

(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2009-63892
(P2009-63892A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 D	2H088
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13 505	2K103

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-232829 (P2007-232829)
(22) 出願日 平成19年9月7日(2007.9.7)

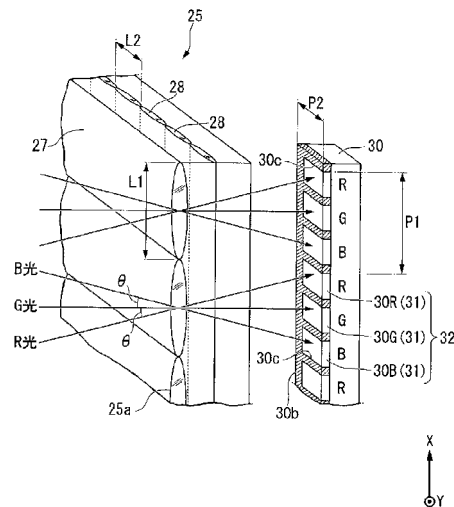
(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100107836
弁理士 西 和哉
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(72) 発明者 有賀 進
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA18 FA16 FA19
HA13 HA26 HA30 MA01 MA06
MA20
2K103 AA01 AA05 AB04 BA09 BC08
BC22 BC29 CA12 CA17 CA18

(54) 【発明の名称】 プロジェクタ、光学素子及び光変調装置

(57) 【要約】

【課題】 照明効率を向上させることが可能なプロジェクタ、光学素子及び光変調装置を提供すること。

【解決手段】 色光ごとに独立して変調可能な光変調手段30と、色分離手段と光変調手段30との間の光路上に配置され、入射した光を色光ごとに複数種のサブ画素31が配列された第一の方向に集光して異なる色光に対応したサブ画素31に入射させる第1シリンドリカルレンズ27と、入射した光を第一の方向に略直交する第二の方向に集光してサブ画素31に入射させる第2シリンドリカルレンズ28とがそれぞれアレイ状に配列されてなるマイクロレンズアレイ25と、光変調手段30により変調された光を投射する投射手段とを備え、第1シリンドリカルレンズ27の第一の方向の径L1は、画素32の第一の方向のピッチP1と略等しく、第2シリンドリカルレンズ28の第二の方向の径L2は、サブ画素31の第二の方向のピッチP2と略等しいことを特徴とする。



【選択図】 図3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数種の色光を含む光を射出する光源と、
該光源から射出された光を異なる色光ごとに射出方向が異なるように分離する色分離手段と、

複数種の色光に対応した複数のサブ画素で構成された 1 つの画素がアレイ状に配列され、入射した色光ごとに独立して変調可能な光変調手段と、

前記色分離手段と前記光変調手段との間の光路上に配置され、入射した光を色光ごとに複数種の前記サブ画素が配列された第一の方向に集光して異なる色光に対応した前記サブ画素に入射させる第 1 シリンドリカルレンズと、入射した光を前記第一の方向に略直交する第二の方向に集光して前記サブ画素に入射させる第 2 シリンドリカルレンズとがそれぞれアレイ状に配列されてなるマイクロレンズアレイと、

前記光変調手段により変調された光を投射する投射手段とを備え、

前記第 1 シリンドリカルレンズの第一の方向の径は、前記画素の前記第一の方向のピッチと略等しく、

前記第 2 シリンドリカルレンズの第二の方向の径は、前記サブ画素の前記第二の方向のピッチと略等しいことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 2】

前記第一の方向と前記第二の方向との曲率が異なり、前記光源から射出された光を反射させる反射部と、

前記光源と前記色分離手段との間の光路上に配置され、前記第一の方向と前記第二の方向との曲率が異なるレンズ面を有し、前記反射部において反射した光を集光する集光手段とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のプロジェクタ。

【請求項 3】

前記光源側から第 1 シリンドリカルレンズ、第 2 シリンドリカルレンズの順に配置されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のプロジェクタ。

【請求項 4】

前記第 1 シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第 1 フィールドレンズと、

前記第 2 シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第 2 フィールドレンズとを備え、

前記第 1 フィールドレンズ及び前記第 2 フィールドレンズはシリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプロジェクタ。

【請求項 5】

前記光源側から前記第 1 フィールドレンズ、前記第 2 フィールドレンズの順に配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載のプロジェクタ。

【請求項 6】

複数のサブ画素で構成された 1 つの画素がアレイ状に配列された光変調手段の各サブ画素に光を入射させる光学素子であって、

入射した光を色光ごとに複数種の前記サブ画素が配列された第一の方向に集光して異なる色光に対応した前記サブ画素に入射させる第 1 シリンドリカルレンズと、入射した光を前記第一の方向に略直交する第二の方向に集光して前記サブ画素に入射させる第 2 シリンドリカルレンズとがそれぞれアレイ状に配列されてなるマイクロレンズアレイと、

前記第 1 シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第 1 フィールドレンズと、

前記第 2 シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第 2 フィールドレンズとを備え、

前記第 1 シリンドリカルレンズの第一の方向の径は、前記画素の前記第一の方向のピッチと略等しく、

前記第 2 シリンドリカルレンズの第二の方向の径は、前記サブ画素の前記第二の方向の

10

20

30

40

50

ピッチと略等しいことを特徴とする光学素子。

【請求項 7】

複数のサブ画素で構成された 1 つの画素がアレイ状に配列され、入射した色光ごとに独立して変調可能な光変調手段と、

請求項 6 に記載の光学素子とを備えることを特徴とする光変調装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクタ、光学素子及び光変調装置に関する。

【背景技術】

【0002】

3板式のプロジェクタは白色光を分離し、得られた赤、緑、青の3原色の色光をそれぞれ伝播する光学系（色分離系）と、その色光の強度を変調し画像を形成する液晶パネルをそれぞれ独立に設けており、各色の画像を光学的に重畳（色合成系）してフルカラー表示を行うものである。この3板式のプロジェクタの構成では、白色光源から射出された光を有効に利用でき、色の純度も高いという利点がある。しかし、前述のように色分離系と色合成系が必要なため、光学系の部品点数が多くなってしまい、低コスト化の点で単板式に比べ不利になる。

【0003】

これに対して単板式のプロジェクタは液晶パネルを1枚のみ用いる構成であり、カラーフィルタのR、G、Bの配列によりデルタ配列、ストライプ配列等に分類される。初期の単板式ではカラーフィルタにより色分離を行っていたが、カラーフィルタによる光の吸収、反射により光の利用効率が3板式の1/3程度に低下し、実用上問題があった。

【0004】

この問題を解決するために、カラーフィルタを用いずに、白色光源から射出された光を3枚のダイクロイックミラーを用いて色分離する単板式プロジェクタが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

特許文献1に記載の単板式プロジェクタは、白色光を射出する光源と、光源から射出された光の形状を変換する形状変換光学系と、形状変換光学系から射出された光を分離する3枚のダイクロイックミラーと、液晶パネルとを備えている。

この形状変換光学系は、入射した光を水平方向（色分離方向）に収束させる凸シリンドリカルレンズと、入射した光を平行化する凹シリンドリカルレンズとにより構成されている。これにより、形状変換光学系に入射した光は、水平方向にのみ圧縮された平行光に変換される。平行光に変換された光は、角度差をつけて配置された3枚のダイクロイックミラーにより、R（赤色）光、G（緑色）光、B（青色）光に色分離される。色分離された各色光は、異なる角度でマイクロレンズアレイに入射し、液晶パネルの各サブ画素に集光され、変調される。

この種の液晶パネルでは各画素を照明する光の明るさを上げるために、水平方向（色分離方向）の照明のFno.（Fナンバー）を大きくし、垂直方向（色分離方向と直交する方向）の照明Fno.を小さくしている。ここで、Fno.はレンズの焦点距離をレンズの有効口径によって割ることにより得られる値であり、Fno.が小さいほどレンズによって照明される光は明るくなる。

【特許文献1】特開2002-40416号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載の単板式プロジェクタでは、マイクロレンズアレイは色分離方向の照明Fno.に対応した焦点距離を有しているため、垂直方向のFno.を明るくすると、対応する画素への入射角度が大きくなってしまふ。これにより、マイクロレンズアレイにより集光された照明光は画素から外れてしまふ、照明効率が低下する

10

20

30

40

50

。

【0006】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、照明効率を向上させることが可能なプロジェクタ、光学素子及び光変調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】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

本発明のプロジェクタは、複数種の色光を含む光を射出する光源と、該光源から射出された光を異なる色光ごとに射出方向が異なるように分離する色分離手段と、複数種の色光に対応した複数のサブ画素で構成された1つの画素がアレイ状に配列され、入射した色光ごとに独立して変調可能な光変調手段と、前記色分離手段と前記光変調手段との間の光路上に配置され、入射した光を色光ごとに複数種の前記サブ画素が配列された第一の方向に集光して異なる色光に対応した前記サブ画素に入射させる第1シリンドリカルレンズと、入射した光を前記第一の方向に略直交する第二の方向に集光して前記サブ画素に入射させる第2シリンドリカルレンズとがそれぞれアレイ状に配列されてなるマイクロレンズアレイと、前記光変調手段により変調された光を投射する投射手段とを備え、前記第1シリンドリカルレンズの第一の方向の径は、前記画素の前記第一の方向のピッチと略等しく、前記第2シリンドリカルレンズの第二の方向の径は、前記サブ画素の前記第二の方向のピッチと略等しいことを特徴とする。

10

【0008】

20

本発明に係るプロジェクタでは、光源から射出された光は、色分離手段により色光ごとに分離されてマイクロレンズアレイに入射する。マイクロレンズアレイに入射した各色光は、光変調手段の複数種の色光に対応したサブ画素に集光された後、光変調手段により変調されて、投射手段によって投射される。

ここで、本発明のマイクロレンズアレイの第1シリンドリカルレンズにより、入射した光を光変調手段の第一の方向に集光させ異なる色光に対応した各サブ画素に入射させる。このとき、第1シリンドリカルレンズの第一の方向の径は、画素の第一の方向のピッチと略等しいため、第1シリンドリカルレンズにより、複数種の色光を対向するサブ画素に分離させて効率良く集光させる。また、第2シリンドリカルレンズにより、入射した光を光変調手段の第二の方向に集光させ各サブ画素に入射させる。このとき、第2シリンドリカルレンズの第二の方向の径は、サブ画素の第二の方向のピッチと略等しいため、第2シリンドリカルレンズにより、複数種の色光を集光し、対向するサブ画素に効率良く入射させる。

30

【0009】

したがって、光変調手段のサブ画素の配列方向の第一の方向と第二の方向とに集光する第1、第2シリンドリカルレンズを別々に設けているため、それぞれの方向の焦点距離を別々に設計することができる。すなわち、例えば、第一の方向の照明Fno.を暗くしても、第二の方向において光がサブ画素から外れないように、第2シリンドリカルレンズを第1シリンドリカルレンズに比べて焦点距離を短く設計することができる。これにより、光変調手段の各サブ画素に入射する光の照明効率の低下を抑えることが可能となる。

40

さらには、色分離手段により色分離された光を第1、第2シリンドリカルレンズにより光変調手段の各サブ画素に集光させているため、例えば、レンチキュラレンズに比べて焦点距離の短いレンズを作製し易くなる。したがって、本発明では、光変調手段のサブ画素のピッチが狭いときに、短い焦点距離を有する所望のレンズを形成することができるため、微細なサブ画素を有する光変調手段に対応可能となる。すなわち、サブ画素のピッチに対応して第2シリンドリカルレンズの焦点距離を短くすることができるため、装置全体の小型化を図ることも可能となる。

なお、サブ画素とは、1画素を構成する最小単位であって、隣接配置された複数のサブ画素で1画素が構成されている。

【0010】

50

また、本発明のプロジェクタは、前記第一の方向と前記第二の方向との曲率が異なり、前記光源から射出された光を反射させる反射部と、前記光源と前記色分離手段との間の光路上に配置され、前記第一の方向と前記第二の方向との曲率が異なるレンズ面を有し、前記反射部において反射した光を集光する集光手段とを備えることが好ましい。

【0011】

本発明に係るプロジェクタでは、光源から射出された光は、反射部により反射される。このとき、反射部の第一の方向と第二の方向との曲率が異なるため、例えば、第一の方向の光束を細くし、第二の方向の光束を太くすることができる。そして、反射部により反射された光は、第一の方向と第二の方向との曲率が異なるレンズ面を有する集光手段により集光されて略平行光となる。集光手段から射出された光は、第1シリンダリカルレンズにより第一の方向に集光され、第2シリンダリカルレンズにより第二の方向に集光され、光変調装置の各サブ画素に入射する。

10

このように、第一の方向の光束が細く、第二の方向の光束が太い光を光変調装置に入射することができるため、第一の方向の照明のFno.を暗くし、第二の方向の照明のFno.を明るくするレンズの設計が容易になる。

【0012】

また、本発明のプロジェクタは、前記光源側から第1シリンダリカルレンズ、第2シリンダリカルレンズの順に配置されていることが好ましい。

【0013】

本発明に係るプロジェクタでは、色分離方向である第一の方向の照明Fno.を暗くし、第二の方向の照明Fno.を明るくするため、第一の方向に光を集光させる第1シリンダリカルレンズの焦点距離を長くし、第二の方向に光を集光させる第2シリンダリカルレンズの焦点距離を短くする。これにより、焦点距離が長い第1シリンダリカルレンズを光源側に配置し、焦点距離が短い第2シリンダリカルレンズを光変調手段側に配置することにより、光源から射出された光を第1、第2シリンダリカルレンズにより効率良く集光させることができる。

20

【0014】

また、本発明のプロジェクタは、前記第1シリンダリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第1フィールドレンズと、前記第2シリンダリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第2フィールドレンズとを備え、前記第1フィールドレンズ及び前記第2フィールドレンズはシリンダリカルレンズであることが好ましい。

30

【0015】

本発明に係るプロジェクタでは、マイクロレンズアレイから射出された光の主光軸が光変調手段の入射端面に略垂直となるように第一の方向に集光させる第1フィールドレンズと、マイクロレンズアレイから射出された光の主光軸が光変調手段の入射端面に略垂直となるよう第二の方向に集光させる第2フィールドレンズとを備えている。すなわち、第1フィールドレンズ及び第2フィールドレンズにより、光変調手段に入射する光の入射角度が大きくなる。したがって、光変調手段の各サブ画素を明るい照明光で照射することが可能となる。

40

【0016】

さらに、第1フィールドレンズ及び第2フィールドレンズはシリンダリカルレンズであるため、例えば、レンチキュラレンズに比べて焦点距離を短くすることができる。したがって、光変調手段のサブ画素のピッチが狭いときに、短い焦点距離を有する所望のレンズとして形成することができるため、微細なサブ画素を有する光変調手段に対応可能となる。このように、サブ画素のピッチに対応して第2フィールドレンズの焦点距離を短くすることができるため、第1、第2フィールドレンズを用いても装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0017】

また、本発明のプロジェクタは、前記光源側から前記第1フィールドレンズ、前記第2

50

フィールドレンズの順に配置されていることが好ましい。

【0018】

本発明に係るプロジェクタでは、第一の方向の照明 F_{no} を暗くし、第二の方向の照明 F_{no} を明るくするため、第一の方向に光を集光させる第1フィールドレンズの焦点距離を長くし、第二の方向に光を集光させる第2フィールドレンズの焦点距離を短くする。これにより、焦点距離が長い第1フィールドレンズを光源側に配置し、焦点距離が短い第2フィールドレンズを光変調手段側に配置することにより、光源から射出された光を第1、第2フィールドレンズにより光変調手段に効率良く集光させることができる。

【0019】

本発明の光学素子は、複数のサブ画素で構成された1つの画素がアレイ状に配列された光変調手段の各サブ画素に光を入射させる光学素子であって、入射した光を色光ごとに複数種の前記サブ画素が配列された第一の方向に集光して異なる色光に対応した前記サブ画素に入射させる第1シリンドリカルレンズと、入射した光を前記第一の方向に略直交する第二の方向に集光して前記サブ画素に入射させる第2シリンドリカルレンズとがそれぞれアレイ状に配列されてなるマイクロレンズアレイと、前記第1シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第1フィールドレンズと、前記第2シリンドリカルレンズから射出された光の主光軸を前記光変調手段の入射端面に対して略垂直とする第2フィールドレンズとを備え、前記第1シリンドリカルレンズの第一の方向の径は、前記画素の前記第一の方向のピッチと略等しく、前記第2シリンドリカルレンズの第二の方向の径は、前記サブ画素の前記第二の方向のピッチと略等しいことを特徴とする。

【0020】

本発明に係る光学素子では、上述したように、光変調手段のサブ画素の配列方向の第一の方向と第二の方向とに集光する第1、第2シリンドリカルレンズを別々に設けているため、それぞれの方向の焦点距離を別々に設計することができる。これにより、光変調手段の各サブ画素に入射する光の照明効率の低下を抑えることが可能な光学素子を提供することができる。

また、第1、第2シリンドリカルレンズにより光変調手段の各サブ画素に光を集光させているため、例えば、レンチキュラレンズに比べて焦点距離を短くすることができる。これにより、光変調手段の各サブ画素への明るい照明が可能となる。

さらに、第1フィールドレンズ及び第2フィールドレンズを備えることにより、光変調手段に入射する光の入射角度が大きくなる。したがって、光変調手段の各サブ画素を明るい照明光で照射することが可能となる。

【0021】

本発明の光変調装置は、複数のサブ画素で構成された1つの画素がアレイ状に配列され、入射した色光ごとに独立して変調可能な光変調手段と、上記の光学素子とを備えることを特徴とする。

【0022】

本発明に係る光変調装置では、上述したように、光変調手段のサブ画素の配列方向の第一の方向と第二の方向とに集光する第1、第2シリンドリカルレンズを別々に設けているため、それぞれの方向の焦点距離を別々に設計することができる。これにより、光変調手段の各サブ画素に入射する光の照明効率の低下を抑えることが可能となる。

また、第1、第2シリンドリカルレンズにより光変調手段の各サブ画素に集光させているため、例えば、レンチキュラレンズに比べて焦点距離を短くすることができる。したがって、上述したように、サブ画素のピッチに対応して第2シリンドリカルレンズ、第2フィールドレンズの焦点距離を短くすることができるため、光変調装置全体の小型化を図ることも可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を参照して、本発明に係るプロジェクタ、光学素子及び光変調装置の実施形

10

20

30

40

50

態について説明する。なお、以下の図面においては、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0024】

[第1実施形態]

本実施形態のプロジェクトは、R（赤）、G（緑）、B（青）の異なる色光に対して1つの透過型液晶ライトバルブを備えた単板式の投射型カラー液晶プロジェクトであり、画像をスクリーンに投射させるものである。

また、本実施形態では、R、G、Bに対応した透過型液晶パネルの画素を照明する空間分離方式で、明るさを上げるために第一の方向の照明Fno.を暗くし、第二の方向の照明Fno.を明るくする構成となっている。

本実施形態に係るプロジェクト1は、図1に示すように、光源部10と、ダイクロイックプリズム（色分離手段）20と、マイクロレンズアレイ（光学素子）25と、液晶ライトバルブ（光変調装置）30と、投射レンズ（投射手段）35とを備えている。

【0025】

光源部10は、光源11と、シリンダリカルレンズ12と、第1、第2フライアレイレレンズ13a、13bと、偏光変換素子14と、重畳レンズ15とを備えている。また、光源11は、赤色光（以下、「R光」という。）と緑色光（以下、「G光」という。）と青色光（以下、「B光」という。）を含む白色光を射出するものである。

第1、第2フライアレイレレンズ13a、13bは、高圧水銀ランプ11aから射出された光の照度分布を均一化するレンズである。

偏光変換素子14は、均一化された不定偏光状態の光を特定の偏光方向の光に変換する素子である。

【0026】

光源11は、光を射出する高圧水銀ランプ11aと、高圧水銀ランプ11aから射出された光を反射させるリフレクタ（反射部）11bとを備えている。リフレクタ11bは、縦方向（第一の方向、液晶ライトバルブ30の垂直方向：図1に示すX方向）と、横方向（第二の方向、液晶ライトバルブ30の水平方向：図1に示すY方向）との形状（曲率）が異なるアナモルフィックリフレクタである。

本実施形態のリフレクタ11bは、縦方向と横方向との曲率が異なり、リフレクタ11bから射出される光束の縦方向が細くなり、横方向が太くなるように形成されている。

シリンダリカルレンズ（集光手段）12は、縦方向と横方向との曲率が異なる凹状のレンズであり、縦方向の面における焦点距離が長く、横方向の面における焦点距離が短い。これにより、シリンダリカルレンズ12は、リフレクタ11bから射出された縦方向の光束が細く、横方向の光束が太い光を平行光として射出する。

【0027】

ダイクロイックプリズム20は、重畳レンズ15により重畳された光をR光、G光、B光に分離するプリズムである。具体的には、ダイクロイックプリズム20は、互いに略直交するように配置された2つのダイクロイック膜20a、20bを有している。第1ダイクロイック膜20aは、R光を反射し、G光およびB光を透過させる特性を有している。一方、第2ダイクロイック膜20bは、B光を反射し、R光およびG光を透過させる特性を有している。これにより、ダイクロイックプリズム20の第1ダイクロイック膜20aにおいて反射し、光軸Oに対して90度曲げられたR光は、反射ミラー21により光軸Oに向かって反射される。また、ダイクロイックプリズム20の第2ダイクロイック膜20bにおいて反射し、光軸Oに対して90度曲げられたB光は、反射ミラー22により光軸Oに向かって反射される。すなわち、反射ミラー21において反射したR光及び反射ミラー22において反射したB光は液晶ライトバルブ30に向かって反射される。

【0028】

次に、マイクロレンズアレイ25について、図2を参照して説明する。なお、図2はマイクロレンズアレイ25の一部を取り出して示した斜視図である。

マイクロレンズアレイ25は、図2に示すように、縦方向に複数アレイ状に配列される

10

20

30

40

50

とともに、入射した光を縦方向に集光させる第1シリンドリカルレンズ27と、横方向に複数アレイ状に配列されるとともに、入射した光を横方向に集光させる第2シリンドリカルレンズ28とを備えている。また、第1シリンドリカルレンズ27の縦方向の径がL1であり、第2シリンドリカルレンズ28の横方向の径がL2である。

また、第1シリンドリカルレンズ27と第2シリンドリカルレンズ28との間は、例えば、樹脂からなる接着部材26aが設けられている。そして、この接着部材26aにより、第1シリンドリカルレンズ27と第2シリンドリカルレンズ28との固定が行われる。また、第2シリンドリカルレンズ28の液晶ライトバルブ30側の面にも、例えば、樹脂からなる接着部材26bが設けられており、この接着部材26bにより、マイクロレンズアレイ25の射出端面25bを平坦面に行っている。

この接着部材26a, 26bの屈折率は、第1, 第2シリンドリカルレンズ27, 28を構成する材料の屈折率との差が大きい方が好ましい。

【0029】

次に、液晶ライトバルブ30の構成と、マイクロレンズアレイ25と液晶ライトバルブ30との位置関係について図3を参照して説明する。

なお、図3では、実際にはダイクロイックプリズム20から射出され広がった光をマイクロレンズアレイ25により集光させているが、図が煩雑になるのを避けるために、マイクロレンズアレイ25の中心を通過する光の主光軸のみを示す。さらに、図3では、実際には液晶ライトバルブ30はマトリクス状に複数のサブ画素31が配列されているが、X方向に1列のみ示す。

【0030】

液晶ライトバルブ30は、高温ポリシリコンTFEを用いた透過型の液晶パネルである。また、液晶ライトバルブ30は、互いに異なる波長選択性を有し、ダイクロイックプリズム20において色分離されたR光, G光, B光を独立して変調可能な複数種類のサブ画素31をアレイ状に有している。具体的には、液晶ライトバルブ30は、R光が入射する赤色光用の複数のサブ画素30Rと、G光が入射する緑色光用の複数のサブ画素30Gと、B光が入射する青色光用の複数のサブ画素30Bとを有している。なお、サブ画素31とは、1画素を構成する最小単位であって、隣接配置された複数のサブ画素31(本実施形態では3つのサブ画素31)で1画素32が構成されている。

また、ブラックマトリクス(BM)30bのそれぞれの開口部30cが各サブ画素31の光透過領域となる。

【0031】

また、第1シリンドリカルレンズ27の縦方向の径L1が、液晶ライトバルブ30の縦方向の3サブ画素30R, 30G, 30B分(1画素32)のピッチP1と略同じである。また、第2シリンドリカルレンズ28の横方向の径L2が、液晶ライトバルブ30の横方向の1サブ画素30R, 30G, 30BのピッチP2と略同じである。

すなわち、図3に示すように、1つの第1シリンドリカルレンズ27に、液晶ライトバルブ30の縦方向の3つのサブ画素31が対応し、1つの第2シリンドリカルレンズ28に、液晶ライトバルブ30の横方向の1つのサブ画素31が対応している。

【0032】

また、マイクロレンズアレイ25は、ダイクロイックプリズム20を透過したG光の光路上に配置されているため、図3に示すように、R光, B光は、G光に対しては対称にマイクロレンズアレイ25の入射端面25aに対して角度 θ をなして入射する。

これらにより、マイクロレンズアレイ25に入射したR光, G光は、第1シリンドリカルレンズ27により縦方向に射出方向が異なるように色分離され、各サブ画素30R, 30G, 30Bの開口部30cから入射する。

また、第1シリンドリカルレンズ27から射出され第2シリンドリカルレンズ28に入射したR光, G光, B光は、第2シリンドリカルレンズ28により横方向に集光され、各サブ画素30R, 30G, 30Bに効率良く入射する。

【0033】

10

20

30

40

50

また、図 1 に示すように、ダイクロイックプリズム 20 とマイクロレンズアレイ 25 との間の光路上には、コンデンサーレンズ 29 が配置されている。このコンデンサーレンズ 29 により、テレセントリックな照明光となる。

また、投射レンズ 35 により、液晶ライトバルブ 30 において変調された光をスクリーン 40 に向かって拡大投射する。

【0034】

本実施形態に係るプロジェクタ 1 では、縦方向に集光する第 1 シリンドリカルレンズ 27 と、横方向に集光する第 2 シリンドリカルレンズ 28 とを備えているため、縦方向と横方向との焦点距離を別々に設計することができる。すなわち、縦方向の照明 Fno. を暗くしても、横方向の光がサブ画素 31 から外れないように、第 2 シリンドリカルレンズ 28 を第 1 シリンドリカルレンズ 27 に比べて焦点距離を短く設計することができる。これにより、開口部 30c 間のブラックマトリックス 30b 等によるケラレを押さえることが可能となるため、液晶ライトバルブ 30 の各サブ画素 31 に入射する光の照明効率の低下を抑えることが可能となる。

10

【0035】

さらには、ダイクロイックプリズム 20 により色分離された光を第 1, 第 2 シリンドリカルレンズ 27, 28 により液晶ライトバルブ 30 の各サブ画素 31 に集光させているため、例えば、レンチキュラレンズに比べて焦点距離の短いレンズを作製し易い。したがって、液晶ライトバルブ 30 のサブ画素 31 のピッチ P1 が狭いときに、短い焦点距離を有する所望のレンズとして形成することができるため、微細なサブ画素 31 を有する液晶ライトバルブ 30 に対応可能となる。すなわち、サブ画素 31 のピッチ P1 に対応して第 2 シリンドリカルレンズ 28 の焦点距離を短くすることができるため、装置全体の小型化を図ることも可能となる。

20

【0036】

また、縦方向の照明 Fno. を暗くし、横方向の照明 Fno. を明るくするため、縦方向に光を集光させる第 1 シリンドリカルレンズ 27 の焦点距離を長くし、横方向に光を集光させる第 2 シリンドリカルレンズ 28 の焦点距離を短くする。これにより、焦点距離が長い第 1 シリンドリカルレンズ 27 を光源 11 側に配置し、焦点距離が短い第 2 シリンドリカルレンズ 28 を液晶ライトバルブ 30 側に配置することにより、光源 11 から射出された光を第 1, 第 2 シリンドリカルレンズ 27, 28 により効率良く集光させることができる。

30

【0037】

また、液晶ライトバルブ 30 に入射する R 光, G 光, B 光はテレセントリックな照明光となっているため、光変調手段として、特に、液晶ライトバルブ 30 を用いた場合に、液晶ライトバルブ 30 の入射端面 30a に対して垂直に光を入射させることができる。これにより、液晶ライトバルブ 30 を通過する光のコントラストを向上させることができる。

【0038】

なお、第 1 シリンドリカルレンズ 27 と第 2 シリンドリカルレンズ 28 との間に、接着部材 26a, 26b を設けずに空気層であっても良い。

また、光源 11 のリフレクタ 11b により、縦方向の光束を細くし、横方向の光束を太くしたが、光源 11 から射出される光の形状はこれに限るものではない。

40

また、第 1 シリンドリカルレンズ 27, 第 2 シリンドリカルレンズ 28 の順に光源 11 側から配置したがこれに限るものではなく、第 2 シリンドリカルレンズ 28, 第 1 シリンドリカルレンズ 27 の順であっても良い。

さらに、図 3 では、マイクロレンズアレイ 25 と液晶ライトバルブ 30 とを間隔をあけて図示したが、極力近くに配置することが好ましく、接触していても良い。

また、光源 11 から射出された光を R 光, G 光, B 光の 3 色に分けたが、これに限るものではなく、4 色以上に分けても良い。この場合、第 1 シリンドリカルレンズ 27 の縦方向の径が、縦方向の 1 画素 32 のピッチと略等しくなるように形成すれば良い。

【0039】

50

[第 1 実施形態の変形例]

本変形例は、マイクロレンズアレイ 25 と液晶ライトバルブ 30 との間の光路上に、第 1 フィールドレンズ 51 及び第 2 フィールドレンズ 52 を有する光学素子 50 を備えている。このような変形例について、図 4 を参照して説明する。

なお、本実施形態においても、R, G, B に対応して液晶ライトバルブ 30 のサブ画素 30R, 30G, 30B を照明する空間分離方式で、明るさを上げるために縦方向の照明 Fno. を暗くし、横方向の照明 Fno. を明るくする構成となっている。

また、図 4 では、実際にはダイクロイックプリズム 20 から射出され広がった光を光学素子 50 により集光させているが、図が煩雑になるのを避けるために、光学素子 50 の中心を通過する光の主光軸のみを示す。さらに、液晶ライトバルブ 30 はマトリクス状にサブ画素 31 が配列されているが、X 方向に 1 列のみ示す。

10

【 0040 】

第 1 フィールドレンズ 51 は、図 4 に示すように、第 1 シリンダリカルレンズ 27 と同様に、縦方向 (X 方向) に複数配列されており、第 1 シリンダリカルレンズ 27 から射出された光の主光軸を液晶ライトバルブ 30 の入射端面 30a の縦方向に略垂直に入射させる。

また、第 2 フィールドレンズ 52 は、第 2 シリンダリカルレンズ 28 と同様に、横方向 (Y 方向) に複数配列されており、第 2 シリンダリカルレンズ 28 から射出された光の主光軸を液晶ライトバルブ 30 の入射端面 30a の横方向に略垂直に入射させる。また、第 1, 第 2 フィールドレンズ 51, 52 はシリンダリカルレンズである。

20

さらに、第 1 フィールドレンズ 51 が第 2 シリンダリカルレンズ 28 側に設けられており、第 2 フィールドレンズ 52 が液晶ライトバルブ 30 側に設けられている。

【 0041 】

また、第 2 シリンダリカルレンズ 28 と第 1 フィールドレンズ 51 との間は、例えば、樹脂からなる接着部材 56a が設けられており、この接着部材 56a により、第 2 シリンダリカルレンズ 28 と第 1 フィールドレンズ 51 との固定が行われる。また、第 1 フィールドレンズ 51 と第 2 フィールドレンズ 52 との間にも、例えば、樹脂からなる接着部材 56b が設けられており、この接着部材 56b により、第 1 フィールドレンズ 51 と第 2 フィールドレンズ 52 との固定が行われる。さらに、第 2 フィールドレンズ 52 の液晶ライトバルブ 30 側の面にも、例えば、樹脂からなる接着部材 56c が設けられており、この接着部材 56c により、光学素子 50 の射出端面 50b を平坦面にしている。

30

この接着部材 56a, 56b, 56c の屈折率は、第 2 シリンダリカルレンズ 28, 第 1, 第 2 フィールドレンズ 51, 52 を構成する材料の屈折率との差が大きい方が好ましい。

【 0042 】

本変形例では、第 1 フィールドレンズ 51 及び第 2 フィールドレンズ 52 により、液晶ライトバルブ 30 に入射する光の入射角度が大きくなる。したがって、液晶ライトバルブ 30 の各サブ画素 31 を明るい照明光で照射することが可能となる。

また、第 1 フィールドレンズ 51 及び第 2 フィールドレンズ 52 により、液晶ライトバルブ 30 に垂直に光を入射させることで、液晶ライトバルブ 30 を通過する光のコントラストを向上させることができるため、鮮明な画像をスクリーン 40 に投射することが可能となる。

40

【 0043 】

また、縦方向の照明 Fno. を暗くし、横方向の照明 Fno. を明るくするため、縦方向に光を集光させる第 1 フィールドレンズ 51 の焦点距離を長くし、横方向に光を集光させる第 2 フィールドレンズ 52 の焦点距離を短くする。これにより、焦点距離が長い第 1 フィールドレンズ 51 を光源 11 側の第 2 シリンダリカルレンズ 28 側に配置し、焦点距離が短い第 2 フィールドレンズ 52 を液晶ライトバルブ 30 側に配置することにより、光源 11 から射出された光を第 1, 第 2 フィールドレンズ 51, 52 により液晶ライトバルブ 30 に効率良く集光させることができる。

50

なお、本変形例において、縦方向と横方向とで別々の第1フィールドレンズ51及び第2フィールドレンズ52を設けたが、縦方向及び横方向にフィールドレンズ機能を有するレンズを1つ設けた構成であっても良い。

【0044】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、色分離方法として、ダイクロイックプリズムを用いたが、3つのダイクロイックミラーの角度を変えて設けることにより、入射した光を分離しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の第1実施形態に係るプロジェクタを示す概略構成図である。

【図2】図1のマイクロレンズアレイの構成を示す斜視図である。

【図3】図1のマイクロレンズアレイと液晶ライトバルブとの関係を示す斜視図である。

【図4】図1のプロジェクタの変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

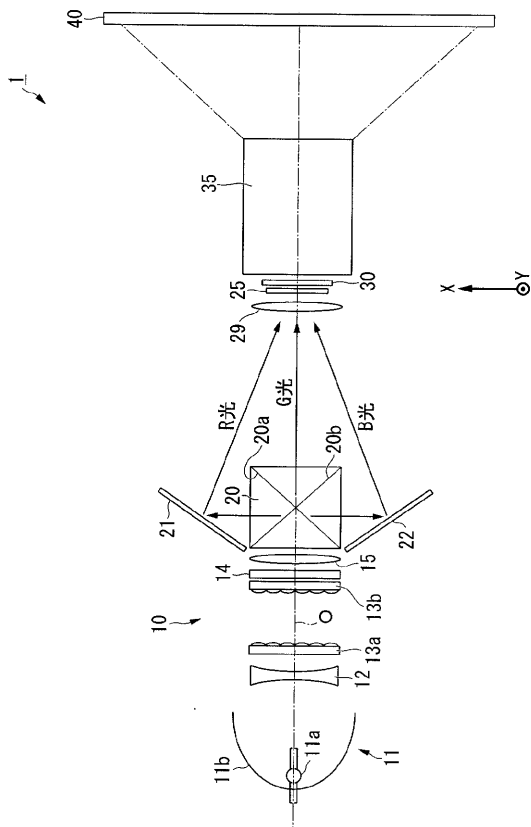
【0046】

L1, L2...径、P1, P2...ピッチ、1...プロジェクタ、11...光源、11b...リフレクタ(反射部)、12...シリンドリカルレンズ、20...ダイクロイックプリズム(色分離部)、25...マイクロレンズアレイ、27...第1シリンドリカルレンズ、28...第2シリンドリカルレンズ、30...液晶ライトバルブ(光変調手段)、30a...入射端面、35...投射レンズ(投射手段)、50...光学素子、51...第1フィールドレンズ、52...第2フィールドレンズ、

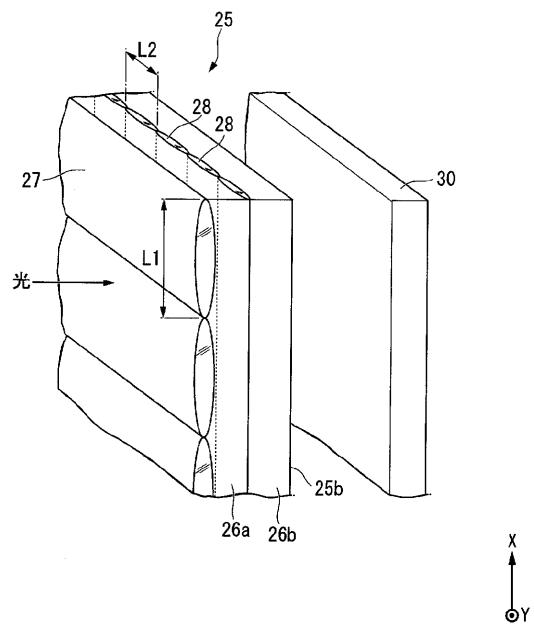
10

20

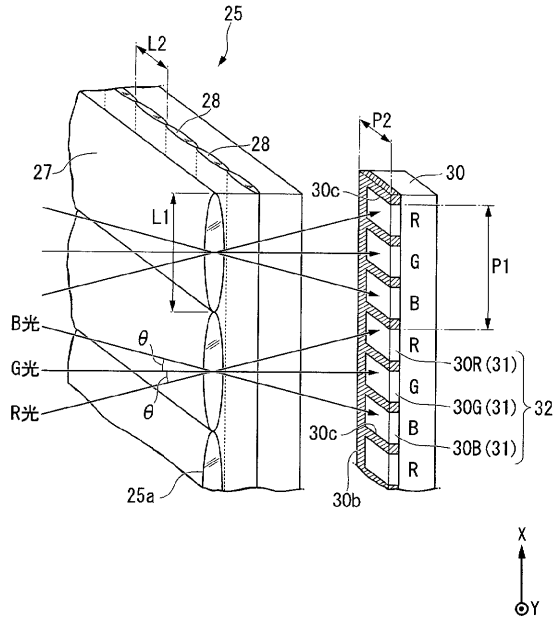
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

