

(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2010-140888

(P2010-140888A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(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 3 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
F 2 1 V 7/08 (2006.01)	F 2 1 V 7/08 1 0 0	
F 2 1 V 7/09 (2006.01)	F 2 1 V 7/09 5 1 0	
F 2 1 V 9/14 (2006.01)	F 2 1 V 7/09 2 0 0	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-183282 (P2009-183282)
(22) 出願日 平成21年8月6日 (2009.8.6)
(31) 優先権主張番号 特願2008-292420 (P2008-292420)
(32) 優先日 平成20年11月14日 (2008.11.14)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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
(74) 代理人 100140774
弁理士 大浪 一徳
(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

最終頁に続く

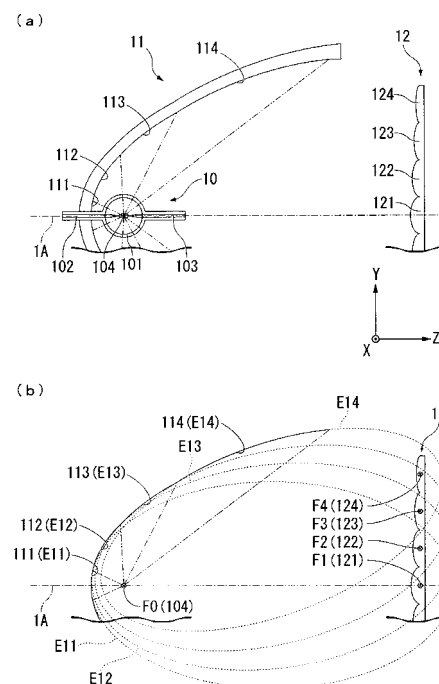
(54) 【発明の名称】 照明装置、プロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】装置の小型化が可能であり、しかも光の利用効率が良好であるとともに被照明領域での照度が均一な照明装置を提供する。

【解決手段】本発明の照明装置は、光源軸の周囲に光を射出する光源10と、光源10から射出された光を反射させる複数の反射面111~114を有するリフレクタ11と、複数の反射面111~114の各々に対応して設けられ、対応する反射面111~114から射出された光が入射する複数の集光部121~124と、複数の集光部121~124を通った光を被照明領域に重畳する重畳光学系と、を備える。複数の反射面111~114の各々は、対応する集光部121~124と光源10とを焦点とする回転楕円体の一部により構成されている。複数の集光部121~124において、集光部121~124の配置位置が光源軸1Aから離れるにつれて集光部121~124の焦点距離が長くなる。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源軸の周囲に光を射出する光源と、
前記光源から射出された光を反射させる複数の反射面を有するリフレクタと、
前記複数の反射面の各々に対応して設けられ、対応する前記反射面から射出された光が入射する複数の集光部と、
前記複数の集光部を通った光を被照明領域に重畳する重畳光学系と、を備え、
前記複数の反射面の各々は、対応する前記集光部の位置と前記光源の位置とを焦点とする回転楕円体の一部により構成されており、
前記複数の集光部において、前記集光部の配置位置が前記光源軸から離れるにつれて、
該集光部の焦点距離が長くなっていることを特徴とする照明装置。

10

【請求項 2】

前記複数の集光部が一体に形成されたレンズアレイを備え、
前記複数の反射面の各々に対応する回転楕円体の楕円長軸の長さが、複数の反射面で異なっていることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記複数の反射面の各々の射出瞳が前記被照明領域と共役になっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記複数の反射面において、前記反射面と対応する前記集光部の配置位置が前記光源軸から離れるにつれて該反射面の面積が大きくなっていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の照明装置。

20

【請求項 5】

前記光源軸に直交する面に射影された前記複数の反射面の形状が、前記被照明領域の形状と略相似になっていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記リフレクタと前記被照明領域との間の光路に、入射光の偏光状態を揃える偏光変換素子が配置されており、

前記偏光変換素子は、入射光を互いに直交する方向に振動する第 1 偏光と第 2 偏光とに分離する分離部と、前記分離部により分離された第 2 偏光を前記第 1 偏光に変換する変換部と、が交互に周期的に配列されてなり、

30

前記複数の反射面の配列方向は、前記分離部と前記変換部とが並ぶ周期方向と略一致していることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記リフレクタは、前記光源の一部を囲んで設けられており、

少なくとも前記光源の前記一部と異なる部分の一部を囲んで設けられ、前記光源から発せられた光を前記リフレクタに向けて反射させる第 2 のリフレクタを含んでいることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 8】

40

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の照明装置と、

前記照明装置から射出された光により画像を示す画像光を形成する画像形成装置と、

前記画像形成装置によって形成された画像光を投射する投射装置と、を備えていることを特徴とするプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、照明装置、プロジェクタに関する。

【背景技術】**【0002】**

50

大画面映像を表示可能な装置の１つとしてプロジェクタが知られている。プロジェクタは、例えば照明装置、画像形成装置、投射レンズ等を備えている。照明装置から射出された照明光は、画像形成装置により画像を示す画像光になる。この画像光が投射レンズにより拡大投射され、直視型の画像表示装置よりも容易に大画面映像を得ることができる。

【０００３】

プロジェクタの映像品質を向上させるためには、照明装置により照明される画像形成装置の被照明領域において、照度を均一にすることが極めて重要である。ランプ光源を用いた照明装置において照度を均一にする照度均一化素子として、フライアイレンズアレイが知られている。一般にフライアイレンズアレイは、複数のレンズが配列されたものであり、２つのフライアイレンズアレイを一对にして用いられている。

10

【０００４】

詳しくは、ランプ光源を用いた照明装置において発光管から射出された光は、リフレクタで反射して発光管の軸（光源軸）方向に射出される。リフレクタから射出された光は、第１フライアイレンズアレイにおける複数のレンズの各々に空間的に分かれて入射する。第１フライアイレンズアレイにおける複数のレンズは、入射した光を第２フライアイレンズアレイの対応するレンズにそれぞれ集光させる。第１フライアイレンズアレイの１つのレンズにより集光された光は、第２フライアイレンズアレイの１つのレンズを経て被照明領域の全域を照明する。第２フライアイレンズアレイにおいて各レンズから射出された光が、被照明領域にて重畳（積分）されることにより、被照明領域の照度が均一になる。

【０００５】

20

ところで、プロジェクタを小型にするため等の理由により、照明装置の小型化が期待されている。照明装置を小型化する上で有効な技術として、特許文献１に開示されている技術が挙げられる。特許文献１のリフレクタ付き光源は、リフレクタが複数の領域に分割されており、各領域は楕円を軸周りに回転させた回転楕円体の一部により構成されている。

【０００６】

この楕円の第１焦点の位置に光源が配置されており、第２焦点の位置にフライアイレンズアレイを構成する１つのレンズが配置されている。光源から射出された光は、リフレクタの領域ごとにフライアイレンズアレイのレンズの１つに集光される。リフレクタが、一对のフライアイレンズアレイの一方の機能を兼ねているので、一方のフライアイレンズアレイを省くことができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００１－２４２５４５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

特許文献１の技術を用いれば、照明装置を小型にすることが可能であるが、光の利用効率を良好にするとともに被照明領域での照度を均一にする観点から、改善すべき点がある。

特許文献１のリフレクタ付き光源において、フライアイレンズアレイの各レンズと光源との間の距離は、複数のレンズごとに異なっている。したがって、レンズを経た光の焦点が複数のレンズで異なることにより、被照明領域における照明範囲の広さがレンズによって異なってしまう。

40

【０００９】

すると、重畳された光全体では被照明領域における周縁領域で照度が低くなってしまう。このような周縁領域を照明に用いると照度が不均一になってしまう。また、周縁領域を照明に用いないと光の利用効率が低くなってしまう。

【００１０】

本発明は、前記事情に鑑み成されたものであって、装置の小型化が可能であり、しかも光の利用効率が良好であるとともに被照明領域での照度が均一な照明装置を提供すること

50

を目的の１つとする。また、装置の小型化が可能であるとともに、高品質な映像が得られるプロジェクタを提供することを目的の１つとする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明の照明装置は、光を射出する光源と、前記光源から射出された光を反射させる複数の反射面を有するリフレクタと、前記複数の反射面の各々に対応して設けられ、対応する前記反射面から射出された光が入射する複数の集光部と、前記複数の集光部を通った光を被照明領域に重畳する重畳光学系と、を備え、前記複数の反射面の各々は、対応する前記集光部の位置と前記光源の位置とを焦点とする回転楕円体の一部により構成されており、前記複数の集光部において、前記集光部の配置位置が光源軸から離れるにつれて、該集光部の焦点距離が長くなっていることを特徴とする。

10

【００１２】

このようにすれば、光源から射出された光源光が、リフレクタの複数の反射面に空間的に分かれて入射し、分割光の各々が反射面で反射する。反射面は、この反射面に対応する集光部の位置と光源の位置とを焦点とする回転楕円体の一部で構成されているので、反射面で反射した分割光は集光部に集光される。複数の集光部を通った光は、重畳光学系により被照明領域に重畳される。

【００１３】

光源光が空間的に分割された分割光が被照明領域で重畳されるので、光源光の空間的な照度ばらつきが緩和され、被照明領域が均一な照度で照明される。このような構成の照明装置にあっては、リフレクタが光源光を分割する機能を有しているので、この機能を有する光学部品をリフレクタと独立して設ける場合に比べて、照明装置を小型にすることができる。

20

【００１４】

また、光源軸から離れて配置された集光部であるほど、焦点距離が長くなっているので、複数の集光部で光源軸からの距離が異なることによる分割光の結像位置のずれが緩和される。したがって、複数の分割光で被照明領域における照明範囲の広さが均一になり、複数の分割光の照明範囲を過不足なく重ね合わせることができる。これにより、被照明領域における照度が均一になるとともに、照度が不均一な領域を照明に用いないことによる光の損失が格段に低減される。以上のように、本発明によれば装置の小型化が可能であり、しかも光の利用効率が良好であるとともに被照明領域での照度が均一な照明装置になる。

30

【００１５】

前記複数の集光部が一体に形成されたレンズアレイを備え、前記複数の反射面の各々に対応する回転楕円体の楕円長軸が、複数の反射面で異なっている構成にしてもよい。

複数の集光部が一体に形成されたレンズアレイを備えていれば、複数の集光部を独立して配置する場合に比べて、複数の集光部の位置精度を高めることができる。例えば、回転楕円体の楕円長軸を複数の反射面で一致させるためには、光源軸に沿う方向における複数の集光部の位置が異なってしまうため、レンズアレイの主面がレンズアレイの周縁部において光源側に向かって湾曲した形状になる。前記のように、複数の反射面の各々に対応する回転楕円体の楕円長軸が複数の反射面で異なる構成にすれば、周縁部が湾曲した形状のレンズアレイに比べて容易に形成可能なレンズアレイになる。前記のように本発明によれば、複数の集光部で光源軸からの距離が異なることによる影響を複数の集光部の焦点距離を調整することにより緩和できるので、楕円長軸が複数の反射面で異なる構成を採用しつつ、被照明領域の照度分布を均一にすることができる。

40

【００１６】

また、前記複数の反射面の各々の射出瞳が前記被照明領域と共役になっていることが好ましい。

一般に、照明系において被照明領域が射出瞳と共役になっていれば、被照明領域に光源像を結ばないので、被照明領域の照度が均一になる。また、複数の反射面の各々の射出瞳が被照明領域と共役になるように、この反射面に対応する集光部の焦点距離が調整されて

50

いれば、複数の分割光で結像位置を高精度に一致させることができる。したがって、光の利用効率を格段に良好にすることができるとともに、被照明領域での照度を格段に均一にすることができる。

【 0 0 1 7 】

また、前記複数の反射面において、前記反射面と対応する前記集光部の配置位置が前記光源軸から離れるにつれて該反射面の面積が大きくなっていることが好ましい。

複数の反射面の各々は、対応する集光部に対して絞りとして機能し、反射面の面積が大きくなるほど絞り径が大きくなる。集光部の配置位置が光源軸から離れるほどこの集光部に対応する反射面の面積が大きくなっているため、被照明領域から離れて配置された集光部ほど絞り径が大きくなり、複数の分割光で照明範囲の面積を高精度に一致させることができる。

10

【 0 0 1 8 】

また、前記光源軸に直交する面に射影された前記複数の反射面の形状が、前記被照明領域の形状と略相似になっていることが好ましい。

このようにすれば、複数の分割光の照明範囲の形状を被照明領域の形状に揃えることができ、複数の分割光の照明範囲を過不足無く重ね合わせることができる。

【 0 0 1 9 】

また、前記リフレクタと前記被照明領域との間の光路に、入射光の偏光状態を揃える偏光変換素子が配置されており、前記偏光変換素子は、入射光を互いに直交する方向に振動する第1偏光と第2偏光とに分離する分離部と、前記分離部により分離された第2偏光を前記第1偏光に変換する変換部と、が交互に周期的に配列されてなり、前記複数の反射面の配列方向は、前記分離部と前記変換部とが並ぶ周期方向と略一致していることが好ましい。

20

【 0 0 2 0 】

入射光の偏光状態を揃える偏光変換素子が配置されていれば、偏光により画像を形成する液晶装置を高効率で照明可能な照明装置になる。また、複数の反射面の配列方向が分離部と変換部とが並ぶ周期方向と略一致していれば、複数の集光部から前記周期方向に並んで光が射出される。したがって、偏光変換素子に複数の集光部から射出された光を高精度に入射させることができ、高効率の照明装置にすることができる。

【 0 0 2 1 】

また、前記複数の集光部の各々が、該集光部を通る光を前記偏光変換素子の前記分離部に集光することが好ましい。

30

このようにすれば、光源から射出された光が、分離部以外の部分に入射することによる光の損失を防止することができ、光の利用効率を高めることができる。

【 0 0 2 2 】

前記リフレクタは、前記光源の一部を囲んで設けられており、少なくとも前記光源の前記一部と異なる部分の一部を囲んで設けられ、前記光源から発せられた光を前記リフレクタに向けて反射させる第2のリフレクタを含んでいることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

このようにすれば、光源から第2のリフレクタに向けて射出された光が、第2のリフレクタで反射してリフレクタに入射し、光源からリフレクタに向けて射出された光とともに光軸方向に取り出される。第2のリフレクタを第1リフレクタよりも小型にした場合でも得られる光量がほぼ同程度であるので、照明装置を小型にすることが容易になる。また、リフレクタが光源の一部を囲んでいるので、光源軸周りの全周を覆うリフレクタを用いる場合と比較して、リフレクタから射出される光のスポットサイズが小さくなる。これにより、リフレクタと被照明領域との間に配置されるレンズやミラー等の光学部品を小型にすることが可能になる。

40

【 0 0 2 4 】

本発明のプロジェクタは、前記の本発明の照明装置と、前記照明装置から射出された光により画像を示す画像光を形成する画像形成装置と、前記画像形成装置によって形成され

50

た画像光を投射する投射装置と、を備えていることを特徴とする。

前記のように本発明の照明装置は、小型化が可能であるとともに被照明領域を均一な照度で効率よく照明することができるので、これを備えた本発明のプロジェクタは、小型でありながら低消費電力で高品質な映像を得られるプロジェクタになる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第1実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図2】(a)はリフレクタの正面図、(b)はレンズアレイの正面図である。

【図3】(a)は、照明装置の要部拡大図、(b)は位置関係を示す説明図である。

【図4】照明装置により被照明領域を照明する仕組みを示す説明図である。

10

【図5】(a)は変形例1の平面図、図5(b)は変形例2の断面図である。

【図6】(a)は第2実施形態の概略構成図、(b)は位置関係を示す説明図である。

【図7】第3実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図8】図8(a)～(c)は偏光変換素子35の構成を示す図である。

【図9】プロジェクタの一実施形態を示す概略構成図である。

【図10】第4実施形態の照明装置の概略構成図である。

【図11】第4実施形態の照明装置の要部拡大図である。

【図12】図9と異なる実施形態のプロジェクタの概略構成図である。概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0026】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。説明に用いる図面において、本発明に係る構造の特徴的な部分を分かりやすく示すために、実際の構造に対して寸法や縮尺を異ならせて示す場合がある。

【0027】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態の照明装置1の概略構成を示す模式図である。

図1に示すように、照明装置1は、発光ランプ(光源)10、リフレクタ11、レンズアレイ12、及びコンデンサレンズ(重畳光学系)13を備えている。発光ランプ10から射出された光Lは、リフレクタ11で反射して主光軸1Aに概略沿う方向に進行し、レンズアレイ12及びコンデンサレンズ13を経て被照明領域17Aを照明する。主光軸1Aは、発光ランプ10から射出されリフレクタ11で反射した光束の中心軸である。この光束の主光軸1Aに直交する断面における強度分布の重心は、この断面と主光軸1Aとの交点と略一致する。詳しくは後述するが、本実施形態の発光ランプ10、リフレクタ11は、いずれも軸対称な形状になっており、この対称軸(光源軸)が主光軸1Aと一致している。

30

【0028】

本実施形態の照明装置1は、液晶ライトバルブ(画像形成装置)17を照明するものである。照明装置1から射出された光Lは、フィールドレンズ16により平行化されて液晶ライトバルブ17の被照明領域17Aを照明する。被照明領域17Aに入射した光Lは、液晶ライトバルブ17により画像を示す画像光となる。画像光は、投射レンズ18により図示略のスクリーン等に拡大投射される。これにより、大画面の投射画像(映像)を得ることが可能になっている。ここでは、リフレクタ11とレンズアレイ12との間にフィルタ14が配置されている。フィルタ14は、発光ランプ10から射出された光Lのうちの映像に不要な成分、例えば紫外光や赤外光を除去するものである。

40

【0029】

以下、図1に示したXYZ直交座標系を設定し、これに基づいて各種構成要素の位置関係を説明する。このXYZ直交座標系において、主光軸1Aに平行な方向をZ方向としており、Z方向に直交する2方向をX方向、Y方向としている。X方向、Y方向は互いに直交しており、これら2方向に沿うXY面は、被照明領域17Aと平行になっている。なお

50

、被照明領域 17 A は、X Y 面に投影した平面形状が略長方形になっている。ここでは、この略長方形の長辺方向を X 方向、短辺方向を Y 方向にしている。

【0030】

図 2 (a) はリフレクタ 11 を開口部側から見た正面図であり、図 2 (b) は、レンズアレイ 12 の正面図である。図 2 (a)、(b) は、主光軸 1 A に直交する面にリフレクタ 11、あるいはレンズアレイ 12 を投影した平面図に相当する。

【0031】

図 2 (a) に示すように、リフレクタ 11 の内面には、Y 方向において主光軸 1 A から離れる方向に反射面 111、反射面 112、反射面 113、反射面 114 がこの順に設けられている。レンズ部 121 ~ 124 は、一体に設けられており、レンズ部 121 ~ 124 の各々の中心位置が、主光軸 1 A にほぼ直交する同一平面上に位置するようになっている。

10

【0032】

図 2 (b) に示すように、レンズアレイ 12 には、Y 方向において主光軸 1 A から離れる方向にレンズ部 (集光部) 121、レンズ部 122、レンズ部 123、レンズ部 124 がこの順に設けられている。レンズ部 121 は反射面 111 と対応しており、同様にレンズ部 122 は反射面 112 と、レンズ部 123 は反射面 113 と、レンズ部 124 は反射面 114 と、それぞれ対応している。

【0033】

反射面 111 ~ 114 の平面形状は、いずれも被照明領域 17 A の平面形状と相似になっている。反射面 111 ~ 114 は、長方形の短辺方向 (Y 方向) に並んでいる。反射面 111 ~ 114 の寸法は、反射面の位置が Y 方向において主光軸 1 A から離れるほど大きくなっている。ここでは、反射面 111 ~ 113 がそれぞれ複数配置されている。複数の反射面 111 は、長辺方向を一致させて配列されており、隣り合う 2 つの反射面で互いの短辺全体がほぼ重なり合っている。反射面 112、113 についても同様に、配列方向 (X 方向) が長辺方向と一致している。ここでいう配列方向とは、主光軸 1 A に直交する面に投影した状態で、平面形状及び寸法が略同一の反射面の中心が並ぶ方向である。

20

【0034】

図 2 (b) に示すように、本実施形態のレンズ部 121 ~ 124 は、いずれも平面形状及び寸法がほぼ同一になっている。レンズ部 121 ~ 124 の平面形状は、被照明領域 17 A の平面形状と相似な略長方形になっている。複数の反射面 111 に対応して、複数のレンズ部 121 が設けられている。レンズ部 122、123 についても同様に、複数設けられている。ここでは、レンズ部 121 ~ 124 が隙間無くアレイ状に配置されており、近接する 2 つのレンズ部で互いの短辺全体、あるいは長辺全体がほぼ重なり合っている。

30

【0035】

図 3 (a) は、照明装置 1 の要部を拡大して示す模式図であり、図 3 (b) は図 3 (a) における各種要素の位置関係を示す説明図である。なお、図 3 (a) には、図 2 (a) において主光軸 1 A を通る Y Z 面における断面図を図示している。また、本実施形態の発光ランプ 10、レンズアレイ 12 は、主光軸 1 A を含んだ X Z 面を挟む両側の部分が互いに対称な形状になっている。図 3 (a)、(b) には、X Z 面を挟む両側の部分の一方 (Y 方向側) を拡大して図示している。

40

【0036】

図 3 (a) に示すように、発光ランプ 10 は光源軸周りに概略放射状に光を射出するものである。発光ランプ 10 としては、高圧水銀ランプやメタルハライドランプ、キセノンランプ、発光ダイオード等を用いることができる。本実施形態の発光ランプ 10 は、発光管 101 内にタングステン等からなる一対の電極 102、103 が封止された構造になっている。電極 102、103 の間に電圧を印加すると、電極 102、103 の間に光を生じるようになっている。発光ランプ 10 は、発生した光の輝度の重心位置に発光点 104 を有する点光源とみなすことができる。

【0037】

50

図 3 (b) に示すように、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の各々は、回転楕円体の一部により構成されている。詳しくは、反射面 1 1 1 は、楕円 E 1 1 をその楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部で構成されている。楕円 E 1 1 は、第 1 焦点 F 0 が発光点 1 0 4、第 2 焦点がレンズ部 1 2 1 の中心 F 1 になっている。

【 0 0 3 8 】

反射面 1 1 2 は、第 1 焦点 F 0 が発光点 1 0 4、第 2 焦点がレンズ部 1 2 2 の中心 F 2 である楕円 E 1 2 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。

反射面 1 1 3 は、第 1 焦点 F 0 が発光点 1 0 4、第 2 焦点がレンズ部 1 2 3 の中心 F 3 である楕円 E 1 3 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。

反射面 1 1 4 は、第 1 焦点 F 0 が発光点 1 0 4、第 2 焦点がレンズ部 1 2 4 の中心 F 4 である楕円 E 1 4 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。

本実施形態では、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 がほぼ連続しており、リフレクタ 1 1 の内面を構成している。

【 0 0 3 9 】

本発明では、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 において、レンズ部の配置位置が主光軸 1 A から離れるにつれてレンズ部の焦点距離が長くなっている。本実施形態では、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の各々の射出瞳が被照明領域 1 7 A と共役になるように、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の各々の焦点距離が調整されている。ここでは、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の曲率を調整することにより、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の焦点距離が調整されている。以下、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の焦点距離の調整方法について一例を説明する。

【 0 0 4 0 】

発光点 1 0 4 の位置、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の中心 F 1 ~ F 4 の位置、及び楕円 E 1 1 ~ E 1 4 の楕円長軸の長さを設計すると、楕円 E 1 1 ~ E 1 4 の形状が定まる。楕円 E 1 1 をその楕円長軸周りに回転させると、楕円 E 1 1 に対応する回転楕円体を得られる。同様に、楕円 E 1 2 ~ 1 4 にそれぞれ対応する回転楕円体を求め、2つの回転楕円体の外周が交わる線を反射面の輪郭にすることにより、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 が定まる。

【 0 0 4 1 】

発光点 1 0 4 から射出された光が反射面 1 1 1 を経て中心 F 1 に至る光路長は、楕円 E 1 1 の楕円長軸の長さにより定まり、発光点 1 0 4 から射出される角度に依らず一定になる。換言すれば、楕円 E 1 1 の楕円長軸の長さを調整することにより、発光点 1 0 4 から反射面 1 1 1 を経て中心 F 1 に至る光路の距離を調整することができる。このように、楕円 E 1 1 ~ E 1 4 の楕円長軸の長さを調整することにより、発光点 1 0 4 から反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 を経て中心 F 1 ~ F 4 に至る光路長をそれぞれ調整することもできる。なお、楕円 E 1 1 の楕円長軸の長さは、楕円長軸の一方の端から第 1 焦点までの距離 (第 1 焦点距離) と、楕円長軸の一方の端から第 2 焦点までの距離 (第 2 焦点距離) との和である。

【 0 0 4 2 】

また、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の中心 F 1 ~ F 4 の位置、及び被照明領域 1 7 A の位置、及びレンズアレイ 1 2 と被照明領域 1 7 A との間に配置する光学部品の特性を設計すると、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の各々から被照明領域 1 7 A までの光路長が求まる。レンズ部から被照明領域 1 7 A までの光路長は、レンズ部の位置が主光軸 1 A から離れているほど長くなる。本実施形態では、レンズ部から被照明領域 1 7 A までの距離は、レンズ部 1 2 4 において最も長くなっており、以下、レンズ部 1 2 3、レンズ部 1 2 2、レンズ部 1 2 1 において、この順に短くなっている。

【 0 0 4 3 】

発光点 1 0 4 からレンズ部までの光路長を S 1、レンズ部から被照明領域 1 7 A までの光路長を S 2 とすると、このレンズ部の焦点距離 f は、レンズの式 ($1 / S 1 + 1 / S 2 = 1 / f$) で表される。前記のように、光路長 S 1、S 2 は、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の各々について求めることができるので、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の各々の焦点距離を求めることができる。例えば、このような焦点距離になるように、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の曲率を調整することにより、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の各々の射出瞳を被照明領域 1 7 A と

共役にすることができる。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、照明装置 1 により被照明領域 1 7 A を照明する仕組みを示す説明図である。図 4 に示すように、発光点 1 0 4 から放射状に射出された光は、光束が反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 に空間的に分かれて入射する。すなわち、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 は、視野絞りとして機能する。反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の平面形状が、被照明領域 1 7 A の平面形状と相似になっているので、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 を経た光は、光束の主光軸 1 A に直交する断面形状が被照明領域 1 7 A の平面形状の相似形状に近くなる。

【 0 0 4 5 】

反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 で反射した光は、フィルタ 1 4 により不要光（ここでは、紫外光や赤外光）が除去されて、レンズアレイ 1 2 に入射する。反射面 1 1 1 を経た光は、反射面 1 1 1 が発光点 1 0 4 とレンズ部 1 2 1 の中心 F 1 を焦点とする回転楕円体の一部で構成されているので、中心 F 1 に集光される。同様に、反射面 1 1 2 ~ 1 1 4 を経た光は、レンズ部 1 2 2 ~ 1 2 4 の中心 F 2 ~ F 4 に集光される。これにより、中心 F 1 ~ F 4 の各々に、発光点 1 0 4 の 2 次光源像が形成される。レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の平面形状が、被照明領域 1 7 A の平面形状と相似になっているので、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 を経た光は、光束の主光軸 1 A に直交する断面形状が被照明領域 1 7 A の平面形状とほぼ相似になる。

【 0 0 4 6 】

レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 に対応してアレイ状に並んだ 2 次光源像からの光は、コンデンサレンズ 1 3 によりフィールドレンズ 1 6 を経て被照明領域 1 7 A に重畳される。主光軸 1 A から離れるにつれて反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の寸法が大きくなっているため、被照明領域 1 7 A から離れるにつれて視野絞りの径が大きくなり、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 を経た光の各々による照明範囲の面積が均一になる。また、反射面 1 1 1 ~ 1 1 4 の各々の射出瞳が被照明領域 1 7 A と共役になるように、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 の焦点距離が調整されているので、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 を経た光は 2 次光源像による照明範囲の面積が均一になる。

【 0 0 4 7 】

以上のように、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 を経た光は、いずれも光束の主光軸 1 A に直交する断面形状が被照明領域 1 7 A の平面形状と高精度に一致しており、しかも照明範囲の面積が均一になっている。したがって、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 を経た光を被照明領域 1 7 A にて過不足無く重ね合わせることができ、被照明領域 1 7 A における照度を均一にすることができる。また、照度が不均一な部分がほとんどなくなるので、レンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 を経た光を無駄なく照明に用いることができ、光の利用効率が高くなる。また、リフレクタ 1 1 が、発光ランプ 1 0 から射出された光束を空間的に分割し、かつ分割された分割光をそれぞれレンズ部 1 2 1 ~ 1 2 4 に集光するので、1 つのレンズアレイ 1 2 により照度均一化素子を構成することができ、照明装置 1 を小型にすることができる。

【 0 0 4 8 】

なお、本発明の技術範囲は第 1 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で適宜変更することができる。以下、リフレクタを変形した変形例 1 と、レンズアレイを変形した変形例 2 を説明する。

【 0 0 4 9 】

図 5 (a) は、照明装置 1 のリフレクタを変形した変形例 1 を示す平面図であり、図 5 (b) は照明装置 1 のレンズアレイを変形した変形例 2 を示す断面図である。

図 5 (a) に示すように、変形例 1 のリフレクタ 1 1 B は、反射面 1 1 1 B ~ 1 1 4 B の各々の中心位置が、Y 方向において揃っていない点で第 1 実施形態と異なる。

【 0 0 5 0 】

変形例 1 では、反射面 1 1 1 B ~ 1 1 4 B の長辺方向 (X 方向) に並んだ反射面の数が、反射面 1 1 1 B は 5 つ、反射面 1 1 2 B は 4 つ、反射面 1 1 3 B は 3 つ、反射面 1 1 4 B は 2 つになっている。反射面 1 1 1 B や反射面 1 1 3 B のように反射面の数が奇数であ

10

20

30

40

50

る並びでは、リフレクタ 1 1 B の X 方向における中心部に反射面の中心が位置している。反射面 1 1 2 B や反射面 1 1 4 B のように反射面の数が偶数である並びでは、リフレクタ 1 1 B の X 方向における中心部に、反射面と反射面との境界が位置している。

【 0 0 5 1 】

反射面 1 1 1 B ~ 1 1 4 B は、反射面 1 1 1 B ~ 1 1 4 B 全体として、リフレクタ 1 1 B の内面のうちの発光ランプ 1 0 から光が入射する領域 A 全体を含むように、配置されている。ここでは、領域 A が主光軸 1 A を中心とする平面視略円形の領域になっている。

【 0 0 5 2 】

このように、反射面の配置や反射面の寸法ごとの数、反射面の総数について適宜変形可能である。例えば反射面の総数を増やすこと等により、発光ランプ 1 0 から射出される光の分割数を増やすと、被照明領域 1 7 A における照度分布がより均一になる。特に、反射面の数を 5 0 以上にすれば、格段に照度分布を均一にすることができ、反射面の数を 1 0 0 以下にすれば光の利用効率の低下を防止することができる。

【 0 0 5 3 】

図 5 (b) に示すように、変形例 2 のレンズアレイ 1 2 C は、コンデンサレンズ 1 3 C と一体になって光学素子を構成している点で第 1 実施形態と異なる。レンズアレイ 1 2 C において発光ランプ 1 0 を向いた表面は、複数の凸部が設けられている。複数の凸部の各々が、レンズ部として機能するようになっている。複数の凸部が形成された表面の裏面には、1 つの凸部が設けられている。この凸部は、コンデンサレンズとして機能するようになっている。

【 0 0 5 4 】

この光学素子において、主光軸 1 A と直交する面の主光軸 1 A から離れる方向に、レンズ部 1 2 1 C、レンズ部 1 2 2 C、レンズ部 1 2 3 C、及びレンズ部 1 2 4 C がこの順に配置されている。このように、レンズアレイ 1 2 の機能とコンデンサレンズ 1 3 の機能とを兼ね備えた光学素子を用いれば、レンズアレイ 1 2 とコンデンサレンズ 1 3 との間の距離の分だけ照明装置 1 を小型にすることができる。また、レンズアレイ 1 2 とコンデンサレンズ 1 3 との位置合わせが不要となるので、照明装置 1 を低コストにすることができる。また、レンズアレイ 1 2 C とコンデンサレンズ 1 3 C との相対位置を高精度に調整できるので、光の利用効率を高めることができる。

【 0 0 5 5 】

なお、レンズアレイ 1 2 C の形状とコンデンサレンズ 1 3 C の形状とをともに、レンズ部 1 2 1 C ~ 1 2 4 C において調整することにより、レンズ部 1 2 1 C ~ 1 2 4 C の焦点距離を調整してもよい。

【 0 0 5 6 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の照明装置に係る第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、複数の反射面が隣接せずに配置されており、複数の反射面の間に接続面が設けられている点と、レンズアレイと光源軸とが交わる部分がレンズ部の中心と一致しないようにレンズ部が配置されている点とである。

【 0 0 5 7 】

図 6 (a) は、第 2 実施形態の照明装置 2 の概略構成を示す模式図であり、図 6 (b) は図 6 (a) における各種要素の位置関係を示す説明図である。なお、照明装置 2 は、第 1 実施形態と同様のランプ光源を備えているが、図 6 (a) にはランプ光源の詳細な構造の代わりに発光点 2 0 4 を図示している。

【 0 0 5 8 】

図 6 (a) に示すように、リフレクタ 2 1 の内面には、Y 方向において光源軸 2 A から離れる方向に反射面 2 1 1、接続面 2 1 5、反射面 2 1 2、接続面 2 1 6、反射面 2 1 3 がこの順に設けられている。レンズアレイ 2 2 には、Y 方向において光源軸 2 A から離れる方向にレンズ部 2 2 1、レンズ部 2 2 2、レンズ部 2 2 3 がこの順に設けられている。レンズ部 2 2 1 は反射面 2 1 2 と対応しており、レンズ部 2 2 2 は反射面 2 1 2 と、レン

10

20

30

40

50

ズ部 2 2 3 は反射面 2 1 3 と、それぞれ対応している。

【 0 0 5 9 】

反射面 2 1 1 は、接続面 2 1 5 と連続しており、接続面 2 1 5 は反射面 2 1 2 と連続している。反射面 2 1 2 は、接続面 2 1 6 と連続しており、接続面 2 1 6 は反射面 2 1 3 と連続している。図 6 (b) に示すように、反射面 2 1 1 ~ 2 1 3 は、回転楕円体の一部により構成されており、具体的には以下のようになっている。

【 0 0 6 0 】

反射面 2 1 1 は、第 1 焦点が発光点 2 0 4、第 2 焦点がレンズ部 2 2 1 の中心である楕円 E 2 1 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。したがって、楕円 E 2 1 は発光ランプの位置とレンズ部 2 2 1 の位置とを焦点とする楕円である。

反射面 2 1 2 は、第 1 焦点が発光点 2 0 4、第 2 焦点がレンズ部 2 2 2 の中心である楕円 E 2 2 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。

反射面 2 1 3 は、第 1 焦点が発光点 2 0 4、第 2 焦点がレンズ部 2 2 3 の中心である楕円 E 2 3 を、その楕円長軸周りに回転させた回転楕円体の一部である。

したがって、楕円 E 2 2、E 2 3 は、発光ランプの位置と対応するレンズ部の位置とを焦点とする楕円である。

【 0 0 6 1 】

楕円 E 2 1 ~ E 2 3 は、第 1 実施形態と異なり、2 つの楕円がそれぞれの楕円長軸の端付近で交わっている。そのため、楕円 E 2 1 ~ E 2 3 を回転させた回転楕円体の外周が交わる線も楕円長軸の端付近に存在する。この場合、2 つの回転楕円体の外周が交わる線により反射面の境界を定めると、反射面は回転楕円体の楕円長軸の端付近にしか形成できない。従って、点光源から射出された光がほとんど反射面に入射しないので、リフレクタとして機能しなくなってしまう。このような回転楕円体により反射面を構成するには、本実施形態のように接続面により反射面を接続するようにすればよい。

【 0 0 6 2 】

ここでは、接続面 2 1 5 は、発光点 2 0 4 と反射面 2 1 1 の端と反射面 2 1 2 の端を通る線により描かれる面になっている。接続面 2 1 6 は、発光点 2 0 4 と反射面 2 1 2 の端と反射面 2 1 3 の端を通る線の一部により描かれる面になっている。

【 0 0 6 3 】

このような接続面は例えば以下の方法により定めることができる。まず、反射面 2 1 1 の輪郭を設計し、この輪郭上に任意の 1 点を選択する。この点と発光点 2 0 4 を通る直線を求め、この直線と反射面 2 1 2 を構成する回転楕円体との交点を求める。選択する点を反射面 2 1 1 において光源軸 2 A から離れた側の輪郭に沿って移動させると、前記の直線と回転楕円体との交点も移動する。この交点の軌跡を反射面 2 1 2 の光源軸 2 A 側の輪郭にすることにより、反射面 2 1 1 と反射面 2 1 2 との間の接続面 2 1 5 が定まる。反射面 2 1 2 において光源軸 2 A から離れた側の輪郭を設計すると、前記の方法により反射面 2 1 3 の光源軸 2 A 側の輪郭が求まり、接続面 2 1 6 が定まる。

【 0 0 6 4 】

以上のような構成の照明装置 2 において、発光点 2 0 4 から発せられた光は、光束が反射面 2 1 1 ~ 2 1 3 に空間的に分かれて入射し、反射面 2 1 1 ~ 2 1 3 の各々で反射する。接続面 2 1 5、2 1 6 は、反射面の端を繋いだ線分により構成されているので、発光点 2 0 4 から発せられた光は接続面 2 1 5、2 1 6 にほとんど入射しない。反射面 2 1 1 で反射した光は、フィルタ 2 4 により不要光が除去されてレンズ部 2 2 1 の中心に集光される。反射面 2 1 2、2 1 3 に入射した光も同様に、レンズ部 2 2 2、2 2 3 の中心に集光される。これにより、レンズ部 2 2 1 ~ 2 2 3 の各々に 2 次光源像が形成され、2 次光源像からの光はコンデンサレンズ 2 3 を経て第 1 実施形態と同様に被照明領域に重畳される。

【 0 0 6 5 】

第 2 実施形態の照明装置 2 にあっては、不連続な反射面 2 1 1、2 1 2、2 1 3 によりリフレクタ 2 1 の内面を構成しているので、リフレクタ 2 1 の形状の設計自由度が高くな

10

20

30

40

50

る。例えば、反射面 2 1 2 を構成する回転楕円体として、反射面 2 1 3 を構成する回転楕円体と楕円長軸の端付近でしか交わらない回転楕円体を選択することもできる。したがって、反射面 2 1 2 を構成する回転楕円体の楕円長軸の長さの選択範囲が広くなり、発光点 2 0 4 からレンズ部 2 2 2 の中心までの光路長の設計範囲が広がる。

【 0 0 6 6 】

また、2つの回転楕円体が交わる線を輪郭にして反射面を設計する場合に比べて、反射面の輪郭の一部を自由に設計することができる。例えば、前記の方法で接続面を定める場合には、反射面において光源軸 2 A と反対側の輪郭を自由に設計することができる。これにより、反射面の面積の設計自由度が高くなる。

【 0 0 6 7 】

また、接続面 2 1 5、2 1 6 に発光点 2 0 4 から発せられた光がほとんど入射しないので、光の利用効率が低下することがない。また、レンズ部 2 2 1、2 2 2、2 2 3 のうち、最も光源軸 2 A の近くに配置されたレンズ部 2 2 1 の中心が光源軸 2 A からずれているので、発光点 2 0 4 から発せられた光が光源軸 2 A から Y 方向に離れた位置に集光される。ランプ光源の発光管や電極は光源軸 2 A に配置されているが、これら部材を避けて反射面 2 1 1 で反射した光を集光させることができ、光の利用効率を高くすることができる。

【 0 0 6 8 】

なお、第 2 実施形態において反射面 2 1 1 ~ 2 1 3 は、発光点 2 0 4 から観察すると隙間なく、しかも重なり合うことなく配置されている。このような構成の他にも、2つの反射面が各々の周縁部を重ね合わされて配置されている構成にしてもよく、反射面に応じて接続面を定めればよい。第 2 実施形態と配置が異なる反射面、接続面を採用した場合には、発光点 2 0 4 から射出された光が接続面に入射しないようにすることにより、光の利用効率の低下を防止することができる。

【 0 0 6 9 】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の照明装置に係る第 3 実施形態を説明する。第 3 実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、レンズアレイとコンデンサレンズとの間に偏光変換素子が配置されている点である。偏光変換素子は、入射光の偏光状態を揃えて射出するものである。

【 0 0 7 0 】

図 7 は、第 3 実施形態の照明装置 3 の概略構成を示す模式図である。

図 7 に示すように照明装置 3 は、発光ランプ 3 0、リフレクタ 3 1、レンズアレイ 3 2、偏光変換素子 3 5、及びコンデンサレンズ 3 3 を備えている。リフレクタ 3 1 とレンズアレイ 3 2 との間には、フィルタ 3 4 が配置されている。照明装置 3 は、液晶ライトバルブ 3 7 の被照明領域 3 7 A を照明するものである。被照明領域 3 7 A とコンデンサレンズ 3 3 との間にはフィールドレンズ 3 6 が配置されている。被照明領域 3 7 A に入射した光は、液晶ライトバルブ 3 7 により画像を示す画像光になり、画像光は投射レンズ 3 8 によりスクリーン等に拡大投射される。

なお、第 3 実施形態において偏光変換素子 3 5 以外の構成要素は、第 1 実施形態と同様のものであり、その詳細な説明を省略する場合がある。

【 0 0 7 1 】

発光ランプ 3 0 から射出された光 L は、第 1 実施形態と同様に、複数の反射面に光束が空間的に分かれて入射し、複数の反射面で反射する（図 4 参照）。複数の反射面で反射した光は、光源軸 3 A に概略沿う方向に進行し、フィルタ 3 4 により、紫外光や赤外光等の映像に不要な成分が除去される。フィルタ 3 4 を通った光は、レンズアレイ 3 2、偏光変換素子 3 5 及びコンデンサレンズ 3 3 をこの順に経て被照明領域 3 7 A に重畳される。

【 0 0 7 2 】

図 8 (a) ~ (c) は偏光変換素子 3 5 の構成を示す図であり、図 8 (a) は偏光変換素子 3 5 の平面図、図 8 (b) は図 8 の B - B ' 線矢視断面図、図 8 (c) は偏光変換素子 3 5 への入射光と射出光とを模式的に示す概念図である。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

図 8 (a) に示すように、偏光変換素子 3 5 は、複数の偏光変換部 3 5 1 を有している。複数の偏光変換部 3 5 1 は、レンズアレイ 3 2 の複数のレンズ部 (図 2 (b) 参照) と同様に、アレイ状に配置されている。複数の偏光変換部 3 5 1 は、いずれも形状及び寸法が略同一のものである。偏光変換部 3 5 1 の平面形状は、被照明領域 3 7 A の平面形状、すなわちレンズ部の平面形状と略相似になっている。

【 0 0 7 4 】

1 つの偏光変換部 3 5 1 は、レンズアレイ 3 2 のうちの 1 つのレンズ部と対応している。偏光変換部 3 5 1 は、分離部 3 5 2 と変換部 3 5 3 とを有している。分離部 3 5 2 、変換部 3 5 3 は、偏光変換部 3 5 1 の長辺方向、すなわちリフレクタ 3 1 の反射面の平面形状における長辺方向 (配列方向) に並んでいる。分離部 3 5 2 、変換部 3 5 3 の寸法は、いずれも平面視した状態で偏光変換部 3 5 1 の半分程度である。

10

【 0 0 7 5 】

図 8 (b) に示すように、偏光変換部 3 5 1 の分離部 3 5 2 には、この偏光変換部 3 5 1 と対応するレンズ部 3 2 2 を通った光が集光されるようになっている。分離部 3 5 2 には偏光ビームスプリッタ膜 (P B S 膜) 3 5 4 が設けられている。変換部 3 5 3 には、反射膜 3 5 5 と 1 / 2 位相板 3 5 6 とが設けられている。P B S 膜 3 5 4 、反射膜 3 5 5 は、偏光変換部 3 5 1 の長辺方向に周期的に交互に並んで設けられている。ここでは、P B S 膜 3 5 4 、反射膜 3 5 5 は、いずれも膜の法線方向が入射光 L の光軸と略 4 5 ° の角度をなすように形成されている。

【 0 0 7 6 】

20

P B S 膜 3 5 4 は、入射光のうちの P B S 膜 3 5 4 に対する P 偏光を透過させるとともに、入射光のうちの P B S 膜 3 5 4 に対する S 偏光を反射させるものである。以下、P B S 膜 3 5 4 に対する P 偏光を単に P 偏光と称す場合があり、P B S 膜 3 5 4 に対する S 偏光を単に S 偏光と称する場合がある。

1 / 2 位相板 3 5 6 は、入射光の偏光方向を略 9 0 ° 回転させて射出するものである。

【 0 0 7 7 】

以上のような構成の偏光変換部 3 5 1 において、分離部 3 5 2 に入射した光 L のうちの P 偏光 L 1 は、P B S 膜 3 5 4 を通ってそのまま光源軸方向 (Z 方向) に射出される。また、光 L のうちの S 偏光 L 2 は、P B S 膜 3 5 4 で反射して光軸が略 9 0 ° 折れ曲がり、反射膜 3 5 5 に入射する。反射膜 3 5 5 に入射した光 L 2 は、反射膜 3 5 5 で再度反射して光軸が 9 0 ° 折れ曲がり、光源軸方向に進行して 1 / 2 位相板 3 5 6 に入射する。1 / 2 位相板 3 5 6 に入射した S 偏光 L 2 は、偏光方向が略 9 0 ° 回転して P 偏光 L 3 になり、光源軸方向に射出される。

30

【 0 0 7 8 】

図 8 (c) に示すように、レンズアレイ 3 2 のレンズ部から射出される光 L は、光束の光源軸 3 A に直交する断面形状が被照明領域 3 7 A の平面形状と相似な略長方形になっている。分離部 3 5 2 に入射した光 L は、P 偏光と S 偏光とに分離された後に偏光状態が揃えられ、分離部 3 5 2 を経た P 偏光 L 1 と変換部 3 5 3 を経た P 偏光 L 3 とが、分離部 3 5 2 と変換部 3 5 3 とが並ぶ周期方向に並んで射出される。P 偏光 L 1 、P 偏光 L 3 は、いずれも光束の断面形状が、光 L の光束の断面形状と相似な略長方形になっている。そして、P 偏光 L 1 及び P 偏光 L 3 が、被照明領域 3 7 A に重畳されて合成された光 L 4 は、光束の断面形状が、光 L の光束の断面形状と相似な略長方形、すなわち被照明領域 3 7 A の平面形状と相似な略長方形になっている。

40

【 0 0 7 9 】

以上のような構成の照明装置 3 にあつては、偏光状態が揃った光により被照明領域 3 7 A を照明することができ、入射光の偏光状態を利用して画像光を形成する画像形成装置 (液晶ライトバルブ) 3 7 において光の利用効率を高めることができる。また、ランプ光源から射出された光を反射面により分離部 3 5 2 に集光するので、ランプ光源から射出された光の一部が変換部 3 5 3 に入射すること等による光の損失が防止される。

【 0 0 8 0 】

50

また、リフレクタ 3 1 における反射面の配列方向が、分離部 3 5 2、変換部 3 5 3 の周期方向と略一致しているので、レンズ部から射出される光が並ぶ方向が周期方向と略一致する。したがって、分離部 3 5 2 にレンズ部から射出された光を高精度に入射させることができ、変換部 3 5 3 等の不測の位置に光が入射することによる光の損失が防止される。

【0081】

また、光源軸 3 A に直交する面に射影した反射面の長辺方向が、偏光変換部 3 5 1 の長辺方向と一致しているので、偏光変換部 3 5 1 から射出される光は、光束の断面形状が被照明領域 3 7 A の平面形状と相似になる。したがって、複数の偏光変換部 3 5 1 から射出された光を、被照明領域 3 7 A で過不足なく重畳することができ、均一な照度で照明することができるとともに光の利用効率を高めることができる。

10

【0082】

[第 4 実施形態]

次に、本発明の照明装置に係る第 4 実施形態を説明する。第 4 実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、リフレクタが光源の一部を囲んで設けられており、少なくとも光源の前記一部と異なる部分の一部を囲んで設けられた第 2 のリフレクタを含んでいる点である。

【0083】

図 10 は、第 4 実施形態の照明装置 4 の概略構成を示す模式図、図 11 は照明装置 4 の要部拡大図である。図 10 に示すように照明装置 4 は、発光ランプ 40、リフレクタ 41、第 2 のリフレクタ (副鏡) 42、レンズアレイ 43、偏光変換素子 45、及びコンデンサレンズ 46 を備えている。リフレクタ 3 1 とレンズアレイ 43 との間には、フィルタ 44 が配置されている。

20

【0084】

リフレクタ 41 は、光源 40 の一部を囲んで設けられている。副鏡 42 は、光源 40 に対してリフレクタ 41 と反対側に設けられている。光源 40 において副鏡 42 に囲まれる部分は、光源 40 においてリフレクタ 41 に囲まれる部分と異なっている。リフレクタ 41 と副鏡 42 とで、光源 40 のほぼ全体が囲まれるようになっている。照明装置 4 において、主光軸 4 B は光源軸 4 A と略平行になっており、光源軸 4 A からリフレクタ 41 側にずれている。

【0085】

照明装置 4 は、液晶ライトバルブ 37 の被照明領域 37 A を照明するものである。被照明領域 37 A とコンデンサレンズ 46 との間にはフィールドレンズ 36 が配置されている。被照明領域 37 A に入射した光は、液晶ライトバルブ 37 により画像を示す画像光になり、画像光は投射レンズ 38 によりスクリーン等に拡大投射される。

30

【0086】

第 4 実施形態においてリフレクタ 41、副鏡 42、レンズアレイ 43 以外の構成要素は、第 3 実施形態と同様のものである。レンズアレイ 43 は、光源軸 4 A と交差する部分にレンズ部が設けられていない点を除くと、第 1 実施形態と同様である。

【0087】

図 11 に示すように、リフレクタ 41 の内面には、Y 方向において光源軸 4 A から離れる方向に反射面 411、反射面 412、反射面 413 がこの順に設けられている。反射面 411 ~ 413 の平面形状は、第 1 実施形態のリフレクタ 11 の反射面 112 ~ 114 と同様である。レンズ部 431 ~ 433 は、一体に設けられており、レンズ部 431 ~ 433 の各々の中心位置が、主光軸 4 B にほぼ直交する同一平面上に位置するようになっている。レンズ部 431 は反射面 411 と対応しており、同様にレンズ部 432 は反射面 412 と、レンズ部 433 は反射面 413 と、それぞれ対応している。レンズ部 431 ~ 433 において、レンズ部の配置位置が光源軸 4 A から離れるにつれてレンズ部の焦点距離が長くなっている。反射面 411 ~ 413 の各々の射出瞳が被照明領域 37 A と共役になるように、レンズ部 431 ~ 433 の各々の焦点距離が調整されている。

40

【0088】

副鏡 42 は、光源 40 の発光点 101 を囲む面が反射面 421 になっている。ここでは

50

、反射面 4 2 1 の形状が、発光点 1 0 1 を中心とする球面の一部になっている。発光点 1 0 1 から副鏡 4 2 に向けて射出された光は、反射面 4 2 1 で反射して折り返され、リフレクタ 4 1 の反射面 4 1 1 ~ 4 1 2 に分かれて入射する。副鏡 4 2 を経て反射面 4 1 1 ~ 4 1 2 で反射した光は、それぞれレンズ部 4 3 1 ~ 4 3 3 に集光される。また、発光点 1 0 1 からリフレクタ 4 1 に向けて射出された光も反射面 4 1 1 ~ 4 1 2 に分かれて入射し、反射面 4 1 1 ~ 4 1 2 で反射した後に、それぞれレンズ部 4 3 1 ~ 4 3 3 に集光される。

レンズアレイ 4 3 に入射した光は、第 3 実施形態で説明したように、偏光変換素子 4 5 により偏光状態が揃えられた後、コンデンサレンズ 4 6 により被照明領域 3 7 A に重畳される。

【 0 0 8 9 】

以上のような構成の照明装置 4 にあっては、副鏡 4 2 に向けて射出された光がリフレクタ 4 1 を介して外部に取り出される。これにより、光源軸 4 A 周りの全周にわたり光源を囲んで設けられたリフレクタ（例えば、第 1 実施形態のリフレクタ 1 1）と同程度の光量を得られる。副鏡 4 2 は、副鏡 4 2 に向けて射出された光をリフレクタ 4 1 に向けて反射するものであればよいので、リフレクタ 4 1 に比べて小型にすることができる。したがって、リフレクタ 4 1 と副鏡 4 2 との合計サイズを、第 1 実施形態のリフレクタ 1 1 よりも小型にすることができ、照明装置 4 を小型にすることができる。

【 0 0 9 0 】

また、リフレクタ 4 1 から射出される光のスポットサイズは、第 1 実施形態よりも小さくなるので、リフレクタ 4 1 と被照明領域 3 7 A との間に配置される偏光変換素子 4 5 やコンデンサレンズ 4 6 等の光学部品を小型にすることが可能になる。以上のように、第 4 実施形態の照明装置 4 は、格段に小型化が可能なものになっている。

【 0 0 9 1 】

[プロジェクタ]

次に、図 9 を参照しつつ本発明に係るプロジェクタの一実施形態を説明する。図 9 に示すように、プロジェクタ 5 は、照明装置 5 0、液晶ライトバルブ（画像形成装置）5 1 a、5 1 b、5 1 c、クロスダイクロイックプリズム 5 2、及び投射レンズ（投射装置）5 3 を備えている。照明装置 5 0 は、本発明の照明装置を適用したものであり、ランプ光源 5 0 1、リフレクタ 5 0 2、フィルタ 5 0 3、レンズアレイ 5 0 4、偏光変換素子 5 0 5、及びコンデンサレンズ 5 0 6 を備えている。照明装置 5 0 から射出された光は、ダイクロイックミラー 5 0 7、5 0 8、リレー光学系 5 0 9 等を経て、液晶ライトバルブ 5 1 a ~ 5 1 c に入射する。

【 0 0 9 2 】

ダイクロイックミラー 5 0 7、5 0 8 は、例えばガラス表面に誘電体多層膜を積層したものである。これにより、所定の波長帯域の色光が選択的に反射し、それ以外の波長帯域の色光が透過するようになっている。例えば、照明装置 5 0 から射出された光源光のうち、赤色光 L a がダイクロイックミラー 5 0 7 を透過するとともに、緑色光 L b 及び青色光 L c がダイクロイックミラー 5 0 7 で反射する。また、ダイクロイックミラー 5 0 7 で反射した緑色光 L b 及び青色光 L c のうち、青色光 L c がダイクロイックミラー 5 0 8 を透過し、緑色光 L b がダイクロイックミラー 5 0 8 で反射する。

【 0 0 9 3 】

ダイクロイックミラー 5 0 7 を透過した赤色光 L a は、反射ミラーで反射し平行化レンズを経て赤色光用の液晶ライトバルブ 5 1 a に入射する。ダイクロイックミラー 5 0 8 で反射した緑色光 L b は、平行化レンズを経て緑色光用の液晶ライトバルブ 5 1 b に入射する。ダイクロイックミラー 5 0 8 を透過した青色光 L c は、リレー光学系 5 0 9 を経て青色光用の液晶ライトバルブ 5 1 c に入射する。

【 0 0 9 4 】

液晶ライトバルブ 5 1 a ~ 5 1 c の各々は、例えばアクティブマトリクス型の透過型の液晶パネルであり、一対の電極間に挟持された液晶層を有している。また、液晶ライトバルブ 5 1 a ~ 5 1 c は、画像信号を供給する信号源に電氣的に接続されている。信号源が

10

20

30

40

50

ら画像信号が供給されると、前記電極間に電圧が印加され、この印加電圧に応じて液晶分子の方位角が制御される。これにより、入射光の偏光状態を変化させることができ、偏光状態に応じた階調の光が得られるようになっている。液晶ライトバルブ51a~51cにより変調された赤色光La、緑色光Lb、青色光Lcは、クロスダイクロイックプリズム52に入射する。

【0095】

クロスダイクロイックプリズム52は、三角柱プリズムが貼り合わされた構造となっており、その内面に赤色光Laが反射し緑色光Lbが透過するミラー面と、青色光Lcが反射し緑色光が透過するミラー面とが互いに直交して形成されている。赤色光La、緑色光Lb、青色光Lcは、これらのミラー面で選択的に反射あるいは透過して同じ側に射出される。これにより、3つの色光が重ね合わされて合成光となる。この合成光は、投射レンズ53によってスクリーン6に拡大投射される。これにより、カラー表示の映像が得られるようになっている。

【0096】

以上のようなプロジェクタ5にあっては、本発明の照明装置を適用した照明装置50を備えているので、照明装置50を小型にすることができ、プロジェクタ5を小型にすることができる。また、照明装置50において光の利用効率が高くなっているため、低消費電力のプロジェクタ5になっている。また、照明装置50により均一な照度で液晶ライトバルブ51a~51cを照明することができ、高品質な映像が得られるプロジェクタ5になっている。

【0097】

次に、図12を参照しつつ本発明に係るプロジェクタの他の実施形態を説明する。図12に示すようにプロジェクタ8は、第4実施形態の照明装置4を採用している点でプロジェクタ5と異なっている。照明装置4によれば、図9に示した照明装置50よりもスポットサイズを小さくすることができ、照明装置4と液晶ライトバルブ51a、51b、51cとの間に配置されるダイクロイックミラー507、508等の光学部品を小型にすることができる。また、照明装置50と同程度の寸法で比較すると、照明装置4から射出される光の光量を増すことができ、高輝度の画像を表示することが可能になる。

【0098】

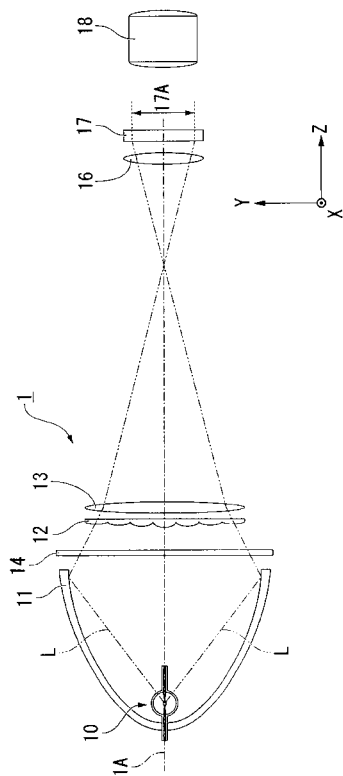
なお、前記実施形態では、画像形成装置として透過型の液晶ライトバルブを用いた例を示したが、反射型の液晶ライトバルブを用いることも可能である。その場合には、反射型の液晶ライトバルブを用いるのに適した光学系に適宜変更される。また、液晶ライトバルブ以外の画像形成装置を用いることも可能である。例えば、デジタルミラーデバイス等の液晶ライトバルブ以外の画像形成装置を用いても良い。

【符号の説明】

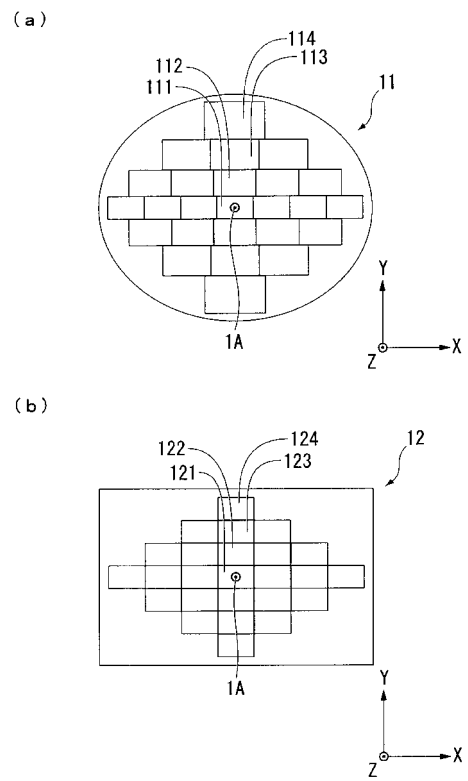
【0099】

1、2、3、4、501・・・照明装置、1A、2A、3A・・・主光軸（光源軸）、4A・・・光源軸、4B・・・主光軸、11、11B、21、31、41・・・リフレクタ、42・・・副鏡（第2のリフレクタ）、111~114、111B~114B、211~213、411~413・・・反射面、12、12C、22、32、43・・・レンズアレイ、121~124、121C~124C・・・レンズ部、13、23、33、46・・・コンデンサレンズ（重畳光学系）、35、45・・・偏光変換素子、352・・・分離部、353・・・変換部、17A、37A・・・被照明領域、5、8・・・プロジェクタ、51a~51c・・・液晶ライトバルブ（画像形成装置）、53・・・投射レンズ（投射装置）

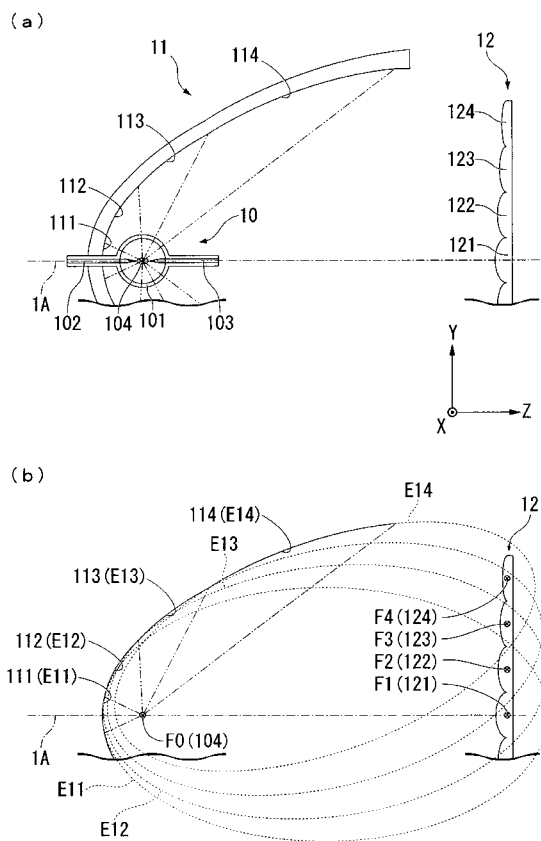
【図 1】



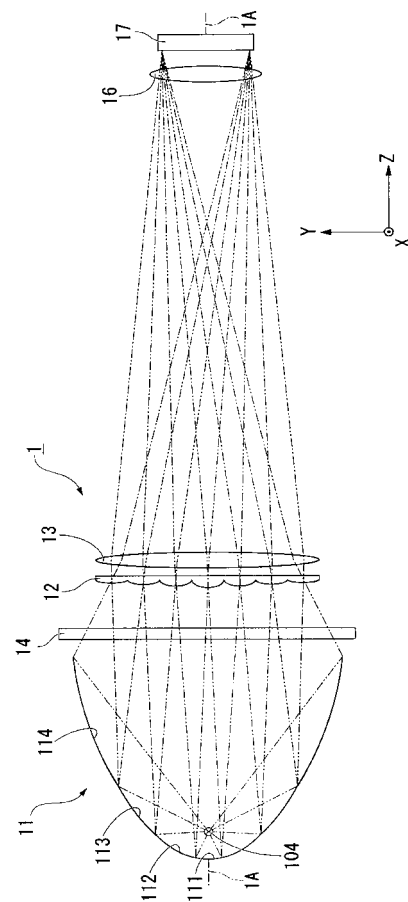
【図 2】



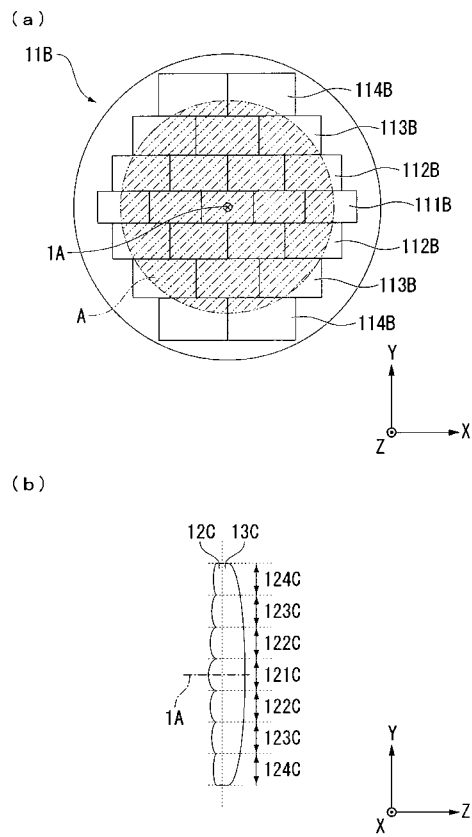
【図 3】



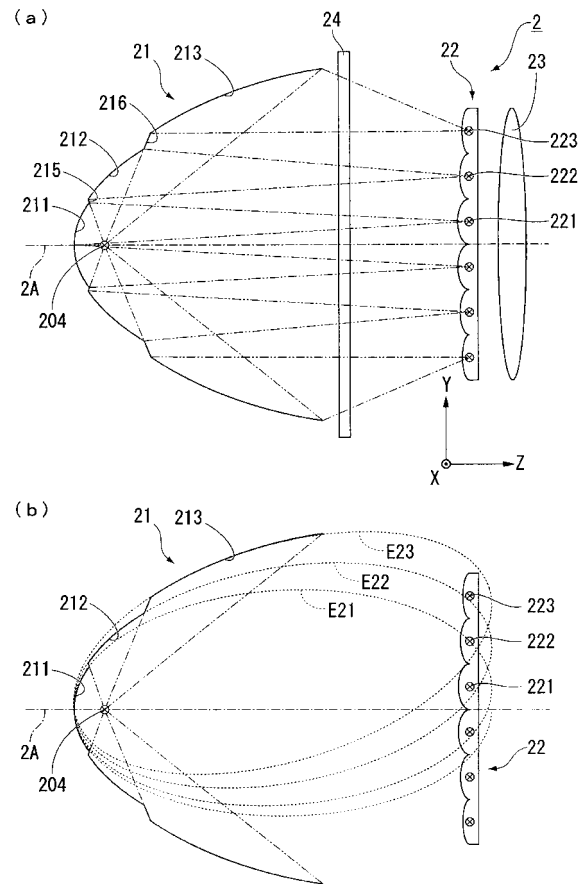
【図 4】



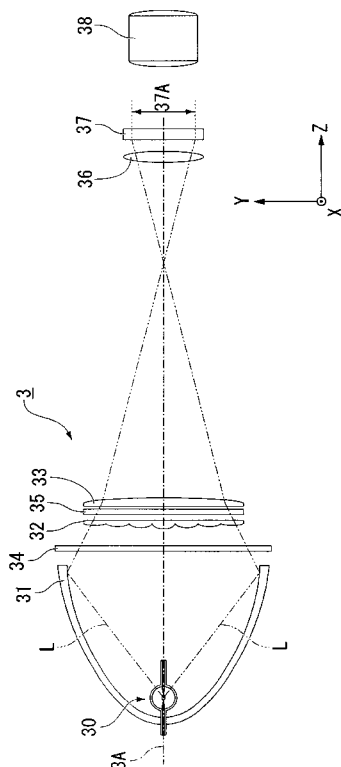
【図 5】



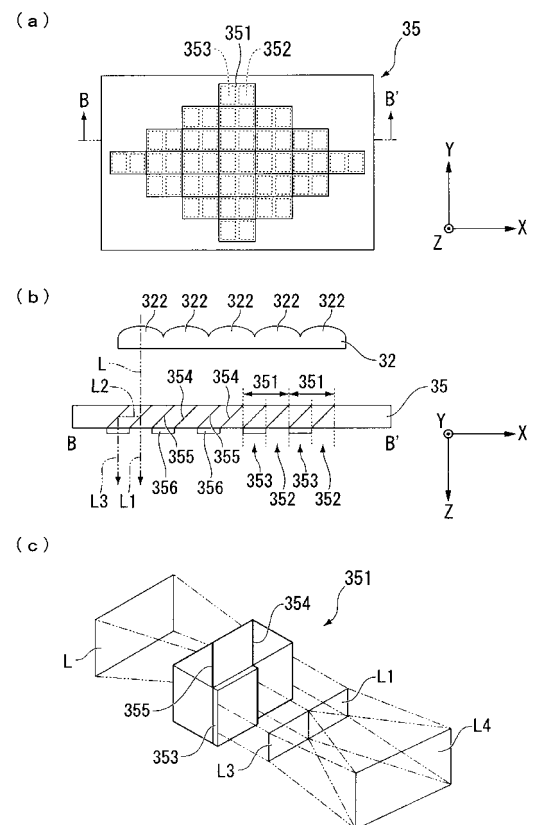
【図 6】



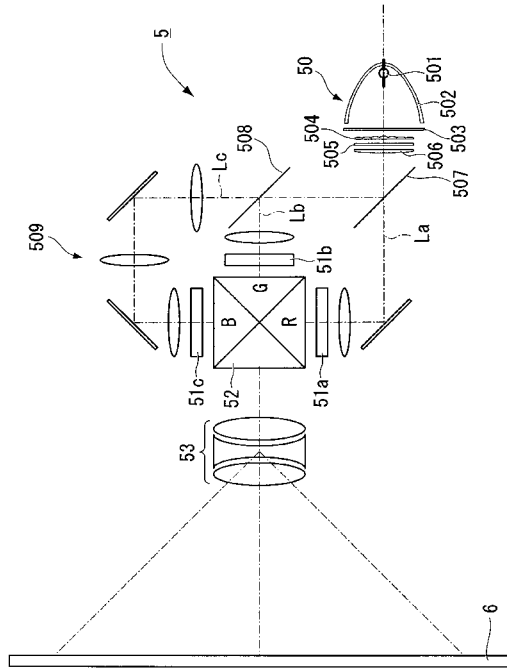
【図 7】



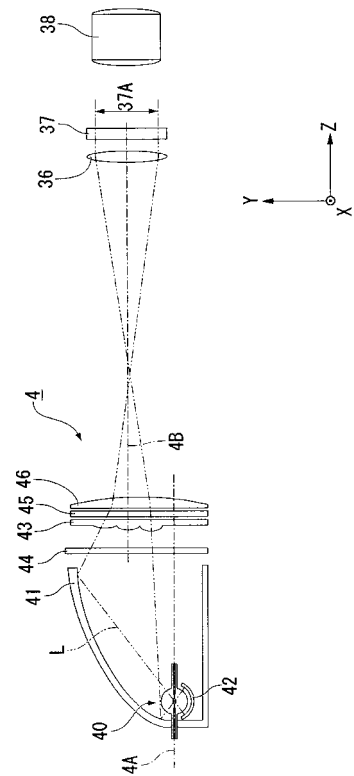
【図 8】



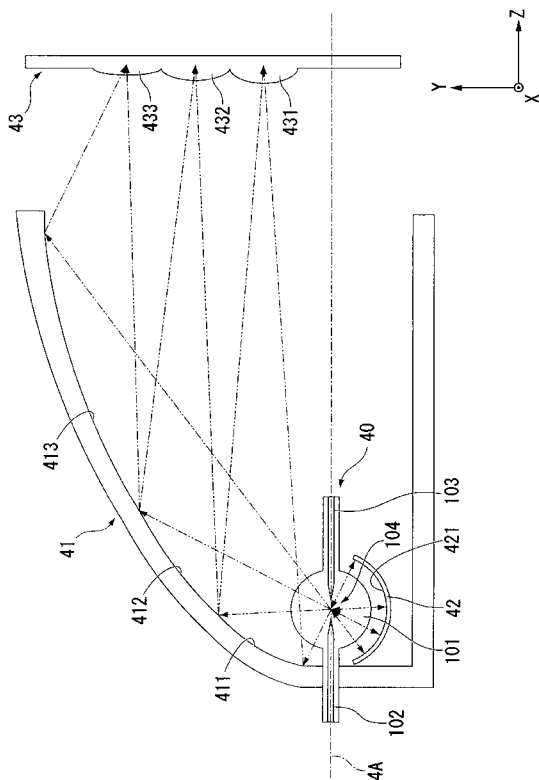
【図 9】



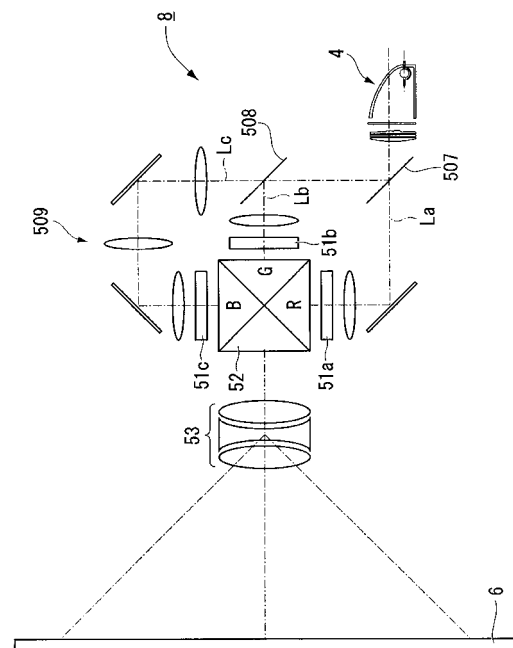
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 2 1 V 5/04 (2006.01)	F 2 1 V 9/14	
F 2 1 Y 101/00 (2006.01)	F 2 1 V 5/04 2 0 0	
	F 2 1 Y 101:00 3 0 0	

F ターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA11 AA16 AB04 AB07 BA05 BA08 BA09 BC03
BC14 BC17 BC26 CA13 CA17 CA24 CA26 CA32
3K243 BB05 BB06 BB12 BE03