

(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.

F21S 2/00 (2006.01)
G03B 21/14 (2006.01)
F21V 7/08 (2006.01)
F21V 7/09 (2006.01)
F21V 9/14 (2006.01)

F 1

F 21 S 2/00 G 03 B 21/14 F 21 V 7/08 F 21 V 7/09 F 21 V 9/14

3 3 O A 1 O O 5 1 O 2 0 O

テーマコード(参考)

2 K 1 O 3
3 K 2 4 3

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

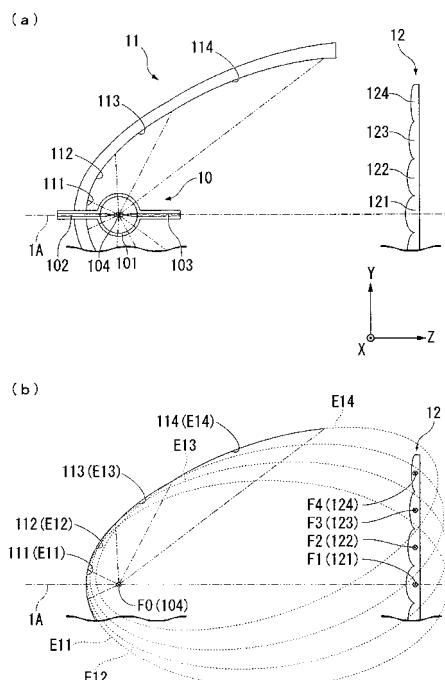
(54) 【発明の名称】 照明装置、プロジェクタ

(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畠する重畠光学系と、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
回転橈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橈円体の橈円長軸の長さが、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に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、前記光源から發
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】

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。 40

【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、被照明領域にて重畠（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】

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、各領域は橜円を軸周りに回転させた回転橜円体の一部により構成されている。

20

【0006】

この橜円の第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、重畠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橈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橈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。

20

【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橈円体の橈円長軸が、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、回転橈円体の橈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橈円体の橈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、橈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に役になっていることが好みしい。

一般に、照明系において被照明領域が射出瞳と共に役になつていれば、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に役になるように、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。

【0017】

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ので、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。 10

【0018】

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。 20

【0019】

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

【0020】

入射光の偏光状態を揃える偏光変換素子が配置されれば、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。 30

【0021】

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。

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。 30

【0022】

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。

【0023】

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

【0024】

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】

【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(重疊光学系)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

10

20

30

40

50

、被照明領域 17A は、XY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1A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1A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1A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1A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17A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1A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1A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17A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1Aを通るYZ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1Aを含んだXZ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、XZ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内にタンゲ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】

10

20

30

40

50

図3(b)に示すように、反射面111～114の各々は、回転橜円体の一部により構成されている。詳しくは、反射面111は、橜円E11をその橜円長軸周りに回転させた回転橜円体の一部で構成されている。橜円E11は、第1焦点F0が発光点104、第2焦点がレンズ部121の中心F1になっている。

【0038】

反射面112は、第1焦点F0が発光点104、第2焦点がレンズ部122の中心F2である橜円E12を、その橜円長軸周りに回転させた回転橜円体の一部である。

反射面113は、第1焦点F0が発光点104、第2焦点がレンズ部123の中心F3である橜円E13を、その橜円長軸周りに回転させた回転橜円体の一部である。

反射面114は、第1焦点F0が発光点104、第2焦点がレンズ部124の中心F4である橜円E14を、その橜円長軸周りに回転させた回転橜円体の一部である。

本実施形態では、反射面111～114がほぼ連続しており、リフレクタ11の内面を構成している。

【0039】

本発明では、レンズ部121～124において、レンズ部の配置位置が主光軸1A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111～114の各々の射出瞳が被照明領域17Aと共に役になるように、レンズ部121～124の各々の焦点距離が調整されている。ここでは、レンズ部121～124の曲率を調整することにより、レンズ部121～124の焦点距離が調整されている。以下、レンズ部121～124の焦点距離の調整方法について一例を説明する。

【0040】

発光点104の位置、レンズ部121～124の中心F1～F4の位置、及び橜円E11～E14の橜円長軸の長さを設計すると、橜円E11～E14の形状が定まる。橜円E11をその橜円長軸周りに回転させると、橜円E11に対応する回転橜円体が得られる。同様に、橜円E12～14にそれぞれ対応する回転橜円体を求め、2つの回転橜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111～114が定まる。

【0041】

発光点104から射出された光が反射面111を経て中心F1に至る光路長は、橜円E11の橜円長軸の長さにより定まり、発光点104から射出される角度に依らず一定になる。換言すれば、橜円E11の橜円長軸の長さを調整することにより、発光点104から反射面111を経て中心F1に至る光路の距離を調整することができる。このように、橜円E11～E14の橜円長軸の長さを調整することにより、発光点104から反射面111～114を経て中心F1～F4に至る光路長をそれぞれ調整することができる。なお、橜円E11の橜円長軸の長さは、橜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、橜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。

【0042】

また、レンズ部121～124の中心F1～F4の位置、及び被照明領域17Aの位置、及びレンズアレイ12と被照明領域17A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121～124の各々から被照明領域17Aまでの光路長が求まる。レンズ部から被照明領域17Aまでの光路長は、レンズ部の位置が主光軸1A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17Aまでの距離は、レンズ部124において最も長くなっている。以下、レンズ部123、レンズ部122、レンズ部121において、この順に短くなっている。

【0043】

発光点104からレンズ部までの光路長をS1、レンズ部から被照明領域17Aまでの光路長をS2とすると、このレンズ部の焦点距離fは、レンズの式($1/S1 + 1/S2 = 1/f$)で表される。前記のように、光路長S1、S2は、レンズ部121～124の各々について求めることができるので、レンズ部121～124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121～124の曲率を調整することにより、反射面111～114の各々の射出瞳を被照明領域17Aと

10

20

30

40

50

共役にすることができる。

【0044】

図4は、照明装置1により被照明領域17A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104から放射状に射出された光は、光束が反射面111～114に空間的に分かれて入射する。すなわち、反射面111～114は、視野絞りとして機能する。反射面111～114の平面形状が、被照明領域17Aの平面形状と相似になっているので、反射面111～114を経た光は、光束の主光軸1Aに直交する断面形状が被照明領域17Aの平面形状の相似形状に近くなる。

【0045】

反射面111～114で反射した光は、フィルタ14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12に入射する。反射面111を経た光は、反射面111が発光点104とレンズ部121の中心F1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F1に集光される。同様に、反射面112～114を経た光は、レンズ部122～124の中心F2～F4に集光される。これにより、中心F1～F4の各々に、発光点104の2次光源像が形成される。レンズ部121～124の平面形状が、被照明領域17Aの平面形状と相似になっているので、レンズ部121～124を経た光は、光束の主光軸1Aに直交する断面形状が被照明領域17Aの平面形状とほぼ相似になる。

【0046】

レンズ部121～124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13によりフィールドレンズ16を経て被照明領域17Aに重畠される。主光軸1Aから離れるにつれて反射面111～114の寸法が大きくなっているので、被照明領域17Aから離れるにつれて視野絞りの径が大きくなり、反射面111～114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111～114の各々の射出瞳が被照明領域17Aと共になるように、レンズ部121～124の焦点距離が調整されているので、レンズ部121～124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。

【0047】

以上のように、レンズ部121～124を経た光は、いずれも光束の主光軸1Aに直交する断面形状が被照明領域17A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121～124を経た光を被照明領域17Aにて過不足無く重ね合わせることができ、被照明領域17A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121～124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11が、発光ランプ10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121～124に集光するので、1つのレンズアレイ12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ます。

【0048】

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。

【0049】

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11Bは、反射面111B～114B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。

【0050】

変形例1では、反射面111B～114Bの長辺方向(X方向)に並んだ反射面の数が、反射面111Bは5つ、反射面112Bは4つ、反射面113Bは3つ、反射面114Bは2つになっている。反射面111Bや反射面113B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 11B 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 112B や反射面 114B のように反射面の数が偶数である並びでは、リフレクタ 11B 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。

【0051】

反射面 111B ~ 114B は、反射面 111B ~ 114B 全体として、リフレクタ 11B の内面のうちの発光ランプ 10 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 1A を中心とする平面視略円形の領域になっている。

【0052】

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 10 から射出される光の分割数を増やすと、被照明領域 17A における照度分布がより均一になる。特に、反射面の数を 50 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 100 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。

10

【0053】

図 5 (b) に示すように、変形例 2 のレンズアレイ 12C は、コンデンサレンズ 13C 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 12C において発光ランプ 10 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。

20

【0054】

この光学素子において、主光軸 1A と直交する面の主光軸 1A から離れる方向に、レンズ部 121C、レンズ部 122C、レンズ部 123C、及びレンズ部 124C がこの順に配置されている。このように、レンズアレイ 12 の機能とコンデンサレンズ 13 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 12 とコンデンサレンズ 13 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 12 とコンデンサレンズ 13 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 12C とコンデンサレンズ 13C 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。

30

【0055】

なお、レンズアレイ 12C の形状とコンデンサレンズ 13C の形状とをともに、レンズ部 121C ~ 124C において調整することにより、レンズ部 121C ~ 124C の焦点距離を調整してもよい。

【0056】

[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である。

40

【0057】

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 204 を図示している。

【0058】

図 6 (a) に示すように、リフレクタ 21 の内面には、Y 方向において光源軸 2A から離れる方向に反射面 211、接続面 215、反射面 212、接続面 216、反射面 213 がこの順に設けられている。レンズアレイ 22 には、Y 方向において光源軸 2A から離れる方向にレンズ部 221、レンズ部 222、レンズ部 223 がこの順に設けられている。レンズ部 221 は反射面 212 と対応しており、レンズ部 222 は反射面 212 と、レン

50

ズ部 223 は反射面 213 と、それぞれ対応している。

【0059】

反射面 211 は、接続面 215 と連続しており、接続面 215 は反射面 212 と連続している。反射面 212 は、接続面 216 と連続しており、接続面 216 は反射面 213 と連続している。図 6 (b) に示すように、反射面 211 ~ 213 は、回転橙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。

【0060】

反射面 211 は、第 1 焦点が発光点 204、第 2 焦点がレンズ部 221 の中心である橙円 E21 を、その橙円長軸周りに回転させた回転橙円体の一部である。したがって、橙円 E21 は発光ランプの位置とレンズ部 221 の位置とを焦点とする橙円である。10

反射面 212 は、第 1 焦点が発光点 204、第 2 焦点がレンズ部 222 の中心である橙円 E22 を、その橙円長軸周りに回転させた回転橙円体の一部である。

反射面 213 は、第 1 焦点が発光点 204、第 2 焦点がレンズ部 223 の中心である橙円 E23 を、その橙円長軸周りに回転させた回転橙円体の一部である。

したがって、橙円 E22、E23 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橙円である。

【0061】

橙円 E21 ~ E23 は、第 1 実施形態と異なり、2 つの橙円がそれぞれの橙円長軸の端付近で交わっている。そのため、橙円 E21 ~ E23 を回転させた回転橙円体の外周が交わる線も橙円長軸の端付近に存在する。この場合、2 つの回転橙円体の外周が交わる線により反射面の境界を定めると、反射面は回転橙円体の橙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。このような回転橙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。20

【0062】

ここでは、接続面 215 は、発光点 204 と反射面 211 の端と反射面 212 の端を通る線により描かれる面になっている。接続面 216 は、発光点 204 と反射面 212 の端と反射面 213 の端を通る線の一部により描かれる面になっている。

【0063】

このような接続面は例えば以下の方針により定めることができる。まず、反射面 211 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 204 を通る直線を求め、この直線と反射面 212 を構成する回転橙円体との交点を求める。選択する点を反射面 211 において光源軸 2A から離れた側の輪郭に沿って移動させると、前記の直線と回転橙円体との交点も移動する。この交点の軌跡を反射面 212 の光源軸 2A 側の輪郭にすることにより、反射面 211 と反射面 212 との間の接続面 215 が定まる。反射面 212 において光源軸 2A 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 213 の光源軸 2A 側の輪郭が求まり、接続面 216 が定まる。30

【0064】

以上のような構成の照明装置 2 において、発光点 204 から発せられた光は、光束が反射面 211 ~ 213 に空間的に分かれて入射し、反射面 211 ~ 213 の各々で反射する。接続面 215、216 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 204 から発せられた光は接続面 215、216 にはほとんど入射しない。反射面 211 で反射した光は、フィルタ 24 により不要光が除去されてレンズ部 221 の中心に集光される。反射面 212、213 に入射した光も同様に、レンズ部 222、223 の中心に集光される。これにより、レンズ部 221 ~ 223 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 23 を経て第 1 実施形態と同様に被照明領域に重畠される。40

【0065】

第 2 実施形態の照明装置 2 にあっては、不連続な反射面 211、212、213 によりリフレクタ 21 の内面を構成しているので、リフレクタ 21 の形状の設計自由度が高くな50

る。例えば、反射面 212 を構成する回転楕円体として、反射面 213 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 212 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 204 からレンズ部 222 の中心までの光路長の設計範囲が広くなる。

【0066】

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 2A 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。

【0067】

また、接続面 215、216 に発光点 204 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事がない。また、レンズ部 221、222、223 のうち、最も光源軸 2A の近くに配置されたレンズ部 221 の中心が光源軸 2A からずれているので、発光点 204 から発せられた光が光源軸 2A 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 2A に配置されているが、これら部材を避けて反射面 211 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。

【0068】

なお、第2実施形態において反射面 211～213 は、発光点 204 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 204 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。

【0069】

[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。

【0070】

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30、リフレクタ31、レンズアレイ32、偏光変換素子35、及びコンデンサレンズ33を備えている。リフレクタ31とレンズアレイ32との間には、フィルタ34が配置されている。照明装置3は、液晶ライトバルブ37の被照明領域37Aを照明するものである。被照明領域37Aとコンデンサレンズ33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37A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。

なお、第3実施形態において偏光変換素子35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。

【0071】

発光ランプ30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3Aに概略沿う方向に進行し、フィルタ34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34を通った光は、レンズアレイ32、偏光変換素子35及びコンデンサレンズ33をこの順に経て被照明領域37Aに重畠される。

【0072】

図8(a)～(c)は偏光変換素子35の構成を示す図であり、図8(a)は偏光変換素子35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35への入射光と射出光とを模式的に示す概念図である。

【0073】

10

20

30

40

50

図8(a)に示すように、偏光変換素子35は、複数の偏光変換部351を有している。複数の偏光変換部351は、レンズアレイ32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351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351の平面形状は、被照明領域37A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。

【0074】

1つの偏光変換部351は、レンズアレイ32のうちの1つのレンズ部と対応している。偏光変換部351は、分離部352と変換部353とを有している。分離部352、変換部353は、偏光変換部351の長辺方向、すなわちリフレクタ31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352、変換部353の寸法は、いずれも平面視した状態で偏光変換部351の半分程度である。10

【0075】

図8(b)に示すように、偏光変換部351の分離部352には、この偏光変換部351と対応するレンズ部322を通った光が集光されるようになっている。分離部352には偏光ビームスプリッタ膜(PBS膜)354が設けられている。変換部353には、反射膜355と1/2位相板356とが設けられている。PBS膜354、反射膜355は、偏光変換部351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、PBS膜354、反射膜355は、いずれも膜の法線方向が入射光Lの光軸と略45°の角度をなすように形成されている。20

【0076】

PBS膜354は、入射光のうちのPBS膜354に対するP偏光を透過させるとともに、入射光のうちのPBS膜354に対するS偏光を反射させるものである。以下、PBS膜354に対するP偏光を単にP偏光と称す場合があり、PBS膜354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356は、入射光の偏光方向を略90°回転させて射出するものである。

【0077】

以上のような構成の偏光変換部351において、分離部352に入射した光LのうちのP偏光L1は、PBS膜354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L2は、PBS膜354で反射して光軸が略90°折れ曲がり、反射膜355に入射する。反射膜355に入射した光L2は、反射膜355で再度反射して光軸が90°折れ曲がり、光源軸方向に進行して1/2位相板356に入射する。1/2位相板356に入射したS偏光L2は、偏光方向が略90°回転してP偏光L3になり、光源軸方向に射出される。30

【0078】

図8(c)に示すように、レンズアレイ32のレンズ部から射出される光Lは、光束の光源軸3Aに直交する断面形状が被照明領域37Aの平面形状と相似な略長方形になっている。分離部352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352を経たP偏光L1と変換部353を経たP偏光L3とが、分離部352と変換部353とが並ぶ周期方向に並んで射出される。P偏光L1、P偏光L3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L1及びP偏光L3が、被照明領域37Aに重畠されて合成された光L4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、すなわち緋照明領域37Aの平面形状と相似な略長方形になっている。40

【0079】

以上のような構成の照明装置3にあっては、偏光状態が揃った光により被照明領域37A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)37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352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353に入射すること等による光の損失が防止される。

【0080】

10

20

30

40

50

また、リフレクタ31における反射面の配列方向が、分離部352、変換部353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352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353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3A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351の長辺方向と一致しているので、偏光変換部351から射出される光は、光束の断面形状が被照明領域37Aの平面形状と相似になる。したがって、複数の偏光変換部351から射出された光を、被照明領域37A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31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4Bは光源軸4Aと略平行になっており、光源軸4A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37Aを照明するものである。被照明領域37A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37A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4A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4A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4B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4A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37Aと共に役になるように、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421の形状が、発光点101を中心とする球面の一部になっている。発光点101から副鏡42に向けて射出された光は、反射面421で反射して折り返され、リフレクタ41の反射面411～412に分かれて入射する。副鏡42を経て反射面411～412で反射した光は、それぞれレンズ部431～433に集光される。また、発光点101からリフレクタ41に向けて射出された光も反射面411～412に分かれて入射し、反射面411～412で反射した後に、それぞれレンズ部431～433に集光される。

レンズアレイ43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45により偏光状態が揃えられた後、コンデンサレンズ46により被照明領域37Aに重畠される。

【0089】

以上のような構成の照明装置4にあっては、副鏡42に向けて射出された光がリフレクタ41を介して外部に取り出される。これにより、光源軸4A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11）と同程度の光量が得られる。副鏡42は、副鏡42に向けて射出された光をリフレクタ41に向けて反射するものであればよいので、リフレクタ41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41と副鏡42との合計サイズを、第1実施形態のリフレクタ11よりも小型にすることができる、照明装置4を小型にすることができる。

【0090】

また、リフレクタ41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41と被照明領域37Aとの間に配置される偏光変換素子45やコンデンサレンズ46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。

【0091】

[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50、液晶ライトバルブ（画像形成装置）51a、51b、51c、クロスダイクロイックプリズム52、及び投射レンズ（投射装置）53を備えている。照明装置50は、本発明の照明装置を適用したものであり、ランプ光源501、リフレクタ502、フィルタ503、レンズアレイ504、偏光変換素子505、及びコンデンサレンズ506を備えている。照明装置50から射出された光は、ダイクロイックミラー507、508、リレー光学系509等を経て、液晶ライトバルブ51a～51cに入射する。

【0092】

ダイクロイックミラー507、508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50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507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507で反射する。また、ダイクロイックミラー507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508を透過し、緑色光L_bがダイクロイックミラー508で反射する。

【0093】

ダイクロイックミラー507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51aに入射する。ダイクロイックミラー508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51bに入射する。ダイクロイックミラー508を透過した青色光L_cは、リレー光学系509を経て青色光用の液晶ライトバルブ51cに入射する。

【0094】

液晶ライトバルブ51a～51c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51a～51cは、画像信号を供給する信号源に電気的に接続されている。信号源か

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 L_a、緑色光 L_b、青色光 L_c 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 L_a が反射し緑色光 L_b が透過するミラー面と、青色光 L_b 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 L_a、緑色光 L_b、青色光 L_c 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。

10

【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る、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ので、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。

20

【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。

30

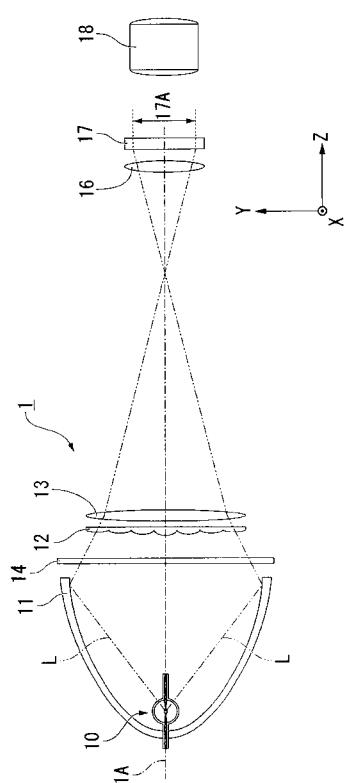
【符号の説明】

【0099】

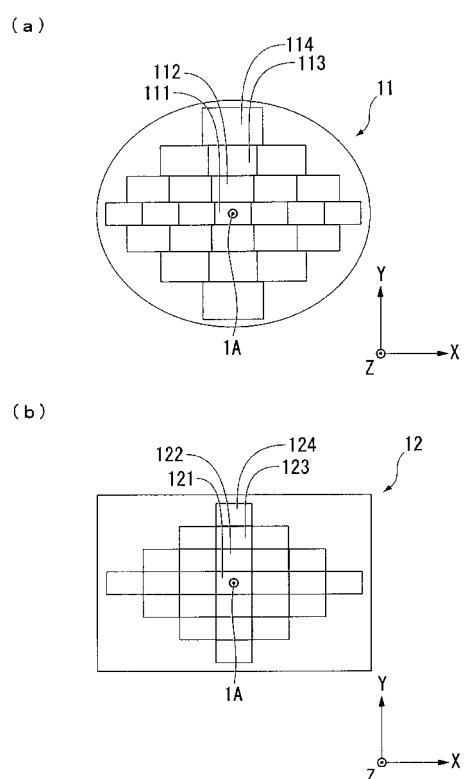
1、2、3、4、501・・・照明装置、1A、2A、3A・・・主光軸（光源軸）、4A・・・光源軸、4B・・・主光軸、11、11B、21、31、41・・・リフレクタ、42・・・副鏡（第2のリフレクタ）、111～114、111B～114B、211～213、411～413・・・反射面、12、12C、22、32、43・・・レンズアレイ、121～124、121C～124C・・・レンズ部、13、23、33、46・・・コンデンサレンズ（重疊光学系）、35、45・・・偏光変換素子、352・・・分離部、353・・・変換部、17A、37A・・・被照明領域、5、8・・・プロジェクタ、51a～51c・・・液晶ライトバル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

40

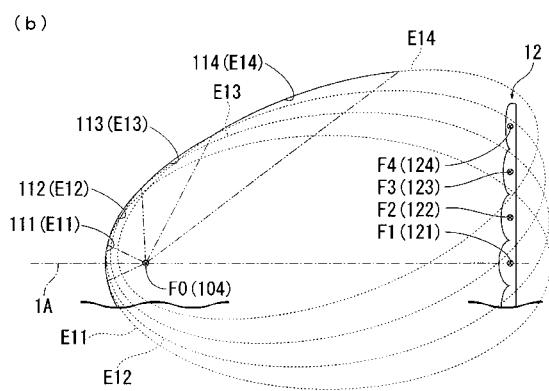
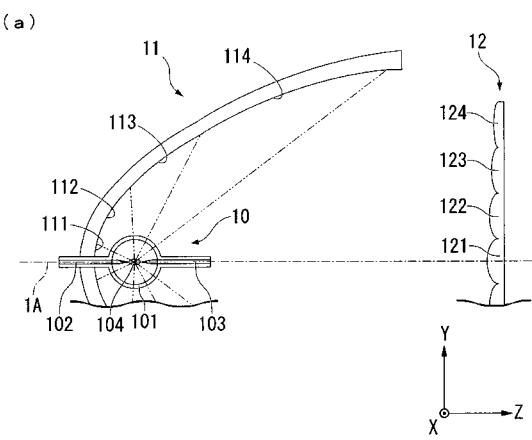
【図1】



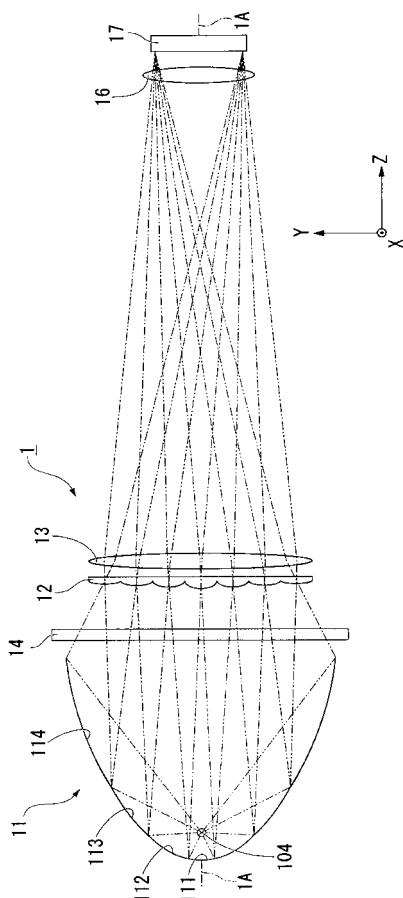
【図2】



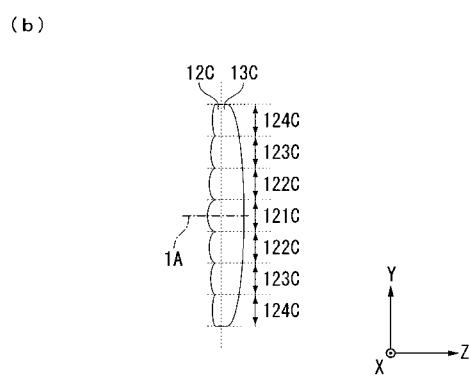
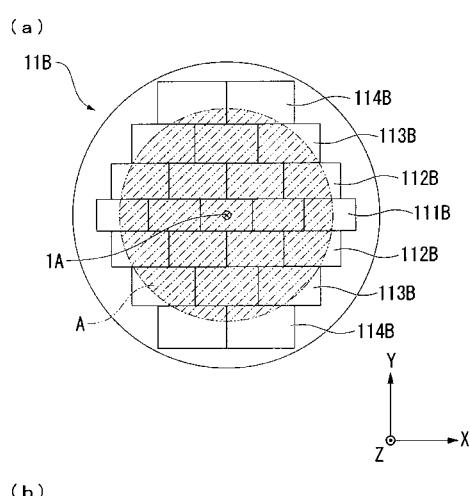
【図3】



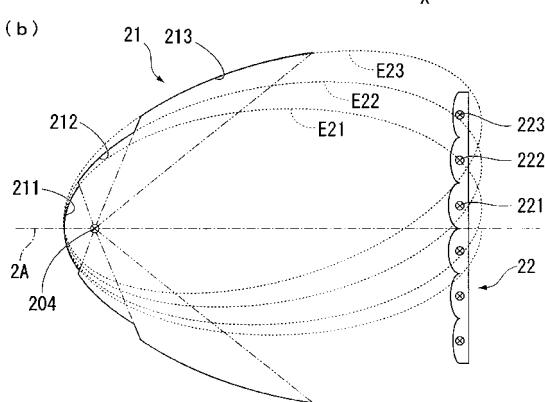
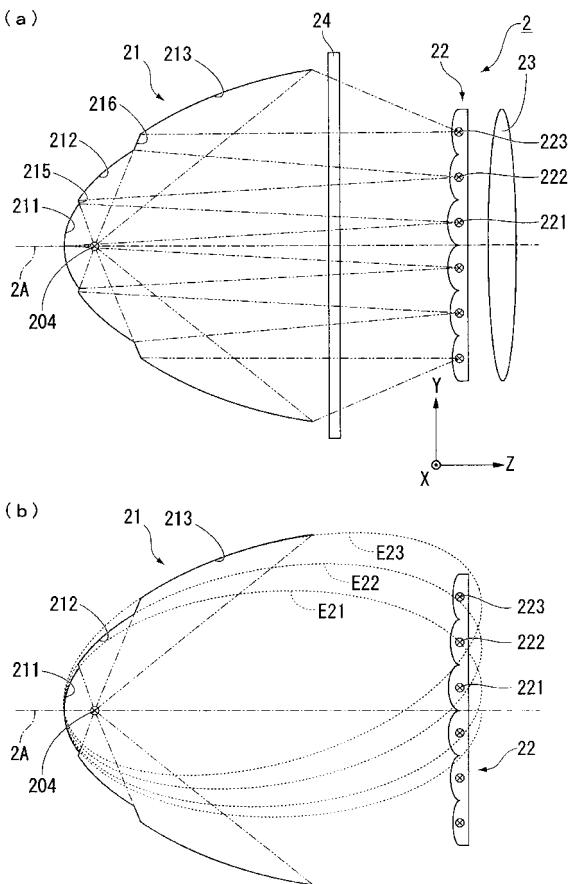
【図4】



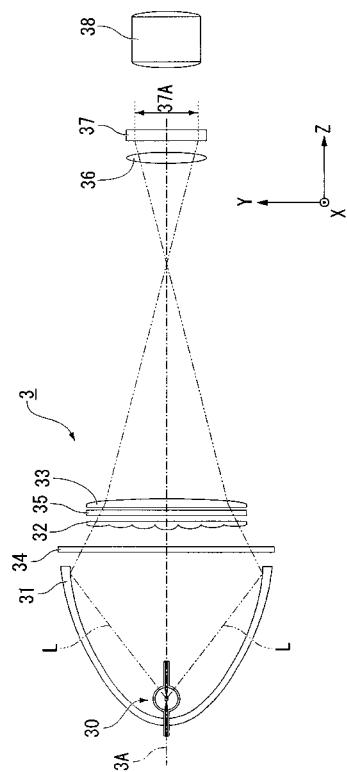
【図5】



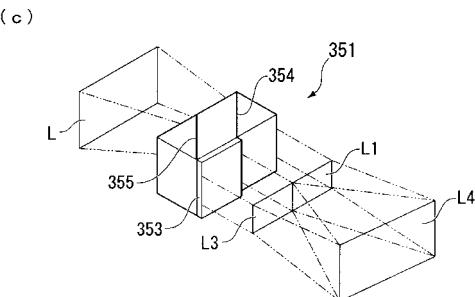
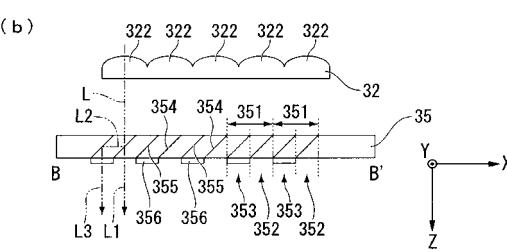
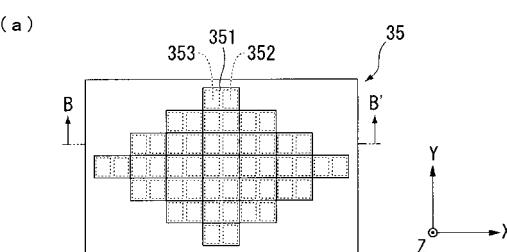
【図6】



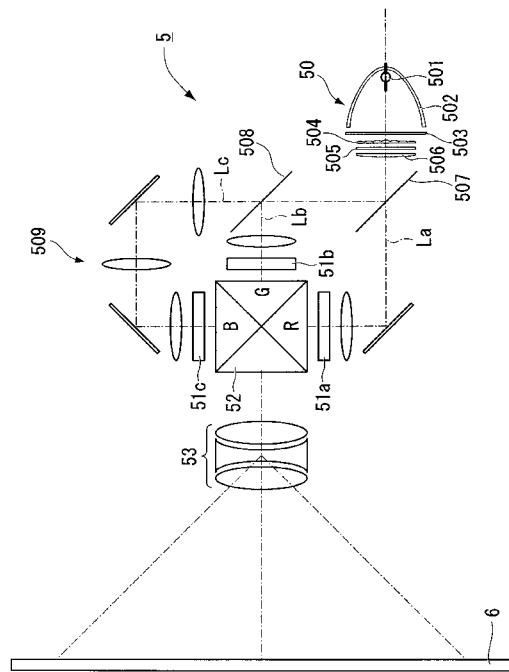
【図7】



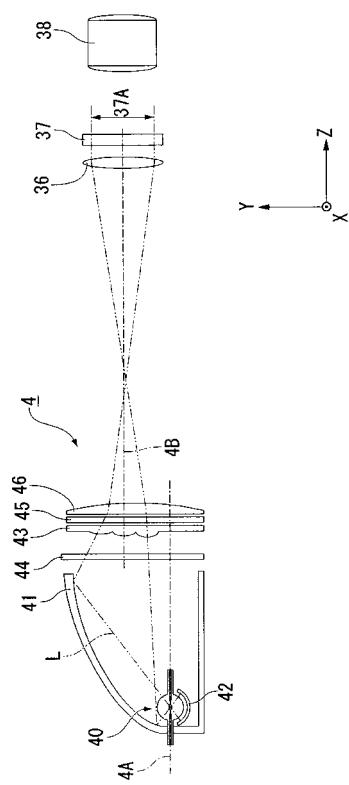
【図8】



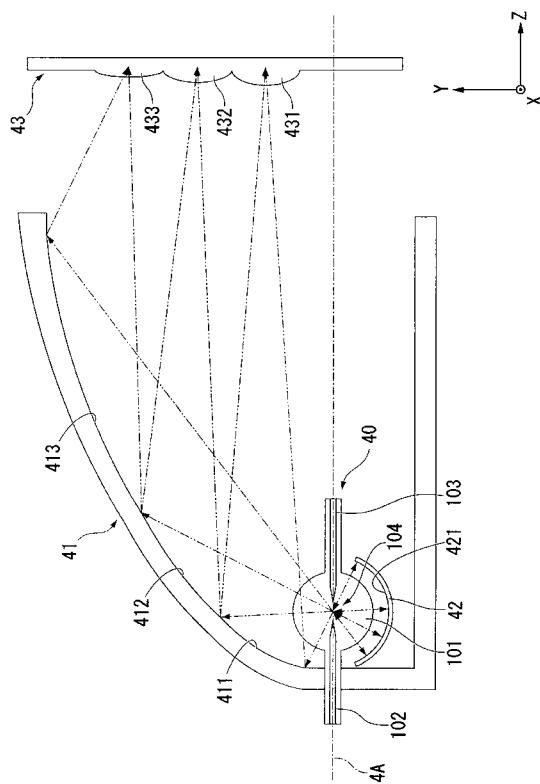
【図 9】



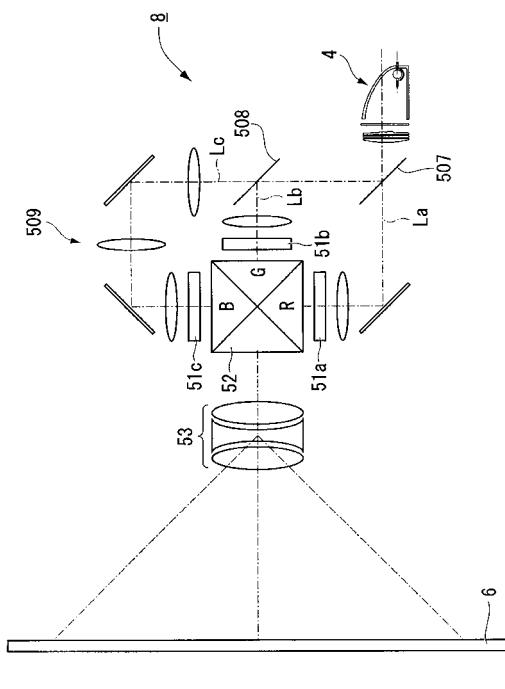
【図 10】



【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