

【実施例 5】

【0038】

図 9 は、本発明の実施例 5 である光源ユニットに用いられる波長変換素子 105C の構成を示す。波長変換素子 105C 以外の光源ユニットの構成は、実施例 1（図 1）と同じである。

【0039】

本実施例の波長変換素子 105C は、励起光の入射側から順に、波長変換層 5011、波長選択性旋光子（偏光回転部）5012 および反射拡散板 5013 により構成されている。励起光は S 偏光としてダイクロイック PBS 103 に入射して反射されて波長変換層 5011 に入射する。波長変換層 5011 は、量子ロッドを含む波長変換材料により形成され、S 偏光の励起光の一部を吸収して波長変換して S 偏光の蛍光光を発生させる。

【0040】

波長変換層 5011 で発生した蛍光光の一部およびここで波長変換されなかった非変換光は、波長選択性旋光子 5012 に入射する。波長選択性旋光子 5012 は、これを 2 度通過する非変換光（青光）の偏光方向のみを回転させ、蛍光光（赤光と緑光）の偏光方向は回転させない素子である。波長選択性旋光子 5012 は、複数の位相差板を軸方向（光

10

20

30

40

50

の通過方向)に重ねるとともに、これらの複数の位相差板をそれぞれの厚みを変えて貼り合わせるによって製作することが可能である。

【0041】

波長選択性旋光子5012を通過した蛍光光および非変換光は、反射拡散板5013により反射および拡散されて、再度、波長選択性旋光子5012を通過して波長変換層5014に入射する。この際、非変換光の偏光方向のみが回転される。これにより、波長変換素子105CからS偏光としての蛍光光とP偏光としての非変換光とが出射する。これらS偏光の蛍光光とP偏光の非変換光はともにダイクロイックPBS103を透過して光源ユニット外に進む。

【0042】

本実施例によれば、蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光(S偏光とP偏光)として出射することができる光源ユニットが実現される。

【0043】

なお、実施例1でも説明したように、本実施例におけるS偏光とP偏光はそれぞれ、P偏光とS偏光であってもよい。また、実施例2と同様に、励起光をダイクロイックPBS103を透過させて波長変換素子105Cに入射させ、波長変換素子105Cからの蛍光光および非変換光をダイクロイックPBS103で反射させてもよい。

【0044】

さらに実施例3と同様に、励起光を往路ではなく復路で波長変換する構成としてもよいし、実施例4と同様に色によって異なる偏光方向の変換光を発生する量子ロッドを用いてもよい。

【実施例6】

【0045】

図10は、本発明の実施例6である光源ユニット100Bの構成を示している。本実施例では、実施例1で用いたダイクロイックPBS103に代えて、光学素子としての部分ダイクロイックミラー601を用いるとともに、波長変換素子602を用いる。部分ダイクロイックミラー601および波長変換素子602以外の光源ユニットの構成は、実施例1(図1)と同じである。

【0046】

波長変換素子602は、励起光の入射側から順に、波長変換層6021および反射拡散板6022により構成されている。

【0047】

部分ダイクロイックミラー601は、青光を反射して赤光および緑光を透過する第1の領域601Aと、赤光、緑光および青光のすべてを透過する第2の領域601Bとに分かれている。光源101からの直線偏光である励起光(青光)は、第1の領域601Aによって反射されて波長変換素子602に導かれる。波長変換素子602の波長変換層6021は、量子ロッドを含む波長変換材料により形成されており、入射した励起光を波長変換して励起光と同じ偏光方向の直線偏光である蛍光光を発生する。

【0048】

励起光の一部は、波長変換層6021で変換されずに該波長変換層6021を通過し、反射拡散板6022で反射および拡散される。この反射および拡散された非変換光は、再度、波長変換層6021に入射し、その一部は往路と同様に偏光方向を保ったまま直線偏光としての蛍光光に波長変換され、他の一部は非変換光のまま波長変換層6021から射する。この結果、波長変換素子602からは互いに偏光方向が同じ直線偏光としての蛍光光と非変換光とが出射する。これら蛍光光と非変換光のうち、第1の領域601Aで反射される非変換光以外の非変換光および蛍光光は、部分ダイクロイックミラー601(第1および第2の領域601A、601B)を透過して光源ユニット100B外に進む。

【0049】

以上の構成により、蛍光光と非変換光のいずれをも偏光方向が同じ直線偏光として出射することができる光源ユニットが実現される。

10

20

30

40

50

【0050】

なお、第2の領域601Bを赤光、緑光および青光のすべてを反射する領域とし、第1の領域601Aを青光のみが透過する領域としてもよい。このとき、光源101からの直線偏光である青光は第1の領域601Aを透過して波長変換素子602に導かれ、波長変換素子602からの蛍光光および非変換光は部分ダイクロイックミラー601で反射されて光源ユニット100B外に進む。この構成は、以下に説明する実施例6および実施例7にも適用することができる。

【実施例7】

【0051】

本発明の実施例7は、実施例6と同様の構成の光源ユニットにおいて、励起光をP偏光とS偏光の両方を含む無偏光光とする。また、波長変換層6021の厚みを十分大きくして、ここに入射した励起光のうちS偏光成分をすべてS偏光の蛍光光に変換する。これにより、波長変換素子602からS偏光の蛍光光とP偏光の非変換光とを出射する。

【0052】

以上の構成により、蛍光光と非変換光のいずれをも直線偏光（S偏光およびP偏光）として出射することができる光源ユニットが実現される。

【0053】

なお、蛍光光をP偏光として発生させることで、蛍光光と非変換光とを互いに同じ偏光方向の直線偏光として光源ユニットから出射させてもよい。

【実施例8】

【0054】

図11は、本発明の実施例7である光源ユニット100Cの構成を示している。本実施例では、実施例7と同様の構成の光源ユニット100Cにおいて、実施例7の波長変換素子602の波長変換層6021に代えて波長変換層801を有するとともに、反射拡散板6022を有する波長変換素子602Aを用いる。

【0055】

波長変換層801には、実施例4（図7）にて説明した波長変換層401と同様に、赤用量子ロッドと緑用量子ロッドがその長手方向が互いに直交するように配置されている。ただし、赤用量子ロッドの濃度は緑用量子ロッドの濃度に比べて十分に高い。

【0056】

本実施例でも、実施例7と同様に、波長変換層801に入射した励起光のうちS偏光成分はすべてS偏光の赤蛍光光に変換される。さらに、入射した励起光のうちP偏光成分の一部は、P偏光の緑蛍光光に変換される。この結果、波長変換素子602Aから、S偏光である赤光、P偏光である緑光およびP偏光である非変換光が出射する。

【0057】

なお、本実施例における赤光をP偏光としてもよい。この場合、緑光および非変換光は、偏光方向が赤光の偏光方向と直交した偏光となる。また、緑用量子ロッドの濃度を赤用量子ロッドの濃度よりも十分に高くしてもよい。

【実施例9】

【0058】

図12は、本発明の実施例9である光源ユニット100Dの構成を示している。光源901は、励起光としての紫外光（第1の光）を出力する発光素子としてのレーザダイオードである。光源901から発せられた紫外光はコリメート光学系902によって平行光に変換され、光学素子としてのダイクロイックミラー903で反射され、集光光学系904により集光されて波長変換素子905に照射される。

【0059】

波長変換素子905は、励起光の入射側から順に、波長変換層9051と反射板9052とにより構成されている。波長変換層9051は、量子ロッドを含む波長変換材料により形成され、所定の偏光方向の直線偏光である励起光を吸収し、該偏光方向を変えずに所定の偏光方向の直線偏光である蛍光光を放出する。

【0060】

波長変換層9051は、紫外光を波長変換して青蛍光光（第2の光）を放出する青用量子ロッド、緑蛍光光（第3の光）を放出する緑用量子ロッドおよび赤蛍光光（第4の光）を放出する赤用量子ロッドの3種類の量子ロッドを含む。これら3種類の量子ロッドの長手方向（蛍光光の偏光方向）はすべて励起光の偏光方向と一致している。波長変換層9051がこれらの3種類の量子ロッドを含むことにより、波長変換素子905から出射される光のスペクトルは、図13に示すように、赤、緑および青の3色を含むスペクトルとなり、全体として白の直線偏光となる。なお、波長変換層9051が含む量子ロッドの種類は上記3種類に限定されるものではなく、波長変換層9051が3種類よりも多くの種類の量子ロッドを含んでもよい。

10

【0061】

波長変換層9051において発生した蛍光光のうち反射板9052に向かった成分は、反射板9052で反射して波長変換層9051を透過してダイクロイックミラー903に向かう。ダイクロイックミラー903は、可視光を透過する特性を有しており、蛍光光はそのままダイクロイックミラー903を透過して光源ユニット100D外に進む。

【0062】

以上の構成により、直線偏光である白光を発生する光源ユニット100Dを実現することができる。

【0063】

本実施例においても、実施例2と同様に、励起光をダイクロイックミラー903を透過させて波長変換素子905に入射させ、波長変換素子905からの蛍光光をダイクロイックミラー903で反射させて光源ユニットから出射させてもよい。

20

【実施例10】

【0064】

図14は、本発明の実施例10である光源ユニット100Eの構成を示している。本実施例では、実施例9と同様の構成において、光源901の直後に回転可能な半波長板（色調整素子）1001を配置して、直線偏光である励起光の偏光方向を変化させることが可能となっている。また、本実施例における波長変換素子905Aは、実施例9の波長変換素子905の波長変換層9051に代えて波長変換層10051を有するとともに、反射板9052を有する。

30

【0065】

波長変換層10051は、波長変換層9051と同様に、紫外光を波長変換して青蛍光光を放出する青用量子ロッド、緑蛍光光を放出する緑用量子ロッドおよび赤蛍光光を放出する赤用量子ロッドの3種類の量子ロッドを含む。ただし、図15に示すように、波長変換層10051における青用量子ロッドの長手方向（青蛍光光の偏光方向）は、緑用量子ロッドおよび赤用量子ロッドの長手方向に直交する。

【0066】

波長変換層10051に入射する励起光のうち偏光方向が青用量子ロッドの長手方向に平行である成分は、青用量子ロッドによって波長変換されて直線偏光としての青光となる。励起光のうち緑用量子ロッドおよび赤用量子ロッドの長手方向に平行である成分はそれぞれ、緑用量子ロッドおよび赤用量子ロッドによって波長変換されて直線偏光としての緑光および赤光となる。この結果、青光の偏光方向と緑光および赤光の偏光方向とが互いに異なる白光が生成される。半波長板1001の回転位置を調整することで、波長変換層10051に入射する励起光における偏光方向が青用量子ロッドの長手方向に平行である成分と緑用および赤用量子ロッドの長手方向に平行である成分の割合を変化させることができる。これにより、波長変換層10051から出射される蛍光光の色度を調整することが可能となり、白光の色を調整することができる。

40

【0067】

本実施例では、青用量子ロッドの長手方向を緑用量子ロッドおよび赤用量子ロッドの長手方向と異ならせる場合について説明したが、他の2つの色光の偏光方向に対して偏光方

50

向を異ならせる量子ロッドの色は青でなくてもよい。

【0068】

また、本実施例においても、実施例2と同様に、励起光をダイクロミックミラー903を透過させて波長変換素子905に入射させ、波長変換素子905からの蛍光光をダイクロミックミラー903で反射させて光源ユニット100Eから出射させてもよい。

【実施例11】

【0069】

図16は、実施例1で説明した光源ユニット100を用いた画像投射装置としてのプロジェクタの構成を示す。プロジェクタは、光源ユニット100、照明光学系1101、色分離光学系1102、光変調素子1103R、1103G、1103B、色合成クロスダイクロミックプリズム1104および投射光学系1105を有する。なお、光源ユニット100に代えて、実施例2～10で説明した光源ユニット100A～100Dのいずれかを用いてもよい。

10

【0070】

光変調素子1103R、1103G、1103Bは透過型液晶表示素子により形成され、それぞれ入射した赤光、緑光および青光を、プロジェクタに入力された画像信号に基づいて変調する。光変調素子1103R、1103G、1103Bのそれぞれの光入射側には入射側偏光板1106が配置され、それらの光射出側には射出側偏光板1107が配置されている。

【0071】

20

図16は透過型液晶表示素子を光変調素子として用いる場合を示しているが、光変調素子として反射型液晶表示素子を用いてもよいしデジタルマイクロミラーデバイスを用いてもよい。

【0072】

照明光学系1101は、第1レンズアレイ11011、第2レンズアレイ11012およびコンデンサレンズ11013により構成されている。第1レンズアレイ11011は、光源ユニット100からの光を複数の部分光束に分割するための複数のレンズセルを有する。複数のレンズセルは、照明光学系1101の光軸（照明光軸）と直交する面内にマトリクス状に配列されている。

【0073】

30

第2レンズアレイ11012は、第1レンズアレイ11011の複数のレンズセルに一对一で対応する複数のレンズセルを有する。これら複数のレンズセルも、照明光軸に直交する面内にマトリクス状に配列されている。第2レンズアレイ11012は、コンデンサレンズ11013とともに、第1のフライアイレンズ11011の各レンズセルの像を光変調素子1103R、1103G、1103Bの近傍に結像させる。

【0074】

コンデンサレンズ11013は、第2レンズアレイ11012からの複数の部分光束を集光して光変調素子1103R、1103G、1103B上にて重ね合わせる。第1レンズアレイ11011、第2レンズアレイ11012およびコンデンサレンズ11013は、光源ユニット100からの光の強度分布を均一にするインテグレータ光学系を構成する。

40

【0075】

色分離光学系1102は、ダイクロミックミラー11021、11022、反射ミラー11023、11024、11025およびリレーレンズ11026、11027を有する。色分離導光光学系1102は、照明光学系1101からの白色光を赤光、緑光および青光に分離し、これら赤光、緑光および青光をそれぞれが対応する光変調素子1103R、1103G、1103Bに導く。色分離導光光学系200と光変調素子1103R、1103G、1103Bとの間には、集光レンズ11028R、11028G、11028Bが配置されている。

【0076】

ダイクロミックミラー11021は、赤光を透過し、緑光と青光を反射する。ダイクロ

50

イックミラー 11022 は、緑光を反射し、青光を透過させる。反射ミラー 11023 は、赤光を反射する。反射ミラー 11024, 11025 は青光を反射する。

【0077】

ダイクロイックミラー 11021 を透過した赤光は、反射ミラー 11023 で反射され、集光レンズ 11028R により集光されて赤用の光変調素子 1103R に入射する。ダイクロイックミラー 11021 で反射された緑光は、ダイクロイックミラー 11022 でさらに反射され、集光レンズ 11028G により集光されて緑用の光変調素子 1103G に入射する。ダイクロイックミラー 11022 を透過した青光は、リレーレンズ 11026、入射側の反射ミラー 11024、リレーレンズ 11027 および射出側の反射ミラー 11025 を経て、集光レンズ 11028B により集光されて青用の光変調素子 11028B に入射する。

10

【0078】

クロスダイクロイックプリズム 1104 は、光変調素子 1103R, 1103G, 1103B から出射した赤、緑および青の画像光を合成する。クロスダイクロイックプリズム 1104 から出射した合成光は、投射光学系 1105 によりスクリーン等の被投射面に拡大投射される。これにより、カラー画像としての投射画像が表示される。

【0079】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

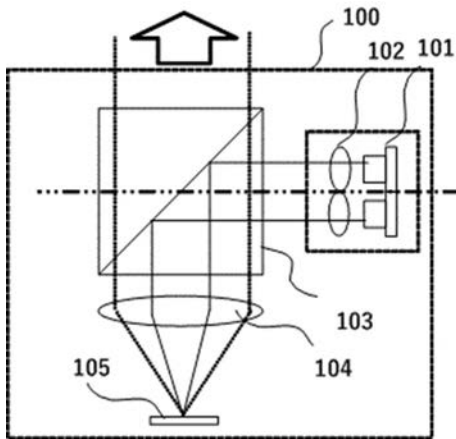
【符号の説明】

20

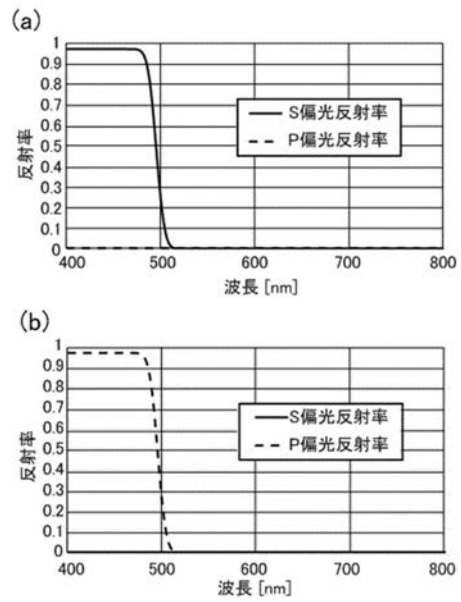
【0080】

100, 100A~E 光源ユニット
101, 901 光源
103, 201 ダイクロイックPBS
105, 105A~C 波長変換素子
601 部分ダイクロイックミラー
903 ダイクロイックミラー

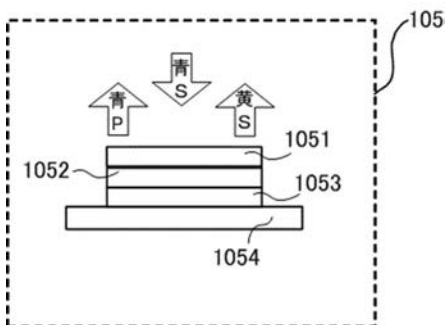
【図 1】



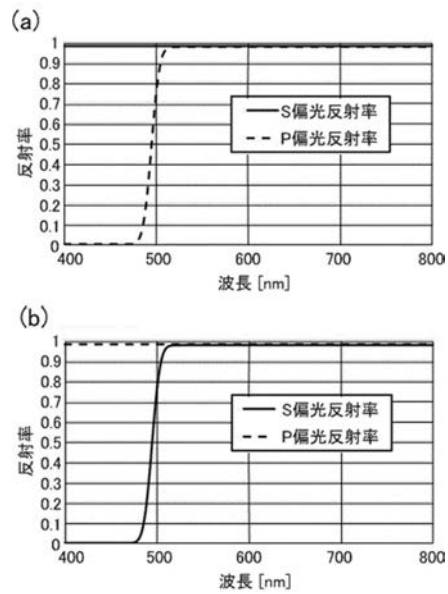
【図 2】



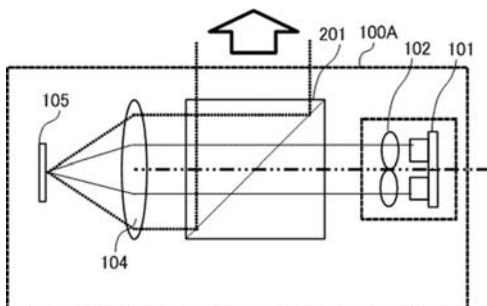
【図 3】



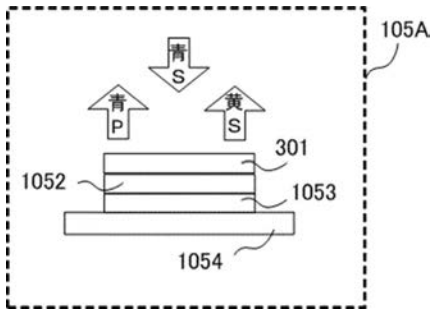
【図 5】



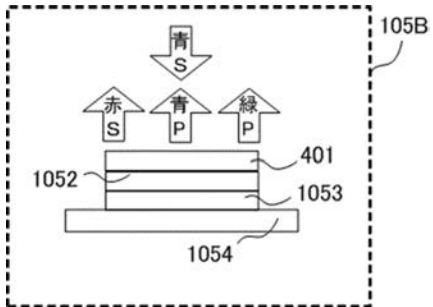
【図 4】



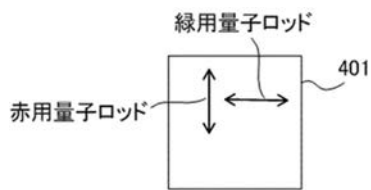
【図 6】



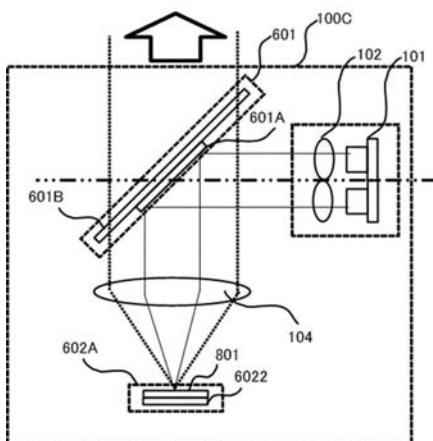
【図 7】



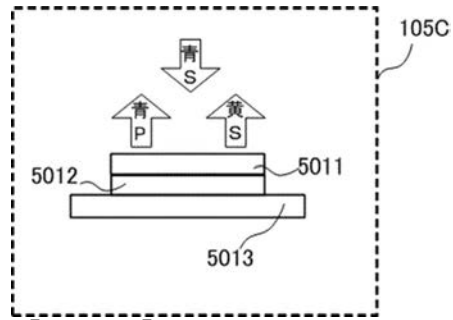
【図 8】



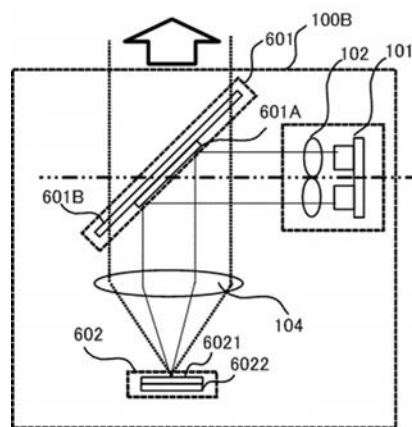
【図 11】



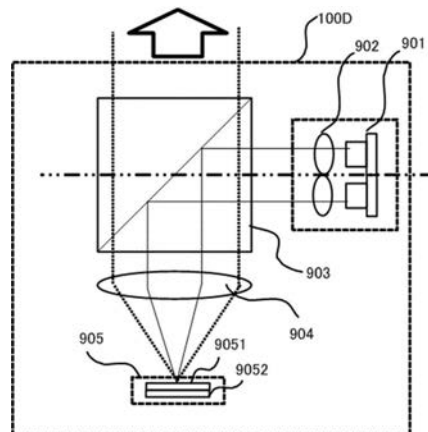
【図 9】



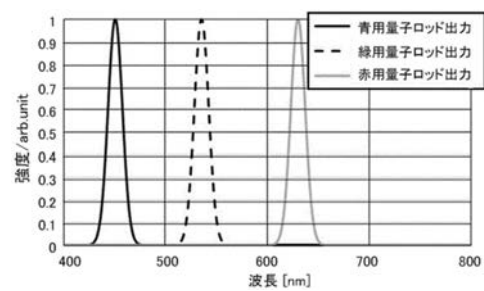
【図 10】



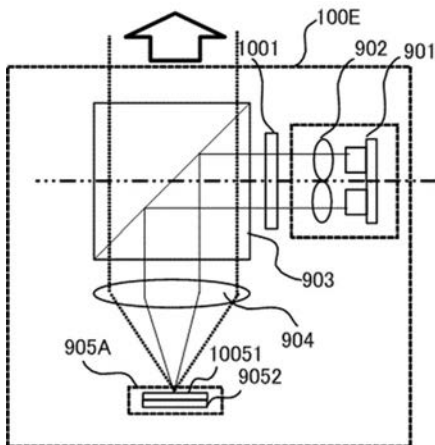
【図 12】



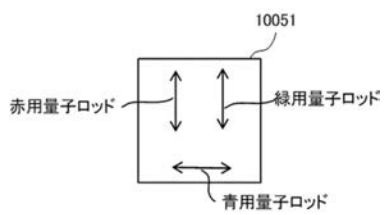
【図 13】



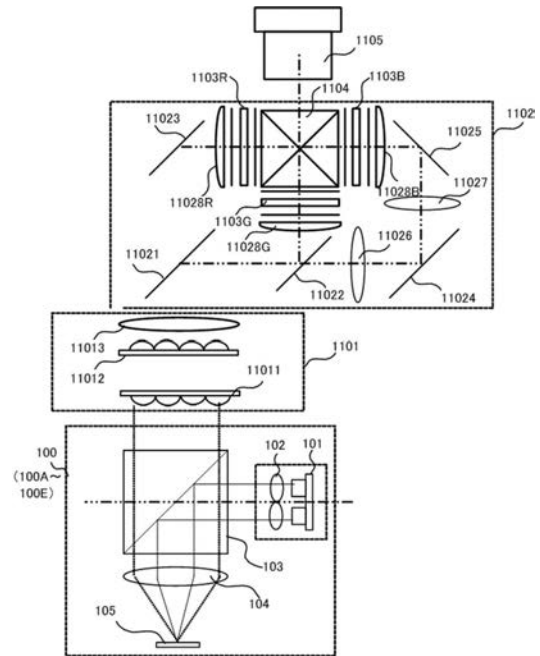
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
F 2 1 V 7/26 (2018.01)		F 2 1 V 7/26	
F 2 1 Y 115/30 (2016.01)		F 2 1 Y 115:30	

F ターム(参考) 2K203 FA03 FA23 FA34 FA44 FA45 FA54 GA23 GA34 GA35 GA36
HA02 HA14 HA27 HA35 HA42 HA92
3K243 AA01 BE09
5C060 BA04 BA08 BC05 DA03 GA01 HC20 HC21