

(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2021-33072
(P2021-33072A)

(43) 公開日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 A	2H088
G02F 1/13 (2006.01)	G03B 21/00 E	2H199
G02F 1/13357 (2006.01)	G02F 1/13 505	2H391
G02B 27/28 (2006.01)	G02F 1/13357	2K203
H04N 5/74 (2006.01)	G02B 27/28 Z	5C058

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-153542 (P2019-153542)
(22) 出願日 令和1年8月26日 (2019.8.26)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(74) 代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
(74) 代理人 100216253
弁理士 松岡 宏紀
(72) 発明者 坂田 秀文
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 秋山 光一
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

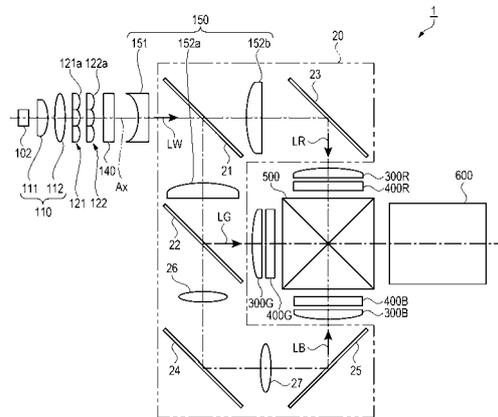
(54) 【発明の名称】 プロジェクター

(57) 【要約】

【課題】重畳レンズのバックフォーカスを短縮した、小型化が容易なプロジェクターを提供すること。

【解決手段】プロジェクター1は、光源102と、光源102から出射された照明光LWを平行化するコリメーター光学系110と、コリメーター光学系110から出射された照明光LWを均一化する一対のマルチレンズアレイ121, 122と、一対のマルチレンズアレイ121, 122から出射された照明光LWが入射され、負のパワーを有する凹レンズ151と、凹レンズ151から出射された光が入射され、正のパワーを有する凸レンズ152aと、凸レンズ152aから出射された光を画像情報に応じて変調して画像光を形成する液晶装置400Bと、画像光を投射する投射光学装置600と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】	
【請求項 1】	
光源と、	
前記光源から出射された光を平行化する第 1 光学系と、	
前記第 1 光学系から出射された光を均一化する第 2 光学系と、	
前記第 2 光学系から出射された光が入射され、負のパワーを有する第 1 光学素子と、	
前記第 1 光学素子から出射された光が入射され、正のパワーを有する第 2 光学素子と、	
前記第 2 光学素子から出射された光を画像情報に応じて変調して画像光を形成する光変調装置と、	
前記画像光を投射する投射光学装置と、	10
を備えるプロジェクター。	
【請求項 2】	
前記光源は、発光素子を有する、請求項 1 に記載のプロジェクター。	
【請求項 3】	
前記光源は、蛍光体を有する、請求項 2 に記載のプロジェクター。	
【請求項 4】	
前記第 1 光学素子は、凹面を有し、	
前記凹面は、非球面である、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプロジェクター。	
【請求項 5】	20
前記第 2 光学素子は、凸面を有し、	
前記凸面は、非球面である、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のプロジェクター。	
【請求項 6】	
前記第 2 光学素子は、凹面ミラーであり、	
前記第 1 光学素子と前記第 2 光学素子との間には、偏光変換素子および 1 / 4 位相差板が設けられる、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のプロジェクター。	
【請求項 7】	
前記凹面ミラーの凹面は、非球面である、請求項 6 に記載のプロジェクター。	
【発明の詳細な説明】	30
【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、光源から出射される光に対して、コリメーター光学系、マルチレンズアレイ、重畳レンズ、および液晶装置などが配置されたプロジェクターが知られていた。例えば、特許文献 1 には、コリメーター光学系として、凹レンズと凸レンズとから成るコンデンサレンズ、所謂レトロフォーカス型の光学系を用いた投射形表示装置が開示されている。	
【先行技術文献】	40
【特許文献】	
【0003】	
【特許文献 1】特開 2000 - 221585 号公報	
【発明の概要】	
【発明が解決しようとする課題】	
【0004】	
しかしながら、特許文献 1 に記載の投射形表示装置では、装置を小型化することが難しいという課題があった。詳しくは、装置を小型化するには、マルチレンズアレイであるフライアイレンズ側のレンズ、すなわち重畳レンズの焦点距離を短縮することが望ましい。これに対して、単純に重畳レンズの焦点距離を短縮すると、重畳レンズから出射される光	50

が大きな入射角度で絞られるため、透過表示素子側のフィールドレンズの曲率を小さくする必要があり、そのため、収差の拡大や、透過表示素子におけるコントラストの低下を招く場合があった。すなわち、重畳レンズの焦点距離を短縮することが難しかった。

【0005】

また、光源からフライアイレンズまでを小型化すると光源のサイズも小さくなり、光源の明るさを確保しにくくなる。光源のサイズを維持しつつ光源からフライアイレンズまでを小型化するには、重畳レンズの焦点距離を併せて短縮する必要がある。すなわち、重畳レンズの焦点距離を短縮すると共に、重畳レンズのバックフォーカスを短縮した、小型化が容易なプロジェクターが求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

プロジェクターは、光源と、光源から出射された光を平行化する第1光学系と、第1光学系から出射された光を均一化する第2光学系と、第2光学系から出射された光が入射され、負のパワーを有する第1光学素子と、第1光学素子から出射された光が入射され、正のパワーを有する第2光学素子と、第2光学素子から出射された光を画像情報に応じて変調して画像光を形成する光変調装置と、画像光を投射する投射光学装置と、を備える。

【0007】

上記のプロジェクターにおいて、光源は、発光素子を有することが好ましい。

【0008】

上記のプロジェクターにおいて、光源は、蛍光体を有することが好ましい。

【0009】

上記のプロジェクターにおいて、第1光学素子は、凹面を有し、凹面は、非球面であることが好ましい。

【0010】

上記のプロジェクターにおいて、第2光学素子は、凸面を有し、凸面は、非球面であることが好ましい。

【0011】

上記のプロジェクターにおいて、第2光学素子は、凹面ミラーであり、第1光学素子と第2光学素子との間には、偏光変換素子および1/4位相差板が設けられることが好ましい。

【0012】

上記のプロジェクターにおいて、凹面ミラーの凹面は、非球面であることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態に係るプロジェクターの構成を示す概略図。

【図2】光源の構成を示す概略図。

【図3】重畳レンズを含む、光源から液晶装置までの構成を示す模式図。

【図4】従来の重畳レンズを含む、光源から液晶装置までの構成を示す模式図。

【図5】第2実施形態に係るプロジェクターの構成を示す概略図。

【図6】比較例としての液晶装置における入射角特性を示す図。

【図7】実施例としての液晶装置における入射角特性を示す図。

【図8】比較例としての液晶装置における照度分布を示す図。

【図9】実施例としての液晶装置における照度分布を示す図。

【図10】第3実施形態に係るプロジェクターの構成を示す概略図。

【図11】第4実施形態に係るプロジェクターの構成を示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

1. 第1実施形態

1.1. プロジェクターの構成

本実施形態では、光変調装置である液晶装置を3個備えたプロジェクターを例示する。

10

20

30

40

50

本実施形態に係るプロジェクター 1 は、光源から出射された光を変調して画像情報に応じた画像を形成し、形成された各色の画像をスクリーンなどの被投射面上に拡大投射する投射型の画像表示装置である。

【0015】

第 1 実施形態に係るプロジェクター 1 の光学系の構成について、図 1 を参照して説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係るプロジェクター 1 の構成を示す概略図である。

【0016】

図 1 に示すように、プロジェクター 1 は、光源 102、第 1 光学系としてのコリメーター光学系 110、第 2 光学系としての一对のマルチレンズアレイ 121, 122、偏光変換素子 140、第 1 光学素子としての凹レンズ 151、第 2 光学素子としての凸レンズ 152a, 152b、色分離導光光学系 20、光変調装置としての 3 個の液晶装置 400B, 400G, 400R、色合成素子 500、および投射光学装置 600 を備えている。なお、図示を省略するが、プロジェクター 1 は、プロジェクター 1 の動作を制御する制御装置、プロジェクター 1 の電子部品に電力を供給する電源装置、および光源などを冷却する冷却装置を備えている。

10

【0017】

プロジェクター 1 には、コリメーター光学系 110 および一对のマルチレンズアレイ 121, 122 の光軸である照明光軸 Ax が設定されている。プロジェクター 1 では、コリメーター光学系 110 から投射光学装置 600 までが、照明光軸 Ax に対応する所定位置に配置される。

20

【0018】

光源 102 は、白色の照明光 LW をコリメーター光学系 110 に向け出射する。光源 102 は、図示しない、発光素子および蛍光体を有している。光源 102 の詳細は後述する。

【0019】

コリメーター光学系 110 は、光源 102 から出射された照明光 LW を平行化し、一对のマルチレンズアレイ 121, 122 に向け出射する。コリメーター光学系 110 は、光源 102 からの照明光 LW の広がりを抑える第 1 レンズ 111 と、第 1 レンズ 111 からの照明光 LW を略平行化する第 2 レンズ 112 とを備えている。

30

【0020】

一对のマルチレンズアレイ 121, 122 は、後述する重畳レンズ 150 と共に、コリメーター光学系 110 から出射された照明光 LW を均一化する。マルチレンズアレイ 121 は、複数の小レンズ 121a を有している。複数の小レンズ 121a は、コリメーター光学系 110 から入射された照明光 LW を、複数の部分光束に分割してマルチレンズアレイ 122 に向け出射する。複数の小レンズ 121a は、照明光軸 Ax と直交する面内に、複数行および複数列のマトリクス状に配置される。図示を省略するが、小レンズ 121a の外形形状は、液晶装置 400B, 400G, 400R の画像形成領域の外形形状に対して略相似形である。

【0021】

マルチレンズアレイ 122 は、マルチレンズアレイ 121 の複数の小レンズ 121a に対応する、複数の小レンズ 122a を有している。マルチレンズアレイ 122 は、凹レンズ 151 および凸レンズ 152a, 152b と共に、マルチレンズアレイ 121 における複数の小レンズ 121a の面を、液晶装置 400B, 400G, 400R の画像形成領域の近傍に結像させる。複数の小レンズ 122a は、照明光軸 Ax と直交する面内に、複数行および複数列のマトリクス状に配置される。一对のマルチレンズアレイ 121, 122 から出射された照明光 LW は、偏光変換素子 140 に入射する。

40

【0022】

偏光変換素子 140 は、マルチレンズアレイ 121 によって分割された照明光 LW の各部分光束を、偏光方向が揃った直線偏光に変換して凹レンズ 151 に向け出射する。偏光変換素子 140 は、図示を省略するが、偏光分離層、反射層、および位相差板を有してい

50

る。偏光分離層は、照明光 L W 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させ、他方の直線偏光成分を照明光軸 A x に垂直な方向に反射させる。反射層は、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 A x に平行な方向に反射する。位相差板は、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。

【 0 0 2 3 】

プロジェクター 1 では、凹レンズ 1 5 1 と凸レンズ 1 5 2 a , 1 5 2 b とによって、レトロフォーカス型の重畳レンズ 1 5 0 が形成されている。重畳レンズ 1 5 0 は、偏光変換素子 1 4 0 から出射された照明光 L W の各部分光束を集光して、液晶装置 4 0 0 B , 4 0 0 G , 4 0 0 R の画像形成領域の近傍に重畳させる。重畳レンズ 1 5 0 は、重畳レンズ 1 5 0 の光軸と照明光軸 A x とが略一致するように配置されている。重畳レンズ 1 5 0 のうち、凹レンズ 1 5 1 と凸レンズ 1 5 2 a , 1 5 2 b との間には、色分離導光光学系 2 0 の後述するダイクロミックミラー 2 1 が配置されている。そのため、凹レンズ 1 5 1 を透過された照明光 L W の各部分光束は、ダイクロミックミラー 2 1 へ向け出射される。重畳レンズ 1 5 0 の詳細は後述する。

10

【 0 0 2 4 】

色分離導光光学系 2 0 は、ダイクロミックミラー 2 1 , 2 2 、反射ミラー 2 3 , 2 4 , 2 5 、およびリレーレンズ 2 6 , 2 7 を有している。色分離導光光学系 2 0 は、光源 1 0 2 から出射された照明光 L W を、赤色光 L R と緑色光 L G と青色光 L B とに分離して、各色光に対応する液晶装置 4 0 0 R , 4 0 0 G , 4 0 0 B に導く。

20

【 0 0 2 5 】

ダイクロミックミラー 2 1 は、照明光 L W の各部分光束のうち、赤色光成分を透過させ、緑色光成分および青色光成分を反射させる。そして、赤色光成分、すなわち赤色光 L R は、重畳レンズ 1 5 0 の凸レンズ 1 5 2 b に入射されて反射ミラー 2 3 へ向け出射される。緑色光成分および青色光成分は、重畳レンズ 1 5 0 の凸レンズ 1 5 2 a に入射されてダイクロミックミラー 2 2 に向け出射される。すなわち、凹レンズ 1 5 1 と凸レンズ 1 5 2 b とは、赤色光成分用の重畳レンズ 1 5 0 を構成している。凹レンズ 1 5 1 と凸レンズ 1 5 2 a とは、緑色光成分および青色光成分用の重畳レンズ 1 5 0 を構成している。

【 0 0 2 6 】

凸レンズ 1 5 2 b から出射された赤色光 L R は、反射ミラー 2 3 で反射されてフィールドレンズ 3 0 0 R に向け出射される。赤色光 L R とは、特に限定されないが、例えば概ね 5 9 0 n m から 7 0 0 n m の波長帯域に属する光である。

30

【 0 0 2 7 】

ダイクロミックミラー 2 2 は、緑色光成分、すなわち緑色光 L G を反射させ、青色光成分、すなわち青色光 L B を透過させる。緑色光 L G とは、特に限定されないが、例えば概ね 5 0 0 n m から 5 9 0 n m の波長帯域に属する光である。青色光 L B とは、特に限定されないが、例えば概ね 4 0 0 n m から 5 0 0 n m の波長帯域に属する光である。

【 0 0 2 8 】

ダイクロミックミラー 2 2 で反射された緑色光 L G は、フィールドレンズ 3 0 0 G に向け出射される。ダイクロミックミラー 2 2 を透過された青色光 L B は、リレーレンズ 2 6 を経て反射ミラー 2 4 に反射され、リレーレンズ 2 7 を経て反射ミラー 2 5 に反射されて、フィールドレンズ 3 0 0 B に向け出射される。青色光 L B は、赤色光 L R や緑色光 L G と比べて光路が長いため、光束が広がりやすい。そのため、リレーレンズ 2 6 , 2 7 を用いて光束の拡大を抑え、赤色光 L R や緑色光 L G と同じ照明分布となるようにしている。

40

【 0 0 2 9 】

フィールドレンズ 3 0 0 R は、色分離導光光学系 2 0 と液晶装置 4 0 0 R との間に配置され、液晶装置 4 0 0 R に入射される赤色光 L R を略平行化する。フィールドレンズ 3 0 0 G は、色分離導光光学系 2 0 と液晶装置 4 0 0 G との間に配置され、液晶装置 4 0 0 G に入射される緑色光 L G を略平行化する。フィールドレンズ 3 0 0 B は、色分離導光光学系 2 0 と液晶装置 4 0 0 B との間に配置され、液晶装置 4 0 0 B に入射する青色光 L B の

50

主光線を略平行化してテレセントリックにする。

【0030】

液晶装置400R, 400G, 400Bのそれぞれは、入射された各色光を画像情報に応じて変調して画像光を形成する。各色の画像光は、色合成素子500に向けて出射される。液晶装置400R, 400G, 400Bには、それぞれ透過型の液晶パネルが採用されている。図示を省略するが、液晶装置400R, 400G, 400Bのそれぞれには、光入射側に入射側偏光板が、光出射側に出射側偏光板が配置されて、透過型の液晶ライトバルブが形成されている。なお、光変調装置は、透過型の液晶パネルに限定されず、反射型の液晶パネルやDMD(Digital Micromirror Device)などであってもよい。また、光変調装置の数は3個に限定されない。

10

【0031】

色合成素子500は、液晶装置400R, 400G, 400Bから出射された各色の画像光を合成し、カラーの画像光を形成して投射光学装置600に向け出射する。色合成素子500は、4個の直角プリズムを貼り合わせた、平面視で略正方形のクロスダイクロイックプリズムで構成されている。4個の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。本実施形態では、色合成素子500としてクロスダイクロイックプリズムを用いているが、これに限定されない。色合成素子500は、例えば、複数のダイクロイックミラーを含む構成であってもよい。

【0032】

色合成素子500から出射されたカラーの画像光は、投射光学装置600によって拡大投射され、図示しないスクリーンなどの被投射面上にカラー画像が形成される。投射光学装置600は、例えば、筒状の鏡筒内に複数のレンズが収納された組レンズを含む。

20

【0033】

1.2. 光源の構成

本実施形態の光源102の構成について、図2を参照して説明する。図2は、光源の構成を示す概略図である。

【0034】

図2に示すように、光源102は、光源用筐体CAと、光源用筐体CA内にそれぞれ収容される光源部41、アフォーカル光学素子42、ホモジナイザー光学素子43、偏光分離素子44、第1集光素子45、波長変換素子46、第1位相差素子47、第2集光素子48、拡散反射装置49、および第2位相差素子RPを備えている。光源用筐体CAは、塵埃などが内部に侵入しにくい密閉筐体である。

30

【0035】

光源部41、アフォーカル光学素子42、ホモジナイザー光学素子43および偏光分離素子44と、第1位相差素子47、第2集光素子48および拡散反射装置49とは、光源102に設定された照明光軸Ax1上に配置されている。波長変換素子46、第1集光素子45、偏光分離素子44および第2位相差素子RPは、照明光軸Ax1に直交すると共に、光源102に設定された照明光軸Ax2上に配置されている。なお、光源102に設定される照明光軸Ax2と、プロジェクター1に設定される照明光軸Axとは、一致することに限定されない。

40

【0036】

光源部41は、光を出射する発光素子としての、複数の第1半導体レーザー412および複数の第2半導体レーザー413、支持部材414、およびコリメーターレンズ415を備えている。第1半導体レーザー412は、励起光であるs偏光の青色光L1sを出射する。青色光L1sは、例えば、ピーク波長が440nmのレーザー光である。第1半導体レーザー412から出射された青色光L1sは、波長変換素子46に入射される。第2半導体レーザー413は、p偏光の青色光L2pを出射する。青色光L2pは、例えば、ピーク波長が460nmのレーザー光である。第2半導体レーザー413から出射された青色光L2pは、拡散反射装置49に入射される。

【0037】

50

光源 102 は、発光素子を有するため、放電型の光源と比べて、光源 102 が点灯までに要する時間が短縮され、プロジェクター 1 が画像などを投射するまでの待ち時間を短縮することができる。

【0038】

支持部材 414 は、照明光軸 A x 1 と直交する平面にそれぞれアレイ状に配置された複数の第 1 半導体レーザー 412 および複数の第 2 半導体レーザー 413 を支持する。支持部材 414 は、熱伝導性を有する金属製部材である。支持部材 414 は、複数の第 1 半導体レーザー 412 および複数の第 2 半導体レーザー 413 を冷却するために、図示しない冷却装置に接続されていてもよい。

【0039】

第 1 半導体レーザー 412 から出射された青色光 L1s、および第 2 半導体レーザー 413 から出射された青色光 L2p は、コリメーターレンズ 415 によって平行光束に変換され、アフォーカル光学素子 42 に入射される。なお、本実施形態では、複数の第 1 半導体レーザー 412 および複数の第 2 半導体レーザー 413 は、s 偏光の青色光 L1s と、p 偏光の青色光 L2p とを出射する構成であるが、これに限定されず、偏光方向が同じ直線偏光光である青色光を出射する構成であってもよい。この場合、入射された 1 種類の直線偏光を s 偏光および p 偏光が含まれる光とする位相差素子が、光源部 41 と偏光分離素子 44 との間に配置されればよい。

【0040】

アフォーカル光学素子 42 は、光源部 41 から入射される青色光 L1s、L2p の光束径を調整して、ホモジナイザー光学素子 43 に入射させる。アフォーカル光学素子 42 は、入射される光を集光するレンズ 421 と、レンズ 421 によって集光された光束を平行化するレンズ 422 と、によって構成されている。ホモジナイザー光学素子 43 は、青色光 L1s、L2p の照度分布を均一化する。ホモジナイザー光学素子 43 は、一対のアレイ状のマルチレンズ 431、432 によって構成されている。ホモジナイザー光学素子 43 を通過した青色光 L1s、L2p は、偏光分離素子 44 に入射される。

【0041】

偏光分離素子 44 は、例えば、プリズム型の偏光ビームスプリッターであり、入射される光に含まれる s 偏光成分と p 偏光成分とを分離する。具体的には、偏光分離素子 44 は、s 偏光成分を反射させ、p 偏光成分を透過させる。また、偏光分離素子 44 は、s 偏光成分および p 偏光成分のいずれの偏光成分であっても、所定波長以上の光を透過させる色分離特性を有している。したがって、s 偏光の青色光 L1s は、偏光分離素子 44 にて反射され、第 1 集光素子 45 に入射される。一方、p 偏光の青色光 L2p は、偏光分離素子 44 に透過されて、第 1 位相差素子 47 に向け出射される。

【0042】

第 1 集光素子 45 は、偏光分離素子 44 にて反射された青色光 L1s を波長変換素子 46 に集光する。また、第 1 集光素子 45 は、波長変換素子 46 から入射される蛍光 YL を平行化する。本実施形態では、第 1 集光素子 45 は、2 つのレンズ 451、452 によって構成されているが、これに限定されない。

【0043】

波長変換素子 46 は、入射された青色光 L1s によって励起され、青色光 L1s より波長が長い蛍光 YL を生成して、第 1 集光素子 45 に向け出射する。換言すると、波長変換素子 46 は、入射された光の波長を変換し、変換された光を出射する。波長変換素子 46 によって生成された蛍光 YL は、例えば、波長が 500 nm から 700 nm の光を含む。波長変換素子 46 は、波長変換部 461 および放熱部 462 を備えている。

【0044】

波長変換部 461 は、波長変換層 461a および反射層 461b を有する。波長変換層 461a は、蛍光体を含む蛍光体層であり、入射される青色光 L1s を波長変換して非偏光光である蛍光 YL を拡散出射する。反射層 461b は、波長変換層 461a から入射される蛍光 YL を第 1 集光素子 45 側に反射させる。放熱部 462 は、波長変換部 461 に

10

20

30

40

50

おける光入射側とは反対側の面に設けられ、波長変換部 461 にて生じた熱を放出する。

【0045】

波長変換層 461a の蛍光体によって、ピーク波長が 440 nm の青色光 L1s が、500 nm から 700 nm の範囲にピーク波長を有する蛍光 YL に変換される。これにより、複数の、第 1 半導体レーザー 412 および第 2 半導体レーザー 413 から出射された青色光 L1s に対して、波長を変換して利用することが可能となる。

【0046】

波長変換素子 46 から出射された蛍光 YL は、照明光軸 Ax2 に沿って第 1 集光素子 45 を通過した後、上記色分離特性を有する偏光分離素子 44 に入射される。そして、蛍光 YL は、偏光分離素子 44 を照明光軸 Ax2 に沿って通過し、第 2 位相差素子 RP に入射される。なお、波長変換素子 46 は、モーターなどの回転装置によって、照明光軸 Ax2 と平行な回転軸を中心として回転される構成であってもよい。

【0047】

第 1 位相差素子 47 は、偏光分離素子 44 と第 2 集光素子 48 との間に配置されている。第 1 位相差素子 47 は、偏光分離素子 44 を通過した青色光 L2p を円偏光の青色光 L2c に変換する 1/4 位相差板である。青色光 L2c は、第 2 集光素子 48 に入射される。第 2 集光素子 48 は、第 1 位相差素子 47 から入射される青色光 L2c を拡散反射装置 49 に集光する。また、第 2 集光素子 48 は、拡散反射装置 49 から入射される青色光 L2c を平行化する。なお、第 2 集光素子 48 を構成するレンズの数は、1 枚であることに限定されない。

【0048】

拡散反射装置 49 は、波長変換素子 46 にて生成および出射される蛍光 YL と同様の拡散角で、入射された青色光 L2c を拡散反射させる。拡散反射装置 49 としては、例えば、入射された青色光 L2c をランバート反射させる反射板と、反射板を照明光軸 Ax1 と平行な回転軸を中心として回転させる回転装置とを備える構成が挙げられる。

【0049】

拡散反射装置 49 にて拡散反射された青色光 L2c は、第 2 集光素子 48 を通過した後、第 1 位相差素子 47 に入射される。青色光 L2c は、拡散反射装置 49 にて反射される際に、回転方向が反対方向の円偏光に変換される。このため、第 2 集光素子 48 を介して第 1 位相差素子 47 に入射された青色光 L2c は、偏光分離素子 44 から第 1 位相差素子 47 に入射された際の p 偏光の青色光 L2c ではなく、s 偏光の青色光 L2s に変換される。そして、青色光 L2s は、偏光分離素子 44 にて反射されて、第 2 位相差素子 RP に入射される。以上の構成によって、偏光分離素子 44 から第 2 位相差素子 RP に入射される光は、青色光 L2s および蛍光 YL が混在した白色光となる。

【0050】

第 2 位相差素子 RP は、偏光分離素子 44 から入射される白色光を s 偏光および p 偏光が混在する光、すなわち白色の照明光 LW に変換する。照明光 LW は、上述したコリメーター光学系 110 に向け出射される。

【0051】

なお、本実施形態では、光源 102 として半導体レーザーを用いた構成を例示したが、これに限定されない。プロジェクター 1 の光源としては、放電型のランプや、発光素子として発光ダイオードなどを用いてもよい。発光ダイオードを用いる場合には、上述した蛍光体を備えてもよい。

【0052】

1.3. 重畳レンズの構成

本実施形態に係る重畳レンズ 150 の構成について、図 3 および図 4 を参照して説明する。図 3 は、重畳レンズ 150 を含む、光源 102 から液晶装置 400B までの構成を示す模式図である。図 4 は、従来の重畳レンズ 950 を含む、光源 902 から液晶装置 490B までの構成を示す模式図である。図 3 および図 4 では、色分離導光光学系を省略すると共に、模式的に照明光軸 Ax を直線上に配置している。また、図 3 では、重畳レンズ 1

10

20

30

40

50

50のうち、凹レンズ151と凸レンズ152aとの組み合わせを例示するが、凹レンズ151と凸レンズ152bとの組み合わせも同様な作用を有している。なお、図3中の虚像Pについては、第2実施形態にて説明する。

【0053】

まず、従来の重畳レンズ950を含む光学系の構成について述べる。図4に示すように、従来は重畳レンズ950が1枚であった。詳しくは、従来の光学系は、光源902、第1レンズ911および第2レンズ912から成るコリメーター光学系910、一对のマルチレンズアレイ921, 922、偏光変換素子940、重畳レンズ950、フィールドレンズ390B、および液晶装置490Bを有している。

【0054】

光源902から液晶装置490Bまでの構成は、本実施形態の重畳レンズ150を含む光学系と同様な配置であるが、重畳レンズ950が1枚の凸レンズである点が異なっている。なお、光源902から液晶装置490Bまでの各構成は、本実施形態の光源102から液晶装置400Bまでの構成と同様な機能を有している。そのため、従来の各構成の説明は省略する。

【0055】

重畳レンズ950が1枚であることから、重畳レンズ950の主平面Fdは、重畳レンズ950と重なる。したがって、従来の重畳レンズ950では、バックフォーカスよりも焦点距離が長くなっており、小型化のためにバックフォーカスを短くするには重畳レンズ950の焦点距離を短くする必要があった。

【0056】

重畳レンズ950の焦点距離を短くすると、液晶装置400Bを照明する光線の角度範囲が大きくなり、コントラストが低下する場合があった。また、重畳レンズ950の焦点距離を短くすると、液晶装置400B後段の光学系において、利用できない光が生じることにより、投射される画像の明るさの低下が発生する場合があった。

【0057】

これに対して、図3に示すように、本実施形態の重畳レンズ150は、凹レンズ151と凸レンズ152aとの2枚で構成されている。詳しくは、第1光学素子としての凹レンズ151は、負のパワーを有し、一对のマルチレンズアレイ121, 122から出射された照明光LWが入射される。第2光学素子としての凸レンズ152aは、正のパワーを有し、凹レンズ151から出射された照明光LWのうち、青色光成分と緑色光成分とが入射される。

【0058】

重畳レンズ150は、照明光LWの進行方向に向かって、凹レンズ151、次いで凸レンズ152aが配置されており、レトロフォーカス型の光学系が採用されている。そのため、重畳レンズ150においては、主平面Fcは、凸レンズ152aにおける光の出射側、すなわち、液晶装置400B側の空間に位置する。したがって、本実施形態の重畳レンズ150では、バックフォーカスよりも焦点距離が短くなる。

【0059】

これに加えて、凹レンズ151は、負のパワーを有することから、照明光LWの光束を広げる機能を持つ。すなわち、光源102から偏光変換素子140までを、従来の光源902から偏光変換素子940までよりも小型にしても、照明光LWの光束の広がりを図4の構成と同じ範囲に収めることが可能となる。

【0060】

また、重畳レンズ150では、図4の構成に比べて焦点距離が短くなるため、照明領域のサイズを維持するためにマルチレンズアレイ121, 122の焦点距離を短く設定する。マルチレンズアレイ121, 122の焦点距離を短くすると、マルチレンズアレイ122上の光源像が小さくなる。コリメーター光学系110を小型化することでコリメーター光学系110の焦点距離が短くなっても、マルチレンズアレイ122上の光源像はマルチレンズアレイ122の各レンズ内を通過するため、光源102を小型化することなく必要

10

20

30

40

50

な光束が確保される。

【0061】

これにより、コリメーター光学系110の焦点距離を短くした場合には、プロジェクター1の輝度が維持され、また、上記の焦点距離を変えない場合には、プロジェクター1の輝度を向上させることができる。

【0062】

上述した、凹レンズ151および凸レンズ152aの組み合わせによる作用および効果は、凹レンズ151および凸レンズ152bの組み合わせにおいても同様に発現する。そのため、凹レンズ151および凸レンズ152bの組み合わせによる作用および効果については、説明を省略する。

10

【0063】

本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【0064】

重畳レンズ150のバックフォーカスを短縮することができる。詳しくは、従来は、重畳レンズ950が1枚で構成されていた。したがって、重畳レンズ950の主平面Fdは、重畳レンズ950と重なり、バックフォーカスよりも焦点距離が長くなっていた。これに対して、プロジェクター1では、凹レンズ151と凸レンズ152a, 152bとを重畳レンズ150として用いている。すなわち、重畳レンズ150では、レトロフォーカス型の光学系が構成されている。そのため、重畳レンズ150のうち、凹レンズ151および凸レンズ152aの組み合わせでは、主平面Fcは、凸レンズ152aにおける光の出射側の空間に位置する。同様に、凹レンズ151および凸レンズ152bの組み合わせでは、主平面は凸レンズ152bにおける光の出射側の空間に位置する。したがって、バックフォーカスよりも焦点距離が短くなり、従来と同じ焦点距離を持つ重畳レンズに比べてバックフォーカスを格段に短縮することができる。

20

【0065】

また、凹レンズ151は、負のパワーを有するため、凸レンズ152a, 152bから出射された光を拡大する機能を有している。そのため、従来と比べて、コリメーター光学系110から偏光変換素子140までを小さくすることができる。以上により、重畳レンズ150のバックフォーカスを短縮した、小型化が容易なプロジェクター1を提供することができる。

30

【0066】

2. 第2実施形態

2.1. プロジェクターの構成

本実施形態では、光変調装置である液晶装置を3個備えたプロジェクターを例示する。本実施形態に係るプロジェクター2は、第1実施形態のプロジェクター1に対して、光源を2つ備え、該光源の片方の光路に配置された重畳レンズにのみレトロフォーカス型の光学系を採用した点が異なっている。そのため、第1実施形態と同一の構成部位には同一の符号を使用し、重複する説明は省略する。

【0067】

第2実施形態に係るプロジェクター2の光学系の構成について、図5を参照して説明する。図5は、第2実施形態に係るプロジェクター2の構成を示す概略図である。

40

【0068】

図5に示すように、プロジェクター2は、独立した2つの光源802, 202を備えている。光源802は、図示しない、励起光を出射する半導体レーザー、蛍光体および波長変換部などを有し、蛍光YLを出射する。光源202は、図示しない、青色光を出射する半導体レーザーおよび蛍光体などを有し、青色光LBを出射する。青色光LBは、例えば、上述したs偏光の青色光L2sである。プロジェクター2では、蛍光YLの光路に従来の重畳レンズ950を含む従来の光学系が採用され、青色光LBの光路に第1実施形態と同様なレトロフォーカス型の重畳レンズ150が採用されている。

【0069】

50

光源 802 から出射された蛍光 Y L は、第 1 レンズ 911 および第 2 レンズ 912 を含むコリメーター光学系 910 に入射される。コリメーター光学系 910 は、蛍光 Y L を平行化して、一对のマルチレンズアレイ 921, 922 に向け出射する。一对のマルチレンズアレイ 921, 922 にて複数の部分光束に分割された蛍光 Y L は、偏光変換素子 940 を経て従来の重畳レンズ 950 に向けて出射される。重畳レンズ 950 は、上述した通り 1 枚の凸レンズである。

【0070】

蛍光 Y L は、重畳レンズ 950 から、ダイクロイックミラー 28 および反射ミラー 23, 29 を含む色分離導光光学系へ入射される。ダイクロイックミラー 28 は、蛍光 Y L の各部分光束のうち、赤色光成分を透過させ、緑色光成分を反射させる。そして、赤色光成分、すなわち赤色光 L R は、反射ミラー 23 で反射された後、フィールドレンズ 300 R を経て液晶装置 400 R を照明する。

10

【0071】

ダイクロイックミラー 28 を反射された緑色光成分、すなわち緑色光 L G は、反射ミラー 29 で反射された後、フィールドレンズ 300 G を経て液晶装置 400 G を照明する。

【0072】

光源 202 から出射された青色光 L B は、第 1 レンズ 111 および第 2 レンズ 112 を含むコリメーター光学系 110 に入射される。コリメーター光学系 110 は、青色光 L B を平行化して、一对のマルチレンズアレイ 121, 122 に向け出射する。一对のマルチレンズアレイ 121, 122 にて複数の部分光束に分割された青色光 L B は、偏光変換素子 140 を経て重畳レンズ 150 に向け出射される。

20

【0073】

重畳レンズ 150 は、青色光 L B の各部分光束を集光して、液晶装置 400 B の画像形成領域の近傍に重畳させる。重畳レンズ 150 では、凹レンズ 151 と凸レンズ 152 a とを含むレトロフォーカス型の光学系が形成されている。重畳レンズ 150 から出射された青色光 L B は、反射ミラー 25 で反射された後、フィールドレンズ 300 B を経て液晶装置 400 B を照明する。

【0074】

ここで、本実施形態では、青色光 L B の光路上にレトロフォーカス型の重畳レンズ 150 を配置したが、これに限定されない。重畳レンズ 150 は、蛍光 Y L の光路上に配置され、従来の重畳レンズ 950 が青色光 L B の光路上に配置されてもよい。また、光源 802, 202 は、半導体レーザーを備えることに限定されず、放電型のランプや、発光ダイオードおよび蛍光体などを備えていてもよい。

30

【0075】

2.2. 液晶装置における入射角特性と照度分布

次に、比較例として重畳レンズ 950 を採用した蛍光 Y L の光路と、実施例として重畳レンズ 150 を採用した青色光 L B の光路とについて、図 6 から図 9 を参照して説明する。また、以下の説明では第 1 実施形態の図 3 も参照する。なお、以降の説明において、重畳レンズ 150 を採用した光学系を実施例の光学系ということもあり、重畳レンズ 950 を採用した光学系を比較例の光学系ということもある。

40

【0076】

図 6 は、比較例としての液晶装置における入射角特性を示す図である。図 7 は、実施例としての液晶装置における入射角特性を示す図である。図 8 は、比較例としての液晶装置における照度分布を示す図である。図 9 は、実施例としての液晶装置における照度分布を示す図である。

【0077】

ここで、実施例および比較例は、シミュレーションに基づくものである。該シミュレーションの前提として、凹レンズ 151 と凸レンズ 152 a との位置および曲率を、蛍光 Y L の光学系に対して調整している。詳しくは、図 3 において、重畳レンズ 150 における光路の出射側から見たマルチレンズアレイ 122 または偏光変換素子 140 の虚像 P が、

50

蛍光 Y L の光路の場合と同じ大きさ、位置となるようにしている。なお、該シミュレーションは、偏光分離素子などを介さずに、蛍光 Y L を液晶装置に直接入射させる構成で実施した。

【0078】

図6では、液晶装置に対する蛍光 Y L の入射角度を、図7では、液晶装置に対する青色光 L B の入射角度を、それぞれグラデーションの濃淡で示している。図8では、液晶装置に対する蛍光 Y L の照度を、図9では、液晶装置に対する青色光 L B の照度を、それぞれグラデーションの濃淡で示している。

【0079】

図6、図7に示すように、実施例の光学系では、比較例の光学系と略同様な入射角度の分布が得られることが分かった。また、図8に示した比較例の光学系では、略矩形の液晶装置の表示領域の全面に対して、略均一な照度分布が得られている。これに対して、図9に示した実施例の光学系では、破線で示した液晶装置の表示領域 Q において、略均一な照度分布が得られることが分かった。

10

【0080】

青色光 L B の光路に重畳レンズ 150 を採用したことによって、従来の重畳レンズ 950 を採用した蛍光 Y L の光路と比較して、一对のマルチレンズアレイ 121 からフィールドレンズ 300 B までの距離が約 35% 短縮された。また、上記距離が短縮されてプロジェクター 2 の小型化が容易になると共に、実施例の光学系では、比較例の光学系と同等な入射角度の分布および照度分布、換言すれば照明状態が得られることが分かった。

20

【0081】

本実施形態によれば、第1実施形態における効果に加えて、以下の効果を得ることができる。

【0082】

2つの光源 202, 802 を用いても、液晶装置に対する照明状態を揃えることが可能となる。そのため、むらがなく、高い表示品質のカラー画像が投射可能なプロジェクター 2 を提供することができる。

【0083】

3. 第3実施形態

本実施形態では、光変調装置である液晶装置を3個備えたプロジェクターを例示する。本実施形態に係るプロジェクター 3 は、第1実施形態のプロジェクター 1 に対して、光源を3つ備え、3つの光源のそれぞれにレトロフォーカス型の重畳レンズ 150 を採用した点が異なっている。そのため、第1実施形態と同一の構成部位には同一の符号を使用し、重複する説明は省略する。

30

【0084】

第3実施形態に係るプロジェクター 3 の光学系の構成について、図10を参照して説明する。図10は、第3実施形態に係るプロジェクター 3 の構成を示す概略図である。

【0085】

図10に示すように、プロジェクター 3 は、それぞれ独立した3つの光源 202, 302, 402 を備えている。光源 202 は青色光 L B を出射する。光源 302 は緑色光 L G を出射する。光源 402 は赤色光 L R を出射する。光源 202, 302, 402 には、半導体レーザーや発光ダイオードなどの発光素子と蛍光体とが含まれる。また、光源 202, 302, 402 として放電型のランプなどを用いてもよい。

40

【0086】

プロジェクター 3 では、3つの光源 202, 302, 402 に対応する光路のそれぞれに、第1実施形態と同様なレトロフォーカス型の重畳レンズ 150 が採用されている。すなわち、青色光 L B、緑色光 L G、赤色光 L R の各光路上には、コリメーター光学系 110、一对のマルチレンズアレイ 121, 122、偏光変換素子 140、および凹レンズ 151 と凸レンズ 152 a とを含む重畳レンズ 150 が配置されている。

【0087】

50

青色光 L B は、凸レンズ 1 5 2 a から出射されて反射ミラー 2 5 で反射された後、フィールドレンズ 3 0 0 B を経て液晶装置 4 0 0 B を照明する。緑色光 L G は、凸レンズ 1 5 2 a から出射された後、フィールドレンズ 3 0 0 G を経て液晶装置 4 0 0 G を照明する。赤色光 L R は、凸レンズ 1 5 2 a から出射されて反射ミラー 2 3 で反射された後、フィールドレンズ 3 0 0 R を経て液晶装置 4 0 0 R を照明する。

【 0 0 8 8 】

本実施形態によれば、第 1 実施形態における効果に加えて、ダイクロイックミラーを省略することができる。

【 0 0 8 9 】

4 . 第 4 実施形態

本実施形態では、光変調装置である液晶装置を 3 個備えたプロジェクターを例示する。本実施形態に係るプロジェクター 4 は、第 2 実施形態のプロジェクター 2 に対して、重畳レンズ 1 5 0 などの構成を変更したものである。そのため、第 2 実施形態と同一の構成部位には同一の符号を使用し、重複する説明は省略する。

【 0 0 9 0 】

第 4 実施形態に係るプロジェクター 4 の光学系の構成について、図 1 1 を参照して説明する。図 1 1 は、第 4 実施形態に係るプロジェクター 4 の構成を示す概略図である。

【 0 0 9 1 】

図 1 1 に示すように、プロジェクター 4 は、独立した 2 つの光源 8 0 2 , 2 0 2 を備えている。光源 8 0 2 から液晶装置 4 0 0 R , 4 0 0 G までの構成、および光源 2 0 2 から偏光変換素子 1 4 0 までの構成は、第 2 実施形態のプロジェクター 2 と同一である。

【 0 0 9 2 】

プロジェクター 4 は、光源 2 0 2 から出射された青色光 L B の光路上に、重畳レンズ 1 6 0、偏光変換素子としての偏光ビームスプリッター 3 0、および 1 / 4 位相差板 1 7 1 を備えている。詳しくは、重畳レンズ 1 6 0 は、負のパワーを有する第 1 光学素子としての凹レンズ 1 6 1 と、第 2 光学素子としての正のパワーを有する凹面ミラー 1 6 2 とを有している。すなわち、凹レンズ 1 6 1 と凹面ミラー 1 6 2 とによって、レトロフォーカス型の重畳レンズ 1 6 0 が形成されている。

【 0 0 9 3 】

凹レンズ 1 6 1 と凹面ミラー 1 6 2 との間には、偏光ビームスプリッター 3 0 および 1 / 4 位相差板 1 7 1 が設けられている。

【 0 0 9 4 】

光源 2 0 2 から出射される p 偏光の青色光 L B は、コリメーター光学系 1 1 0、一对のマルチレンズアレイ 1 2 1 , 1 2 2 を経て、偏光変換素子 1 4 0 に入射される。偏光変換素子 1 4 0 は、マルチレンズアレイ 1 2 1 によって分割された青色光 L B の各部分光束を、偏光方向が揃った直線偏光である p 偏光に変換して、重畳レンズ 1 6 0 の凹レンズ 1 6 1 に向け出射する。

【 0 0 9 5 】

重畳レンズ 1 6 0 は、凹レンズ 1 6 1 と凹面ミラー 1 6 2 とによって、偏光変換素子 1 4 0 から出射された青色光 L B の各部分光束を集光して、液晶装置 4 0 0 B の画像形成領域の近傍に重畳させる。凹レンズ 1 6 1 を透過された青色光 L B は、偏光ビームスプリッター 3 0 に向け出射される。

【 0 0 9 6 】

偏光ビームスプリッター 3 0 は、例えばプリズム型であって、s 偏光成分を反射させ、p 偏光成分を透過させる。偏光ビームスプリッター 3 0 に入射された青色光 L B は、p 偏光であるため、偏光ビームスプリッター 3 0 にて透過されて、1 / 4 位相差板 1 7 1 に向け出射される。

【 0 0 9 7 】

1 / 4 位相差板 1 7 1 は、偏光ビームスプリッター 3 0 から入射された青色光 L B を円偏光に変換して、凹面ミラー 1 6 2 に向け出射する。凹面ミラー 1 6 2 は、円偏光の青色

10

20

30

40

50

光LBを集光反射させて、1/4位相差板171に向け出射する。

【0098】

凹面ミラー162で反射された円偏光の青色光LBは、1/4位相差板171によって、90°偏光方向が回転されてs偏光の青色光LBとなる。s偏光の青色光LBは、1/4位相差板171から偏光ビームスプリッター30に向け出射される。偏光ビームスプリッター30は、s偏光の青色光LBを反射させて、フィールドレンズ300Bに向け出射させる。

【0099】

なお、本実施形態では、正のパワーを有する第2光学素子として、凹面ミラー162を備える構成としたが、これに限定されない。凹面ミラー162に代えて、凸レンズおよび反射板を採用してもよい。

10

【0100】

本実施形態によれば、第2実施形態における効果に加えて、以下の効果を得ることができる。

【0101】

凹レンズ161と液晶装置400Bとの間の距離を、さらに短縮することができる。詳しくは、光源202から出射される青色光LBの偏光方向をp偏光に揃えることにより、凹レンズ161から出射された青色光LBは偏光ビームスプリッター30に透過される。偏光ビームスプリッター30に透過された青色光LBは、1/4位相差板171に入射される。そして、1/4位相差板171を透過されることによって円偏光となり、凹面ミラー162で反射されて再び1/4位相差板171に入射される。このとき、1/4位相差板171を透過されることによって、凹レンズ161から出射された青色光LBに対して、偏光方向が90°回転したs偏光となる。そのため、該偏光は、偏光ビームスプリッター30に透過されずに反射されて、液晶装置400Bを照明する。したがって、第2光学素子が凸レンズである場合と比べて、凹レンズ161と液晶装置400Bとの間の距離が短縮され、さらに小型化が容易なプロジェクター4とすることができる。

20

【0102】

5. 第1変形例

本変形例に係るプロジェクターにおいては、第1実施形態のプロジェクター1に対して、第1光学素子としての凹レンズが有する凹面を非球面とし、第2光学素子としての凸レンズが有する凸面を非球面としている。第1光学素子および第2光学素子のうち、どちらか一方に非球面を採用してもよいが、後述する効果の観点から、第1光学素子および第2光学素子の双方に非球面を採用することが好ましい。

30

【0103】

なお、これと同様にして、第2実施形態または第3実施形態の重畳レンズ150において、凹レンズ151が有する凹面、および凸レンズ152aが有する凸面に、それぞれ非球面を採用してもよい。

【0104】

本変形例によれば、第1光学素子および第2光学素子に非球面を採用したことから、第1光学素子および第2光学素子における収差が低減される。そのため、重畳レンズの結像性能が向上して、液晶装置の表示領域内に集光されやすくなる。これにより、液晶装置を照明する光の照度分布をさらに均一とすることができる。

40

【0105】

6. 第2変形例

本変形例に係るプロジェクターにおいては、第4実施形態のプロジェクター4に対して、第1光学素子としての凹レンズに備わる凹面を非球面とし、第2光学素子としての凹面ミラーに備わる凹面を非球面としている。後述する効果の観点から、第2光学素子の凹面および第1光学素子の凹面の双方に非球面を採用することが好ましい。

【0106】

本変形例によれば、第1光学素子および第2光学素子に非球面を採用したことから、第

50

1 光学素子および第2光学素子における収差が低減される。そのため、重畳レンズの結像性能が向上して、液晶装置の表示領域内に集光されやすくなる。これにより、液晶装置を照明する光の照度分布をさらに均一とすることができる。

【0107】

以下に、実施形態から導き出される内容を記載する。

【0108】

プロジェクターは、光源と、光源から出射された光を平行化する第1光学系と、第1光学系から出射された光を均一化する第2光学系と、第2光学系から出射された光が入射され、負のパワーを有する第1光学素子と、第1光学素子から出射された光が入射され、正のパワーを有する第2光学素子と、第2光学素子から出射された光を画像情報に応じて変調して画像光を形成する光変調装置と、画像光を投射する投射光学装置と、を備える。

10

【0109】

この構成によれば、重畳レンズの焦点距離を短縮することができる。詳しくは、従来は、マルチレンズアレイであるフライアイレンズ側のリレーレンズ、すなわち重畳レンズが1枚で構成されていた。したがって、重畳レンズの主平面は、該重畳レンズと重なり、バックフォーカスよりも焦点距離が長くなっていた。これに対して、本発明では、第1光学素子と第2光学素子とを重畳レンズとして用いている。第1光学素子および第2光学素子は、レトロフォーカス型の光学系を構成しているため、該光学系の主平面は、第2光学素子における光の出射側の空間に位置する。したがって、バックフォーカスよりも焦点距離が短くなり、従来よりも重畳レンズの焦点距離を格段に短縮することができる。

20

【0110】

また、第1光学素子は、負のパワーを有するため、第2光学系から出射された光を拡大する機能を有している。そのため、従来と比べて、光源から第2光学系までを小さくすることができる。以上により、重畳レンズの焦点距離を短縮した、小型化が容易なプロジェクターを提供することができる。また、重畳レンズのバックフォーカスを短縮した、小型化が容易なプロジェクターを提供することができる。

【0111】

上記のプロジェクターにおいて、光源は、発光素子を有することが好ましい。

【0112】

この構成によれば、放電型の光源と比べて、点灯までに要する時間が短縮され、プロジェクターが画像などを投射するまでの待ち時間を短縮することができる。

30

【0113】

上記のプロジェクターにおいて、光源は、蛍光体を有することが好ましい。

【0114】

この構成によれば、蛍光体によって、特定の波長の光が蛍光に変換される。すなわち、発光素子から出射された光の波長を変換して利用することができる。

【0115】

上記のプロジェクターにおいて、第1光学素子は、凹面を有し、凹面は、非球面であることが好ましい。

【0116】

この構成によれば、第1光学素子に備わる凹面が球面である場合と比べて、第1光学素子における収差が低減される。そのため、照度分布のばらつきを抑えて、光変調装置を照明することができる。

40

【0117】

上記のプロジェクターにおいて、第2光学素子は、凸面を有し、凸面は、非球面であることが好ましい。

【0118】

この構成によれば、第2光学素子に備わる凸面が球面である場合と比べて、第2光学素子における収差が抑えられる。そのため、照度分布のばらつきを抑えて、光変調装置を照明することができる。

50

【 0 1 1 9 】

上記のプロジェクターにおいて、第2光学素子は、凹面ミラーであり、第1光学素子と第2光学素子との間には、偏光変換素子および1/4位相差板が設けられることが好ましい。

【 0 1 2 0 】

この構成によれば、第1光学素子と光変調装置との間の距離を短縮することができる。詳しくは、光源から出射される光の偏光方向を揃えることにより、第1光学素子から出射された光は偏光変換素子に透過される。偏光変換素子に透過された光は、1/4位相差板に入射される。そして、1/4位相差板を透過されることによって円偏光となり、凹面ミラーで反射されて再び1/4位相差板に入射される。このとき、1/4位相差板を透過されることによって、第1光学素子から出射された光に対して、偏光方向が90°回転した偏光となる。そのため、該偏光は、偏光変換素子に透過されずに反射されて、光変調装置を照明する。したがって、第2光学素子が凸レンズである場合と比べて、第1光学素子と光変調装置との間の距離が短縮され、さらに小型化が容易なプロジェクターとすることができる。

10

【 0 1 2 1 】

上記のプロジェクターにおいて、凹面ミラーの凹面は、非球面であることが好ましい。

【 0 1 2 2 】

この構成によれば、凹面ミラーの凹面が球面である場合と比べて、第2光学素子における収差が抑えられる。そのため、照度分布のばらつきを抑えて、光変調装置を照明することができる。

20

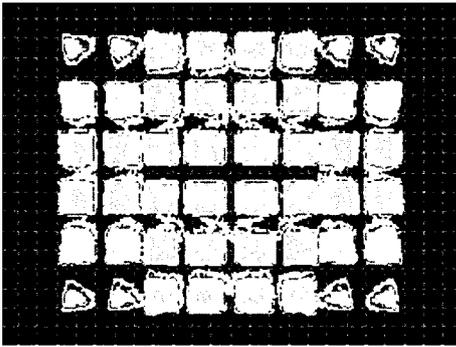
【 符号の説明 】

【 0 1 2 3 】

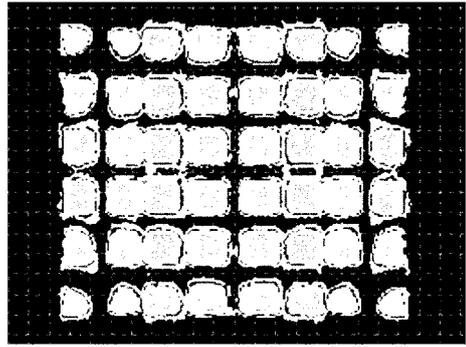
1, 2, 3, 4 ... プロジェクター、30 ... 偏光変換素子としての偏光ビームスプリッター、102, 202, 302, 402 ... 光源、110 ... 第1光学系としてのコリメーター光学系、121, 122 ... 第2光学系としての一对のマルチレンズアレイ、151 ... 第1光学素子としての凹レンズ、152a, 152b ... 第2光学素子としての凸レンズ、162 ... 第2光学素子としての凹面ミラー、171 ... 1/4位相差板、400B, 400G, 400R ... 光変調装置としての液晶装置、412 ... 発光素子としての第1半導体レーザー、413 ... 発光素子としての第2半導体レーザー、600 ... 投射光学装置、LW ... 照明光、YL ... 蛍光。

30

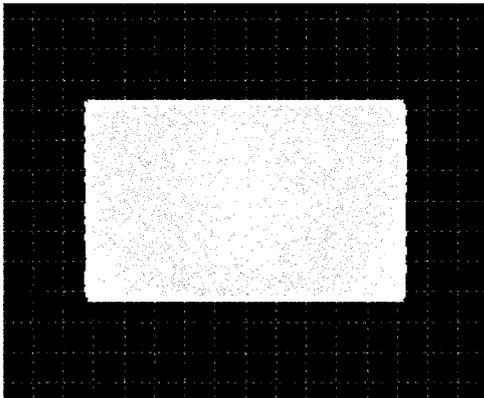
【 図 6 】



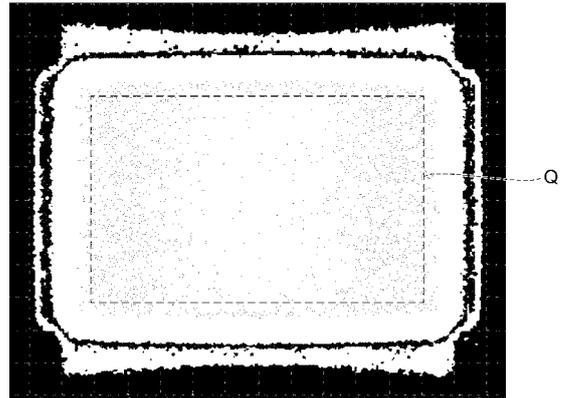
【 図 7 】



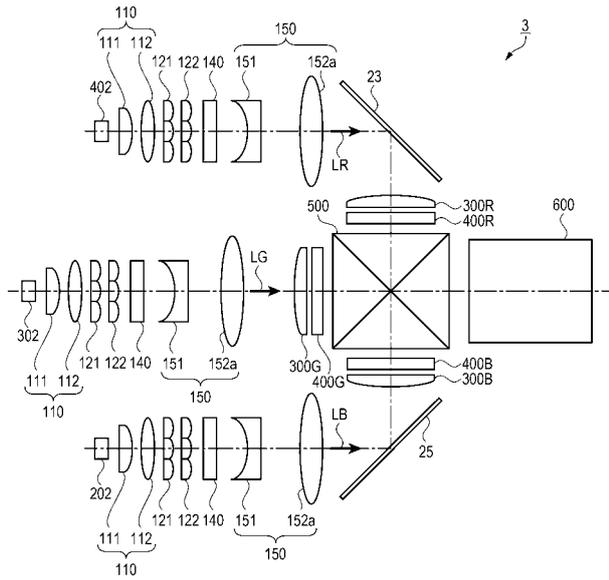
【 図 8 】



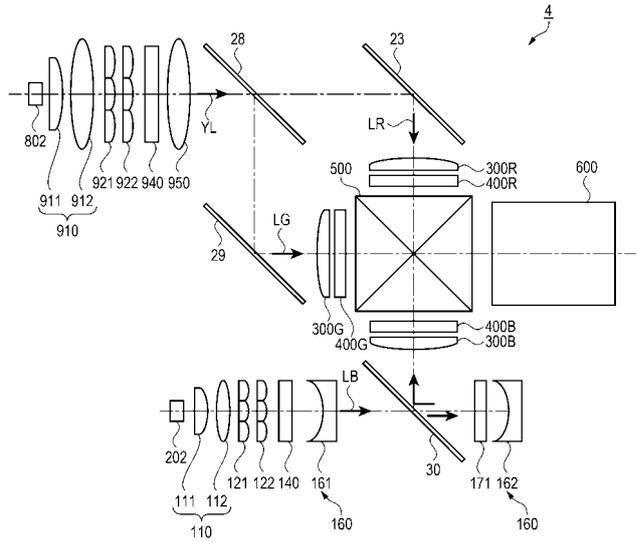
【 図 9 】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 4 N 5/74 B

(72)発明者 植原 克幸

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

Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 HA11 HA13 HA17 HA20 HA21 HA25 HA28
2H199 AB13 AB29 AB37 AB42 AB47 AB52
2H391 BA03 BA12 BA13 BA23 BA25 BA26 BA27 BA28 BA29 CA24
CB42
2K203 FA03 FA23 FA34 FA44 FA45 FA54 GA23 GA25 HA28 HA36
HA43 HA67 HA68 HA73 MA02 MA07 MA32
5C058 BA35 EA02 EA12 EA26