

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5732862号  
(P5732862)

(45) 発行日 平成27年6月10日 (2015. 6. 10)

(24) 登録日 平成27年4月24日 (2015. 4. 24)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>GO3B</b>	<b>21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	21/14	Z
<b>GO3B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO3B	21/00	D
<b>HO4N</b>	<b>5/74</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	5/74	A

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-6677 (P2011-6677)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年1月17日 (2011. 1. 17)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-150148 (P2012-150148A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成24年8月9日 (2012. 8. 9)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成25年12月20日 (2013. 12. 20)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	田中 克実
			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
		審査官	小野 博之

最終頁に続く

(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】

発光管とリフレクターを備え、前記発光管の発光部から光を射出する光源装置、複数の第 1 小レンズを有する第 1 レンズアレイ、前記複数の第 1 小レンズに対応する複数の第 2 小レンズを有する第 2 レンズアレイ及び前記第 2 レンズアレイからの光を重畳させる重畳レンズを備える照明装置と、

前記照明装置からの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光を投写対象に投写する投写光学系とを備えるプロジェクターであって、

前記第 1 小レンズの曲率半径は、各第 1 小レンズごとに設定され、光変調装置で光を変調しない投射光において、左側 3 分の 1 の領域の平均照度を右側 3 分の 1 の領域の平均照度で割った値である左右照度比の前記発光部の位置ずれに対する変化を小さくした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ターにおいて、

前記発光部は、赤色光、緑色光及び青色光を含む光を射出し、

前記光変調装置として、前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光をそれぞれ変調する 3 つの光変調装置を備え、

前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光を前記 3 つの光変調装置に導光する導光光学系をさらに備え、

前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光のうち、1の色光の面内光強度分布を他の色光の面内光強度分布とは反転した状態で前記投写対象に投写することを特徴とするプロジェクター。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のプロジェクターにおいて、  
- 0.3mm～0.3mmの間の前記発光部の位置ずれにおいて、前記左右照度比の変化が小さいことを特徴とするプロジェクター。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかに記載のプロジェクターにおいて、  
 前記第1小レンズは、曲面が球面の平凸レンズからなることを特徴とするプロジェクター。 10

【請求項5】

請求項1～3のいずれかに記載のプロジェクターにおいて、  
 前記第1小レンズは、平凸レンズからなり、  
 前記複数の第1小レンズは、行列状に配列され、  
 前記平凸レンズの曲面は、行方向の曲率半径と、列方向の曲率半径とが別々に設定された曲面からなることを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクターに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、発光部から光を射出する光源装置、複数の第1小レンズを有する第1レンズアレイ、複数の第1小レンズに対応する複数の第2小レンズを有する第2レンズアレイ及び第2レンズアレイからの光を重畳させる重畳レンズを備える照明装置と、照明装置からの光を画像情報に応じて変調する光変調装置と、光変調装置からの光を投写対象に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。）。

【0003】

従来のプロジェクターによれば、複数の第1小レンズを有する第1レンズアレイ、複数の第1小レンズに対応する複数の第2小レンズを有する第2レンズアレイ及び第2レンズアレイからの光を重畳させる重畳レンズを備えるため、光源装置からの光の面内光強度分布を均一化した上で当該光を光変調装置に入射させることが可能となり、その結果、明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-219442号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、プロジェクターの技術分野においては、常に、一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能なプロジェクターが求められている。

【0006】

そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、従来よりも一層明るさむらの少ない投写画像を投写す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】

【0007】

本発明の発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、経年劣化や振動等により発生する発光部の位置ずれ（理想的な位置からの微小な移動）が明るさむらを増大させる一因であること 50

を見出した。そして、さらなる研究を重ねた結果、第1小レンズの曲率半径を、各第1小レンズごとに設定することにより「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することに想到し、本発明を完成させるに至った。本発明は、下記の事項より構成される。

【0008】

[1]本発明のプロジェクターは、発光部から光を射出する光源装置、複数の第1小レンズを有する第1レンズアレイ、前記複数の第1小レンズに対応する複数の第2小レンズを有する第2レンズアレイ及び前記第2レンズアレイからの光を重畳させる重畳レンズを備える照明装置と、前記照明装置からの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光を投写対象に投写する投写光学系とを備えるプロジェクターであって、前記第1小レンズの曲率半径は、各第1小レンズごとに設定されていることを特徴とする。

10

【0009】

このため、本発明のプロジェクターによれば、従来のプロジェクターと同様に、複数の第1小レンズを有する第1レンズアレイ、複数の第1小レンズに対応する複数の第2小レンズを有する第2レンズアレイ及び第2レンズアレイからの光を重畳させる重畳レンズを備えるため、光源装置からの光の面内光強度分布を均一化した上で当該光を光変調装置に入射させることが可能となり、その結果、明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

【0010】

また、本発明のプロジェクターによれば、第1小レンズの曲率半径は、各第1小レンズごとに設定されているため、第1小レンズの曲率半径を、各第1小レンズごとに設定することにより「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能となり、その結果、従来よりも一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

20

【0011】

なお、「第1小レンズの曲率半径は、各第1小レンズごとに設定されている」とは、各第1小レンズの曲率半径が全て異なるように設定されていることのみを意味するものではなく、「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減するために有効であれば、2つ以上の第1小レンズの曲率半径が同じとなるように設定されていてもよい。

30

【0012】

[2]本発明のプロジェクターにおいては、前記発光部は、赤色光、緑色光及び青色光を含む光を射出し、前記光変調装置として、前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光をそれぞれ変調する3つの光変調装置を備え、前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光を前記3つの光変調装置に導光する導光光学系をさらに備え、前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光のうち、1の色光の面内光強度分布を他の色光の面内光強度分布とは反転した状態で前記投写対象に投写することが好ましい。

【0013】

ところで、赤色光、緑色光及び青色光をそれぞれ変調する3つの光変調装置と、赤色光、緑色光及び青色光を3つの光変調装置に導光する導光光学系とを備えるプロジェクターは広く知られており、このようなプロジェクターでは、光路設計の都合上、赤色光、緑色光及び青色光のうち、1の色光の面内光強度分布を他の色光の面内光強度分布とは上下左右に反転した状態で投写対象(スクリーン等)に投写するものが一般的である。上記のプロジェクターにおいては、発光部の位置ずれに起因する明るさむらが色光ごとに発生するため、投写画像においては色むらが発生する。

40

これに対して、本発明のプロジェクターによれば、色光ごとに発生する明るさむらを軽減し、その結果、色むらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

【0014】

[3]本発明のプロジェクターにおいては、前記光源装置は、前記発光部を内包する発光

50

管を備えることが好ましい。

【0015】

発光管は、高輝度ではあるものの経年劣化等により発光部の位置ずれが起こりやすいため、上記のような構成とすることにより、発光管を備えるプロジェクターであっても、経年劣化等の影響を軽減して一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

【0016】

発光管としては、例えば、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、超高圧水銀ランプを好適に用いることができる。

【0017】

[4] 本発明のプロジェクターにおいては、前記第1小レンズは、曲面が球面の平凸レンズからなることが好ましい。

【0018】

このような構成とすることにより、他形状の第1小レンズ（例えば、両凸レンズからなる第1小レンズや曲面が非球面の平凸レンズからなる第1小レンズ）を用いるプロジェクターよりも第1レンズアレイの設計を容易なものとするのが可能となる。

【0019】

[5] 本発明のプロジェクターにおいては、前記第1小レンズは、平凸レンズからなり、前記複数の第1小レンズは、行列状に配列され、前記平凸レンズの曲面は、行方向の曲率半径と、列方向の曲率半径とが別々に設定された曲面からなることも好ましい。

【0020】

このような構成とすることにより、行方向及び列方向の両方の方向について曲率半径を設定することで「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能となり、その結果、より一層明るさむらの少ない投写画像を投射することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施形態に係るプロジェクター1000の光学系を示す平面図。

【図2】実施形態における第1レンズアレイ120を第2レンズアレイ130側から見た図。

【図3】左右照度比を説明するために示す図。

【図4】試験例に係るプロジェクター1000aにおける、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフ。

【図5】試験例に係るプロジェクター1000b, 1000c, 1000dにおける、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフ。

【図6】試験例に係るプロジェクター1000e, 1000f, 1000gにおける、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0022】

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。

【0023】

[実施形態]

図1は、実施形態に係るプロジェクター1000の光学系を示す平面図である。なお、図1においては、光源装置110については断面図として表示している。

図2は、実施形態における第1レンズアレイ120を第2レンズアレイ130側から見た図である。なお、図2の各第1小レンズ122（符号を図示せず。）に表示されているa-1～f-8の数字（小レンズ番号）は、各第1小レンズ122を区別するための符号であり、数字が現実に付されていることを示すものではない。

図1及び図2は模式図であり、図中の光学要素の形状は必ずしも現実に則したものではない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

なお、以下の説明においては、互いに直交する3つの方向をそれぞれz軸方向（図1における照明光軸100ax方向）、x軸方向（図1における紙面に平行かつz軸に垂直な方向）及びy軸方向（図1における紙面に垂直かつz軸に垂直な方向）とする。

## 【 0 0 2 5 】

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、照明装置100と、色分離導光光学系200と、赤色光、緑色光及び青色光をそれぞれ変調する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。

照明装置100は、光源装置110と、凹レンズ90と、第1レンズアレイ120と、第2レンズアレイ130と、偏光変換素子140と、重畳レンズ150とを備える。照明装置100は、照明光として赤色光、緑色光及び青色光を含む光（つまり、白色光として用いることができる光）を、照明光軸100axに沿うように射出する。

10

## 【 0 0 2 6 】

光源装置110は、図1に示すように、発光管10と、リフレクター20とを備える。光源装置110は、発光部13（後述）からの光を照明光軸100axを中心軸とする集束光を被照明領域側に射出する。

## 【 0 0 2 7 】

発光管10は、発光部13を内包する管球部12、管球部12の両側に伸びる一对の封止部14、16、照明光軸100axに沿って配置された一对の電極、一对の封止部14、16内にそれぞれ封止された一对の金属箔及び一对の金属箔にそれぞれ電氣的に接続された一对のリード線を有する。発光管10としては、高輝度発光する種々の発光管を採用でき、例えば、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、超高圧水銀ランプ等を採用できる。発光部13は、後述する反射面24の第1焦点近傍に位置している。発光部13は、赤色光、緑色光及び青色光を含む光を射出する。

20

## 【 0 0 2 8 】

発光管10の構成要素の条件等を例示的に示すと、管球部12及び封止部14、16は、例えば石英ガラスからなり、管球部12内には、水銀、希ガス及び少量のハロゲンが封入されている。電極は、例えばタングステン電極であり、金属箔は、例えばモリブデン箔である。リード線は、例えばモリブデン又はタングステンから構成されている。

30

## 【 0 0 2 9 】

リフレクター20は、一对の封止部14、16のうち一方の封止部である第1封止部14に配設され、発光部13から射出される光を被照明領域に向けて反射する。リフレクター20は、発光管10の第1封止部14を挿通・固定するための開口部22と、光を被照明領域側へ向けて反射する反射面24とを有する。反射面24は楕円面であり、第1焦点近傍に位置している発光部13から射出される光を被照明領域側の第2焦点近傍に集まる集束光として反射する。リフレクター20は、開口部22に充填されたセメントなどの無機系接着剤によって第1封止部14に配設されている。

## 【 0 0 3 0 】

反射面24を構成する基材の材料としては、例えば、結晶化ガラスやアルミナ（ $Al_2O_3$ ）などを好適に用いることができる。反射面24の内面には、例えば、酸化チタン（ $TiO_2$ ）と酸化シリコン（ $SiO_2$ ）との誘電体多層膜からなる可視光反射層が形成されている。

40

## 【 0 0 3 1 】

凹レンズ90は、光源装置110からの集束光を略平行光として射出する。凹レンズ90は、図1に示すように、リフレクター20の被照明領域側に配置されている。そして、リフレクター20からの光を第1レンズアレイ120に向けて射出するように構成されている。

## 【 0 0 3 2 】

第1レンズアレイ120、第2レンズアレイ130及び重畳レンズ150は、光変調装

50

置に入射する光の面内光強度分布を均一化する光均一化光学系を構成する。

【0033】

第1レンズアレイ120は、図1及び図2に示すように、凹レンズ90からの光を複数の部分光束に分割するための複数の複数の第1小レンズ122を有する。第1レンズアレイ120は、光源装置110からの光を複数の部分光束に分割する光束分割光学素子としての機能を有し、複数の第1小レンズ122が照明光軸100axと直交する面内に8行6列の行列状に配列された構成を有する。詳しい説明は省略するが、第1小レンズ122の外形形状(横:縦(x軸方向:y軸方向))=4:3の長方形は、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bの画像形成領域の外形形状に関して略相似形である。第1小レンズ122の曲率半径は、各第1小レンズ122(a-1~f-8)ごとに設定されている。第1小レンズ122は、曲面が球面の平凸レンズからなる。

10

各第1小レンズ122の曲率半径は、例えば、シミュレーションを行って「発光部13の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能な各第1小レンズ122の曲率半径を割り出し、その結果に基づいて設定することができる。

【0034】

第2レンズアレイ130は、第1レンズアレイ120における複数の第1小レンズ122に対応する複数の第2小レンズ132を有する。第2レンズアレイ130は、重畳レンズ150とともに、各第1小レンズ122の像を液晶光変調装置400R, 400G, 400Bの画像形成領域近傍に結像させる機能を有する。第2レンズアレイ130は、複数の第2小レンズ132が照明光軸100axに直交する面内に8行6列の行列状に配列された構成を有する。

20

【0035】

偏光変換素子140は、第1レンズアレイ120により分割された各部分光束を、偏光方向の揃った略1種類の直線偏光からなる光として射出する偏光変換素子である。

偏光変換素子140は、光源装置110からの光に含まれる偏光成分のうち一方の直線偏光成分をそのまま透過し、他方の直線偏光成分を照明光軸100axに垂直な方向に反射する偏光分離層と、偏光分離層で反射された他方の直線偏光成分を照明光軸100axに平行な方向に反射する反射層と、反射層で反射された他方の直線偏光成分を一方の直線偏光成分に変換する位相差板とを有している。

30

【0036】

重畳レンズ150は、偏光変換素子140からの各部分光束(もとは第2レンズアレイ130からの光)を集光して液晶光変調装置400R, 400G, 400Bの画像形成領域近傍に重畳させるための光学素子である。重畳レンズ150は、重畳レンズ150の光軸と照明光軸100axとが略一致するように配置されている。なお、重畳レンズは、複数のレンズを組み合わせた複合レンズで構成されていてもよい。

【0037】

色分離導光光学系200は、ダイクロイックミラー210, 220、反射ミラー230, 240, 250及びリレーレンズ260, 270を備える。色分離導光光学系200は、照明装置100からの光を赤色光、緑色光及び青色光に分離するとともに、赤色光、緑色光及び青色光をそれぞれ照明対象となる液晶光変調装置400R, 400G, 400Bに導光する導光光学系としての機能を有する。

40

色分離導光光学系200と、液晶光変調装置400R, 400G, 400Bとの間には、集光レンズ300R, 300G, 300Bが配置されている。

【0038】

ダイクロイックミラー210, 220は、基板上に、所定の波長領域の光を反射して、他の波長領域の光を透過させる波長選択透過膜が形成されている。

ダイクロイックミラー210は、青色光成分を反射して、赤色光及び緑色光成分を透過させる。

ダイクロイックミラー220は、緑色光成分を反射して、赤色光成分を透過させる。

50

## 【 0 0 3 9 】

ダイクロイックミラー 2 1 0 で反射された青色光は、反射ミラー 2 3 0 でさらに反射され、集光レンズ 3 0 0 B を透過して青色光用の液晶光変調装置 4 0 0 B の画像形成領域に入射する。

ダイクロイックミラー 2 1 0 を赤色光とともに透過した緑色光は、ダイクロイックミラー 2 2 0 で反射され、集光レンズ 3 0 0 G を透過して緑色光用の液晶光変調装置 4 0 0 G の画像形成領域に入射する。

ダイクロイックミラー 2 2 0 を透過した赤色光は、リレーレンズ 2 6 0、入射側の反射ミラー 2 4 0、リレーレンズ 2 7 0、射出側の反射ミラー 2 5 0、集光レンズ 3 0 0 R を経て赤色光用の液晶光変調装置 4 0 0 R の画像形成領域に入射する。リレーレンズ 2 6 0、2 7 0 及び反射ミラー 2 4 0、2 5 0 は、ダイクロイックミラー 2 2 0 を透過した赤色光成分を液晶光変調装置 4 0 0 R まで導く機能を有する。

10

## 【 0 0 4 0 】

プロジェクター 1 0 0 0 は、赤色光の光路が長く、赤色光がリレーレンズ 2 6 0、2 7 0 を経て液晶光変調装置 4 0 0 R に入射するため、赤色光の面内光強度分布を他の色光（緑色光及び青色光）の面内光強度分布とは上下（y 軸方向）左右（x 軸方向）に反転した状態でスクリーン S C R に投写することとなる。

## 【 0 0 4 1 】

なお、赤色光の光路にこのようなリレーレンズ 2 6 0、2 7 0 が設けられているのは、赤色光の光路の長さが他の色光の光路の長さよりも長いこと、光の発散等による光利用率の低下を防止するためである。実施形態に係るプロジェクター 1 0 0 0 においては、赤色光の光路の長さが長いのでこのような構成をとったが、例えば、青色光の光路の長さを長くして、リレーレンズ及び反射ミラーを青色光の光路に用いる構成も考えられる。

20

## 【 0 0 4 2 】

液晶光変調装置 4 0 0 R、4 0 0 G、4 0 0 B は、照明装置 1 0 0 からの光を画像情報に応じて変調する光変調装置であり、入射された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る。なお、図示を省略したが、集光レンズ 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B と液晶光変調装置 4 0 0 R、4 0 0 G、4 0 0 B との間には、それぞれ入射側偏光板が介在配置され、液晶光変調装置 4 0 0 R、4 0 0 G、4 0 0 B とクロスダイクロイックプリズム 5 0 0 との間には、それぞれ射出側偏光板が介在配置されている。これら入射側偏光板、各液晶光変調装置及び射出側偏光板によって、入射された各色光の光変調が行われる。

30

各液晶光変調装置は、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透過型の液晶光変調装置であり、例えば、ポリシリコン T F T 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。各液晶光変調装置における画像形成領域の外形状は、横：縦：（x 軸方向：y 軸方向）= 4：3 の長方形形状からなる。

## 【 0 0 4 3 】

クロスダイクロイックプリズム 5 0 0 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 5 0 0 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。

40

## 【 0 0 4 4 】

クロスダイクロイックプリズム 5 0 0 から射出されたカラー画像は、投写光学系 6 0 0 によって投写され、投写対象であるスクリーン S C R 上で画像を形成する。

## 【 0 0 4 5 】

50

次に、実施形態に係るプロジェクター 1000 の効果を説明する。

【0046】

実施形態に係るプロジェクター 1000 によれば、従来のプロジェクターと同様に、複数の第 1 小レンズ 122 を有する第 1 レンズアレイ 120、複数の第 1 小レンズ 122 に対応する複数の第 2 小レンズ 132 を有する第 2 レンズアレイ 130 及び第 2 レンズアレイ 130 からの光を重畳させる重畳レンズ 150 を備えるため、光源装置 110 からの光の面内光強度分布を均一化した上で当該光を各液晶光変調装置に入射させることが可能となり、その結果、明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

【0047】

また、実施形態に係るプロジェクター 1000 によれば、第 1 小レンズ 122 の曲率半径は、各第 1 小レンズ 122 ごとに設定されているため、第 1 小レンズ 122 の曲率半径を、各第 1 小レンズ 122 ごとに設定することにより「発光部 13 の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能となり、その結果、従来よりも一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

10

【0048】

また、実施形態に係るプロジェクター 1000 によれば、発光部 13 は、赤色光、緑色光及び青色光を含む光を射出し、光変調装置として、赤色光、緑色光及び青色光をそれぞれ変調する 3 つの光変調装置（液晶光変調装置 400R、400G、400B）を備え、赤色光、緑色光及び青色光を 3 つの光変調装置に導光する導光光学系（色分離導光光学系 200）をさらに備え、赤色光の面内光強度分布を他の色光の面内光強度分布とは反転した状態で投写対象（スクリーン SCR）に投写するため、色光ごとに発生する明るさむらを軽減し、その結果、色むらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

20

【0049】

また、実施形態に係るプロジェクター 1000 によれば、発光管 10 を備えるプロジェクター 1000 であっても、経年劣化等の影響を軽減して一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となる。

【0050】

また、実施形態に係るプロジェクター 1000 によれば、第 1 小レンズ 122 は、曲面が球面の平凸レンズからなるため、他形状の第 1 小レンズ（例えば、両凸レンズからなる第 1 小レンズや曲面が非球面の平凸レンズからなる第 1 小レンズ）を用いるプロジェクターよりも第 1 レンズアレイ 120 の設計を容易なものとすることが可能となる。

30

【0051】

[試験例]

図 3 は、左右照度比を説明するために示す図である。

図 4 は、試験例に係るプロジェクター 1000 a における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフである。

図 5 は、試験例に係るプロジェクター 1000 b、1000 c、1000 d における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフである。

図 6 は、試験例に係るプロジェクター 1000 e、1000 f、1000 g における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すグラフである。

40

【0052】

試験例として、本発明により定義されるプロジェクター 1000 a と、従来のプロジェクターと同様の構成を有するプロジェクター 1000 b、1000 c、1000 d、1000 e、1000 f、1000 g について、発光部の左右方向（x 軸方向）の位置ずれによる明るさむらの変化を、特に左右照度比から評価するシミュレーションを行った。

【0053】

試験例における「左右照度比」とは、図 3 に示すように、ある単色光（当該試験例では緑色光又は青色光に相当）を、液晶光変調装置で変調せずに投写した投写画像 L において、投写画像 L の左 3 分の 1 の領域を L1 とし、投写画像 L の右 3 分の 1 の領域を L2 としたとき、L1 の平均の明るさ（平均照度）を L2 の平均照度で割った値である。プロジェ

50

クター 1000a ~ 1000g は、発光部の位置ずれがないとき（位置ずれが 0 mm のとき）において L1 の平均照度と L2 の平均照度とが等しくなるように設定されている。

【0054】

図4 ~ 図6 の各グラフにおいては、縦軸には、発光部の位置ずれがないときの左右照度比を基準（100%）としたときの左右照度比を表示し、横軸には、左右方向への発光点の位置ずれを mm 単位で表示している。なお、現実的には発光点の位置ずれは -0.3 mm ~ 0.3 mm の間に収まることが多い。

【0055】

プロジェクター 1000a ~ 1000g（図示せず。）は、第1小レンズの曲率半径以外は実施形態1に係るプロジェクター 1000 と基本的には同様の構成を有するものとして当該シミュレーションを行った。以下、各プロジェクターについて説明する。

【0056】

プロジェクター 1000a は、複数の第1小レンズ 122a（図示せず。）を有する第1レンズアレイ 120a（図示せず。）を備える。第1小レンズ 122a の曲率半径は、各第1小レンズ 122a ごとに設定されており、具体的には以下のように設定されている（小レンズ番号については図2参照。）。

a - 1, b - 1, c - 1, d - 1, e - 1, f - 1, a - 8, b - 8, c - 8, d - 8, e - 8, f - 8 ... 7.8 mm

a - 2, b - 2, c - 2, d - 2, e - 2, f - 2, a - 7, b - 7, c - 7, d - 7, e - 7, f - 7 ... 8.0 mm

a - 3, b - 3, c - 3, d - 3, e - 3, f - 3, a - 6, b - 6, c - 6, d - 6, e - 6, f - 6 ... 8.3 mm

a - 4, b - 4, c - 4, d - 4, e - 4, f - 4, a - 5, b - 5, c - 5, d - 5, e - 5, f - 5 ... 7.7 mm

図4において符号Aで示す曲線は、プロジェクター 1000a における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

【0057】

一方、プロジェクター 1000b ~ 1000g は、第1小レンズの曲率半径が全ての第1小レンズで同じになるように設定されている。

プロジェクター 1000b における第1小レンズ 122b（図示せず。）の曲率半径は 7.8 mm である。図5において符号Bで示す曲線は、プロジェクター 1000b における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

プロジェクター 1000c における第1小レンズ 122c（図示せず。）の曲率半径は 7.9 mm である。図5において符号Cで示す曲線は、プロジェクター 1000c における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

プロジェクター 1000d における第1小レンズ 122d（図示せず。）の曲率半径は 8.0 mm である。図5において符号Dで示す曲線は、プロジェクター 1000d における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

【0058】

プロジェクター 1000e における第1小レンズ 122e（図示せず。）の曲率半径は 8.1 mm である。図6において符号Eで示す曲線は、プロジェクター 1000e における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

プロジェクター 1000f における第1小レンズ 122f（図示せず。）の曲率半径は 8.2 mm である。図6において符号Fで示す曲線は、プロジェクター 1000f における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

プロジェクター 1000g における第1小レンズ 122g（図示せず。）の曲率半径は 8.3 mm である。図6において符号Gで示す曲線は、プロジェクター 1000g における、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化を示すものである。

【0059】

シミュレーションの結果として、図4 ~ 図6 に示すように、本発明により定義されるブ

10

20

30

40

50

プロジェクター 1000a は、従来のプロジェクターと同様の構成を有するプロジェクター 1000b ~ 1000g と比較して、発光部の位置ずれによる左右照度比の変化が小さいことがわかった。以上のことより、本発明のプロジェクターによれば、第 1 小レンズの曲率半径を、各第 1 小レンズごとに設定することにより「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能となり、その結果、従来よりも一層明るさむらの少ない投写画像を投写することが可能となることが確認できた。

なお、本試験例においては、発光部の左右方向（x 軸方向）の位置ずれについて記載したが、発光部の上下方向（y 軸方向）の位置ずれについても同様のことをいうことができる。

#### 【0060】

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。

#### 【0061】

(1) 上記実施形態において記載した各構成要素の寸法、個数、材質及び形状は例示であり、本発明の効果を損なわない範囲において変更することが可能である。

#### 【0062】

(2) 上記実施形態においては、曲面が球面の平凸レンズからなる第 1 小レンズ 122 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、平凸レンズからなり、当該平凸レンズの曲面は、行方向（x 軸方向）の曲率半径と、列方向（y 軸方向）の曲率半径とが別々に設定された曲面からなる第 1 小レンズを用いてもよい。このような構成とすることにより、行方向及び列方向の両方の方向について曲率半径を設定することで「発光部の位置ずれによる、光変調装置に照射される光の面内光強度むら」を低減することが可能となり、その結果、より一層明るさむらの少ない投写画像を投射することが可能となる。

#### 【0063】

(3) 上記実施形態においては、光変調装置として、赤色光、緑色光及び青色光をそれぞれ変調する液晶光変調装置 400R, 400G, 400B を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。他の色光（黄色光等）を変調する液晶光変調装置を用いてもよい。

#### 【0064】

(4) 上記実施形態においては、発光部から射出される光のうち、リフレクターには直接入射しない光の一部又は全部を反射する副鏡をさらに備える光源装置を用いてもよい。

#### 【0065】

(5) 上記実施形態においては、反射面が楕円面からなるリフレクターを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、反射面が放物面からなるリフレクターを用いてもよい。この場合、リフレクターから平行光を射出することが可能であるため、実施形態における凹レンズ 90 に該当する光学要素は備えなくてもよい。

#### 【0066】

(6) 上記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、透過型の液晶光変調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、反射型の液晶光変調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。

#### 【0067】

(7) 上記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

10

20

30

40

50

ーデバイス) (T I 社の商標) を用いることができる。

【0068】

(8) 上記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。

【0069】

(9) 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】

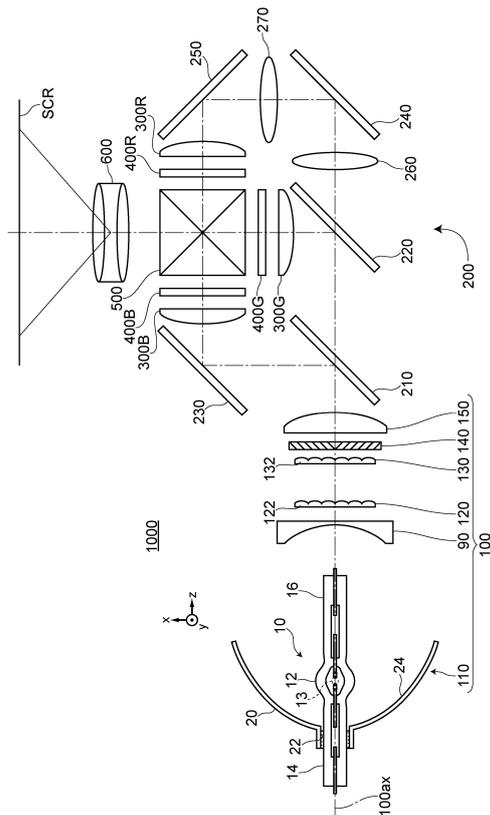
【0070】

10 ... 発光管、12 ... 管球部、13 ... 発光部、14 ... 第1封止部、16 ... 第2封止部、20 ... リフレクター、22 ... 開口部、24 ... 反射面、90 ... 凹レンズ、100 ... 照明装置、100ax ... 照明光軸、110 ... 光源装置、120 ... 第1レンズアレイ、122 ... 第1小レンズ、130 ... 第2レンズアレイ、132 ... 第2小レンズ、140 ... 偏光変換素子、150 ... 重畳レンズ、200 ... 色分離導光光学系、210, 220 ... ダイクロイックミラー、230, 240, 250 ... 反射ミラー、260, 270 ... リレーレンズ、300R, 300G, 300B ... 集光レンズ、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 ... プロジェクター、SCR ... スクリーン

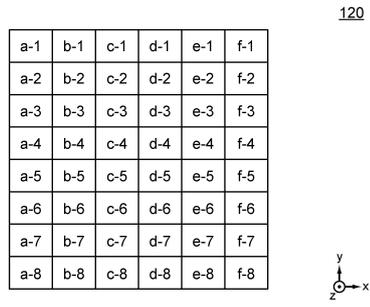
10

20

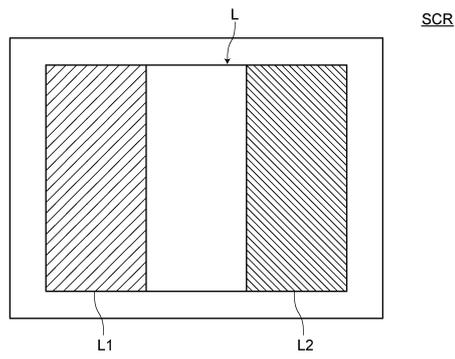
【図1】



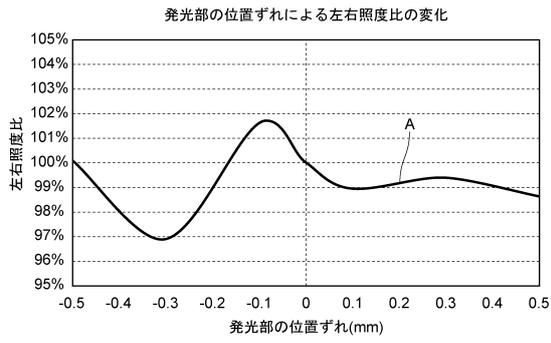
【図2】



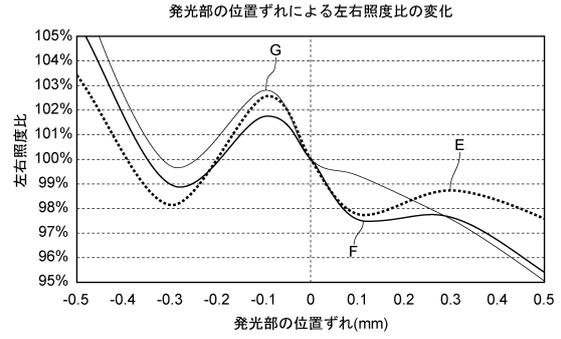
【図3】



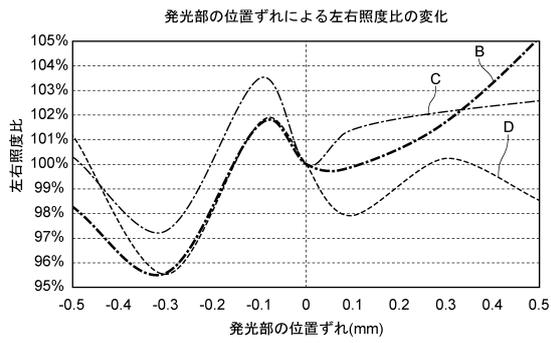
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-003744(JP,A)  
特開2008-170761(JP,A)  
特開2000-321573(JP,A)  
特開2011-008060(JP,A)  
特開2003-043581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10  
21/12 - 21/13  
21/134 - 21/30  
33/00 - 33/16  
H04N 5/66 - 5/74