

(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2010-129503

(P2010-129503A)

(43) 公開日 平成22年6月10日 (2010.6.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 3 4 0	2 K 1 0 3
G 0 3 B 21/14 (2006.01)	G 0 3 B 21/14 A	3 K 2 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-306056 (P2008-306056)	(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
(22) 出願日	平成20年12月1日 (2008.12.1)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661 弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	酒井 謙至 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	藤牧 治 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

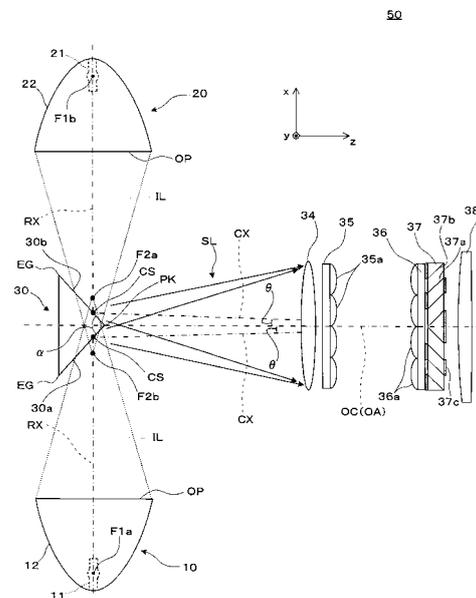
(54) 【発明の名称】 照明装置及びこれを備えるプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】ランプから出射された光の光束形状を考慮することで、光の利用効率を簡易・確実に向上させることが可能な照明装置及びこのような照明装置を備えるプロジェクタを提供すること。

【解決手段】出射光 I L の光束形状に対応して、各光源ランプユニット 1 0、2 0 に対する各反射面 3 0 a、3 0 b の位置を、基準とすべき第 2 焦点 F 2 a、F 2 b よりも光路上流側とすることにより、第 1 及び第 2 のリフレクタ 1 2、2 2 や合成ミラー 3 0 の反射角度の設定等の光学的設計については、旧来の特徴を保持したままでありながらも、反射面 3 0 a、3 0 b 上において合成させる出射光 I L を近接させた状態で反射させることができる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれ光源光を発生する第 1 及び第 2 の発光管と、前記第 1 及び第 2 の発光管から発生した光源光をそれぞれ集光するように出射するとともに互いに対向した状態で離間して配置される第 1 及び第 2 のリフレクタとを有する第 1 及び第 2 のランプと、

前記第 1 及び第 2 のランプ間に配置され、前記第 1 及び第 2 のランプの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置に対応して配置される反射面を含み、前記第 1 及び第 2 のランプからそれぞれ出射された当該各出射光を同一方向に反射することにより合成する V 字状の合成ミラーと

を備える照明装置。

10

【請求項 2】

前記合成ミラーは、前記反射面として、前記第 1 及び第 2 のランプの双方からの出射光のビームサイズの最小位置に対応してそれぞれ配置される第 1 及び第 2 の反射面を有する、請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置は、当該リフレクタの光軸と当該リフレクタに対応する前記合成ミラーの反射面との交点またはその近傍にある、請求項 1 または請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 のリフレクタは、楕円型である、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項記載の照明装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置は、対応する当該リフレクタの第 2 焦点の位置よりも光路上流側にある、請求項 4 記載の照明装置。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置は、対応する当該リフレクタの第 2 焦点の位置よりも光路下流側にある、請求項 4 記載の照明装置。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 のランプは、高圧水銀ランプ及びメタルハライドランプのいずれかの高圧放電ランプである、請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項記載の照明装置。

30

【請求項 8】

前記第 1 のランプと前記第 2 のランプとは、同一仕様の光学系であり、前記合成ミラーを基準として対称に配置される、請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 9】

前記合成ミラーの光路下流側において、合成された出射光を平行化する平行化光学系をさらに備える請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか一項記載の照明装置と、
前記照明装置からの照明光によって照明される光変調装置と、
前記光変調装置を経た像光を投射する投射光学系と
を備えるプロジェクタ。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数のランプから発生した光を合成して照明光を形成する照明装置及び当該照明装置を備えるプロジェクタに関する。

【背景技術】

50

【0002】

プロジェクタ等の投射型画像表示装置において、2つの光源装置を有する照明装置を用いて明るい画像を形成するものが知られている（例えば特許文献1参照）。対向配置された2つの光源装置からの照明光束をV字状の反射面を有するミラーにより略同一の方向に向けて反射させるとともに合成して照明光を形成する場合、例えば、2つの光源装置のそれぞれにおいて楕円型のリフレクタを集光光学系として用い、光源光の発光点を当該リフレクタの第1焦点に位置するように配置し、ミラーのV字状の反射面を第2焦点またはその近傍に配置している。これにより、当該反射面上において光を集光させることで光の利用効率等の向上を図っている（同上参照）。

【特許文献1】特許第4045692号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記特許文献1のように、V字状の反射面を有するミラーを用いることにより2つの光を略同一の方向に向けて反射して合成させる場合、光の利用効率等をよくするためには、合成の際に2方向からの光ができるだけ近接していることが望ましい。つまり、当該ミラーの反射面のうち、できるだけV字状のエッジ部分（先端部分）に近い側即ちミラーが光を反射する方向側に光を入射させることが望ましい。しかしながら、例えば楕円型のリフレクタを集光光学系として用い、当該リフレクタの第2焦点等にミラーの反射面を配置させても、例えば発光源側における発光管の形状やアーク位置の広がり等の影響により、ランプから出射される光の光束は、必ずしも第2焦点において理想の通りに一点に集光するものとはならない。また、当該リフレクタの第2焦点等において、当該光束の断面形状が必ずしも近接させるために最適な状態になっているとも限らない。

【0004】

そこで、本発明は、ランプから出射された実際の光の光束形状を考慮することで、光の利用効率を簡易・確実に向上させることが可能な照明装置及びこのような照明装置を備えるプロジェクタ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】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明に係る照明装置は、それぞれ光源光を発生する第1及び第2の発光管と、第1及び第2の発光管から発生した光源光をそれぞれ集光するように出射するとともに互いに対向した状態で離間して配置される第1及び第2のリフレクタとを有する第1及び第2のランプと、第1及び第2のランプ間に配置され、第1及び第2のランプの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置に対応して配置される反射面を含み、第1及び第2のランプからそれぞれ出射された当該各出射光を同一方向に反射することにより合成するV字状の合成ミラーとを備える。

【0006】

上記照明装置では、合成ミラーの反射面を、ランプ光学系上の焦点位置ではなく、第1及び第2のランプの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置に対応して配置している。これにより、光を合成して照明光を形成する際に、光をより合成後の光軸に近接させることができるので、光の利用効率を簡易・確実に向上させることができる。

【0007】

また、本発明の具体的な態様によれば、合成ミラーが、上述の反射面として、第1のランプ及び第2のランプの双方からの出射光のビームサイズの最小位置に対応してそれぞれ配置される第1及び第2の反射面を有する。この場合、光の合成において、第1のランプ及び第2のランプの双方からの光を近接させることができるので、光の利用効率を簡易・確実に向上させることができる。

【0008】

また、本発明の別の態様によれば、第1及び第2のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置が、当該リフレクタの光軸と当該リフレクタに対応する

10

20

30

40

50

合成ミラーの反射面との交点またはその近傍にある。この場合、当該合成ミラーの反射面上における出射光のビームサイズを確実に最小にすることができる。

【0009】

また、本発明の別の態様によれば、第1及び第2のリフレクタが、楕円型である。ここで、楕円型のリフレクタについては、楕円を回転させて形成される回転楕円面の一部を反射面として有するリフレクタのみならず、楕円を補正した自由曲線を光軸の回りに回転させて得られた自由曲面を反射面として有するリフレクタも含まれる。この場合、基本の回転楕円面に対応する第1焦点及び第2焦点を通る軸を光軸として、種々の光学的設計を行うことができる。なお、ビームサイズの最小位置は、補正しても第2焦点からはずれた位置となっているものとする。

10

【0010】

また、本発明の別の態様によれば、第1及び第2のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置が、対応する当該リフレクタの第2焦点の位置よりも光路上流側にある。この場合、出射光のビームサイズの最小位置がリフレクタの第2焦点の位置から光路上流側に離間しており、これに対応した光の反射による合成を行うことで、光の利用効率を簡易・確実に向上させることができる。

【0011】

また、本発明の別の態様によれば、第1及び第2のリフレクタの少なくとも一方からの出射光のビームサイズの最小位置が、対応する当該リフレクタの第2焦点の位置よりも光路下流側にある。この場合、出射光のビームサイズの最小位置がリフレクタの第2焦点の位置から光路下流側に離間しており、これに対応した光の反射による合成を行うことで、光の利用効率を簡易・確実に向上させることができる。

20

【0012】

また、本発明の別の態様によれば、第1及び第2のランプが、高圧水銀ランプ及びメタルハライドランプのいずれかの高圧放電ランプである。この場合、例えばプロジェクタ等に照明装置を組み込んでも、プロジェクタによる像光形成の必要に足る光量を有する略白色の光源光を発生させることができる。

【0013】

また、本発明の別の態様によれば、第1のランプと第2のランプとが、同一仕様の光学系であり、合成ミラーを基準として対称に配置される。この場合、各ランプからの光の合成により形成される光が、バランスの取れたものとなる。

30

【0014】

また、本発明の別の態様によれば、照明装置が、合成ミラーの光路下流側において、合成された出射光を平行化する平行化光学系をさらに備える。この場合、光が平行化されるので、例えばプロジェクタ等に用いるのに適した照明装置となる。

【0015】

また、本発明の具体的な態様として、本発明に係るプロジェクタは、上記いずれかの照明装置と、照明装置からの照明光によって照明される光変調装置と、光変調装置を経た像光を投射する投射光学系とを備える。この場合、上記照明装置を用いることにより、プロジェクタは、光の利用効率の向上により輝度を向上させた画像の投射を可能にするものとなる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、第1実施形態に係る照明装置が組み込まれたプロジェクタの光学系を説明するための模式的な平面図であり、図2は、図1のうち、照明装置について拡大して示した平面図である。

【0017】

このプロジェクタ100は、照明光を形成して出射する照明装置50と、照明装置50からの照明光を青(B)、緑(G)及び赤(R)の3色に分離する色分離光学系40と、各色の像光を形成する光変調部60と、光変調部60から出射された各色の像光を合成し

50

てカラーの画像光を形成するクロスダイクロイックプリズム70と、クロスダイクロイックプリズム70を経た画像光を投射する投射光学系80とを備える。

【0018】

照明装置50は、それぞれ光源光を発生するランプである第1及び第2の光源ランプユニット10、20と、第1及び第2の光源ランプユニット10、20からの出射光を略同一の方向に反射することにより合成する合成ミラー30と、合成ミラー30により1つにまとめた照明光を平行化するレンズである平行化光学系34と、平行化された光束を複数の部分光束に分割する第1及び第2フライアイレンズ35、36と、第2フライアイレンズ36から入射する照明光の偏光状態を調整する偏光変換素子37と、複数の部分光束を光路下流側において重畳させるための重畳レンズ38とを備える。

10

【0019】

図2等に示すように、照明装置50のうち、両光源ランプユニット10、20は、同一の構造を有しており、可視光波長領域を含む光源光を発生させる発光源である第1及び第2の発光管11、21と、第1及び第2の発光管11、12から出射された光源光を反射する反射部材である第1及び第2のリフレクタ12、22とをそれぞれ有している。なお、第1の光源ランプユニット10と第2の光源ランプユニット20とは同一構造の光学系であり、第1の発光管11と第2の発光管21とは、同一仕様となっている。各発光管11、21は、例えば、高圧水銀ランプ等の高圧放電ランプであり、点灯時には、それぞれのガラス管内に封入された水銀等による蒸気圧が例えば100k~1000kPa(1~10気圧)程度となる。これにより、各発光管11、21は、像光形成の必要に足る光量を有する略白色の光源光を発生する。第1のリフレクタ12と第2のリフレクタ22とは、互いに対向した状態で離間して、同一軸上に光軸RXを共有した状態で配置されている。各リフレクタ12、22の内側面は、楕円を補正した自由曲線を光軸の回りに回転させた軌跡となっている。つまり、各リフレクタ12、22は、回転楕円面に近似した自由曲面を反射面として有している。従って、第1のリフレクタ12は、上記基本の回転楕円面に対応する第1焦点F1a及び第2焦点F2aを通る軸を光軸RXとしている。同様に、第2のリフレクタ22は、第1焦点F1b及び第2焦点F2bを通る軸を光軸RXとしている。第1及び第2の発光管11、21の発光点は、それぞれ第1及び第2のリフレクタ12、22の第1焦点F1a、F1bに略一致しており、各リフレクタ12、22は、第1及び第2の発光管11、21から発生した光源光を出射光ILとしてそれぞれ集光するように合成ミラー30に向けて開口OPから出射する。

20

30

【0020】

ここで、両リフレクタ12、22の光軸RXは、照明装置50の照明光軸OCに垂直なものとなっており、各リフレクタ12、22は、照明光軸OCについて軸対称に配置されている。従って、合成ミラー30は、光軸RX上において第1の光源ランプユニット10と第2の光源ランプユニット20との丁度中間に位置する配置となっている。なお、図中において、光軸RXの方向をx方向、照明光軸OCの方向をz方向としている。また、照明装置50は、図1に示すプロジェクタ100において、照明光軸OCをシステム光軸OAと同一軸とするように組み込まれている。

【0021】

合成ミラー30は、三角柱状のプリズム30pの側面に、第1の光源ランプユニット10からの出射光ILに対応する第1の反射面30aと、第2の光源ランプユニット20からの出射光ILに対応する第2の反射面30bとを有している。合成ミラー30の形状についてより具体的に説明すると、第1の反射面30aと第2の反射面30bとの片端が繋がっていることで、エッジ部分である頂点側端部PKが形成されており、各反射面30a、30bのもう一方の端部である一対の後部側端部EGと頂点側端部PKとを結んで平面視V字状に反射部分が形成されている。なお、第1のリフレクタ12に設けた第1の反射面30aと第1のリフレクタ12に設けた第2の反射面30bとが照明光軸OCについて対称となるように配置されていることで、第1の光源ランプユニット10と第2の光源ランプユニット20とは、照明光軸OCを軸として軸対称な配置となっている。ここでは、

40

50

特に、第1の反射面30aと光軸RXとの交点CSは、第1のリフレクタ12の第2焦点F2aより光路上流側に位置している。同様に、第2の反射面30bと光軸RXとの交点CSも、第1の反射面30aと同じ量だけ、第2のリフレクタ22の第2焦点F2bより光路上流側に位置している。このように、本実施形態では、各反射面30a、30bが、それぞれ対応する第2焦点F2a、F2bまたはその近傍ではなく、第2焦点F2a、F2bから光路上流側に適宜シフトした位置を基準とした配置となっている。これにより、詳細は後述するが、合成ミラー30において、両光源ランプユニット10、20からの光をより近接した状態で合成させることができる。

【0022】

以下、図3、図4(A)及び4(B)を用いて両光源ランプユニット10、20及び合成ミラー30による光の合成について説明する。図3は、第1の光源ランプユニット10から出射される光の様子を模式的に示す断面図である。図中において、出射される出射光ILのうち、主たる光束線を光束IBとして示しており、また、実際の出射光IL全体による光束の外形を輪郭RDとして模式的に示している。なお、第2の光源ランプユニット20(図2参照)は、第1の光源ランプユニット10と同一の構造を有するものであるため説明及び図示を省略する。

【0023】

図3の第1の光源ランプユニット10において、第1の発光管11の発光点は、第1のリフレクタ12の第1焦点F1aに略一致している。当該発光点から出射された光源光は、主たる光束IBにより示すように、第1の発光管11のガラス管11aを経て第1のリフレクタ12の反射面12a上の各点で反射され、第1のリフレクタ12の開口OPから出射光ILとして出射される。なお、出射光ILについて、開口OPからの出射時における光束のスポット径は、リフレクタ12の直径D1に等しいものとなる。ここで、仮に第1の発光管11の発光点が、第1焦点F1aに完全に一致し、かつ、第1焦点F1aから放射状に出射した光源光が屈折することなく直進して第1のリフレクタ12で反射されるものとした場合には、図中点線で示す理論上の仮想的な光束形状VLを有する光が出射され、第2焦点F2aに集光するものとなる。しかしながら、実際には、例えば第1の発光管11を構成するガラス管11aは、少なくとも点灯時に内部空間に生じる蒸気圧・温度に耐えられる程度の構造とするため、図示のように、曲面形状及び厚みを有するものである。このため、ガラス管11aは、若干ではあるが、例えば凸レンズとしての効果(以後レンズ効果と呼ぶ。)を透過する光に与える。また、第1の発光管11の発光点についてもアークの位置にはある程度の幅があり、正確に第1焦点F1aに一致しているわけではない。これらの影響のため、実際の出射光ILは、例えば主たる光束IBに示されるように、第2焦点F2aあるいは、その近傍において集光しない。なお、このような種々の要因に対応するため、第1のリフレクタ12の反射面12aの曲面形状は、既述のように、曲率を補正したものとなっている。当該補正により出射光ILの光束断面の最小値ができるだけ小さくなるようにされているものの、出射光ILが理想通り第2焦点F2aにおいて1点に集光するものとはまではならない。例えば、凸面状のガラス管11aによるレンズ効果による影響が大きい場合、一般に、出射光ILは、第2焦点F2aよりも光路上流側において集光する傾向にある。従って、例えば図3に示すように、仮想的な光束形状VLが第2焦点F2aで集光するのに対して、実際の出射光ILは、照明光軸OC上点F2aよりも光路上流側の点Kの位置において、光束断面を最も小さくするような状態で集光する。つまり、出射光ILの光束の外形たる輪郭RDは、点Kの位置において、照明光軸OCについて垂直に切断した断面が最小となり、ビームウェストBW(Beam Waist)を形成する。照明光軸OCに沿って見た場合、ビームウェストBWの前後では、いずれも出射光ILの輪郭RDが大きく拡がっていく状態となっている。

【0024】

以上のように、実際の出射光ILの光束は、ガラス管11aのレンズ効果等により、第2焦点F2aではなく、光軸RXに沿って、第2焦点F2aから光路上流側に距離tはずれた点Kの位置を最小位置とする形状を有している。本実施形態に係る照明装置50は

10

20

30

40

50

、このように、第2焦点 F_{2a} と出射光 I_L の光束の輪郭 R_D の最小位置とが一致しないことを考慮したものとなっている。

【0025】

照明装置50において、合成ミラー30は、上述のように、出射光 I_L の光束断面即ちビームサイズが最小となる位置であるビームウェスト BW の位置を基準として反射面30a、30bを配置したものとなっている。図4(A)、4(B)のうち、図4(A)は、合成ミラー30のうち第1の反射面30aの出射光 I_L に対する位置即ち合成ミラー30での出射光 I_L の反射位置について説明するための図であり、図4(B)は、その比較例の図である。なお、第2の反射面30bについては、対称性により、第1の反射面30aと同様の構成となっているので、説明及び図示を省略する。図4(A)に示すように、ここでは、ビームウェスト BW の中心位置である点 K と、第1のリフレクタ12の光軸 R_X と合成ミラー30の第1の反射面30aとの交点 CS とが一致している。この場合、図示のように、交点 CS からエッジ部分である頂点側端部 PK までの幅 a_1 をビームウェスト BW の半径の幅 a_2 に略等しい小さな値のものとするることができる。従って、図2等に示すように、両光源ランプユニット10、20による2方向からの出射光 I_L をより近接させた状態で合成させることができる。また、この場合、光束が部分的に遮断されるけられ等による光のロスを抑制することも可能である。従って、合成ミラー30によって形成される照明光 SL が理想的な状態に近いものとなり、より効率的に利用することができるものとなる。これに対して、図4(B)のように、光軸 R_X と反射面30aとの交点 CS と第1のリフレクタ12の第2焦点 F_{2a} とが一致している場合、ビームウェスト BW の位置が反射面30aから遠ざかるので、反射面30a上にできる出射光 I_L の輪郭 R_D が、図4(A)の場合よりも拡がった状態となる、即ち出射光 I_L の光束断面積が大きくなる。従って、2方向からの出射光 I_L を近接させすぎると、光のロスが増大する可能性がある。

10

20

【0026】

また、合成ミラー30は、例えば図2に示すように、第1及び第2の反射面30a、30bによって、第1及び第2の光源ランプユニット10、20からそれぞれ出射される各出射光 I_L を略同一の方向に反射する。より詳しく説明すると、まず、合成ミラー30において、第1の反射面30aと第2の反射面30bとのなす角 θ は、例えば 92° 程度となっている。これにより、各光源ランプユニット10、20からそれぞれ出射された出射光 I_L は、各反射面30a、30bにおいてその中心軸 CX を照明光軸 OC に対してやや傾いた角度(約 2°)とする状態で反射される。このような合成ミラー30での反射により対向する方向からの出射光 I_L が、略同一の方向に反射されることで合成され、照明光 SL が形成される。形成された照明光 SL は、合成ミラー30の光路下流側に位置する光学系である平行化光学系34に入射する。

30

【0027】

平行化光学系34は、反射された光を合成する集光レンズであり、合成ミラー30での反射により1つの光束に合成された照明光 SL の平行化を行う。平行化光学系34から出射された照明光 SL は、略平行化された状態で均一化光学系である第1及び第2フライアイレンズ35、36に入射する。

40

【0028】

第1及び第2フライアイレンズ35、36は、それぞれマトリックス状に配置された複数の要素レンズ35a、36aからなり、これらの要素レンズ35a、36aによって、平行化光学系34を経て平行化された光を分割して個別に集光・発散させる。より具体的には、第1フライアイレンズ35は、平行化光学系34を経た光の光束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、照明光軸 OC 即ちシステム光軸 OA と直交する面内に上述した複数の要素レンズ35aを備えて構成される。各要素レンズ35aの輪郭形状は、後述する図1の光変調部60における各液晶パネル61b、61g、61r上の被照明領域(画像情報が形成される有効画素領域)の形状と略相似形状をなすように設定されている。第2フライアイレンズ36は、前述した第1フライアイレンズ35

50

により分割された複数の部分光束の発散角を調整する光学素子である。この第2フライアイレンズ36は、第1フライアイレンズ35と同様にシステム光軸OAに直交する面内に上述した複数の要素レンズ36aを備えているが、発散角の調整を目的としているため、各要素レンズの輪郭形状が上記液晶パネル61b、61g、61rの被照明領域と対応している必要はない。

【0029】

上述のように、第1及び第2フライアイレンズ35、36を経て形成された照明光SLは、偏光変換素子37に入射する。偏光変換素子37は、PBSアレイを有し、第1フライアイレンズ35により分割された各部分光束の偏光方向を一方向の直線偏光に揃える役割を有する。具体的な構造等について説明すると、この偏光変換素子37は、システム光軸OAに対して傾斜配置される偏光分離膜37a及び反射ミラー37bを交互に配列した構成を具備している。前者の偏光分離膜37aは、各部分光束に含まれるP偏光光束及びS偏光光束のうち、一方の偏光光束を透過し、他方の偏光光束を反射する。反射された他方の偏光光束は、後者の反射ミラー37bによって光路を折り曲げられ、一方の偏光光束の出射方向、すなわちシステム光軸OAに沿った方向に出射される。出射された偏光光束のいずれかは、偏光変換素子37の光束出射面にストライプ状に設けられる位相差板37cによって偏光変換され、すべての偏光光束の偏光方向が揃えられる。このような偏光変換素子37を用いることにより、照明装置50から出射される光束を、一方向の偏光光束に揃えることができるため、図1の光変調部60で利用する光の利用効率を向上させることができる。

10

20

【0030】

重畳レンズ38は、第1フライアイレンズ35、第2フライアイレンズ36、及び偏光変換素子37を経た複数の部分光束を集光して、図1の光変調部60の液晶パネル61b、61g、61rの画像形成領域上に重畳させて入射させるための重畳光学素子である。この重畳レンズ38から出射された光束は、重畳によって均一化されつつ光路下流側の色分離光学系40に出射される。つまり、両フライアイレンズ35、36と重畳レンズ38とを経た照明光は、以下に詳述する色分離光学系40を経て、光変調部60の照明領域すなわち各色の液晶パネル61b、61g、61rの画像形成領域を均一に照明する。

【0031】

この照明装置50では、上記のように、各光源ランプユニット10、20からそれぞれ出射された出射光ILが、その中心軸CXを照明光軸OCに対してやや傾いた角度（約2°）とする状態で光路下流側の各光学系に照明光を入射するものとなっている。このような光学的設計を施すことにより、例えば2つの出射光ILのいずれについても第2フライアイレンズ36の各要素レンズ36a内にアーク像を形成させることができ、これにより光の利用効率を向上させることができる。

30

【0032】

以上説明したように、照明装置50において、出射光ILの光束形状に対応して、各光源ランプユニット10、20に対する各反射面30a、30bの位置を、基準とすべき第2焦点F2a、F2bよりも光路上流側とすることにより、反射面30a上において出射光ILの光束断面を小さくすることができるので、出射光ILの合成において、両光源ランプユニット10、20からの出射光ILをより近接させることができる。これにより、より多くの光を無駄なく適切な状態で反射させることができ、光の利用効率を向上させることが可能となる。また、この際、第1及び第2のリフレクタ12、22や合成ミラー30の反射角度の設定等光の利用効率を向上させるための他の光学的設計については、旧来の特徴を保持することも可能である。

40

【0033】

以下、図1に戻って、照明装置50より光路下流側に配置されるプロジェクタ100の各構成について説明する。

【0034】

色分離光学系40は、第1及び第2ダイクロイックミラー41a、41bと、反射ミラ

50

ー 4 2 a、4 2 b、4 2 c と、フィールドレンズ 4 3 b、4 3 g、4 3 r と、リレーレンズ 4 5、4 6 とを備える。これらのうち、第 1 及び第 2 ダイクロイックミラー 4 1 a、4 1 b は、照明光を、青 (B) 色光、緑 (G) 色光、及び赤 (R) 色光の 3 つの光束に分離する。各ダイクロイックミラー 4 1 a、4 1 b は、透明基板上に、所定の波長領域の光束を反射し他の波長領域の光束を透過する波長選択作用を有する誘電体多層膜を形成することによって得た光学素子であり、システム光軸 O A に対してともに傾斜した状態で配置される。第 1 ダイクロイックミラー 4 1 a は、B・G・R の 3 色のうち青色光 L B を反射し、緑色光 L G と赤色光 L R とを透過させる。また、第 2 ダイクロイックミラー 4 1 b は、入射した緑色光 L G 及び赤色光 L R のうち緑色光 L G を反射し赤色光 L R を透過させる。色分離光学系 4 0 の出射側に設けられた各色用のフィールドレンズ 4 3 b、4 3 g、4 3 r は、第 2 フライアイレンズ 3 6 から出射され光変調部 6 0 に入射する各部分光束が、システム光軸 O A に対して適当な収束度又は発散度となるように設けられている。一对のリレーレンズ 4 5、4 6 は、青色用の第 1 光路 O P 1 や緑色用の第 2 光路 O P 2 よりも相対的に長い赤色用の第 3 光路 O P 3 上に配置されている。これらのリレーレンズ 4 5、4 6 は、入射側の第 1 のリレーレンズ 4 5 の直前に形成された像を、ほぼそのまま出射側のフィールドレンズ 4 3 r に伝達することにより、光の拡散等による光の利用効率の低下を防止している。

【 0 0 3 5 】

この色分離光学系 4 0 において、照明装置 5 0 から出射された照明光 S L は、まず第 1 ダイクロイックミラー 4 1 a に入射する。第 1 ダイクロイックミラー 4 1 a で反射された青色光 L B は、第 1 光路 O P 1 に導かれ、反射ミラー 4 2 a を経てフィールドレンズ 4 3 b に入射する。また、第 1 ダイクロイックミラー 4 1 a を透過して第 2 ダイクロイックミラー 4 1 b で反射された緑色光 L G は、第 2 光路 O P 2 に導かれフィールドレンズ 4 3 g に入射する。さらに、第 2 ダイクロイックミラー 4 1 b を通過した赤色光 L R は、第 3 光路 O P 3 に導かれ、反射ミラー 4 2 b、4 2 c やリレーレンズ 4 5、4 6 を経てフィールドレンズ 4 3 r に入射する。

【 0 0 3 6 】

光変調部 6 0 は、3 色の照明光 L B、L G、L R がそれぞれ入射する 3 つの液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r と、各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r を挟むように配置される 3 組の偏光フィルタ 6 2 b、6 2 g、6 2 r とを備える。ここで、例えば青色光 L B 用の液晶パネル 6 1 b と、これを挟む一对の偏光フィルタ 6 2 b、6 2 b とは、照明光を画像情報に基づいて 2 次元的に輝度変調するための液晶ライトバルブを構成する。同様に、緑色光 L G 用の液晶パネル 6 1 g と、対応する偏光フィルタ 6 2 g、6 2 g も、液晶ライトバルブを構成し、赤色光 L R 用の液晶パネル 6 1 r と、偏光フィルタ 6 2 r、6 2 r も、液晶ライトバルブを構成する。各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r は、一对の透明なガラス基板間に電気光学物質である液晶を密閉封入したものであり、例えば、ポリシリコン 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従って、それぞれに入射した偏光光束の偏光方向を変調する。

【 0 0 3 7 】

この光変調部 6 0 において、第 1 光路 O P 1 に導かれた青色光 L B は、フィールドレンズ 4 3 b を介して液晶パネル 6 1 b 内の画像形成領域を照明する。第 2 光路 O P 2 に導かれた緑色光 L G は、フィールドレンズ 4 3 g を介して液晶パネル 6 1 g 内の画像形成領域を照明する。第 3 光路 O P 3 に導かれた赤色光 L R は、第 1 及び第 2 リレーレンズ 4 5、4 6 及びフィールドレンズ 4 3 r を介して液晶パネル 6 1 r 内の画像形成領域を照明する。各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r は、入射した照明光の偏光方向の空間的分布を変化させるための非発光で透過型の光変調装置である。各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r にそれぞれ入射した各色光 L B、L G、L R は、各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r に電氣的信号として入力された駆動信号或いは制御信号に応じて、画素単位で偏光状態が調整される。その際、偏光フィルタ 6 2 b、6 2 g、6 2 r によって、各液晶パネル 6 1 b、6 1 g、6 1 r に入射する照明光の偏光方向が調整されるとともに、各液晶パネル 6

1 b、6 1 g、6 1 r から出射される光から所定の偏光方向の変調光が取り出される。以上により、各液晶パネル6 1 b、6 1 g、6 1 r 及び偏光フィルタ6 2 b、6 2 g、6 2 r によって、それぞれに対応する各色の像光が形成される。

【0038】

クロスダイクロイックプリズム70は、各液晶パネル6 1 b、6 1 g、6 1 r から出射された色光ごとに変調された像光を合成してカラー画像を形成する光合成光学系である。このクロスダイクロイックプリズム70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界面には、X字状に交差する一対の誘電体多層膜71、72が形成されている。一方の第1誘電体多層膜71は青色光を反射し、他方の第2誘電体多層膜72は赤色光を反射する。このクロスダイクロイックプリズム70は、液晶パネル6 1 bからの青色光LBを第1誘電体多層膜71で反射して進行方向右側に出射させ、液晶パネル6 1 gからの緑色光LGを第1及び第2誘電体多層膜71、72を介して直進・出射させ、液晶パネル6 1 rからの赤色光LRを第2誘電体多層膜72で反射して進行方向左側に出射させる。

10

【0039】

このようにクロスダイクロイックプリズム70で合成された像光は、拡大投影レンズとしての投射光学系80を経て、適当な拡大率でスクリーン（不図示）にカラー画像として投射される。

【0040】

図5は、図3に示す光源ランプユニット10の開口OPから光軸RXに沿った距離と出射光ILのビームサイズ即ち出射光ILを光軸RXに垂直な断面で切断したときの輪郭RDの大きさであるスポット径との関係を示すグラフである。つまり、図5において、横軸は、開口OPから光軸RXに沿った距離を示し、縦軸は、輪郭RDのスポット径を示している。従って、例えば開口OP上における輪郭RDのスポット径の値は、リフレクタ12の直径D1となる。図3等を用いて既に説明したように、輪郭RDの光軸RXに対して垂直に切った断面積は、ビームウェストBWの形成される点Kの位置で最小となる。従って、図5のグラフにおいても、点Kの位置において輪郭RDのスポット径は最小となっている。これに対して、第2焦点F2aでは、輪郭RDのスポット径は比較的大きくなっている。なお、図4(A)に示した例では、点Kの位置と点CSの位置とを一致させているが、点Kの近傍の位置であってもスポット径が十分小さい状態を保てればよく、必ずしも点Kの位置と点CSの位置とが正確に一致していなくてもよい。例えば、点Kが光軸RXと照明光軸OCとの交点上にくるものとしてもよい。

20

30

【0041】

以上において、出射光ILの輪郭RDを定めるにあたっては、出射光ILのビームウェストBW近傍における光束断面の照度分布を基準とすることができる。図6(A)は、照明装置の合成ミラーの反射面における照度分布の一例について説明するための断面図である。図6(A)は、出射光ILの光束を光軸RXに垂直に切った断面における照度分布を示した図である。つまり、図中の最外縁側の部分が出射光ILの輪郭RDである。また、図6(B)は、図6(A)に対応する照度分布を示すグラフであり、図6(A)に示す平面におけるx、y軸のうち、x軸上についての出射光ILの照度の大きさを表している。図6(B)中の原点Oは、図6(A)のx軸とy軸との交点である原点Oに対応しており、グラフに示されるように、光の照度は一般に光束の中央ほど強く、周辺に行くに従って弱くなっている。従って、出射光ILのうちどこまでを輪郭RDとするかについては、例えば図6(B)の光の強度に閾値を定め、閾値以上であるか否かにより決めてもよい。出射光ILの輪郭RDを確定させることで、出射光ILのビームサイズが最小となる位置であるビームウェストBWの位置が確定する。また、これにより、ビームウェストBWの位置（即ち距離tの値）及びサイズ（即ち幅a2の値）が確定することで、これに合わせて、図4(A)における合成ミラー30についての幅a1の値を含め、各光学系の配置位置が定まる。

40

【0042】

50

以上説明したように、本実施形態に係る照明装置 50 は、合成ミラー 30 に対するリフレクタ 12、22 の距離を考慮することで、出射光 I L の各反射面 30 a、30 b 上における光束形状を最適化し、確実により高強度の光を出射させることができる。また、本実施形態に係るプロジェクタ 100 は、図 2 等に示す構造の照明装置 50 を光源として用いることにより、高強度の光を出射させることができるので、各液晶パネル 61 b、61 g、61 r の適切な照明が可能となり、高輝度の画像を投影することができる。

【0043】

本願発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様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。

10

【0044】

まず、上記実施形態では、第 1 及び第 2 の光源ランプユニット 10、20 を同じ量だけシフトして配置しているが、これに限らず、各光源ランプユニット 10、20 を個別に微調整するものとしてもよい。

【0045】

また、上記実施形態では、凸面状のガラス管 11 a によるレンズ効果のため、第 2 焦点 F 2 a よりも光路上流側にビームウェスト B W が位置しているが、例えばガラス管 11 a の形状によっては、生じるレンズ効果が上記とは逆の性質を有し、ビームウェスト B W が第 2 焦点 F 2 a よりも光路下流側に位置している場合も考えられる。このような場合に対応させるべく、合成ミラー 30 の反射面 30 a、30 b を、それぞれ第 2 焦点 F 2 a、F 2 b から光路下流側に適宜シフトした位置を基準として配置してもよい。

20

【0046】

各光源ランプユニット 10、20 に用いる各発光管 11、21 として、高圧水銀ランプに代えて、例えばメタルハライドランプ等他の高圧放電ランプを用いてもよい。

【0047】

また、上記実施形態では、照明装置 50 を第 1 及び第 2 の光源ランプユニット 10、20 から重畳レンズ 38 までとしているが、例えば第 1 及び第 2 の光源ランプユニット 10、20 から合成ミラー 30 までを一物品として流通させる照明装置としてもよい。

【0048】

また、上記実施形態では、透過型液晶ライトバルブを用いたプロジェクタ 100 に照明装置 50 を適用した場合の例について説明したが、反射型液晶ライトバルブを用いたプロジェクタにも適用することが可能である。

30

【0049】

また、上記実施形態において、プロジェクタ 100 は、像形成光学部 30 において画像形成素子として液晶ライトバルブ 35 a、35 b、35 c を用いているが、画素がマイクロミラーによって構成されたデバイスのような光変調装置やフィルムやスライドのような画像形成手段を用いることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図 1】第 1 実施形態に係るプロジェクタを説明する概念図である。

40

【図 2】プロジェクタのうち照明装置の構成を説明する図である。

【図 3】ランプからの出射光について説明する概念図である。

【図 4】(A)、(B) は、照明装置の一実施例での合成ミラーにおける光の反射について説明するための図及びその比較例の図である。

【図 5】ランプからの距離と出射光のビームサイズとの関係を示すグラフである。

【図 6】(A)、(B) は、照明装置の合成ミラーの反射面における照度分布について説明するための断面図及びその照度分布のグラフである。

【符号の説明】

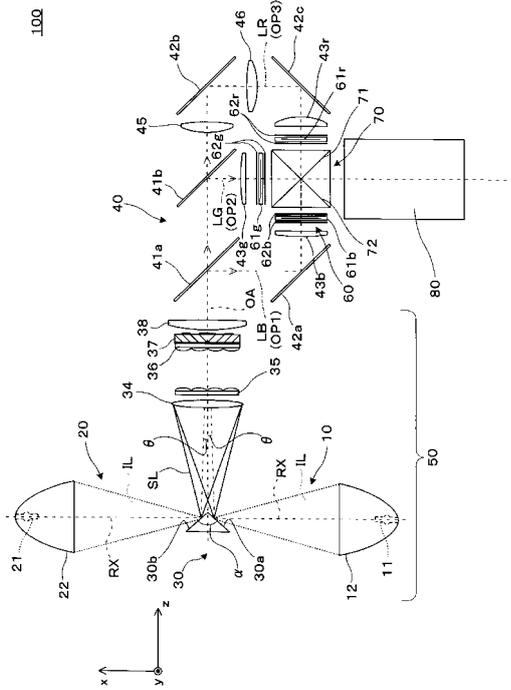
【0051】

50 ... 照明装置、 10、20 ... 光源ランプユニット、 11、21 ... 発光管、 12

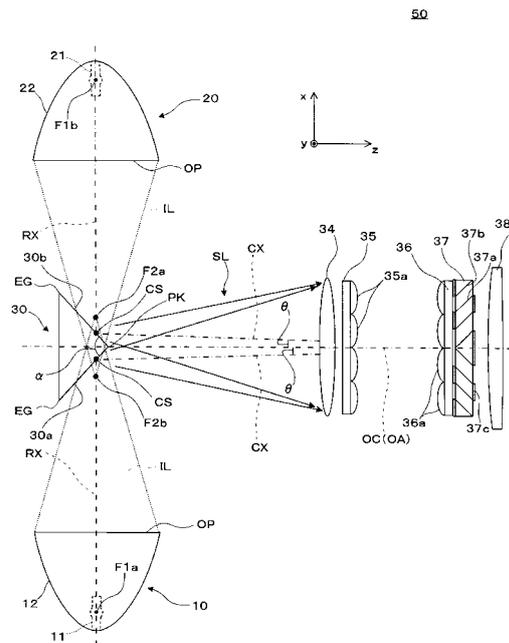
50

、 2 2 ... リフレクタ、 3 0 ... 合成ミラー、 3 0 a、 3 0 b ... 反射面、 1 0 0 ... プロジェクタ、 I L ... 出射光、 R X ... リフレクタ光軸、 C X ... 中心軸、 O C ... 照明光軸、 O A ... システム光軸、 S L ... 照明光、 O P ... 開口、 E G、 P K ... 合成ミラー端部、 F 1 a、 F 1 b ... 第 1 焦点、 F 2 a、 F 2 b ... 第 2 焦点、 C S ... リフレクタ光軸と反射面との交点、 V L ... 仮想的な光束形状、 I B ... 光束、 R D ... 光束の輪郭、 B W ... ビームウェスト、 K ... 光束断面の最小位置の点、 D 1 ... リフレクタの直径、 t ... 第 2 焦点から光束断面の最小位置までの距離、 O ... 光束断面の中心点

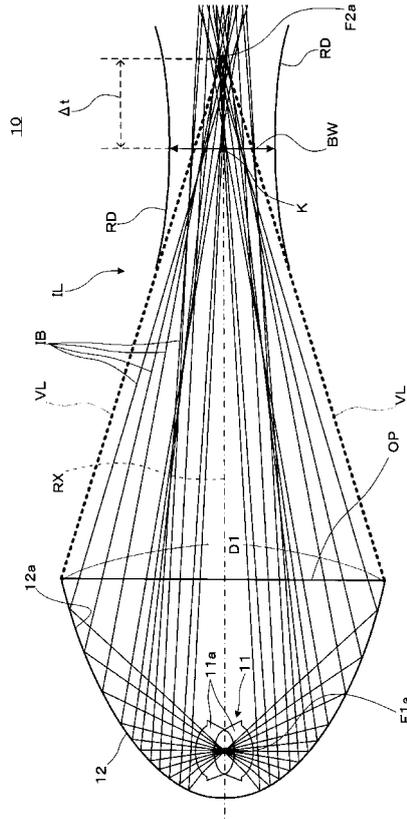
【 図 1 】



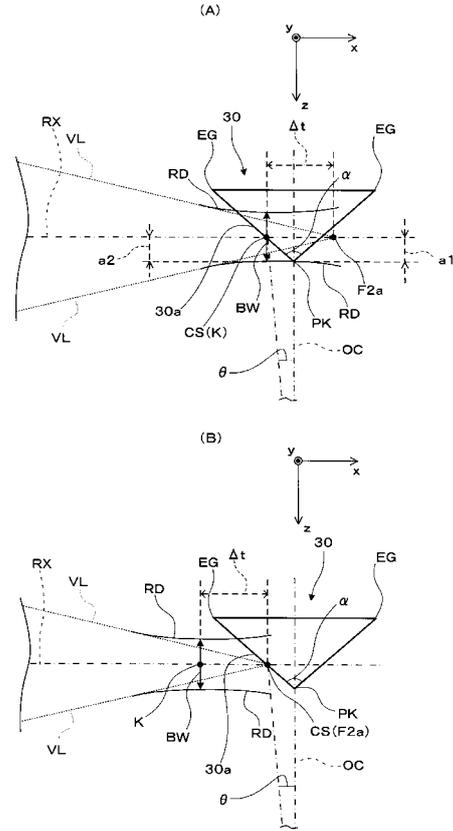
【 図 2 】



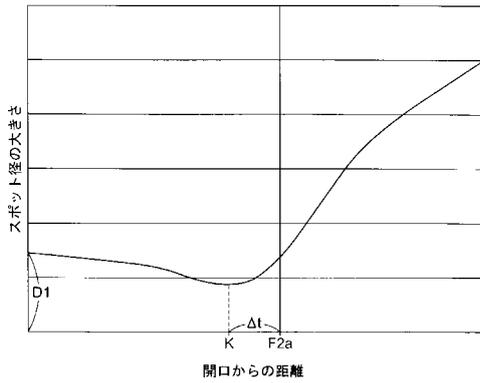
【 図 3 】



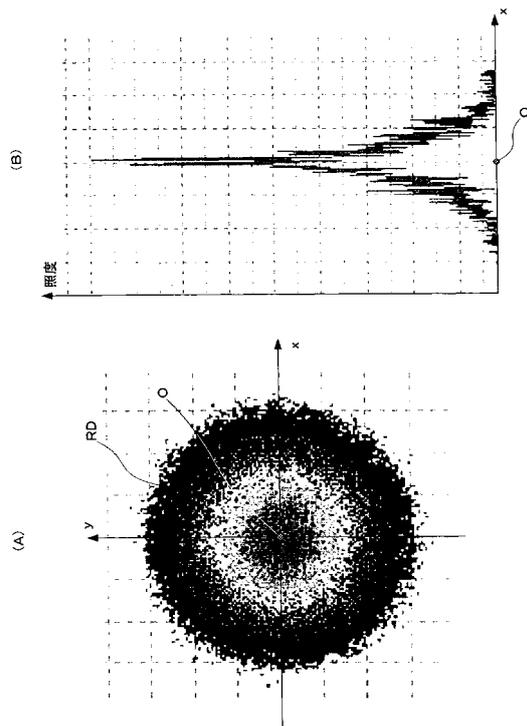
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA11 AB04 BA01 BA03 BA05 BA09 BA11 BC03
BC22 CA17 CA26
3K243 AA01 AC06 BB05 BB11 BE08