

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5407664号  
(P5407664)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 3 B 21/00 (2006.01)** G 0 3 B 21/00 D

請求項の数 9 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-196442 (P2009-196442)                  (22) 出願日 平成21年8月27日 (2009. 8. 27)                  (65) 公開番号 特開2011-48139 (P2011-48139A)                  (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)                  審査請求日 平成24年7月17日 (2012. 7. 17)</p>	<p>(73) 特許権者 000002369                  セイコーエプソン株式会社                  東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号                  (74) 代理人 100095728                  弁理士 上柳 雅誉                  (74) 代理人 100107261                  弁理士 須澤 修                  (74) 代理人 100127661                  弁理士 宮坂 一彦                  (72) 発明者 成松 修司                  長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内                  (72) 発明者 官前 章                  長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内                  最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 プロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主励起光を射出する第 1 固体光源と、前記第 1 固体光源から射出される前記主励起光を第 1 色光及び前記第 1 色光とは異なる第 2 色光を含む光に変換して射出する蛍光層とを備える第 1 固体光源装置と、

前記第 1 色光及び前記第 2 色光のいずれとも異なる第 3 色光を射出する第 2 固体光源を備える第 2 固体光源装置と、

副励起光を射出する第 3 固体光源を備える第 3 固体光源装置と、

前記第 1 色光、前記第 2 色光及び前記第 3 色光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、

前記光変調装置からの変調光を投写画像として投写する投写光学系と、

前記第 1 固体光源装置から射出される光と前記第 2 固体光源装置から射出される前記第 3 色光と前記第 3 固体光源装置から射出される光とが入射する色光合成光学系とを備え、

前記色光合成光学系は、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに前記第 2 固体光源装置からの前記第 3 色光を反射することにより、前記第 1 固体光源から射出される光と前記第 3 色光とを合成し、さらには、前記第 3 固体光源装置からの前記副励起光を反射して、前記副励起光を、前記第 1 固体光源から前記主励起光が入射する方向とは逆の方向から前記蛍光層に入射させ、

前記蛍光層は、前記主励起光とともに前記副励起光を前記第 1 色光及び前記第 2 色光を含む光に変換して射出することを特徴とするプロジェクター。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記第 1 固体光源装置から射出される光を平行化する第 1 コリメート光学系と、  
 前記第 2 固体光源装置から射出される第 3 色光を平行化する第 2 コリメート光学系と、  
 前記第 3 固体光源装置から射出される副励起光を平行化する第 3 コリメート光学系と、  
 をさらに備え、  
 前記色光合成光学系は、前記第 1 コリメート光学系の光軸と前記第 2 コリメート光学系の光軸と前記第 3 コリメート光学系の光軸との交点を含む領域に配置されていることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記主励起光は青色光であり、  
 前記第 1 色光は赤色光であり、  
 前記第 2 色光は緑色光であり、  
 前記第 3 色光は青色光であり、  
 前記副励起光は青色光であることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記第 1 固体光源と、前記第 2 固体光源と、前記第 3 固体光源とは、同一の温度特性を有することを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記主励起光は、青色光と紫外光のうち的一方であり、  
 前記第 1 色光は赤色光であり、  
 前記第 2 色光は緑色光であり、  
 前記第 3 色光は青色光であり、  
 前記副励起光は、青色光と紫外光のうち他方であることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記色光合成光学系の前段に配置され、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに、前記蛍光層で変換されずにそのまま射出される前記主励起光を前記蛍光層に向けて反射する励起光反射ミラーをさらに備えることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 7】

請求項 1 又は 2 に記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記主励起光は紫外光であり、  
 前記第 1 色光は赤色光であり、  
 前記第 2 色光は緑色光であり、  
 前記第 3 色光は青色光であり、  
 前記副励起光は紫外光であることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記蛍光層は、YAG系蛍光体、シリケート系蛍光体又はTAG系蛍光体を含有する層からなることを特徴とするプロジェクトター。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のプロジェクトターにおいて、  
 前記第 1 固体光源装置からの光から黄色光を除去する機能を有することを特徴とするプロジェクトター。

## 【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、プロジェクター、特に、固体光源を用いたプロジェクターに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、白色光を射出する1つの固体光源装置と、1つの固体光源装置からの光を赤色光、緑色光及び青色光に分離する色分離導光光学系と、色分離導光光学系からの各色光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、光変調装置からの変調光を投写画像として投写する投写光学系とを備えるプロジェクターが知られている（例えば、特許文献1参照。）。特許文献1に記載されているプロジェクターによれば、光変調装置で変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）として、白色光を射出する1つの固体光源装置から色分離して得られる3つの色光を用いるため、3つの固体光源装置を備えるプロジェクターの場合のように固体光源装置ごとに発光効率（単位電力あたりの明るさ）や温度特性（温度の変化による光量の変化）が異なることがなくなり、その結果、投写画像の色バランスを安定させることが可能となる。

10

## 【0003】

また、赤色光を射出する固体光源装置、緑色光を射出する固体光源装置及び青色光を射出する固体光源装置と、各固体光源装置からの各色光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、光変調装置からの変調光を投写画像として投写する投写光学系とを備えるプロジェクターが知られている（例えば、特許文献2参照。）。特許文献2に記載されているプロジェクターによれば、各色光（赤色光、緑色光及び青色光）ごとに別個の固体光源装置（赤色光を射出する固体光源装置、緑色光を射出する固体光源装置及び青色光を射出する固体光源装置）を備え、光変調装置で変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）として、上記の3つの固体光源装置がそれぞれ射出する3つの色光を用いるため、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能となる。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2005-274957号公報

【特許文献2】特開2002-268140号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、特許文献1に記載されているプロジェクターにおいては、1つの固体光源装置から赤色光、緑色光及び青色光を含む白色光を発生させているため、3つの固体光源装置を備えるプロジェクターの場合とは異なり1つの固体光源装置に大きな熱的負荷が集中してしまうこととなり、その結果、投写画像をより明るくすることが困難であるという問題がある。

## 【0006】

また、特許文献2に記載されているプロジェクターにおいては、赤色光、緑色光及び青色光を射出するための3つの固体光源装置（赤色光を射出する固体光源装置、緑色光を射出する固体光源装置及び青色光を射出する固体光源装置）のそれぞれが有する発光効率や温度特性を揃えることが困難であるため、投写画像の色バランスを安定させることが困難であるという問題がある。

40

## 【0007】

そこで、本発明は、上記した問題を解決するためになされたもので、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

50

## 【0008】

[1] 本発明のプロジェクターは、主励起光を射出する第1固体光源と、前記第1固体光源から射出される前記主励起光を第1色光及び前記第1色光とは異なる第2色光を含む光に変換して射出する蛍光層とを備える第1固体光源装置と、前記第1色光及び前記第2色光のいずれとも異なる第3色光を射出する第2固体光源を備える第2固体光源装置と、前記第1色光、前記第2色光及び前記第3色光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、前記光変調装置からの変調光を投写画像として投写する投写光学系と、前記第1固体光源装置から射出される光と前記第2固体光源装置から射出される前記第3色光とを合成する色光合成光学系とを備えることを特徴とする。

## 【0009】

このため、本発明のプロジェクターによれば、光変調装置で変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）として、第1固体光源装置が射出する2つの色光（第1色光及び第2色光）及び第2固体光源装置が射出する1つの色光（第3色光）を用いるため、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターの場合よりも個々の固体光源装置にかかる熱的負荷を低減することが可能となり、その結果、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能となる。

また、本発明のプロジェクターによれば、光変調装置で変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）のうち2つの色光（第1色光及び第2色光）については、共通の固体光源（第1固体光源）を用いて発生させているため、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能となる。

その結果、本発明のプロジェクターは、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターとなる。

## 【0010】

また、本発明のプロジェクターによれば、第1固体光源装置から射出される光と、第2固体光源装置から射出される第3色光とを合成する色光合成光学系を備えるため、第1固体光源装置から射出される光と、第2固体光源装置から射出される第3色光との両方にそれぞれ専用の光学系を設ける必要がなくなり、部品点数を少なくすることができる。

## 【0011】

また、本発明のプロジェクターにおいて、光変調装置として3板式の光変調装置を用いる場合には、上記のように構成することにより、現在広く用いられている色分離導光光学系を用いてフルカラープロジェクターを構成することが可能となる。

## 【0012】

また、本発明のプロジェクターにおいて、光変調装置として単板式の光変調装置を用いる場合には、上記のように構成することにより、現在広く用いられているカラーホイールを用いてフルカラープロジェクターを構成することが可能となる。

## 【0013】

[2] 本発明のプロジェクターにおいては、前記第1固体光源装置から射出される光を平行化する第1コリメート光学系と、前記第2固体光源装置から射出される第3色光を平行化する第2コリメート光学系とをさらに備え、前記色光合成光学系は、前記第1コリメート光学系の光軸と前記第2コリメート光学系の光軸との交点を含む領域に配置され、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに前記第2固体光源装置からの前記第3色光を反射することにより、前記第1固体光源装置から射出される光と前記第3色光とを合成することが好ましい。

## 【0014】

このような構成とすることにより、第1固体光源装置から射出された光（第1色光及び第2色光を含む）と、第2固体光源装置から射出された第3色光とを、ともに平行光として合成することが可能となる。

## 【0015】

[ 3 ] 本発明のプロジェクターにおいては、前記第 1 コリメート光学系の後段に位置し、前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに、前記蛍光層で変換されずにそのまま射出される前記主励起光を前記蛍光層に向けて反射する励起光反射ミラーをさらに備えることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

ところで、本発明のプロジェクターにおいては、第 1 固体光源装置から射出される主励起光の一部が蛍光層をそのまま通過してしまうため、これに起因して光利用効率が低下したり、色再現性の劣化や光変調装置の劣化が発生したりする場合がある。

しかしながら、上記のような構成とすることにより、蛍光層をそのまま通過した主励起光を再び蛍光層に入射させることで主励起光を再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。また、上記のような構成とすることにより、第 1 固体光源装置からの光から主励起光を除去することが可能となり、その結果、主励起光による色再現性の劣化や光変調装置の劣化を防ぐことが可能となる。

10

【 0 0 1 7 】

なお、本発明のプロジェクターにおいては、蛍光層をそのまま通過し第 1 コリメート光学系によって平行光にされた主励起光は、励起光反射ミラーにより平行光のまま反射された後、第 1 コリメート光学系によって集光され、蛍光層の発光領域に効率よく入射するようになるため、励起光反射ミラーをさらに備えることに起因して発光領域が広がってしまうことを抑制することができる。

20

【 0 0 1 8 】

[ 4 ] 本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は青色光であり、前記第 1 色光は赤色光であり、前記第 2 色光は緑色光であり、前記第 3 色光は青色光であることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

このように構成することにより、ともに青色光を射出する第 1 固体光源及び第 2 固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

ところで、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源は、赤色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源及び青色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源に比べて相対的に発光効率が低いという問題がある。これに対して、本発明のプロジェクターによれば、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第 1 固体光源（青色光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

30

【 0 0 2 1 】

[ 5 ] 本発明のプロジェクターにおいては、前記第 1 固体光源と、前記第 2 固体光源とは、同一の温度特性を有することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

このように構成することにより、全ての色光について、温度の変化による光量の変化が揃うようになるため、投写画像の色バランスをより安定させることが可能となる。

40

【 0 0 2 3 】

[ 6 ] 本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は紫外光であり、前記第 1 色光は赤色光であり、前記第 2 色光は緑色光であり、前記第 3 色光は青色光であることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

このように構成することにより、紫外光を射出する第 1 固体光源及び青色光を射出する第 2 固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

50

また、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源（紫外光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0026】

[7]本発明のプロジェクターにおいては、副励起光を射出する第3固体光源を備える第3固体光源装置をさらに備え、前記蛍光層には前記主励起光が入射する方向とは異なる方向から前記副励起光が入射するように構成され、前記蛍光層が前記主励起光とともに前記副励起光を前記第1色光及び前記第2色光を含む光に変換して射出するように構成されていることが好ましい。

【0027】

このような構成とすることにより、主励起光及び副励起光の2つの励起光を用いて第1色光及び第2色光を含む光を第1固体光源装置から射出させることができるため、投写画像をさらに明るくすることが可能となる。

【0028】

[8]本発明のプロジェクターにおいては、前記第1固体光源装置から射出される光を平行化する第1コリメート光学系と、前記第2固体光源装置から射出される第3色光を平行化する第2コリメート光学系と、前記第3固体光源装置から射出される副励起光を平行化する第3コリメート光学系とをさらに備え、前記色光合成光学系は、前記第1コリメート光学系の光軸と前記第2コリメート光学系の光軸と前記第3コリメート光学系の光軸との交点を含む領域に配置され、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させ、前記第2固体光源装置からの前記第3色光を反射することにより、前記第1固体光源から射出される光と前記第3色光とを合成し、さらには、前記第3固体光源装置からの前記副励起光を反射して、前記副励起光を、前記第1固体光源から前記主励起光が入射する方向とは逆の方向から前記蛍光層に入射させるように構成されていることが好ましい。

【0029】

このような構成とすることにより、第1固体光源装置から射出された光（第1色光及び第2色光を含む）と、第2固体光源装置から射出された第3色光とを、ともに平行光として合成することが可能となる。

【0030】

なお、本発明のプロジェクターにおいては、第3コリメート光学系によって平行光にされた副励起光は、色光合成光学系により平行光のまま反射された後、第1コリメート光学系によって集光され、蛍光層の発光領域に効率よく入射するようになるため、第3固体光源装置をさらに備えることに起因して発光領域が広がってしまうことを抑制することができる。

【0031】

[9]本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は青色光であり、前記第1色光は赤色光であり、前記第2色光は緑色光であり、前記第3色光は青色光であり、前記副励起光は青色光であることが好ましい。

【0032】

このように構成することにより、ともに青色光を射出する第1固体光源、第2固体光源及び第3固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【0033】

また、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源及び第3固体光源（ともに青色光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0034】

[10]本発明のプロジェクターにおいては、前記第1固体光源と、前記第2固体光源と

10

20

30

40

50

、前記第3固体光源とは、同一の温度特性を有することが好ましい。

【0035】

このように構成することにより、全ての色光について、温度の変化による光量の変化が揃うようになるため、投写画像の色バランスをより安定させることが可能となる。

【0036】

[11]本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は青色光であり、前記第1色光は赤色光であり、前記第2色光は緑色光であり、前記第3色光は青色光であり、前記副励起光は紫外光であることが好ましい。

【0037】

このように構成することにより、ともに青色光を射出する第1固体光源及び第2固体光源並びに紫外光を射出する第3固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

10

【0038】

また、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源（青色光を射出）及び第3固体光源（紫外光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0039】

[12]本発明のプロジェクターにおいては、前記色光合成光学系の前段に配置され、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに、前記蛍光層で変換されずにそのまま射出される前記主励起光を前記蛍光層に向けて反射する励起光反射ミラーをさらに備えることが好ましい。

20

【0040】

このような構成とすることにより、変換されずに蛍光層をそのまま通過した主励起光（青色光）を再び蛍光層に入射させることで主励起光（青色光）を再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。

【0041】

[13]本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は紫外光であり、前記第1色光は赤色光であり、前記第2色光は緑色光であり、前記第3色光は青色光であり、前記副励起光は青色光であることが好ましい。

30

【0042】

このように構成することにより、紫外光を射出する第1固体光源並びに、ともに青色光を射出する第2固体光源及び第3固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【0043】

また、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源（紫外光を射出）及び第3固体光源（青色光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0044】

40

[14]本発明のプロジェクターにおいては、前記色光合成光学系の前段に配置され、前記蛍光層で変換され前記蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに、前記蛍光層で変換されずにそのまま射出される前記主励起光を前記蛍光層に向けて反射する励起光反射ミラーをさらに備えることが好ましい。

【0045】

このような構成とすることにより、変換されずに蛍光層をそのまま通過した主励起光（紫外光）を再び蛍光層に入射させることで主励起光（紫外光）を再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。

【0046】

[15]本発明のプロジェクターにおいては、前記主励起光は紫外光であり、前記第1色

50

光は赤色光であり、前記第2色光は緑色光であり、前記第3色光は青色光であり、前記副励起光は紫外光であることが好ましい。

【0047】

このように構成することにより、ともに紫外光を射出する第1固体光源及び第3固体光源並びに青色光を射出する第2固体光源を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【0048】

また、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源及び第3固体光源（ともに紫外光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

10

【0049】

[16]本発明のプロジェクターにおいては、前記蛍光層は、YAG系蛍光体、シリケート系蛍光体又はTAG系蛍光体を含有する層からなることが好ましい。

【0050】

上記した蛍光体は、励起光（主励起光及び副励起光）を赤色光及び緑色光を含む光に効率よく変換して射出することが可能であり、また、蛍光体自身の信頼性も高いため、上記のように構成することにより、投写画像をより明るくすることが可能で、また、信頼性の高いプロジェクターとすることが可能となる。

なお、YAG系蛍光体とは、例えば $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12} : Ce$ のように、結晶構造がガーネット構造であり、イットリウムとアルミニウムの複合酸化物を基本とする蛍光体のことをいう。

20

また、シリケート系蛍光体とは、例えば $(Ca, Sr, Ba)SiO_4 : Eu$ のように、種々の成分が導入されたケイ酸塩（シリケート）を基本とする蛍光体のことをいう。

また、TAG系蛍光体とは、例えば $Tb_3Al_5O_{12} : Ce$ のように、結晶構造がガーネット構造であり、テルビウムとアルミニウムの複合酸化物を基本とする蛍光体のことをいう。

【0051】

[17]本発明のプロジェクターにおいては、前記第1固体光源装置からの光から黄色光を除去する機能を有することが好ましい。

30

【0052】

このような構成とすることにより、第1固体光源装置からの光から黄色光を除去することが可能となり、その結果、黄色光による色再現性の劣化を防ぐことが可能となる。

【0053】

なお、本発明のプロジェクターにおいては、第1固体光源装置からの光から黄色光を除去する機能を有しなくてもよい。この場合には、第1固体光源装置からの光に含まれることがある黄色光を積極的に利用することが可能となり、より明るい投写画像を投写することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

40

【図1】実施形態1に係るプロジェクター1000の光学系を示す平面図。

【図2】実施形態1に係るプロジェクター1000における第1固体光源装置20及び第2固体光源装置120を説明するために示す図。

【図3】実施形態1に係るプロジェクター1000における第1固体光源24、蛍光層26及び第2固体光源124の相対発光強度を示すグラフ。

【図4】実施形態2に係るプロジェクター1002の光学系を示す平面図。

【図5】実施形態3に係るプロジェクター1004の光学系を示す平面図。

【図6】実施形態4に係るプロジェクター1006の光学系を示す平面図。

【図7】実施形態4に係るプロジェクター1006における第3固体光源装置80の断面図。

50

【図8】実施形態4に係るプロジェクター1006における第3固体光源84の相対発光強度を示すグラフ。

【図9】変形例に係るプロジェクター1008の光学系を示す平面図。

【発明を実施するための形態】

【0055】

以下、本発明のプロジェクターについて、図に示す実施の形態に基づいて説明する。

【0056】

[実施形態1]

まず、実施形態1に係るプロジェクター1000の構成を説明する。

【0057】

図1は、実施形態1に係るプロジェクター1000の光学系を示す平面図である。

図2は、実施形態1に係るプロジェクター1000における第1固体光源装置20及び第2固体光源装置120を説明するために示す図である。図2(a)は第1固体光源装置20の断面図であり、図2(b)は第2固体光源装置120の断面図である。

図3は、実施形態1に係るプロジェクター1000における第1固体光源24、蛍光層26及び第2固体光源124の相対発光強度を示すグラフである。図3(a)は第1固体光源24の相対発光強度を示すグラフであり、図3(b)は蛍光層26の相対発光強度を示すグラフであり、図3(c)は第2固体光源124の相対発光強度を示すグラフである。相対発光強度とは、固体光源であれば電圧を印加したときに、蛍光層であれば励起光が入射したときに、どのような波長の光をどの位の強度で射出するのかという特性のことをいう。グラフの縦軸は相対発光強度を表し、発光強度が最も強い波長における発光強度を1としている。グラフの横軸は、波長を表す。

【0058】

実施形態1に係るプロジェクター1000は、図1に示すように、第1照明装置10と、第2照明装置110と、色分離導光光学系300と、光変調装置としての3つの液晶光変調装置400R, 400G, 400Bと、クロスダイクロイックプリズム500と、投写光学系600とを備える。

【0059】

第1照明装置10は、第1固体光源装置20と、第1コリメート光学系30と、ダイクロイックミラー40と、ロッドインテグレーター光学系50とを備える。

【0060】

第1固体光源装置20は、図2(a)に示すように、基台22、第1固体光源24、蛍光層26及び封止部材28を有する発光ダイオードであり、赤色光、黄色光及び緑色光を含む光を射出する(後述する図3(b)参照)。なお、第1固体光源装置20は、上記した構成要素の他にもリード線等を有するが、図示及び説明を省略する。

【0061】

基台22は、第1固体光源24を搭載する基台である。

第1固体光源24は、主励起光として青色光(発光強度のピーク:約460nm、図3(a)参照)を射出する。図3(a)において、符号Bで示すのは、第1固体光源24が主励起光(青色光)として射出する色光成分である。第1固体光源24は、窒化ガリウムを主成分とし、pn結合型の構造を有する。なお、第1固体光源がpn接合型の構造を有していなくてもよく、例えば、ダブルヘテロ接合型、量子井戸接合型等の構造を有してもよい。

第1固体光源24と基台22との間には反射層(図示せず)が形成されており、第1固体光源から基台22側へ射出された青色光は、反射層によって蛍光層26側へ反射される。

【0062】

蛍光層26は、YAG系蛍光体である $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ を含有する層からなり、第1固体光源24の被照明領域側に配置されている。蛍光層26は、波長が約460nmの青色光によって最も効率的に励起され、図3(b)に示すように

10

20

30

40

50

、第1固体光源24が射出する青色光を赤色光（発光強度のピーク：約610nm）、黄色光（発光強度のピーク：約580nm）及び緑色光（発光強度のピーク：約550nm）を含む光に変換して射出する。なお、図3（b）において、符号Rで示すのは、蛍光層26が射出する光のうち赤色光として利用可能な色光成分である。また、符号Gで示すのは、蛍光層26が射出する光のうち緑色光として利用可能な色光成分である。また、符号Yで示すのは、蛍光層が黄色光として射出する色光成分である。

封止部材28は、透明なエポキシ樹脂からなり、第1固体光源24及び蛍光層26を保護する。

#### 【0063】

第1コリメート光学系30は、図1に示すように、第1固体光源装置20からの光の拡がりを抑える凸メニスカスレンズ32と、凸メニスカスレンズ32からの光を平行化する凸レンズ34とを備え、全体として、第1固体光源装置20からの光を平行化する機能を有する。

10

#### 【0064】

ダイクロイックミラー40は、第1固体光源装置20から射出される光と、第2固体光源装置120（後述）から射出される青色光とを合成する色光合成光学系である。ダイクロイックミラー40は、第1コリメート光学系30の光軸と第2コリメート光学系130（後述）の光軸との交点を含む領域に配置され、蛍光層26で変換され蛍光層26から射出される光をそのまま通過させるとともに第2固体光源装置120からの青色光を反射する。具体的には、ダイクロイックミラー40は、基板上に、青色光を反射し、赤色光、黄色光及び緑色光を通過させる波長選択透過膜が形成されたミラーである。

20

#### 【0065】

ロッドインテグレーター光学系50は、凸レンズ52、ロッドレンズ54及び凸レンズ56を備える。

凸レンズ52は、第1コリメート光学系30からの平行光及びダイクロイックミラー40に反射された第2コリメート光学系130からの平行光（青色光、後述）を集光してロッドレンズ54の入射面に導光する。

ロッドレンズ54は、中実の柱状レンズであり、入射面から入射された光を内面で多重反射することによって均一化し、面内光強度分布が均一化した光を射出面から射出する。なお、ロッドレンズとしては、中実の柱状レンズに代えて、中空の柱状レンズを用いることもできる。

30

凸レンズ56は、ロッドレンズ54の射出面から射出された光を略平行化して、当該光を液晶光変調装置400R、400G、400Bにおける画像形成領域に導光する。

#### 【0066】

第2照明装置110は、第2固体光源装置120と、第2コリメート光学系130とを備える。

#### 【0067】

第2固体光源装置120は、図2（b）に示すように、基台122、第2固体光源124及び封止部材128を有する発光ダイオードであり、青色光を射出する（後述する図3（c）参照。）。なお、第2固体光源装置120は、上記した構成要素の他にもリード線等を有するが、図示及び説明を省略する。

40

第2固体光源124は、図3（c）に示すように、色光として青色光（発光強度のピーク：約460nm）を射出する。図3（c）において、符号Bで示すのは、第2固体光源124が色光（青色光）として射出する色光成分である。

基台122は基台22と、第2固体光源124は第1固体光源24と、封止部材128は封止部材28と、それぞれ同様の構成を有するため、詳しい説明は省略する。

#### 【0068】

第1固体光源24と第2固体光源124とは、同様の材料、同様の製造方法で作られ、同様の構造を有する。このため、第1固体光源24と第2固体光源124とは、同一の温度特性を有し、温度の変化による光量の変化が互いに等しくなる。

50

## 【 0 0 6 9 】

第2コリメート光学系130は、図1に示すように、第2固体光源装置120からの青色光の拡がりを抑える凸メニスカスレンズ132と、凸メニスカスレンズ132からの青色光を平行化する凸レンズ134とを備え、全体として、第2固体光源装置120からの青色光を平行化する機能を有する。

## 【 0 0 7 0 】

色分離導光光学系300は、光路前段に配置されるダイクロイックミラー310と、光路後段に配置されるダイクロイックミラー320、330と、反射ミラー340、350と、リレーレンズ360、370とを備える。色分離導光光学系300は、凸レンズ56からの光を赤色光、緑色光及び青色光の3つの色光に分離して、それぞれの色光を照明対象となる液晶光変調装置400R、400G、400Bに導く機能を有する。

10

## 【 0 0 7 1 】

ダイクロイックミラー310、320、330は、基板上に、所定の波長領域の光を反射し、他の波長領域の光を通過させる波長選択透過膜が形成された光学素子である。

ダイクロイックミラー310は、赤色光成分及び黄色光成分を反射し、緑色光成分及び青色光成分を通過させるダイクロイックミラーである。

ダイクロイックミラー320は、緑色光成分を反射し、青色光成分を通過させるダイクロイックミラーである。

ダイクロイックミラー330は、赤色光成分を反射し、黄色光成分を通過させるダイクロイックミラーである。ダイクロイックミラー330を通過した黄色光成分は、系外に除去される。つまり、プロジェクター1000は、ダイクロイックミラー330によって、黄色光を除去する機能を有する。なお、図1において、ダイクロイックミラー330から伸びる実線矢印(符号Y参照。)で示すのは、ダイクロイックミラー330を通過した黄色光である。

20

## 【 0 0 7 2 】

ダイクロイックミラー310で反射された赤色光成分は、ダイクロイックミラー330により反射され、赤色光用の液晶装置400Rの画像形成領域に入射する。

## 【 0 0 7 3 】

ダイクロイックミラー310を通過した緑色光成分及び青色光成分のうち緑色光成分は、ダイクロイックミラー320によって反射され、緑色光用の液晶装置400Gの画像形成領域に入射する。一方、青色光成分は、ダイクロイックミラー320を通過し、リレーレンズ360、入射側の反射ミラー340、リレーレンズ370、射出側の反射ミラー350を通過して青色光用の液晶装置400Bの画像形成領域に入射する。リレーレンズ360、370及び反射ミラー340、350は、ダイクロイックミラー320を透過した青色光成分を液晶装置400Bまで導く機能を有する。

30

## 【 0 0 7 4 】

なお、青色光の光路にこのようなリレーレンズ360、370及び反射ミラー340、350が設けられているのは、青色光の光路の長さが他の色光の光路の長さよりも長いため、光の発散等による光の利用効率の低下を防止するためである。実施形態1に係るプロジェクター1000においては、青色光の光路の長さが長いのでこのような構成とされているが、赤色光の光路の長さを長くして、リレーレンズ360、370及び反射ミラー340、350を赤色光の光路に用いる構成も考えられる。

40

## 【 0 0 7 5 】

液晶光変調装置400R、400G、400Bは、入射した各色光を画像情報に応じて変調してカラー画像を形成するものであり、第1照明装置10及び第2照明装置110の照明対象となる。なお、図示を省略したが、ダイクロイックミラー330と液晶光変調装置400Rとの間、ダイクロイックミラー320と液晶光変調装置400Gとの間及び反射ミラー350と液晶光変調装置400Bとの間には、それぞれ入射側偏光板が配置され、液晶光変調装置400R、400G、400Bとクロスダイクロイックプリズム500との間には、それぞれ射出側偏光板が配置される。これら入射側偏光板、液晶装置400

50

R, 400G, 400B及び射出側偏光板によって、入射する各色光の光変調が行われる。

液晶装置400R, 400G, 400Bは、一对の透明なガラス基板に電気光学物質である液晶を密閉封入したものであり、例えば、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として、与えられた画像信号に応じて、入射側偏光板から射出された1種類の直線偏光の偏光方向を変調する。

【0076】

クロスダイクロイックプリズム500は、射出側偏光板から射出された色光毎に変調された光学像を合成してカラー画像を形成する光学素子である。このクロスダイクロイックプリズム500は、4つの直角プリズムを貼り合わせた平面視略正形状をなし、直角プリズム同士を貼り合わせた略X字状の界面には、誘電体多層膜が形成されている。略X字状の一方の界面に形成された誘電体多層膜は、赤色光を反射するものであり、他方の界面に形成された誘電体多層膜は、青色光を反射するものである。これらの誘電体多層膜によって赤色光及び青色光は曲折され、緑色光の進行方向と揃えられることにより、3つの色光が合成される。

10

【0077】

クロスダイクロイックプリズム500から射出されたカラー画像は、投写光学系600によって拡大投写され、スクリーンSCR上で画像を形成する。

【0078】

次に、実施形態1に係るプロジェクター1000の効果を説明する。

20

【0079】

実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)として、第1固体光源装置20が射出する2つの色光(赤色光及び緑色光)及び第2固体光源装置120が射出する1つの色光(青色光)を用いるため、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターの場合よりも個々の固体光源装置にかかる熱的負荷を低減することが可能となり、その結果、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能となる。

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)のうち2つの色光(赤色光及び緑色光)については、共通の固体光源(第1固体光源24)を用いて発生させているため、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能となる。

30

その結果、実施形態1に係るプロジェクター1000は、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターとなる。

【0080】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、第1固体光源装置20から射出される光と、第2固体光源装置120から射出される青色光とを合成するダイクロイックミラー40を備えるため、第1固体光源装置20から射出される光と、第2固体光源装置120から射出される青色光との両方にそれぞれ専用の光学系を設ける必要がなくなり、部品点数を少なくすることができる。

40

【0081】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、現在広く用いられている色分離導光光学系300を用いてフルカラープロジェクターを構成することが可能となる。

【0082】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、第1コリメート光学系30と、第2コリメート光学系130とを備え、ダイクロイックミラー40が、第1コリメート光学系30の光軸と第2コリメート光学系130の光軸との交点を含む領域に配置され

50

ているため、第1固体光源装置20から射出された光(赤色光及び緑色光を含む)と、第2固体光源装置120から射出された青色光とを、ともに平行光として合成することが可能となる。

【0083】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、主励起光は青色光であり、第1色光は赤色光であり、第2色光は緑色光であり、第3色光は青色光であるため、ともに青色光を射出する第1固体光源24及び第2固体光源124を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を液晶光変調装置400R, 400G, 400Bに向けて射出することが可能となる。

【0084】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第1固体光源24(青色光を射出)を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0085】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、第1固体光源24と、第2固体光源124とが同一の温度特性を有するため、全ての色光について、温度の変化による光量の変化が揃うようになるため、投写画像の色バランスをより安定させることが可能となる。

【0086】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、蛍光層26がYAG系蛍光体の $(Y, Gd)_3(AI, Ga)_5O_{12}:Ce$ を含有する層からなるため、投写画像をより明るくすることが可能で、また、信頼性の高いプロジェクターとすることが可能となる。

【0087】

また、実施形態1に係るプロジェクター1000によれば、ダイクロイックミラー330によって、第1固体光源装置20からの光から黄色光を除去する機能を有するため、第1固体光源装置20からの光から黄色光を除去することが可能となり、その結果、黄色光による色再現性の劣化を防ぐことが可能となる。

【0088】

[実施形態2]

図4は、実施形態2に係るプロジェクター1002の光学系を示す平面図である。

【0089】

実施形態2に係るプロジェクター1002は、基本的には実施形態1に係るプロジェクター1000と同様の構成を有するが、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なる。

すなわち、実施形態2に係るプロジェクター1002においては、図4に示すように、第1照明装置12は、コリメート光学系30の後段に位置し、蛍光層26で変換され蛍光層26から射出される光(赤色光、黄色光及び緑色光)をそのまま通過させるとともに、蛍光層26で変換されずにそのまま射出される励起光(青色光)を蛍光層26に向けて反射する励起光反射ミラー60をさらに備える。

【0090】

このように、実施形態2に係るプロジェクター1002は、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なるが、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)として、第1固体光源装置20が射出する2つの色光(赤色光及び緑色光)及び第2固体光源装置120が射出する1つの色光(青色光)を用い、また、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)のうち2つの色光(赤色光及び緑色光)については、共通の固体光源(第1固体光源24)を用いて発生させているため、実施形態1に係るプロジェクター1000の場合と同様に、1つの固体光源装置を備え

10

20

30

40

50

るプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターとなる。

【0091】

また、実施形態2に係るプロジェクター1002によれば、励起光反射ミラー60をさらに備えるため、蛍光層26をそのまま通過した主励起光(青色光)を再び蛍光層26に入射させることで主励起光(青色光)を再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。また、第1固体光源装置20からの光から主励起光(青色光)を除去することが可能となり、その結果、主励起光(青色光)による色再現性の劣化や光変調装置の劣化を防ぐことが可能となる。

10

【0092】

なお、実施形態2に係るプロジェクター1002においては、蛍光層26をそのまま通過し第1コリメート光学系30によって平行光にされた主励起光(青色光)は、励起光反射ミラー60により平行光のまま反射された後、第1コリメート光学系30によって集光され、蛍光層26の発光領域に効率よく入射ようになるため、励起光反射ミラー60をさらに備えることに起因して発光領域が広がってしまうことを抑制することができる。

【0093】

なお、実施形態2に係るプロジェクター1002は、第1照明装置の構成以外の点においては、実施形態1に係るプロジェクター1000と同様の構成を有するため、実施形態1に係るプロジェクター1000が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

20

【0094】

[実施形態3]

図5は、実施形態3に係るプロジェクター1004の光学系を示す平面図である。

【0095】

実施形態3に係るプロジェクター1004は、基本的には実施形態1に係るプロジェクター1000と同様の構成を有するが、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なる。

すなわち、実施形態3に係るプロジェクター1004においては、図5に示すように、第1照明装置14がロッドインテグレーター光学系50に代えてレンズインテグレーター光学系70を備える。レンズインテグレーター光学系70は、第1レンズアレイ72、第2レンズアレイ74及び重畳レンズ76を備える。

30

【0096】

このように、実施形態3に係るプロジェクター1004は、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なるが、液晶光変調装置400R、400G、400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)として、第1固体光源装置20が射出する2つの色光(赤色光及び緑色光)及び第2固体光源装置120が射出する1つの色光(青色光)を用い、また、液晶光変調装置400R、400G、400Bで変調する3つの色光(赤色光、緑色光及び青色光)のうち2つの色光(赤色光及び緑色光)については、共通の固体光源(第1固体光源24)を用いて発生させているため、実施形態1に係るプロジェクター1000の場合と同様に、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターとなる。

40

【0097】

また、実施形態3に係るプロジェクター1004は、第1照明装置の構成以外の点においては、実施形態1に係るプロジェクター1000と同様の構成を有し、実施形態1に係るプロジェクター1000が有する効果と同様の効果をそのまま有する。

【0098】

[実施形態4]

図6は、実施形態4に係るプロジェクター1006の光学系を示す平面図である。

50

図7は、実施形態4に係るプロジェクター1006における第3固体光源装置80の断面図である。

図8は、実施形態4に係るプロジェクター1006における第3固体光源84の相対発光強度を示すグラフである。

【0099】

実施形態4に係るプロジェクター1006は、基本的には実施形態1に係るプロジェクター1000と同様の構成を有するが、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なる。

すなわち、実施形態4に係るプロジェクター1006においては、図6及び図7に示すように、第1照明装置16が、副励起光（青色光）を射出する第3固体光源84を備える第3固体光源装置80と、第3コリメート光学系90とをさらに備える。また、それに伴って、蛍光層26は、副励起光（青色光）を赤色光及び緑色光を含む光に変換して射出するように構成されている。また、色光合成光学系であるダイクロイックミラー40は、第1コリメート光学系30の光軸と第2コリメート光学系120の光軸と第3コリメート光学系90の光軸との交点を含む領域に配置され、かつ、第3固体光源装置80からの副励起光（青色光）を反射して、副励起光（青色光）を、第1固体光源24からの主励起光（青色光）が入射する方向とは逆の方向から蛍光層26に入射させる機能をさらに有する。

【0100】

第3固体光源装置80は、図7に示すように、基台82、第3固体光源84及び封止部材88を有する発光ダイオードであり、青色光を射出する（後述する図8参照。）。なお、第3固体光源装置80は、上記した構成要素の他にもリード線等を有するが、図示及び説明を省略する。

第3固体光源84は、図8に示すように、副励起光として青色光（発光強度のピーク：約460nm）を射出する。図8において、符号Bで示すのは、第3固体光源84が副励起光（青色光）として射出する色光成分である。

基台82は基台22と、第3固体光源84は第1固体光源24と、封止部材88は封止部材28と、それぞれ同様の構成を有するため、詳しい説明は省略する。

【0101】

第1固体光源24と第2固体光源124と第3固体光源84とは、同様の材料、同様の製造方法で作られ、同様の構成を有する。このため、第1固体光源24と第2固体光源124と第3固体光源84とは、同一の温度特性を有し、温度の変化による光量の変化が互いに等しくなる。

【0102】

第3コリメート光学系90は、図6に示すように、第3固体光源装置80からの青色光の拡がりを抑える凸メニスカスレンズ92と、凸メニスカスレンズ92からの青色光を平行化する凸レンズ94とを備え、全体として、第3固体光源装置80からの青色光を平行化する機能を有する。

【0103】

上記のように、実施形態4に係るプロジェクター1006は、第1照明装置の構成が実施形態1に係るプロジェクター1000の場合とは異なるが、液晶光変調装置400R、400G、400Bで変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）として、第1固体光源装置20が射出する2つの色光（赤色光及び緑色光）及び第2固体光源装置120が射出する1つの色光（青色光）を用い、また、液晶光変調装置400R、400G、400Bで変調する3つの色光（赤色光、緑色光及び青色光）のうち2つの色光（赤色光及び緑色光）については、共通の固体光源（第1固体光源24及び第3固体光源84）を用いて発生させているため、実施形態1に係るプロジェクター1000の場合と同様に、1つの固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像を明るくすることが可能で、かつ、各色光ごとに別個の固体光源装置を備えるプロジェクターよりも投写画像の色バランスを安定させることが可能なプロジェクターとなる。

【0104】

10

20

30

40

50

また、実施形態 4 に係るプロジェクター 1006 によれば、副励起光（青色光）を射出する第 3 固体光源 84 を備える第 3 固体光源装置 80 をさらに備えるため、主励起光及び副励起光（ともに青色光）の 2 つの励起光を用いて赤色光及び緑色光を含む光を第 1 固体光源装置 20 から射出させることができ、投写画像をさらに明るくすることが可能となる。

【0105】

なお、実施形態 4 に係るプロジェクター 1006 においては、第 3 コリメート光学系 90 をさらに備えるため、第 3 コリメート光学系 90 によって平行光にされた副励起光（青色光）は、ダイクロイックミラー 40 により平行光のまま反射された後、第 1 コリメート光学系 30 によって集光され、蛍光層 26 の発光領域に効率よく入射するようになるため、第 3 固体光源装置 80 をさらに備えることに起因して発光領域が広がってしまうことを抑制することができる。

10

【0106】

また、実施形態 4 に係るプロジェクター 1006 によれば、主励起光は青色光であり、第 1 色光は赤色光であり、第 2 色光は緑色光であり、第 3 色光は青色光であり、副励起光は青色光であるため、ともに青色光を射出する第 1 固体光源 24、第 2 固体光源 124 及び第 3 固体光源 84 を用いて、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を光変調装置に向けて射出することが可能となる。

【0107】

また、実施形態 4 に係るプロジェクター 1006 によれば、緑色光を射出する固体光源装置に用いる固体光源よりも発光効率が高い第 1 固体光源 24 及び第 3 固体光源 84（ともに青色光を射出）を用いて緑色光を発生させることとしているため、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

20

【0108】

また、実施形態 4 に係るプロジェクター 1006 によれば、第 1 固体光源 24 と、第 2 固体光源 124 と、第 3 固体光源 84 とが同一の温度特性を有するため、全ての色光について、温度の変化による光量の変化が揃うようになるため、投写画像の色バランスをより安定させることが可能となる。

【0109】

以上、本発明を上記の実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。その趣旨を逸脱しない範囲において種々の様態において実施することが可能であり、例えば、次のような変形も可能である。

30

【0110】

(1) 上記各実施形態においては、蛍光層 26 が  $(Y, Gd)_3(A1, Ga)_5O_{12} : Ce$  を含有する層からなるものであるが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、蛍光層が、 $(Y, Gd)_3(A1, Ga)_5O_{12} : Ce$  以外の YAG 系蛍光体を含有する層からなるものであってもよいし、シリケート系蛍光体を含有する層からなるものであってもよいし、TAG 系蛍光体を含有する層からなるものであってもよい。また、蛍光層が、励起光を赤色光に変換する蛍光体と、励起光を緑色に変換する蛍光体との混合物を含有する層からなるものであってもよい。

40

【0111】

(2) 上記各実施形態においては、透過型のプロジェクターを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、反射型のプロジェクターを用いてもよい。ここで、「透過型」とは、透過型の液晶表示装置等のように光変調手段としての光変調装置が光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは、反射型の液晶表示装置等のように光変調手段としての光変調装置が光を反射するタイプであることを意味している。反射型のプロジェクターにこの発明を適用した場合にも、透過型のプロジェクターと同様の効果を得ることができる。

【0112】

(3) 上記各実施形態においては、プロジェクターの光変調装置として液晶光変調装置を

50

用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。光変調装置としては、一般に、画像情報に応じて入射光を変調するものであればよく、マイクロミラー型光変調装置等を用いてもよい。マイクロミラー型光変調装置としては、例えば、DMD（デジタルマイクロミラーデバイス）（TI社の商標）を用いることができる。

【0113】

（4）上記各実施形態においては、各固体光源装置が発光ダイオードからなるものであるが、本発明はこれに限定されるものではない。各固体光源装置が、例えば、半導体レーザーからなるものであってもよいし、有機発光ダイオードからなるものであってもよい。

【0114】

（5）上記実施形態1～3においては、主励起光が青色光であるが、本発明はこれに限定されるものではない。主励起光が紫外光であってもよい。このように構成することによっても、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を第1照明装置から光変調装置に向けて射出することが可能となり、また、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0115】

（6）また、上記実施形態1～3の形態において、主励起光が紫外光である場合には、第1色光が緑色光、第2色光が青色光、第3色光が赤色光であってもよいし、第1色光が赤色光、第2色光が青色光、第3色光が緑色光であってもよい。

【0116】

（7）上記実施形態4においては、主励起光及び副励起光がともに青色光であるが、本発明はこれに限定されるものではない。主励起光が青色光、副励起光が紫外光であってもよい。また、主励起光が紫外光、副励起光が青色光であってもよい。また、主励起光及び副励起光がともに紫外光であってもよい。上記のように構成することによっても、赤色光と緑色光と青色光とを含む光を第1照明装置から光変調装置に向けて射出することが可能となり、また、緑色光を射出する固体光源装置を用いるよりも発光効率を高くすることが可能となる。

【0117】

（8）上記実施形態4の形態において、主励起光が青色光、副励起光が紫外光である場合又は主励起光が紫外光、副励起光が青色光である場合には、色光合成光学系（ダイクロイックミラー）の前段に配置され、蛍光層から射出される光をそのまま通過させるとともに、蛍光層で変換されずにそのまま射出される主励起光を蛍光層に向けて反射する励起光反射ミラーをさらに備えてもよい。このような構成とすることにより、変換されずに蛍光層をそのまま通過した主励起光が再び蛍光層に入射するため、主励起光を再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。

【0118】

（9）上記各実施形態においては、プロジェクターが第1固体光源装置20からの黄色光を除去する機能を有するが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、プロジェクターが黄色光を除去する機能を有しなくてもよい。この場合には、第1照明装置からの光に含まれる黄色光を積極的に利用することが可能となり、より明るい投写画像を投写することが可能となる。また、黄色光を除去しない場合には、黄色光を赤色光や緑色光とは別の光変調装置を用いて変調することにより、上記の効果に加えて、より色再現性に優れた投写画像を投写することが可能となるという効果を得られる。

【0119】

（10）上記各実施形態においては、図9に示すように、第1コリメート光学系30の後段に位置し、第1固体光源装置20から射出される光に含まれる偏光成分のうち一方の偏光成分（例えばs偏光成分）をそのまま通過させるとともに、他方の偏光成分（例えばp偏光成分）を蛍光層26に向けて反射する反射型偏光板62をさらに備えてもよい。図9は、変形例に係るプロジェクター1008の光学系を示す平面図である。反射型偏光板62は、例えば、特定のピッチで格子状に配置された極細の金属線を有するワイヤーグリッ

10

20

30

40

50

ド偏光板である。図9において、反射型偏光板62から伸びる実線矢印(符号R(p), G(p), Y(p)参照。)で示すのは、反射型偏光板62によって反射された他方の偏光成分(p偏光成分)である。このような構成とすることにより、他方の偏光成分(p偏光成分)を再び蛍光層26に戻すととも他方の偏光成分(p偏光成分)を蛍光層26の表面で反射させることで、他方の偏光成分(p偏光成分)の一部を一方の偏光成分(s偏光成分)に変換して再利用して光利用効率を向上させることが可能となり、ひいては、投写画像をより明るくすることが可能となる。

【0120】

(11)上記各実施形態においては、プロジェクターが偏光変換装置をさらに備えていてもよい。偏光変換装置とは、一方の偏光成分と他方の偏光成分との両方を含む光を、偏光方向の揃った略1種類の直線偏光光に変換する偏光変換素子である。

10

【0121】

(12)上記各実施形態においては、各コリメート光学系が凸メニスカスレンズと凸レンズとの2枚のレンズを備えるが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、コリメート光学系が1枚のレンズのみを備えてもよいし、3枚以上のレンズを備えてもよい。

【0122】

(13)上記各実施形態におけるプロジェクターの光路に用いられている各レンズの形状は、上記各実施形態に記載したものに限られない。必要に応じて、種々の形状のレンズを用いることができる。

【0123】

(14)上記各実施形態においては、3つの液晶光変調装置を用いたプロジェクターを例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。1つ、2つ又は4つ以上の液晶光変調装置を用いたプロジェクターにも適用可能である。

20

【0124】

(15)本発明は、投写画像を観察する側から投写するフロント投写型プロジェクターに適用する場合にも、投写画像を観察する側とは反対の側から投写するリア投写型プロジェクターに適用する場合にも可能である。

【符号の説明】

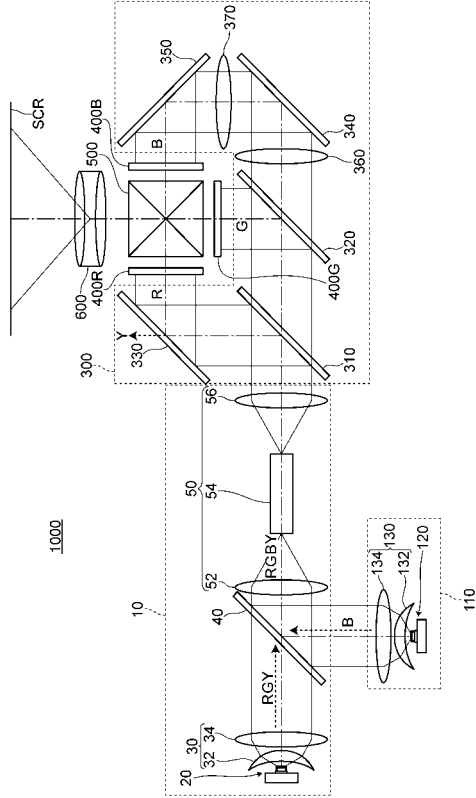
【0125】

10, 12, 14, 16, 18...第1照明装置、20...第1固体光源装置、22, 82, 122...基台、24...第1固体光源、26...蛍光層、28, 88, 128...封止部材、30...第1コリメート光学系、32, 92, 132...凸メニスカスレンズ、34, 52, 56, 94, 134...凸レンズ、40, 310, 320, 330...ダイクロイックミラー、50...ロッドインテグレーター光学系、44, 144...ロッドレンズ、60...励起光反射ミラー、62...反射型偏光板、70...レンズインテグレーター光学系、72...第1レンズアレイ、74...第2レンズアレイ、76...重畳レンズ、80...第3固体光源装置、84...第3固体光源、90...第3コリメート光学系、110...第2照明装置、120...第2固体光源装置、124...第2固体光源、130...第2コリメート光学系、300...色分離導光光学系、340, 350...反射ミラー、360, 370...リレーレンズ、400R, 400G, 400B...液晶光変調装置、500...クロスダイクロイックプリズム、600...投写光学系、1000, 1002, 1004, 1006, 1008...プロジェクター、SCR...スクリーン

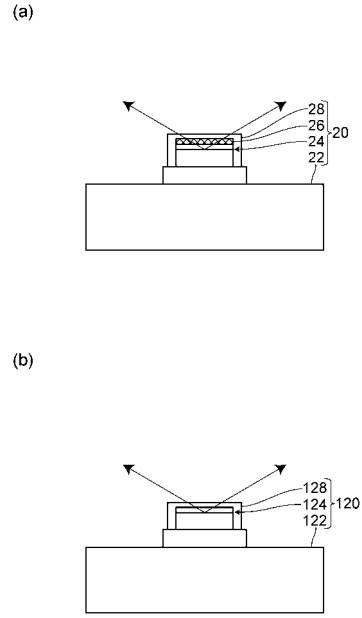
30

40

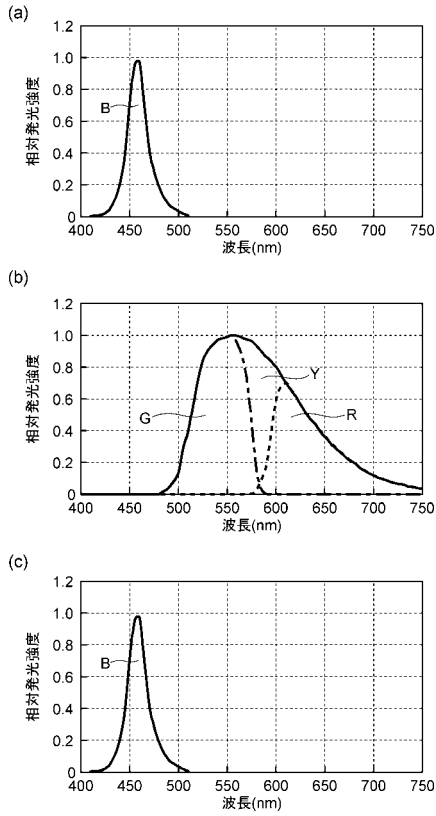
【図1】



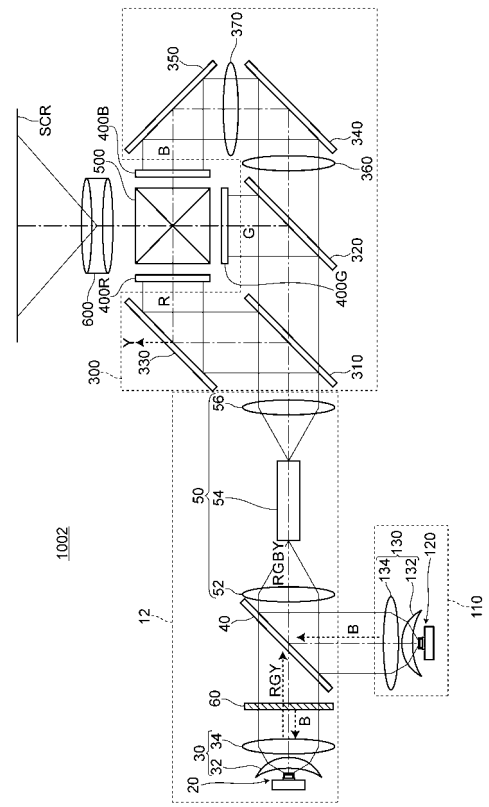
【図2】



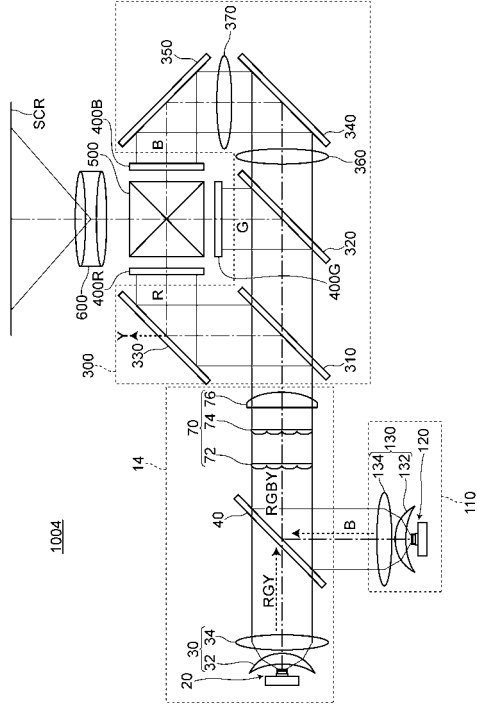
【図3】



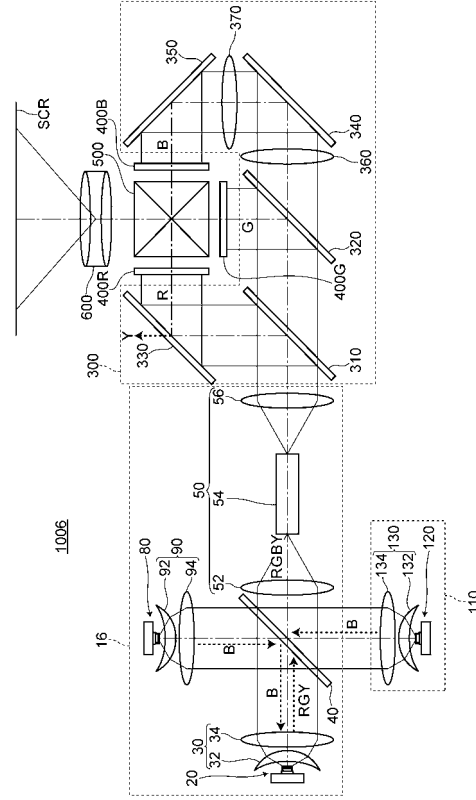
【図4】



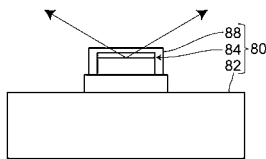
【 図 5 】



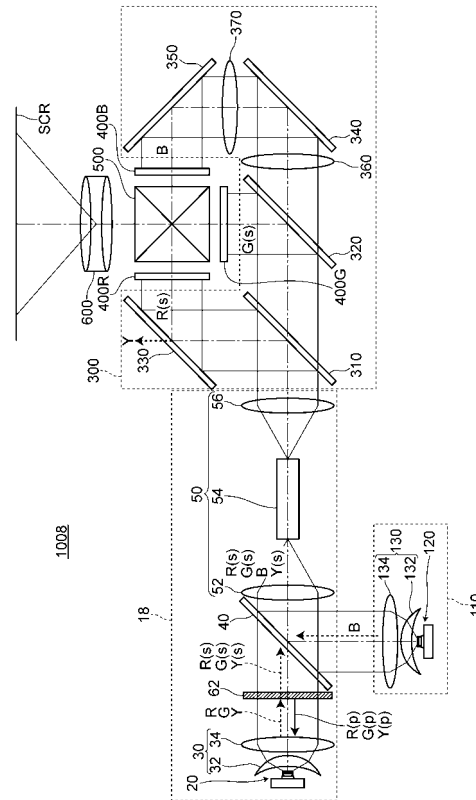
【 図 6 】



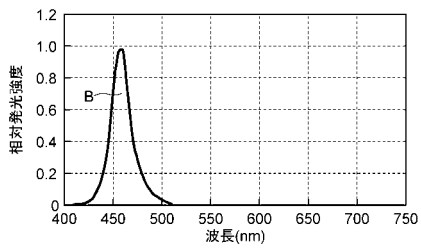
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

審査官 田井 伸幸

- (56)参考文献 特開2005-347263(JP,A)  
特開2007-199538(JP,A)  
特開2009-150938(JP,A)  
特開2004-252253(JP,A)  
特開2006-084990(JP,A)  
特開2006-332042(JP,A)  
特開2007-265626(JP,A)  
特開2008-288396(JP,A)  
特開2006-173564(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/30  
H04N 5/74