

(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2017-111287

(P2017-111287A)

(43) 公開日 平成29年6月22日 (2017.6.22)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
G03B	21/14	(2006.01)	G03B	21/14	A	2H137		
F21S	2/00	(2016.01)	F21S	2/00	340	2K203		
F21V	5/04	(2006.01)	F21V	5/04	400	3K243		
G02B	6/42	(2006.01)	G02B	6/42		5C058		
H04N	5/74	(2006.01)	H04N	5/74	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-245143 (P2015-245143)
 (22) 出願日 平成27年12月16日 (2015.12.16)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 辰野 馨
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 Fターム(参考) 2H137 AA17 AB06 AB15 BA08 BB02
 BB17 BC02 BC12 BC32 BC33
 BC51 BC52 BC58
 2K203 FA09 FA25 FA32 FA44 FA45
 FA54 FA62 GA20 GA25 GA34
 GA35 GA36 GB30 HA14 HA28
 HA67 HA87 HB18 HB25 MA04
 最終頁に続く

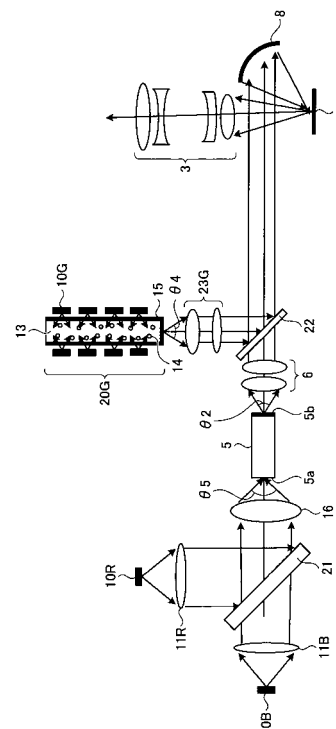
(54) 【発明の名称】 投射装置

(57) 【要約】

【課題】 固体発光素子からの光を高い効率で利用可能とする投射装置を提供すること。

【解決手段】 画像を形成する画像形成部であるDMD 2と、光を発生させる第1の固体発光素子であるLED10Gおよび第2の固体発光素子であるLED10R、10Bと、第1の固体発光素子からの光を透過させる透過部材を備える第1の導光体であるロッドレンズ13と、第2の固体発光素子からの光を反射させる反射部材が形成された内壁を備える第2の導光体であるライトトンネル5と、第1の導光体から出射された光と第2の導光体から出射された光とを画像形成部へ進行させる光学素子であるダイクロイックミラー22と、画像形成部で形成された画像を投射する投射光学系3と、を備える。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を形成する画像形成部と、
 光を発生させる第 1 の固体発光素子および第 2 の固体発光素子と、
 前記第 1 の固体発光素子からの光を透過させる透過部材を備える第 1 の導光体と、
 前記第 2 の固体発光素子からの光を反射させる反射部材が形成された内壁を備える第 2 の導光体と、
 前記第 1 の導光体から出射された光と前記第 2 の導光体から出射された光とを前記画像形成部へ進行させる光学素子と、
 前記画像形成部で形成された画像を投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする投射装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 の導光体は、前記第 1 の固体発光素子からの光の波長を変換する波長変換材を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の投射装置。

【請求項 3】

前記第 1 の導光体は、前記第 1 の固体発光素子からの光が入射する複数の入射部と、前記複数の入射部から前記透過部材を透過した光を出射させる出射部とを備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投射装置。

【請求項 4】

前記出射部は、前記透過部材のうちの第 1 の端面に設けられ、
 前記複数の入射部は、前記透過部材のうち、前記第 1 の端面および前記第 1 の端面に対向する第 2 の端面以外の面である側面に設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の投射装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 の導光体および前記光学素子の間の光路に設けられた第 1 の照明光学系と、
 前記第 2 の導光体および前記光学素子の間の光路に設けられた第 2 の照明光学系と、を備え、
 前記第 1 の照明光学系の横倍率と前記第 2 の照明光学系の横倍率とは互いに異な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投射装置。

【請求項 6】

前記画像形成部が備えるアスペクト比を AP 、前記第 1 の導光体のうち前記透過部材を透過した光が出射される出射部が備えるアスペクト比を AD として、 AP/AD は 0.9 より大きく、かつ 1.1 より小さいことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の投射装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 の導光体および前記光学素子の間の光路に設けられ、前記第 1 の導光体から出射された光による照明領域のアスペクト比を調整する調整光学系を備えることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の投射装置。

【請求項 8】

前記画像形成部が備えるアスペクト比を AP 、前記第 2 の導光体のうち光を出射する出射部が備えるアスペクト比を AL として、 AP/AL は 0.9 より大きく、かつ 1.1 より小さいことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の投射装置。

40

【請求項 9】

前記第 1 の固体発光素子および前記第 1 の導光体を含み、前記画像形成部へ緑色光を供給する光源ユニットを備えることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の投射装置。

【請求項 10】

前記第 1 の固体発光素子および前記第 1 の導光体を含み、前記画像形成部へ緑色光を供給する第 1 の光源ユニットと、
 前記第 1 の固体発光素子および前記第 1 の導光体を含み、前記画像形成部へ赤色光を供

50

給する第2の光源ユニットと、を備えることを特徴とする請求項1から8のいずれか一項に記載の投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、投射装置であるプロジェクタの光源としてランプが使用されている。近年、固体発光素子の1つである発光ダイオード(light emitting diode、LED)を照明用途に採用する機運が増したことから、プロジェクタの光源においても、ランプに代えてLEDを使用することが提案されている。プロジェクタは、照明光学系から画像形成部へ照明光を供給し、画像形成部で形成された画像を投射する。

10

【0003】

プロジェクタに関し、照明光学系にて高輝度かつ均一な光量分布の光源像を得るために、複数のLEDからの光を導光体へ入射させる技術が知られている。導光体としては、例えば、筒形のライトトンネルおよび柱状のロッドレンズが知られている。ライトトンネルは、反射部材が形成された内壁を備える。ロッドレンズは、光を透過させる透過部材を備える。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

LEDを備える照明光学系では、光源からの光量を増やすためにLEDの数を増やすことで、光源面積が増加する。光源面積の増加に伴い、光線が拡がる角度範囲は拡大する。この場合、複数のLEDからの光を導光体の入射口へ収束させることができても、広い角度範囲へ進行する光線が増加することで、導光体の出射側にあるレンズに入らない光が増加することがある。画像形成部で画像の形成に利用可能な光の入射角度に制限がある場合は、光の拡散範囲が拡大することで、画像の形成に利用されない光が増加することとなる。

【0005】

30

導光体の1つの端面に対向させてLEDがアレイ状に配置されている場合、LEDの数が多ほど、導光体の他方の端面の出射口の面積が大きくなることで、光源像の面積が増大する。この場合も、導光体から出射された光を有効に利用することが困難となる。

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、固体発光素子からの光を高い効率で利用可能とする投射装置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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、画像を形成する画像形成部と、光を発生させる第1の固体発光素子および第2の固体発光素子と、前記第1の固体発光素子からの光を透過させる透過部材を備える第1の導光体と、前記第2の固体発光素子からの光を反射させる反射部材が形成された内壁を備える第2の導光体と、前記第1の導光体から出射された光と前記第2の導光体から出射された光とを前記画像形成部へ進行させる光学素子と、前記画像形成部で形成された画像を投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、固体発光素子からの光を高い効率で利用できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図 1】図 1 は、プロジェクタの光学エンジンの一例を示す図である。

【図 2】図 2 は、LED を備える光学エンジンの一例を示す図である。

【図 3】図 3 は、ロッドレンズを備える光学エンジンの一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、ロッドレンズの側面に LED が配置された光学エンジンの一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、第 1 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。

【図 6】図 6 は、ライトトンネルの斜視図である。

【図 7】図 7 は、光源ユニットの模式図である。

【図 8】図 8 は、第 1 の実施の形態の比較例の光学エンジンを示す図である。

10

【図 9】図 9 は、図 5 に示す光学エンジンの一部を変形して示した図である。

【図 10】図 10 は、第 2 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンの一部を示す図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に示すアナモフィックレンズによるアスペクト比の調整を行わない場合における照明領域を説明する図である。

【図 12】図 12 は、図 10 に示すアナモフィックレンズによりアスペクト比が調整された場合における照明領域を説明する図である。

【図 13】図 13 は、第 3 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。

【図 14】図 14 は、第 4 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。

20

【図 15】図 15 は、第 5 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に添付図面を参照して、投射装置の実施形態を詳細に説明する。

【0011】

実施の形態の説明に先立ち、投射装置であるプロジェクタの概要を説明する。図 1 は、プロジェクタの光学エンジンの一例を示す図である。プロジェクタは、ランプ 1 からの光を、画像形成部であるデジタルミラーデバイス (DMD) 2 に照射する。画像形成部は、液晶表示装置等であっても良い。投射光学系 3 は、画像形成部で形成された画像をスクリーンへ投射する。

30

【0012】

リフレクタ 4 は、ランプ 1 から出射された光をライトトンネル 5 の入射口 5 a に集光させる。ライトトンネル 5 は、反射部材を備える 4 つのミラーを組み合わせる筒状にしたライトパイプである。光は、ライトトンネル 5 内のミラー面で反射を繰り返し、ライトトンネル 5 の出射口 5 b では光量むらが均一化される。ライトトンネル 5 の出射口 5 b には、均一な光量の面光源が形成される。面光源の像は、照明レンズ 6、ミラー 7 および曲面ミラー 8 を介して、DMD 2 上に結像される。ライトトンネル 5 および照明レンズ 6 は、DMD 2 へ照明光を進行させる照明光学系を構成する。

40

【0013】

例えば特許文献 1 (特許第 4487240 号公報) には、図 1 に示す構成と同様の構成を備え、ランプとライトトンネルとの間に色分割のためのカラーホイールが設けられた光学系が開示されている。

【0014】

図 2 は、LED を備える光学エンジンの一例を示す図である。LED は、一般的なランプに比べて、寿命が長い、消費電力が少ない、温度上昇が少ないなどの利点があることから、プロジェクタの光源としての使用が提案されている。プロジェクタは、カラー画像を得るための色光ごとの LED と画像形成部とによる時分割駆動により、カラーホイールが不要となる。

50

【0015】

例えば特許文献2（特開2004-335992号公報）および特許文献3（特開2006-285043号公報）には、図2に示す構成と同様に、LEDアレイからの光を集光レンズで収束させてライトトンネルへ入射させる光源装置が開示されている。

【0016】

図2に示す光学エンジンは、複数のLED10で構成されるLEDアレイを備える。カップリングレンズ11は、LED10からθの角度で出射する光を取り込む。θは例えば120度である。LED10からの光は、カップリングレンズ11を通過して集光レンズ12へ入射する。カップリングレンズ11および集光レンズ12は、集光光学系を構成する。

10

【0017】

集光レンズ12は、ライトトンネル5の入射口5aに光を収束させる。なお、図2と後述する図3および図4では、光学系を簡略化して示すため、実際はDMD2での反射により進行方向が折り返される光を、DMD2を通過して直進するものとして示している。また、照明レンズ6とDMD2との間の光学要素であるミラーの図示を省略している。

【0018】

図2の構成において、LED10から出射される光は、光学系の光軸に平行に進行する成分のみならず、広い角度範囲へ進行する成分を含む。LED10からの光は、カップリングレンズ11で平行ビームとされ、集光レンズ12へ入射する。LEDアレイの光源面積は、LED10の数に比例して増加する。LED10の数が多くなるほど、集光レンズ12から入射口5aへ入射する光線が分布する角度は大きくなる。

20

【0019】

これに対し、DMD2から投射光学系3へ入射させることができる光線の角度は、DMD2の傾斜角度によって決められる。DMD2から投射光学系3へ入射可能な光線束の最大角度をθ₃とすると、微小ミラーの傾斜角度を+12度～-12度の範囲で変化させるDMD2では、θ₃は24度となる。微小ミラーの傾斜角度を+17度～-17度の範囲で変化させるDMD2では、θ₃は34度となる。

【0020】

ライトトンネル5から出射した後、DMD2を介して投射光学系3へ入射可能な光線束の最大角度であるθ₂は、以下の式(1)により決まる。なお、サイズとは、矩形領域の対角線の長さをいうものとする。

30

$$(\text{出射口5bのサイズ(mm)}) \times \sin(\theta_2 \div 2) = (\text{DMD2のサイズ(mm)}) \times \sin(\theta_3 \div 2) \quad \dots (1)$$

【0021】

式(1)の右辺は、DMD2の構成に応じて決定される。式(1)によると、投射光学系3へ効率良く光を進行させるためにθ₂を稼ぐには、出射口5bのサイズをできるだけ小さくすることが望ましい。なお、画像形成部が液晶表示装置である場合、式(1)の右辺は、液晶表示装置のサイズと投射光学系3のF値に応じて決定される。

【0022】

ライトトンネル5の入射口5aには、LED10の発光面のサイズに集光光学系の横倍率β₀(=β₀÷β₁)を掛けたサイズの光源像が形成される。LED10をアレイ状に配列する構成では、β₁はβ₀より小さくなるため、β₀は1以上の値となる。入射口5aでの光の損失を低減するために、入射口5aのサイズは、かかる光源像のサイズ以上とされる。直方体の外観をなすライトトンネル5では、出射口5bのサイズは、入射口5aのサイズと同じとされる。出射口5bのサイズ低減には、入射口5aでの光量損失を低減させるための制約が課されるため、β₂の大きさにも制限が課されることになる。

40

【0023】

集光光学系から入射口5aへ入射する光線束の最大角度をθ₁₁とし、θ₂が60度であったとする。投射光学系3に取り込まれる光線束の最大角度は60度であることから、θ₁₁のうち60度の範囲外からの光は投射光学系3に取り込まれない。LED10の数

50

を増やしても、60度の範囲外に位置するLED10からの光は画像の形成に利用されないこととなる。式(1)を満足し、かつ2を60度より大きい角度とする場合、入射口5aが狭められることになるため、ライトトンネル5へ入射されない光が増加することとなる。

【0024】

例えば特許文献6(特開2004-110062号公報)には、ライトトンネルの入射口に対向してLEDアレイが配置された構成が開示されている。この場合も、LEDの数が増えるほどライトトンネルの出射口のサイズが大きくなることで、光を効率良く利用することが困難となる。

【0025】

図3は、ロッドレンズを備える光学エンジンの一例を示す図である。例えば特許文献8(特許第5510828号公報)、特許文献9(特開2012-129151号公報)および特許文献10(特開2014-164098号公報)には、蛍光体を含む導光体へ励起光を入射させて色光を得る構成が開示されている。

【0026】

図3に示す光学エンジンは、図2に示す光学エンジンにロッドレンズ13および集光レンズ16が追加されている。ロッドレンズ13および集光レンズ16は、集光レンズ12およびライトトンネル5の間に配置されている。

【0027】

ロッドレンズ13は、直方体形状をなす柱状の透過部材からなる。光拡散部材14は、透過部材に分散されている。光拡散部材14は、ロッドレンズ13の内部を進行する光を拡散させる。波長変換材である蛍光体15は、励起光であるLED10からの光の波長を変換する。

【0028】

図3の構成において、ロッドレンズ13へ入射した励起光は、光拡散部材14への入射によって拡散される。ロッドレンズ13から出射する光線束の最大角度は、11の大きさに関わらず、ある角度(4)となる。ライトトンネル5は、最大角度が5である光線束を出射する。ライトトンネル5からの5の光線束のうち2の光線束が、DMD2を介して投射光学系3へ入射する。

【0029】

図3の構成によると、4および5は光源面積に依存しない角度であるため、プロジェクタは、LED10の個数に比例して、投射光学系3へ進行させる光量を増加させることができる。

【0030】

図4は、ロッドレンズの側面にLEDが配置された光学エンジンの一例を示す図である。例えば特許文献7(特許第4013682号公報)には、ロッドレンズの側面に複数のLEDが並設された導光装置が開示されている。

【0031】

図4に示すロッドレンズ17およびLED10は、図2に示す光学エンジンのうちLED10、カップリングレンズ11および集光レンズ12に代えて設けられている。ロッドレンズ17は、直方体形状をなす柱状の透過部材を備える。LED10は、ロッドレンズ17の側面に対向させて配置されている。

【0032】

図4の構成では、LED10の個数に関わらず、ロッドレンズ17の出射口の面積は変わらない。ロッドレンズ13から出射する光線束の最大角度は、LED10の個数に関わらず、ある角度(4)となる。図4の構成においても、4および5は光源面積に依存しない角度であるため、プロジェクタは、LED10の個数に比例して、投射光学系3へ進行させる光量を増加させることができる。

【0033】

(第1の実施の形態)

10

20

30

40

50

次に、第1の実施の形態の投射装置であるプロジェクタの詳細を説明する。図5は、第1の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。

【0034】

LED10Rは、赤色(R)光を発生するLEDである。LED10Rは、例えば650nm付近をピークとする波長領域のR光を発生する。カップリングレンズ11Rは、LED10RからのR光を平行化する。LED10RからのR光は、カップリングレンズ11Rで平行ビームとされ、ダイクロイックミラー21の第1面へ入射する。なお、R光の光源とするLED10Rは1つである場合に限られず、複数であっても良い。

【0035】

LED10Bは、青色(B)光を発生するLEDである。LED10Bは、例えば460nm付近をピークとする波長領域のB光を発生する。カップリングレンズ11Bは、LED10BからのB光を平行化する。LED10BからのB光は、カップリングレンズ11Bで平行ビームとされ、ダイクロイックミラー21のうち第1面の裏側の第2面へ入射する。なお、B光の光源とするLED10Bは1つである場合に限られず、複数であっても良い。

10

【0036】

ダイクロイックミラー21は、R光を含む波長領域の光を反射し、B光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー21は、LED10Rからカップリングレンズ11Rを介して第1面へ入射したR光を反射する。ダイクロイックミラー21は、LED10Bからカップリングレンズ11Bを介して第2面へ入射したB光を、第1面側へ透過させる。

20

【0037】

ダイクロイックミラー21は、LED10Rからの光線束とLED10Bからの光線束とを1つの光線束へ合流させ、集光レンズ16へ進行させる光学素子である。集光レンズ16は、ダイクロイックミラー21からのR光およびB光を、ライトトンネル5の入射口5aへ収束させる。

【0038】

図6は、ライトトンネルの斜視図である。第2の導光体であるライトトンネル5は、反射部材が形成された内壁を備える。ライトトンネル5は、筒状に組み合わせられた反射部材で構成された中空部材である。反射部材は、第2の固体発光素子であるLED10R、10Bからの光を反射する。ライトトンネル5は、入射口(入射部)5aから入射した光を内部にて多重反射させる。ライトトンネル5の出射口(出射部)5bには、光量分布が均一化された面光源が形成される。

30

【0039】

ライトトンネル5から出射した光は、照明レンズ6を透過して、ダイクロイックミラー22の第2面へ入射する。ライトトンネル5および照明レンズ6は、照明光であるR光およびB光をDMD2へ進行させる照明光学系を構成する。

【0040】

光源ユニット20Gは、緑色(G)光を出射する。光源ユニット20Gは、複数のLED10Gおよびロッドレンズ13を備える。

40

【0041】

図7は、光源ユニットの模式図である。第1の導光体であるロッドレンズ13は、直方体形状をなす柱状の透過部材からなる。透過部材は、第1の固体発光素子であるLED10Gからの光を透過させる。透過部材としては、例えば無機材料であるガラスが用いられる。透過部材は、ガラス以外の無機材料、あるいは樹脂材料などであっても良い。

【0042】

ロッドレンズ13は、LED10Gからの光が入射する複数の入射口(入射部)18aと、複数の入射口18aから透過部材を透過した光を出射させる出射口(出射部)18bとを備える。出射口18bは、ロッドレンズ13を構成する柱状の透過部材のうちの第1の端面に設けられている。

50

【0043】

複数の入射口18aは、柱状の透過部材のうち、第1の端面および第2の端面以外の面である4つの側面の少なくともいずれかに設けられている。図示する光源ユニット20Gでは、4つの側面のうち互いに対向する2つの側面のそれぞれに、4つの入射口18aが設けられている。LED10Gは、各入射口18aに対向する位置に配置されている。

【0044】

各入射口18aには、回折格子形状が設けられていても良い。入射口18aから入射した光は、回折格子形状の部分における回折作用により、進行方向が制御される。

【0045】

LED10Gは、励起光を発生するLEDである。LED10Gは、例えば460nm付近をピークとする波長領域のB光である励起光を発生する。励起光は、B光である場合に限られず、紫外光であっても良い。

【0046】

光拡散部材14は、ロッドレンズ13を構成する透過部材に分散されている。光拡散部材14は、ロッドレンズ13の内部を進行する光を拡散させる粒子である。光拡散部材14は、透過部材の屈折率とは異なる屈折率を有する物質からなる。光拡散部材14としては、例えば無機材料である酸化アルミニウム(Al_2O_3)が用いられる。光拡散部材14は、酸化アルミニウム以外の無機材料、あるいは樹脂部材などであっても良い。

【0047】

波長変換材である蛍光体15は、LED10Gからの励起光の波長を変換する。蛍光体15は、ロッドレンズ13を構成する透過部材の4つの側面と、第1の端面とに設けられている。蛍光体15は、LED10Gからの励起光の入射によって励起され、例えば550nm付近をピークとする波長領域のG光を発生する。

【0048】

蛍光体15は、B光をG光へ変換する蛍光材料を含めて構成されている。蛍光材料としては、硫化物、酸化物、窒化物および窒酸化物などが用いられる。なお、蛍光体15は、ロッドレンズ13のうち励起光が到達可能ないずれの位置に配置されていても良い。

【0049】

入射口18aから透過部材へ入射した光は、透過部材の界面において全反射する。ロッドレンズ13は、内部にて光を多重反射させる。透過部材を透過し光拡散部材14へ入射した光は、光拡散部材14から拡散する。透過部材を透過し蛍光体15へ入射した励起光は、G光へ変換される。出射口18bには、光量分布が均一化された面光源が形成される。

【0050】

ロッドレンズ13から出射した光は、照明レンズ23Gを透過して、ダイクロイックミラー22のうち第2面の裏側の第1面へ入射する。照明レンズ23Gは、照明光であるG光をDMD2へ進行させる照明光学系を構成する。

【0051】

ダイクロイックミラー22は、G光を含む波長領域の光を反射し、R光およびB光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー22は、ロッドレンズ13から照明レンズ23Gを介して第1面へ入射したG光を反射する。ダイクロイックミラー22は、ライトトンネル5から照明レンズ6を介して第2面へ入射したR光およびB光を、第1面側へ透過させる。ダイクロイックミラー22は、ロッドレンズ13からの光線束とライトトンネル5からの光線束とを1つの光線束へ合流させ、DMD2へ進行させる光学素子である。

【0052】

なお、本実施の形態において「光線束を合流させる」とは、2つ以上の光線束の太さの完全な一致、あるいは各光線束の光線の角度の完全な一致に限るものではない。「光線束を合流させる」には、2つ以上の光線束の全部あるいは一部が重なり合うことで、光線束が略同じ太さとなる場合、あるいは各光線束の光線の角度が略同じとなる場合も含まれる

10

20

30

40

50

ものとする。

【 0 0 5 3 】

曲面ミラー 8 は、ダイクロイックミラー 2 2 からの光を反射させ、D M D 2 の受光面に収束させる。ロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b に形成される面光源の像である光源像と、ライトトンネル 5 の出射口 5 b に形成される面光源の像である光源像とは、D M D 2 上に結像される。

【 0 0 5 4 】

D M D 2 は、多数の微小ミラーを備えるデバイスである。微小ミラーは、D M D 2 の画像形成領域において二次元方向へ配列されている。微小ミラーの傾斜角度は、例えば + 1 2 度 ~ - 1 2 度の範囲で変更可能とされている。例えば、微小ミラーの傾斜角度が - 1 2 度のときは、微小ミラーで反射した照明光は投射光学系 3 に入射する。微小ミラーの傾斜角度が + 1 2 度のときは、微小ミラーで反射した照明光は投射光学系 3 に入射しない。このように傾斜角度に応じて照明光が進行するように、D M D 2 に向かう照明光の角度が設定される。

10

【 0 0 5 5 】

投射光学系 3 は、D M D 2 で形成された画像をスクリーンへ投射する。プロジェクタは、D M D 2 の各微小ミラーの傾斜角度を制御することで、スクリーン上にデジタル画像を形成する。なお、ダイクロイックミラー 2 2 および D M D 2 の間の光路には、曲面ミラー 8 以外の光学要素が設けられていても良い。例えば、図 1 に示す構成と同様に、光路にはミラー 7 が設けられていても良い。

20

【 0 0 5 6 】

プロジェクタは、D M D 2 へ R 光、G 光および B 光を供給するタイミングに同期して D M D 2 を駆動する。プロジェクタは、かかる時分割駆動により、スクリーンに R 画像、G 画像および B 画像を順次投射する。

【 0 0 5 7 】

プロジェクタは、仮に、図 4 に示すロッドレンズ 1 7 の周囲に色光ごとの L E D が設けられた場合でも、時分割駆動を実施できる。1 つの光源ユニットに全ての色光用の L E D を集約させると、単色用に構築された光源ユニットに比べて大型となり、光源ユニットの駆動に伴う発熱量も多くなる。本実施形態では、ロッドレンズ 1 3 を備える光源ユニット 2 0 G を単色用とし、他の色光用の光源を分散させることで、サイズおよび発熱の観点において望ましい構成にできる。

30

【 0 0 5 8 】

本実施形態の光源ユニット 2 0 G では、L E D 1 0 G の個数に関わらず、ロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b の面積は変わらない。光源ユニット 2 0 G は、L E D 1 0 G の数を多くしても光源像の面積を増大させず、高輝度な光源像を形成することが可能となる。また、光源ユニット 2 0 G は、ロッドレンズ 1 3 の側面に L E D 1 0 G を対向させることで、ロッドレンズ 1 3 の周囲に L E D 1 0 G を集約させている。光源ユニット 2 0 G は、L E D 1 0 G が平面上にてアレイ状に配置される場合に比べて小型な構成にできる。

【 0 0 5 9 】

ロッドレンズ 1 3 から出射する光線束の最大角度である 4 は、L E D 1 0 G の個数に依存しない角度となる。光源ユニット 2 0 G は、ロッドレンズ 1 3 内部での多重反射、および光拡散部材 1 4 による光の拡散の状態に応じて、所望の 4、あるいは 4 の角度範囲において所望の強度分布で G 光を出射できる。光源ユニット 2 0 G は、ロッドレンズ 1 3 に蛍光体を設けることで、L E D 1 0 G からの励起光を所望の波長の光へ変換できる。

40

【 0 0 6 0 】

さらに、光源ユニット 2 0 G は、ロッドレンズ 1 3 の入射口 1 8 a に形成される回折格子の形状に応じて、4 と、4 の角度範囲における G 光の強度分布とを制御できる。光源ユニット 2 0 G は、L E D 1 0 G の個数に比例して、投射光学系 3 へ進行させる光量を増加させることができる。光源ユニット 2 0 G は、回折格子の形状に応じて、L E D 1 0 G からの励起光を効率良く蛍光体 1 5 へ進行させることもできる。

50

【0061】

人間の眼の視感度は、G光の波長付近において最も高くなることが知られている。カラー画像を形成するための各色光のうち、ロッドレンズ13を備える光源ユニット20GをG光用の光源とすることで、プロジェクタは、効率良く光を利用して明るい画像を投射することが可能となる。

【0062】

次に、従来の光学エンジンに光源ユニット20Gが適用された構成を比較例として、第1の実施の形態の光学エンジンの利点について説明する。図8は、第1の実施の形態の比較例の光学エンジンを示す図である。図8では、図2から図4と同様に、DMD2での反射により進行方向が折り返される光を、DMD2を通過して直進するものとして示している。また、照明レンズ6とDMD2との間の光学要素であるミラーの図示を省略している。

10

【0063】

例えば特許文献3の図6には、R光用、G光用およびB光用の各LEDからの光をダイクロイックプリズムにて合成する構成が開示されている。ダイクロイックプリズムからの光は、集光レンズを経て導光体へ入射する。本比較例の構成では、かかる特許文献3の構成におけるG光用のLEDに代えて、光源ユニット20Gが設けられている。

【0064】

図8に示す比較例において、LED10RからのR光は、カップリングレンズ11Rを介してダイクロイックプリズム30の第1面へ入射する。LED10BからのB光は、カップリングレンズ11Bを介してダイクロイックプリズム30の第2面へ入射する。光源ユニット20GからのG光は、カップリングレンズ11Gを介してダイクロイックプリズム30の第3面へ入射する。

20

【0065】

ダイクロイックプリズム30は、R、GおよびBの各光線束を1つの光線束へ合流させ、ダイクロイックプリズム30の第4面に対向する集光レンズ16へ進行させる。集光レンズ16は、ダイクロイックプリズム30からのR光、G光およびB光を、ライトトンネル5の入射口5aへ収束させる。

【0066】

比較例では、光源ユニット20Gからの光は、カップリングレンズ11G、ダイクロイックプリズム30および集光レンズ16を経て、ライトトンネル5へ入射する。カップリングレンズ11G、ダイクロイックプリズム30および集光レンズ16は、ライトトンネル5へG光を収束させる集光光学系を構成する。

30

【0067】

比較例では、光源ユニット20Gから供給される光量を損失させる要因の1つとして、ダイクロイックプリズム30での吸収あるいは反射による光エネルギーの損失が挙げられる。また、ライトトンネル5の入射口5aにおける光量の損失も発生し得る。入射口5aには、ロッドレンズ13の出射口18bのサイズに集光光学系の横倍率が掛けられた光源像が形成される。入射口5aに形成される光源像には、集光光学系が持つ光学収差の影響により、ロッドレンズ13の出射口18bにおける光源像に対し多少の歪みあるいはボケが生じる。

40

【0068】

光源ユニット20Gによる光源像の面積は、LED10R、10Bの光源像の面積より大きくなりがちである。このため、光源ユニット20Gから供給される光は集光光学系の光学収差の影響を受け易く、光量の損失が大きくなる。この他、ライトトンネル5内部での多重反射によっても、光量の損失は生じる。

【0069】

また、比較例では、ダイクロイックプリズム30からのR光、G光およびB光は、共通の集光レンズ16によってライトトンネル5の入射口5aへ集光される。R光、G光およびB光の結像位置は、集光レンズ16が持つ色収差の影響によりそれぞれ異なってくる。

50

かかる結像位置のずれが要因となって、入射口 5 a へ光が取り込まれないことによる光量損失が生じ得る。

【 0 0 7 0 】

ロッドレンズ 1 3 に光拡散部材 1 4 および蛍光体 1 5 を含有させることで、各 LED 1 0 G から出射された光はロッドレンズ 1 3 の内部で拡散され、多重反射を起こす。拡散および多重反射により、ロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b における光量分布は均一化されている。

【 0 0 7 1 】

第 1 の実施の形態では、ライトトンネル 5 へ入射される前に R 光、G 光および B 光を合流させる方式を採らず、ライトトンネル 5 の出射口 5 b の光源像と同様にロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b の光源像を画像形成部上に形成する方式を採用している。これにより、高い光利用効率を実現し、必要十分かつ均一な光量分布の照明光を画像形成部へ供給可能とする。また、ロッドレンズ 1 3 が使用されない光源については、ライトトンネル 5 の出射口 5 b の光源像を画像形成部上に形成する。

10

【 0 0 7 2 】

第 1 の実施の形態のプロジェクトは、第 1 の固体発光素子である LED 1 0 G からの光を、第 1 の導光体であるロッドレンズ 1 3 を経由して画像形成部へ進行させる光路と、第 2 の固体発光素子である LED 1 0 R , 1 0 B からの光を、第 2 の導光体であるライトトンネル 5 を経由して画像形成部へ進行させる光路とを備える。2 つの光路は、光学素子であるダイクロイックミラー 2 2 により共通の光路へと合流される。

20

【 0 0 7 3 】

図 9 は、図 5 に示す光学エンジンの一部を変形して示した図である。図 9 では、DMD 2 での反射により進行方向が折り返される光を、DMD 2 を通過して直進するものとして示している。また、ダイクロイックミラー 2 2 と DMD 2 との間の光学要素であるミラーの図示を省略するとともに、DMD 2 へ光を収束させる光学要素として集光レンズ 2 4 を示している。

【 0 0 7 4 】

以下の説明において、ライトトンネル 5 の出射口 5 b のサイズを A、ロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b のサイズを B、DMD 2 の画像形成領域のサイズを C、とする。ロッドレンズ 1 3 および DMD 2 の間の第 1 の照明光学系を構成する照明レンズ 2 3 G および集光レンズ 2 4 の横倍率を $\frac{B}{C}$ とする。ライトトンネル 5 および DMD 2 の間の第 1 の照明光学系を構成する照明レンズ 6 および集光レンズ 2 4 の横倍率を $\frac{A}{C}$ とする。

30

【 0 0 7 5 】

ライトトンネル 5 の出射口 5 b から出射された光とロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b から出射された光とが DMD 2 を照明する領域を必要最小限に抑え、かつ光利用効率を最大化するには、A および B が互いに異なる場合、 $\frac{A}{C}$ および $\frac{B}{C}$ は互いに異なる値に設定することが望ましい。照明レンズ 6 および照明レンズ 2 3 G は、互いに異なる構成とされる。照明レンズ 6 および照明レンズ 2 3 G では、例えば、レンズの形状、枚数あるいは間隔のいずれかを互いに異ならせる。

【 0 0 7 6 】

これにより、照明レンズ 6 からの光と照明レンズ 2 3 G からの光とで共通の集光レンズ 2 4 が使用されても、照明レンズ 6 および照明レンズ 2 3 G を互いに異なる構成とすることで、 $\frac{A}{C}$ および $\frac{B}{C}$ を互いに異なる値にできる。 $\frac{A}{C}$ および $\frac{B}{C}$ をそれぞれ適宜設定可能とすることで、2 つの光路による光利用効率を最大化できる。

40

【 0 0 7 7 】

なお、ライトトンネル 5 の出射口 5 b のアスペクト比を A L、ロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b のアスペクト比を A D として、A L および A D を同じ値とすることで、照明レンズ 6 および照明レンズ 2 3 G は互いに同じ構成にできる。アスペクト比は、長方形の長辺および短辺の比とする。この場合、照明レンズ 6 および照明レンズ 2 3 G にて部品を共通にできる点で望ましい。

50

【 0 0 7 8 】

ただし、ロッドレンズ 1 3 では、上記の式 (1) についての説明と同様に、DMD 2 を介して投射光学系 3 へ入射可能な光線束の角度を稼ぐために、出射口 1 8 b のサイズは小さい値であることが望ましい。そのため、ライトトンネル 5 のサイズは、ロッドレンズ 1 3 のサイズに関わらず、LED 1 0 R , 1 0 B の光源面積および光強度の角度分布に応じて最適化することが望ましい。したがって、いずれの波長域についても光量を多くする観点からは、ライトトンネル 5 およびロッドレンズ 1 3 のサイズ A および B は互いに異なる値であることが望ましい。

【 0 0 7 9 】

上述するように、ライトトンネル 5 および DMD 2 の間における横倍率 A_C とロッドレンズ 1 3 および DMD 2 の間における横倍率 B_C とを互いに異なる値としても、光利用効率に悪影響は及ばない。一方、ライトトンネル 5 のアスペクト比 A L、ロッドレンズ 1 3 のアスペクト比 A D、および DMD 2 の画像形成領域のアスペクト比 A P は、それぞれ略同じであることが望ましい。

10

【 0 0 8 0 】

プロジェクタは、A P , A D および A L を略同じとすることで、DMD 2 の照明領域を必要最小限とし、画像形成領域で使われない光を低減させることで、光利用効率を向上できる。なお、本実施の形態において、A P および A D が略同じであるとは、例えば、A P / A D が 0 . 9 より大きく、かつ 1 . 1 より小さいことを示す。また、A P および A L が略同じであるとは、例えば、A P / A L は 0 . 9 より大きく、かつ 1 . 1 より小さいことを示す。

20

【 0 0 8 1 】

ただし、照明光学系に全反射プリズムを用いない構成では、DMD 2 へ入射する照明光は、DMD 2 に対して斜めの方向から進行してくる。ライトトンネル 5 の出射口 5 b の光源像およびロッドレンズ 1 3 の出射口 1 8 b の光源像は、画像形成領域において歪みを持った形状となる。この場合、A D および A L は近い値であることが望ましい一方、A P および A D , A P および A L は、それぞれ近い値でなくても良い。

【 0 0 8 2 】

図 5 に示す第 1 の実施の形態の構成によると、図 8 に示す比較例に対し、光源ユニット 2 0 G からの光路では、カップリングレンズ 1 1 G および集光レンズ 1 6 が不要となる。プロジェクタは、光源ユニット 2 0 G から光を透過させるレンズを少なくすることで、透過による光量損失を低減できる。

30

【 0 0 8 3 】

第 1 の実施の形態の構成では、光源ユニット 2 0 G から光は、ライトトンネル 5 へ入射されずに、DMD 2 へ進行する。プロジェクタは、光源ユニット 2 0 G から光について、ライトトンネル 5 の入射口 5 a での蹴られによる光量損失と、ライトトンネル 5 内での多重反射による光量損失とを回避できる。

【 0 0 8 4 】

第 1 の実施の形態の構成では、集光レンズ 1 6 へ G 光が入射されないことで、集光レンズ 1 6 およびライトトンネル 5 は、R 光および B 光についての収差を考慮した設計が可能とされる。プロジェクタは、図 8 に示す比較例に対し、集光レンズ 1 6 による G 光の集光が不要となることで、集光レンズ 1 6 の色収差による光量損失を低減できる。ライトトンネル 5 は、例えば、集光レンズ 1 6 による R 光の焦点に入射口 5 a が一致するように配置される。この場合、R 光および B 光のうち、画像の明るさへの影響が大きい R 光の光量損失を最小限とすることで、プロジェクタは、明るい画像を投射することができる。

40

【 0 0 8 5 】

以上により、第 1 の実施の形態によると、固体発光素子からの光を高い効率で利用できるという効果を奏する。プロジェクタは、固体発光素子からの光を高い効率で利用して、明るい画像を投射することができる。

【 0 0 8 6 】

50

本実施の形態の光源ユニット 20G は、図 7 に示す構成を備えるものに限られない。ロッドレンズ 13 は、光拡散部材 14 および蛍光体 15 の双方を備えるものに限られず、光拡散部材 14 および蛍光体 15 の少なくともいずれかが省略されたものであっても良い。例えば、光源ユニット 20G は、図 7 に示す構成に代えて、図 4 に示すロッドレンズ 17 および LED 10 と同様の構成を備えるものであっても良い。

【0087】

この場合も、光源ユニット 20G は、ロッドレンズ 13 での多重反射により、ロッドレンズ 13 の出射口 18b にて光量分布が均一化された光源像を得ることができる。また、光源ユニット 20G は、所望の 4、あるいは 4 の角度範囲において所望の強度分布で G 光を出射できる。光源ユニット 20G は、LED 10G の個数に比例して、投射光学系 3 へ進行させる光量を増加させることができる。

10

【0088】

なお、ロッドレンズ 13 に蛍光体 15 が設けられない場合、光源ユニット 20G の LED 10G は、G 光を発生する LED とされる。LED 10G は、例えば 550nm 付近をピークとする波長領域の G 光を発生する。光源ユニット 20G は、LED 10G からロッドレンズ 13 を透過した G 光を出射する。

【0089】

光源ユニット 20G は、図 7 に示す構成に代えて、図 3 に示す LED 10、カップリングレンズ 11、集光レンズ 12 およびロッドレンズ 13 と同様の構成を備えるものであっても良い。この場合も、光源ユニット 20G は、ロッドレンズ 13 に光拡散部材 14 および蛍光体 15 を含有させることで、所望の 4、あるいは 4 の角度範囲において所望の強度分布で G 光を出射できる。光源ユニット 20G は、LED 10G の個数に比例して、投射光学系 3 へ進行させる光量を増加させることができる。

20

【0090】

第 1 の固体発光素子および第 2 の固体発光素子は、LED である場合に限られず、LED 以外の固体発光素子であっても良い。第 1 の固体発光素子および第 2 の固体発光素子は、例えばレーザダイオード (LD) であっても良い。

【0091】

画像形成部は、DMD 2 である場合に限られず、照明光の変調により画像を形成可能ないずれのデバイスであっても良い。画像形成部は、例えば透過型液晶表示装置あるいは反射側液晶表示装置であっても良い。

30

【0092】

(第 2 の実施の形態)

図 10 は、第 2 の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンの一部を示す図である。上記の第 1 の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0093】

図 10 には、光学エンジンのうち、光源ユニット 20G からの光を投射光学系 3 へ進行させる光路を示している。本実施の形態のプロジェクタは、図 10 に示す部分以外については、図 5 に示す第 1 の実施の形態と同様の構成を備える。

40

【0094】

アナモフィックレンズ 40 は、照明レンズ 23G およびダイクロイックミラー 22 の間の光路に設けられている。アナモフィックレンズ 40 は、光源ユニット 20G から出射された光による照明領域のアスペクト比を調整する調整光学系である。

【0095】

図 11 は、図 10 に示すアナモフィックレンズによるアスペクト比の調整を行わない場合における照明領域を説明する図である。例えば、ロッドレンズ 13 の出射口 18b のアスペクト比 AD、すなわち出射口 18b が備える長方形の長辺と短辺との比は、4:3 であるものとする。

【0096】

50

本実施の形態では、DMD 2の画像形成領域AR 1のアスペクト比APが、出射口18bのアスペクト比ADとは異なる値であるものとする。例えば、画像形成領域AR 1のアスペクト比AP、すなわち画像形成領域AR 1が備える長方形の長辺と短辺との比は、16：9であるものとする。

【0097】

DMD 2の画像形成領域AR 1の位置には、光源ユニット20Gからの光による照明領域AR 2が形成される。照明領域AR 2のアスペクト比は、出射口18bのアスペクト比ADと同じ4：3となる。光源ユニット20Gからの光が画像形成領域AR 1の全体へ照射されるように照明領域AR 2が設定されることで、照明領域AR 2の一部が画像形成領域AR 1からはみ出ることとなる。照明領域AR 2のうち画像形成領域AR 1以外の部分は、DMD 2での画像の形成に利用されず、無駄な領域となる。

10

【0098】

図12は、図10に示すアナモフィックレンズによりアスペクト比が調整された場合における照明領域を説明する図である。アナモフィックレンズ40は、ロッドレンズ13で形成された光源像の縦横比を、アスペクト比ADである4：3から16：9へ変化させる。

【0099】

これにより、アナモフィックレンズ40は、光源ユニット20Gから出射された光による照明領域AR 2のアスペクト比を調整して、照明領域AR 2を画像形成領域AR 1に略一致させる。アナモフィックレンズ40は、レンズ面のうち光軸に垂直な縦方向または横方向の曲率に応じて、照明領域AR 2のアスペクト比を調整できる。

20

【0100】

なお、調整光学系は、アナモフィックレンズ40に限られず、照明領域のアスペクト比を調整可能ないずれの光学要素を備えるものであっても良い。調整光学系は、後述する第3、第4および第5の実施の形態のプロジェクタに備えられても良い。

【0101】

第2の実施の形態によると、プロジェクタは、画像形成領域AR 1のアスペクト比APと、ロッドレンズ13の出射口18bに形成される光源像のアスペクト比ADとが異なる場合でも、光源ユニット20Gからの光を効率良く画像形成領域AR 1へ供給できる。第2の実施の形態によると、固体発光素子からの光を高い効率で利用できるという効果を奏する。

30

【0102】

(第3の実施の形態)

図13は、第3の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。上記の第1の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0103】

第3の実施の形態のプロジェクタは、B光の光源であるLED 10B、第1の光源ユニットである光源ユニット20G、および第2の光源ユニットである光源ユニット20Rを備える。光源ユニット20Gは、G光の光源である。光源ユニット20Rは、R光の光源である。光源ユニット20Rは、図7に示す光源ユニット20Gと同様の構成を備える。

40

【0104】

光源ユニット20Rは、第1の固体発光素子である複数のLED 10Rを備える。LED 10Rは、励起光を発生するLEDである。励起光は、例えば紫外光である。波長変換材である蛍光体15は、LED 10Rからの励起光の波長を変換する。蛍光体15は、LED 10Rからの励起光の入射によって励起され、例えば650nm付近をピークとする波長領域のR光を発生する。

【0105】

ロッドレンズ13から出射したR光は、照明レンズ23Rを透過する。照明レンズ23Rは、照明光であるR光を進行させる照明光学系を構成する。

50

【0106】

光源ユニット20GからのG光は、照明レンズ23Gを介してダイクロイックプリズム50の第1面へ入射する。光源ユニット20RからのR光は、照明レンズ23Rを介してダイクロイックプリズム50の第2面へ入射する。

【0107】

集光レンズ16は、LED10BからのB光を、ライトトンネル5の入射口5aへ収束させる。ライトトンネル5の出射口5bからの光は、照明レンズ6を透過して、ダイクロイックプリズム50の第3面へ入射する。なお、B光の光源とするLED10Bは1つである場合に限られず、複数であっても良い。

【0108】

ダイクロイックプリズム50は、R、GおよびBの各光線束を1つの光線束へ合流させ、第4面から光線束を出射する。ダイクロイックプリズム50は、光源ユニット20G、20Rのロッドレンズ13からの光線束と、ライトトンネル5からの光線束とを1つの光線束へ合流させ、DMD2へ進行させる光学素子である。

【0109】

第3の実施の形態によると、プロジェクタは、G光に次いで画像の明るさへの影響が大きいR光用の光源として、ロッドレンズ13を備える光源ユニット20Rを備える。プロジェクタは、光源ユニット20Gと併せて光源ユニット20Rを備えることで、さらに効率良く光を利用して明るい画像を投射することが可能となる。第3の実施の形態によると、固体発光素子からの光を高い効率で利用できるという効果を奏する。

【0110】

(第4の実施の形態)

図14は、第4の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。上記の第1および第3の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0111】

第4の実施の形態のプロジェクタは、B光の光源であるLED10B、第1の光源ユニットである光源ユニット20G、および第2の光源ユニットである光源ユニット20Rを備える。

【0112】

ダイクロイックミラー21は、R光を含む波長領域の光を反射し、B光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー21は、光源ユニット20Rから照明レンズ23Rを介して第1面へ入射したR光を反射する。

【0113】

ライトトンネル5の出射口5bからのB光は、照明レンズ6を透過して、ダイクロイックミラー21のうち第1面の裏側の第2面へ入射する。ダイクロイックミラー21は、ライトトンネル5から照明レンズ6を介して第2面へ入射したB光を、第1面側へ透過させる。ダイクロイックミラー21は、光源ユニット20Rのロッドレンズ13からの光線束とライトトンネル5からの光線束とを1つの光線束へ合流させ、ダイクロイックミラー22へ進行させる光学素子である。

【0114】

ダイクロイックミラー22は、G光を含む波長領域の光を反射し、R光およびB光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー22は、光源ユニット20Gから照明レンズ23Gを介して第1面へ入射したG光を反射する。

【0115】

ダイクロイックミラー21からのR光およびB光は、ダイクロイックミラー22のうち第1面の裏側の第2面へ入射する。ダイクロイックミラー22は、ダイクロイックミラー21から第2面へ入射したR光およびB光を、第1面側へ透過させる。ダイクロイックミラー22は、光源ユニット20R、20Gのロッドレンズ13からの光線束とライトトンネル5からの光線束とを1つの光線束へ合流させ、DMD2へ進行させる光学素子である

10

20

30

40

50

。

【0116】

第4の実施の形態によると、プロジェクタは、第3の実施の形態と同様、光源ユニット20G、20Rを備えることで、効率良く光を利用して明るい画像を投射することができる。

【0117】

光学エンジンでは、通常、光源の冷却のための冷却媒体である冷却風を流動させる経路は、光路中の光学要素への塵の付着を防ぐため、光線が通過する領域以外の領域に設置される。第4の実施の形態の構成では、2つの光源ユニット20R、20Gが互いに並列されていることで、共通の経路における冷却風の流動によって光源ユニット20R、20Gを冷却可能とする。この場合、光源ユニット20R、20Gのそれぞれに冷却風の経路が設けられる場合に比べて、プロジェクタの内部を簡易な構成とすることができる。

10

【0118】

第4の実施の形態の構成では、2つの光源ユニット20R、20Gのうち、G光用の光源ユニット20Gを、光路においてDMD2から近い位置に設置している。光源ユニット20GからDMD2へ至るG光の光路と、光源ユニット20RからDMD2へ至るR光の光路とで光学要素の数を比較すると、R光の光路にはダイクロイックミラー21がある分、G光の光路のほうが光学要素は少ない。

【0119】

G光はR光より画像の明るさへの影響が大きいことから、プロジェクタは、G光の光路における光学要素をできるだけ少なくしてG光の光量損失を低減させることで、明るい画像を投射することができる。

20

【0120】

(第5の実施の形態)

図15は、第5の実施の形態のプロジェクタに備えられた光学エンジンを示す図である。上記の第1および第3の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0121】

第5の実施の形態のプロジェクタは、B光の光源であるLED10B、第1の光源ユニットである光源ユニット20G、および第2の光源ユニットである光源ユニット20Rを備える。

30

【0122】

ダイクロイックミラー21は、R光を含む波長領域の光を反射し、B光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー21は、光源ユニット20Rからカップリングレンズ11Rを介して第1面へ入射したR光を反射する。ダイクロイックミラー21は、LED10Bからカップリングレンズ11Bを介して第2面へ入射したB光を、第1面側へ透過させる。

【0123】

ダイクロイックミラー21は、光源ユニット20Rからの光線束とLED10Bからの光線束とを1つの光線束へ合流させ、集光レンズ16へ進行させる光学素子である。集光レンズ16は、ダイクロイックミラー21からのR光およびB光を、ライトトンネル5の入射口5aへ収束させる。ライトトンネル5の出射口5bからのR光およびB光は、照明レンズ6を透過して、ダイクロイックミラー22の第2面へ入射する。

40

【0124】

ダイクロイックミラー22は、G光を含む波長領域の光を反射し、R光およびB光を含む波長領域の光を透過させる波長特性を備える。ダイクロイックミラー22は、ライトトンネル5から照明レンズ6を介して第2面へ入射したB光を、第1面側へ透過させる。ダイクロイックミラー22は、光源ユニット20Gから照明レンズ23Gを介して第1面へ入射したG光を反射する。ダイクロイックミラー22は、光源ユニット20R、20Gのロッドレンズ13からの光線束とライトトンネル5からの光線束とを1つの光線束へ合流

50

させ、DMD 2へ進行させる光学素子である。

【0125】

第5の実施の形態によると、プロジェクタは、第3および第4の実施の形態と同様、光源ユニット20G, 20Rを備えることで、効率良く光を利用して明るい画像を投射することができる。

【0126】

第5の実施の形態の構成では、第4の実施の形態の場合と同様に、2つの光源ユニット20R, 20Gが互いに並列されていることで、共通の経路における冷却風の流動によって光源ユニット20R, 20Gを冷却できる。第5の実施の形態においても、光源ユニット20R, 20Gのそれぞれに冷却風の経路が設けられる場合に比べて、プロジェクタの内部を簡易な構成とすることができる。

10

【0127】

第5の実施の形態の構成では、第4の実施の形態の場合と同様に、2つの光源ユニット20R, 20Gのうち、G光用の光源ユニット20Gを、光路においてDMD 2から近い位置に設置している。第5の実施の形態においても、プロジェクタは、G光の光路における光学要素をできるだけ少なくしてG光の光量損失を低減させることで、明るい画像を投射することができる。

【符号の説明】

【0128】

- 2 DMD
- 3 投射光学系
- 5 ライトトンネル
- 5 a 入射口
- 5 b 出射口
- 6 照明レンズ
- 7 ミラー
- 8 曲面ミラー
- 10, 10B, 10G, 10R LED
- 11, 11B, 11G, 11R カップリングレンズ
- 12 集光レンズ
- 13, 17 ロッドレンズ
- 14 光拡散部材
- 15 蛍光体
- 16 集光レンズ
- 18 a 入射口
- 18 b 出射口
- 20G, 20R 光源ユニット
- 21, 22 ダイクロイックミラー
- 23G, 23R 照明レンズ
- 24 集光レンズ
- 40 アナモフィックレンズ
- 50 ダイクロイックプリズム

20

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

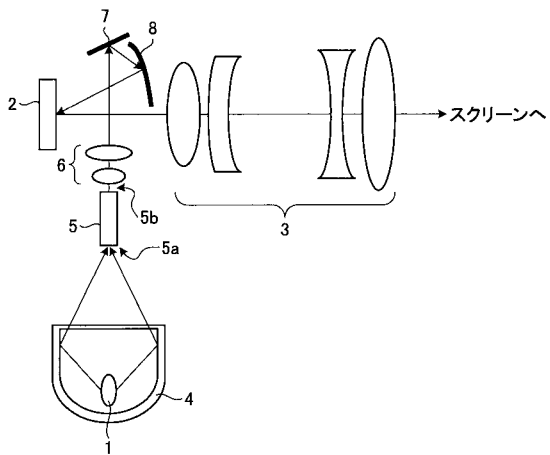
【0129】

- 【特許文献1】特許第4487240号公報
- 【特許文献2】特開2004-335992号公報
- 【特許文献3】特開2006-285043号公報
- 【特許文献4】特開2014-160233号公報
- 【特許文献5】特開2015-34999号公報

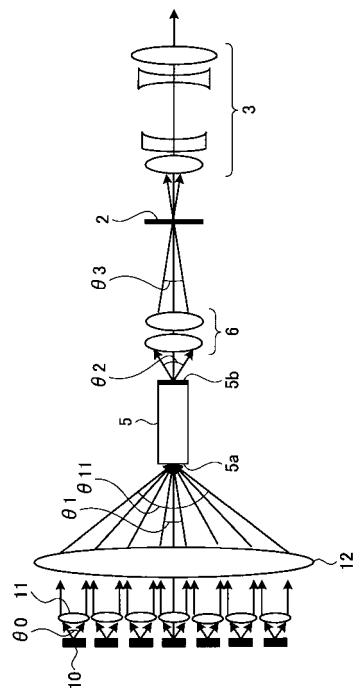
50

- 【特許文献6】特開2004-110062号公報
- 【特許文献7】特許第4013682号公報
- 【特許文献8】特許第5510828号公報
- 【特許文献9】特開2012-129151号公報
- 【特許文献10】特開2014-164098号公報

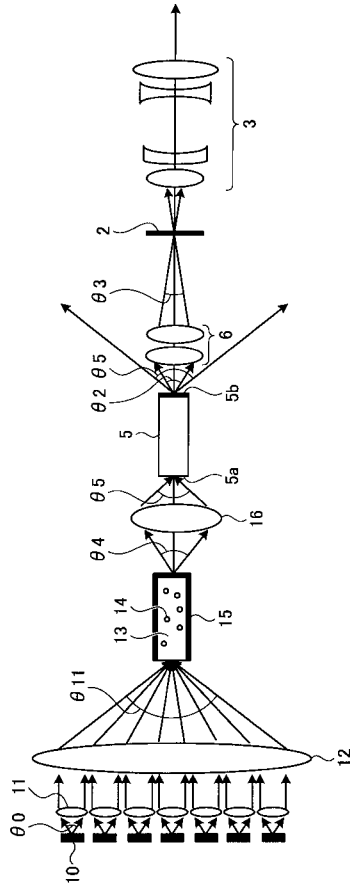
【図1】



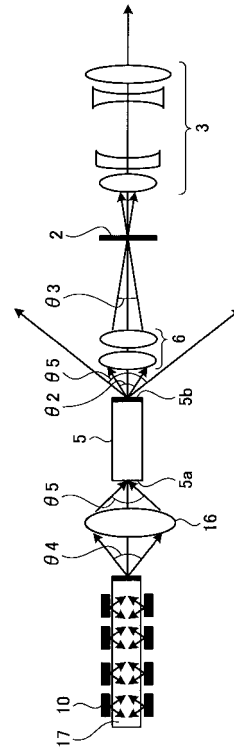
【図2】



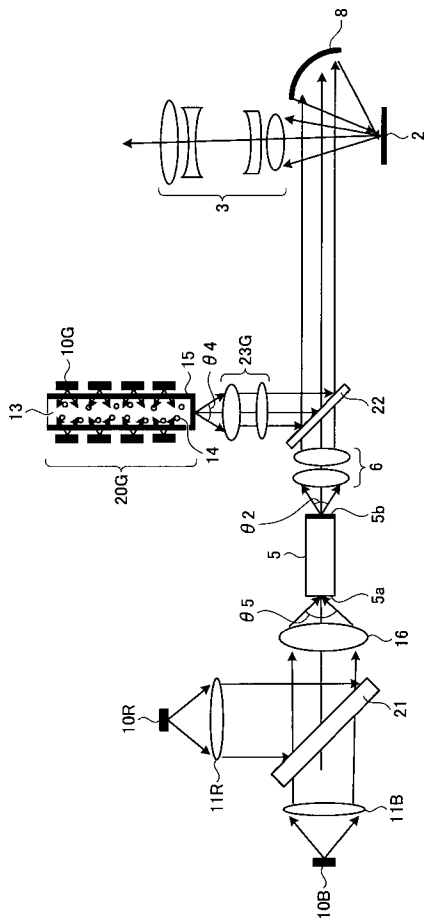
【 図 3 】



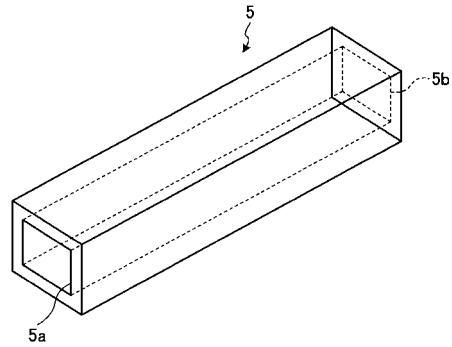
【 図 4 】



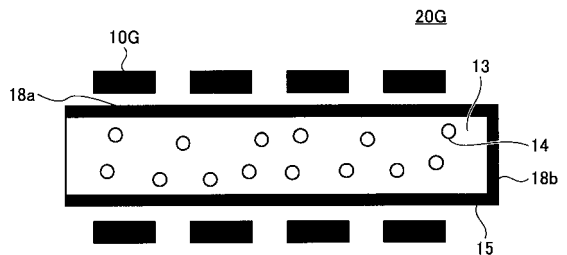
【 図 5 】



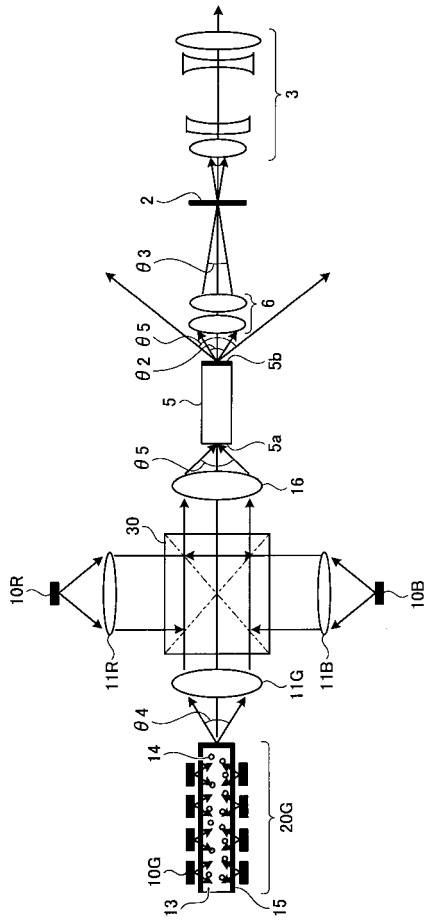
【 図 6 】



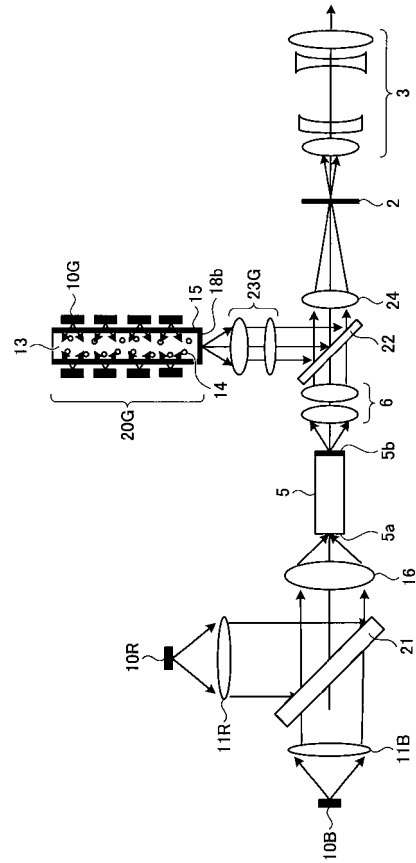
【 図 7 】



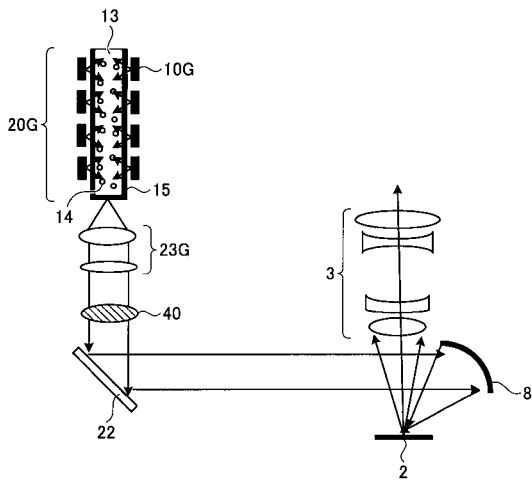
【 図 8 】



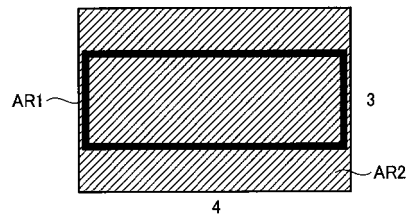
【 図 9 】



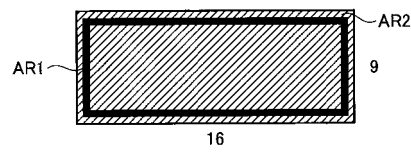
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F 2 1 Y 115/10 (2016.01)

F I

F 2 1 Y 101:02

テーマコード(参考)

Fターム(参考) 3K243 AA01 BE08
5C058 BA35 EA02