

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5143218号
(P5143218)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

(51) Int. Cl. F I
GO3B 21/14 (2006.01) GO3B 21/14 A
GO2F 1/13 (2006.01) GO2F 1/13 505
GO2F 1/13357 (2006.01) GO2F 1/13357

請求項の数 12 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-271689 (P2010-271689) (22) 出願日 平成22年12月6日(2010.12.6) (62) 分割の表示 特願平11-362575の分割 原出願日 平成11年12月21日(1999.12.21) (65) 公開番号 特開2011-90321 (P2011-90321A) (43) 公開日 平成23年5月6日(2011.5.6) 審査請求日 平成23年1月5日(2011.1.5) (31) 優先権主張番号 特願平10-376549 (32) 優先日 平成10年12月24日(1998.12.24) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 (74) 代理人 100126240 弁理士 阿部 琢磨 (74) 代理人 100124442 弁理士 黒岩 創吾 (72) 発明者 和田 健 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ ノン株式会社内 審査官 松岡 智也</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及びそれを有した投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記複数個の2次光源からの複数の光束により被照明面を照明する第2の光学系とを有する照明装置であって、

前記第1の光学系は、ロッドインテグレーターを含んでおり、

前記第2の光学系は、前記ロッドインテグレーターの光射出面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、

前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴とする照明装置。

【請求項2】

光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記光源側から順に、コンデンサーレンズと、前記第1の光学系からの光束を互いに波長域が異なる3つの光束に分解する色分解系と、フィールドレンズとを含む第2の光学系とを備え、前記複数個の2次光源から発する複数の光束を用いて前記3つの光束に対応する3つの被照明面を重畳照明する照明装置であって、

前記第1の光学系は、ロッドインテグレーターを含んでおり、

前記第2の光学系は、前記3つの光束のうちの1つの光束の光路上において、前記コンデンサーレンズと前記フィールドレンズとの間に配置されたりレーンズ系を含んでおり、

前記第2の光学系は、前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記ロッドインテグレーターの光射出面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、

前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴とする照明装置。

【請求項3】

前記リレーレンズ系の内最も前記光源側に配置された第1レンズ群から被照明面までの距離をOAL及び前記被照明面の長手断面の長さをLとしたとき、

$$5.0 < OAL / L < 6.0$$

を満足することを特徴とする請求項2記載の照明装置。

10

【請求項4】

前記リレーレンズ系の最終レンズ面から前記被照明面までの空気換算距離をIMD、及び被照明面の長手断面の長さをLとしたとき、

$$IMD / L > 0.3$$

を満足することを特徴とする請求項2記載の照明装置。

【請求項5】

前記リレーレンズ系が、前記光源側から順に、第1レンズ群G1、前記第1レンズ群G1から空気間隔を隔てて第2レンズ群G2、そして前記第2レンズ群G2から空気間隔を隔てて第3レンズ群G3より構成されており、該第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3の屈折力をそれぞれPW1及びPW3としたとき

$$0.9 < PW1 / PW3 < 1.3$$

を満足することを特徴とする請求項2乃至4いずれか1項に記載の照明装置。

20

【請求項6】

光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記複数個の2次光源からの複数の光束により被照明面を照明する第2の光学系とを有する照明装置であって、

前記照明装置が、前記第1の光学系と前記第2の光学系との間に配置され、前記複数個の2次光源からの複数の光束を直線偏光光に変換して前記第2の光学系に導く偏光変換素子を備えており、

前記第1の光学系は、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイよりも前記被照明面側に配置された第2レンズアレイを含んでおり、

前記第2の光学系は、前記第1レンズアレイの光入射面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、

前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴とする照明装置。

30

【請求項7】

光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記光源側から順に、コンデンサーレンズと、前記第1の光学系からの光束を互いに波長域が異なる3つの光束に分解する色分解系と、フィールドレンズとを含む第2の光学系とを備え、前記複数個の2次光源から発する複数の光束を用いて前記3つの光束に対応する3つの被照明面を重畳照明する照明装置であって、

前記照明装置が、前記第1の光学系と前記第2の光学系との間に配置され、前記複数個の2次光源からの複数の光束を直線偏光光に変換して前記第2の光学系に導く偏光変換素子を備えており、

前記第1の光学系は、第1レンズアレイと、該第1レンズアレイよりも前記被照明面側に配置された第2レンズアレイを含んでおり、

前記第2の光学系は、前記3つの光束のうちの1つの光束の光路上において、前記コンデンサーレンズと前記フィールドレンズとの間に配置されたりレーンズ系を含んでおり、

40

50

前記第2の光学系は、前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記第1レンズレイの光入射面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、

前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴とする照明装置。

【請求項8】

前記リレーレンズ系の内最も前記光源側に配置された第1レンズ群から被照明面までの距離を OAL 及び前記被照明面の長手断面の長さを L としたとき、

$$5.0 < OAL / L < 6.0$$

を満足することを特徴とする請求項7記載の照明装置。

10

【請求項9】

前記リレーレンズ系の最終レンズ面から前記被照明面までの空気換算距離を IMD 、及び被照明面の長手断面の長さを L としたとき、

$$IMD / L > 0.3$$

を満足することを特徴とする請求項7記載の照明装置。

【請求項10】

前記リレーレンズ系が、前記光源側から順に、第1レンズ群 $G1$ 、前記第1レンズ群 $G1$ から空気間隔を隔てて第2レンズ群 $G2$ 、そして前記第2レンズ群 $G2$ から空気間隔を隔てて第3レンズ群 $G3$ より構成されており、該第1レンズ群 $G1$ 及び第3レンズ群 $G3$ の屈折力をそれぞれ $PW1$ 及び $PW3$ としたとき

$$0.9 < PW1 / PW3 < 1.3$$

を満足することを特徴とする請求項7乃至9いずれか1項に記載の照明装置。

20

【請求項11】

前記第2の光学系がダイクロイックミラーを備えており、前記偏光変換素子から出射する直線偏光光は、前記ダイクロイックミラーに対して S 偏光であることを特徴とする請求項6乃至10いずれか1項に記載の照明装置。

【請求項12】

少なくとも1つの液晶表示素子と、光源からの光で前記少なくとも1つの液晶表示素子を照明する、請求項1乃至11に記載の照明装置と、該少なくとも1つの液晶表示素子が形成する画像を投影する投影光学系と、を有することを特徴とする投影装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置及びそれを有した投影装置に関し、特にコンパクトかつ、均一性が高い照明を実現することができる、例えば3板式のカラー液晶プロジェクターに好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶プロジェクターの分野での照明装置は高輝度及び画面照度の均一性の向上のために光路中にフライアイレンズやロッドタイプのインテグレーターを用いた照明系を用いており、これの一つが例えば特開平7-98479号公報等で提案されている。

40

【0003】

図10は従来の3板式のカラー液晶プロジェクターの照明系の要部断面図である。図10中 $DM1$ は赤透過ダイクロイックミラーを示す。 $DM2$ は青透過ダイクロイックミラーを示す。 $G1$ 、 $G2$ 及び $G3$ はレンズであり、3枚のレンズで青光路リレーレンズ群 $76B$ を構成している。 $RLCD$ は赤専用の、 $GLCD$ は緑専用の、 $BLCD$ は青専用の、液晶表示 $device$ をそれぞれあらわす。

【0004】

光源 71 からの光束は、リフレクター 72 で反射され、リフレクター 72 から平行な光

50

束として射出され、第1レンズアレイ73に入射して第1レンズアレイ73により複数の光束に分割され、この枚数の光束が第2レンズアレイ上に複数の2次光源像(光源71の像のこと)を形成する。第2レンズアレイ74上に形成された各2次光源像からの光束をPBS素子75により偏光変換した後、コンデンサーレンズ76、3色分解系(DM1・DM2)及び液晶表示装置(RLCD、GLCD、BLCD)直前のフィールドレンズ76R、76G、リレーレンズ群76Bを通して第1レンズアレイ73を構成している各ユニットレンズ光入射面や主点面と液晶表示装置との間に光学的共役関係(つまり、ユニットレンズのこの面の像が表示デバイス上に形成される)を保ち、液晶表示装置の形状にマッチした矩形形状の重畳照明を実現している。

【0005】

10

図10では、レンズアレイ(73、74)による照明系を紹介したが、ロッドインテグレーターを用いた照明系も考案されている。つまり、光源71からの光束をロッドの光入射面に光源像を作るように集光束としてロッドに入射させ、ロッドインテグレーター側面での全反射と後段のレンズ群により、この光入射面に結像された光源像から複数の2次光源像(光源の像のこと)を形成する。その後、前記2次光源像のそれぞれからの光束をPBS素子により偏光変換した後、コンデンサーレンズ76、3色分解系(DM1・DM2)及び液晶表示装置直前のフィールドレンズやリレーレンズ群を通してロッドインテグレーターの光射出面と液晶表示装置との間に前述の光学的共役関係を保ち、液晶表示装置の形状にマッチした矩形形状の重畳照明を実現している。

【0006】

20

この上記2タイプの照明系に関して、色合成系にクロスダイクロイックプリズム78を使用する場合に関しては、スクリーン面との共役面(光学的共役関係すなわち結像関係にある面)である3色の液晶表示装置面はクロスダイクロイックプリズムを挟んで投射レンズ77からそのバックフォーカス分だけ隔てて、略同じ距離に配置しなければならない。このとき、それぞれ波長域が異なるR、G、B3つの色光束路のうち1つだけを図10のように他の2つの光路に対して延長し、3枚のリレーレンズG1、G2、G3を用いて、第1レンズアレイ73の共役面またはロッドインテグレーター射出面を液晶表示装置上に結像している。これにより、他色の2光路と同等の照明効果を実現している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

しかしながら、図10に示すリレーレンズ群76BのレンズG1、G2、G3は全て正のレンズにて構成されているため、第1レンズアレイ73の共役面の像(結像面)は湾曲してしまう。

【0008】

また、近年液晶プロジェクターの軽量化・縮小化が進むにつれ、特に前記リレーレンズ群の各レンズの屈折力を大きくしなければならず、この像面湾曲が大きくなる傾向があった。

【0009】

像面が湾曲すると、図11に示すように、特に液晶表示デバイス上の照明エリアの周辺(4隅)のみ像がぼけることにより照度むらが発生し、3色合成後にスクリーン上に投影した画像の色むらになり好ましくない。

40

【0010】

本発明の目的は、照明エリアに照度むらが生じないか生じても問題にならない位小さな照明装置と撮影装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本願発明の照明装置は、光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記複数個の2次光源からの複数の光束により被照明面を照明する第2の光学系とを有する照明装置であって、前記照明装置が、前記第1の光学系と前記第2の光学系との間に配

50

置され、前記複数個の 2 次光源からの複数の光束を直線偏光光に変換して前記第 2 の光学系に導く偏光変換素子を備えており、前記第 1 の光学系は、第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイよりも前記被照明面側に配置された第 2 レンズアレイを含んでおり、前記第 2 の光学系は、前記第 1 レンズアレイの光入射面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第 2 の光学系が構成されていることを特徴としている。なお、本願で「面」とは、ある物体の表面（又は物体の表面を通り光学系の光軸に垂直な平面）、実態の無い面の少なくとも一つを意味する。

【 0 0 1 2 】

本願発明の別側面の照明装置は、光源からの光で複数個の 2 次光源を形成する第 1 の光学系と、前記光源側から順に、コンデンサーレンズと、前記第 1 の光学系からの光束を互いに波長域が異なる 3 つの光束に分解する色分解系と、フィールドレンズとを含む第 2 の光学系とを備え、前記複数個の 2 次光源から発する複数の光束を用いて前記 3 つの光束に対応する 3 つの被照明面を重畳照明する照明装置であって、前記照明装置が、前記第 1 の光学系と前記第 2 の光学系との間に配置され、前記複数個の 2 次光源からの複数の光束を直線偏光光に変換して前記第 2 の光学系に導く偏光変換素子を備えており、前記第 1 の光学系は、第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイよりも前記被照明面側に配置された第 2 レンズアレイを含んでおり、前記第 2 の光学系は、前記 3 つの光束のうちの 1 つの光束の光路上において、前記コンデンサーレンズと前記フィールドレンズとの間に配置されたりレーンズ系を含んでおり、前記第 2 の光学系は、前記りレーンズ系が配置された光路上において、前記第 1 レンズアレイの光入射面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、前記りレーンズ系が配置された光路上において、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第 2 の光学系が構成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

本願発明は更に、前記第 2 の光学系がダイクロイックミラーを備えており、前記偏光変換素子から出射する直線偏光光は、前記ダイクロイックミラーに対して S 偏光であることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

本願発明は更に、前記 3 つの光束が赤、緑、青色光であって、該照明装置が、赤、緑、青色光のそれぞれの光路上の前記第 2 の光学系と前記被照明面との間に配置された赤、緑、青のトリミングフィルターを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

本願発明は更に、前記りレーンズ系の内最も前記光源側に配置された第 1 レンズ群から被照明面までの距離を OAL 及び前記被照明面の長手断面の長さを L としたとき、 $5.0 < OAL / L < 6.0$ を満足することを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

前記りレーンズ系は非球面レンズを少なくとも一枚有することを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

本願発明は更に、前記りレーンズ系が、第 1 レンズと第 2 レンズとを含んでおり、前記第 1 レンズが、前記複数個の 2 次光源像の像を前記第 2 レンズの位置に結んでいることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

本願発明は更に、前記第 2 レンズの前記被照明面側の面が非球面であることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

本願発明は更に、前記りレーンズ系の最終レンズ面から前記被照明面までの空気換算

10

20

30

40

50

距離を $I M D$ 、及び被照明面の長手断面の長さを L としたとき、
 $I M D / L > 0.3$

を満足することを特徴としている。

【0020】

本願発明は更に、前記被照明面に対して前記光源の像の位置は無遠方であることを特徴としている。

【0021】

本願発明は更に、前記リレーレンズ系は前記光源側から順に第1レンズ群 $G1$ 、前記第1レンズ群 $G1$ から大きな空気間隔を経て第2レンズ群 $G2$ 、そして第3レンズ群 $G3$ であり、該第1レンズ群 $G1$ 及び第3レンズ群 $G3$ の屈折力をそれぞれ $P W1$ 及び $P W3$ としたとき

$0.9 < P W1 / P W3 < 1.3$

を満足することを特徴としている。

【0022】

本願発明は更に、前記リレー光学系が配置されている光路が、前記3つの光束のうちの青色光の光路であることを特徴としている。

【0023】

本願発明の別側面の照明装置は、光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記複数個の2次光源からの複数の光束により被照明面を照明する第2の光学系とを有する照明装置であって、前記第1の光学系は、ロッドインテグレーターを含んでおり、前記第2の光学系は、前記ロッドインテグレーターの光射出面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴としている。

【0024】

本願発明の別側面の照明装置は、光源からの光で複数個の2次光源を形成する第1の光学系と、前記光源側から順に、コンデンサーレンズと、前記第1の光学系からの光束を互いに波長域が異なる3つの光束に分解する色分解系と、フィールドレンズとを含む第2の光学系とを備え、前記複数個の2次光源から発する複数の光束を用いて前記3つの光束に対応する3つの被照明面を重畳照明する照明装置であって、前記第1の光学系は、ロッドインテグレーターを含んでおり、前記第2の光学系は、前記3つの光束のうちの1つの光束の光路上において、前記コンデンサーレンズと前記フィールドレンズとの間に配置されたリレーレンズ系を含んでおり、前記第2の光学系は、前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記ロッドインテグレーターの光射出面を像面が湾曲するように前記被照明面に結像させており、前記リレーレンズ系が配置された光路上において、前記被照明面が前記湾曲した像面の近軸像面より前記光源側に位置し、且つ前記湾曲した像面の周辺像面が前記近軸像面よりも前記光源側に位置するように、前記第2の光学系が構成されていることを特徴としている。

【0025】

本願発明は更に、前記第2の光学系がダイクロミックミラーを備えており、前記偏光変換素子から出射する直線偏光光は、前記ダイクロミックミラーに対してS偏光であることを特徴としている。

【0026】

本願発明は更に、前記3つの光束が赤、緑、青色光であって、該照明装置が、赤、緑、青色光のそれぞれの光路上の前記第2の光学系と前記被照明面との間に配置された赤、緑、青のトリミングフィルターを備えることを特徴としている。

【0027】

本願発明は更に、前記リレーレンズ系の内最も前記光源側に配置された第1レンズ群から被照明面までの距離を $O A L$ 及び前記被照明面の長手断面の長さを L としたとき、

$5.0 < O A L / L < 6.0$

10

20

30

40

50

を満足することを特徴としている。

【0028】

前記リレーレンズ系は非球面レンズを少なくとも一枚有することを特徴としている。

【0029】

本願発明は、更に、前記リレーレンズ系が、第1レンズと第2レンズとを含んでおり、前記第1レンズが、前記複数個の2次光源像の像を前記第2レンズの位置に結んでいることを特徴としている。

【0030】

本願発明は、更に、前記第2レンズの前記被照明面側の面が非球面であることを特徴としている。

10

【0031】

前記リレーレンズ系の最終レンズ面から前記被照明面までの空気換算距離をIMD、及び被照明面の長手断面の長さをLとしたとき、

$$IMD / L > 0.3$$

を満足することを特徴としている。

【0032】

前記被照明面に対して前記光源の像の位置は無遠方であることを特徴としている。

【0033】

前記リレーレンズ系は前記光源側から順に第1レンズ群G1、前記第1レンズ群G1から大きな空気間隔を経て第2レンズ群G2、そして第3レンズ群G3であり、該第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3の屈折力をそれぞれPW1及びPW3としたとき

$$0.9 < PW1 / PW3 < 1.3$$

を満足することを特徴としている。

20

【0034】

本願発明は更に、前記リレー光学系が配置されている光路が、前記3つの光束のうちの青色光の光路であることを特徴としている。

【0035】

本願発明の投影装置は、少なくとも1つの液晶表示素子と、光源からの光で少なくとも1つの液晶表示素子を照明する上述の照明装置と、少なくとも1つの液晶表示素子が形成する画像を投影する投影光学系と、を有することを特徴としている。

30

【0036】

本願発明の別側面の投影装置は、前記3つの光束に対応する3つの液晶表示素子と、光源からの光で3つの液晶表示素子を照明する上述の照明装置と、3つの液晶表示素子が形成する画像を投影する投影光学系と、を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0037】

以上、本発明によれば、照明光学系に像面湾曲があっても照明エリアでの照度ムラを改善できる照明装置及び投影装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の実施形態1の要部概略図。

【図2】図1の一部分の拡大説明図。

【図3】本発明の実施形態1の一部分の変更例。

【図4】本発明に係るリレーレンズ系の数値実施例1のレンズ断面図。

【図5】本発明に係るリレーレンズ系の数値実施例2のレンズ断面図。

【図6】本発明に係るリレーレンズ系の数値実施例3のレンズ断面図。

【図7】本発明の実施形態1における被照射面上の照度分布の説明図。

【図8】本発明の実施形態2における被照射面上の照度分布の説明図。

【図9】本発明の実施形態3における被照射面上の照度分布の説明図。

【図10】従来の3板方式の液晶プロジェクターの要部概略図。

40

50

【図 1 1】従来の 3 板方式の液晶プロジェクターにおける被照射面上の照度分布の説明図。

【発明を実施するための形態】

【0039】

図 1 は本発明の実施形態 1 の投影装置の要部概略図である。図 1 は 3 板式のカラー液晶プロジェクターを示している。

【0040】

図 1 の投影装置は図 1 0 の投影装置と基本構成は同じであるがリレーレンズ系の構成が大きく異なっている。図 1 0 での説明と一部重複するが順次説明する。

【0041】

図 1 中、1 はメタルハライドランプ等の白色光源である。2 は反射面が放物面から成るリフレクターである放物ミラーであり、光源 1 からの光束を反射して平行光に変換し、この平行光を第 1 レンズアレイ 3 に入射させている。第 1 レンズアレイ 3 は、正の屈折力の複数のレンズを有するフライアイレンズ板である。

【0042】

4 は第 2 レンズアレイであり、第 1 レンズアレイ 3 の個々のレンズに対応した正の屈折力を有するレンズを複数個有するフライアイレンズである。第 2 レンズアレイ 4 上には第 1 レンズアレイ 3 によって複数の 2 次光源像が形成されている。

【0043】

7 は偏光変換素子アレイ (PBS 素子) であり、図 2 に示す構成を有し、偏光変換素子毎に入射する無偏光 (ランダム偏光) の光を特定の方向に偏光した直線偏光光として射出させている。各偏光変換素子から射出する偏光光の偏光方向は、図 2 が示す通り、互いに一致していて、ダイクロイックミラー DM 1、DM 2 の反射面に対して S 偏光となっている。

【0044】

8 はコンデンサーレンズであり、正の屈折力を有している。5 はミラーである。

【0045】

DM 1 は赤の光透過、緑と青の各光反射のダイクロイックミラー、DM 2 は青の光透過、緑の光反射のダイクロイックミラーである。6 はミラーである。

【0046】

1 0 はリレーレンズ系であり、同図では 3 つのレンズ群 G 1、G 2、G 3 より成る場合を示している。各レンズ群は 1 枚又は複数のレンズをもつ。

【0047】

1 1、1 2 はミラーである。RF は赤のトリミングフィルター、GF は緑のトリミングフィルター、BF は青のトリミングフィルターである。

【0048】

RLCD は赤専用、GLCD は緑専用、BLCD は青専用の液晶表示素子 (LCD) である。

【0049】

1 3 は色合成手段であるクロスダイクロイックプリズムであり、内部にダイクロイック反射面 1 3 a、1 3 b を有し、3 つの液晶表示素子 RLCD、GLCD、BLCD からの各色の画像光を合成して射出面 1 3 c より射出し、光学系 1 4 に入射させる。

【0050】

1 4 は投射レンズであり、色合成手段 1 3 で合成された液晶表示装置 RLCD、GLCD、BLCD に表示された各色光の画像をスクリーン面上に拡大投影している。

【0051】

図 1 の偏光変換素子アレイ 7 の構成について図 2 を用いて説明する。偏光変換素子アレイ 7 は、第 2 レンズアレイ 4 の個々のレンズに対応させて偏光変換素子を並べたものであり、各素子は偏光分離面 7 a と、偏光分離面 7 a で反射した S 偏光光の光路を 90° 折り曲げる反射面 7 b と、偏光分離面 7 a を透過した P 偏光光の光路に設けられた 2 分の 1 波

10

20

30

40

50

長板（ $\lambda/2$ 板）7cを有している。なお、偏光分離面7dで反射したS偏光光の光路に2分の1波長板を設けることもできる。

【0052】

各偏光変換素子に入射した光束は、偏光分離面7aにより偏光方向が互いに直交しているS偏光光とP偏光光の光に分離され（ \cdot 、 \cdot ）、このうち偏光分離面7aで反射したS偏光光（ \cdot ）は、反射面7bで反射する。偏光分離面7aを透過したP偏光光（ \cdot ）は、2分の1波長板7cを透過し、 $\lambda/2$ 波長板によりS偏光光と同じ偏光方向の光（ \cdot ）に変換される。従って、偏光変換素子アレイ7より互いに偏光方向が同じS偏光である複数の光束が射出する。

【0053】

偏光変換素子アレイ7からの複数の光束のうち一部はコンデンサーレンズ8とフィールドレンズ9とにより液晶表示装置RLCD、GLCDを複数の光束で重畳照明している。

【0054】

又、他の一部はコンデンサーレンズ8とリレーレンズ系10とにより液晶表示装置BLCD上を複数の光束で重畳照明している。

【0055】

本実施形態1においては、コンデンサーレンズ8から出てダイクロイックミラーDM1、DM2により赤、緑の及び青の3つの色光に分離された当該3つの光束の各光路のうち他の2光路よりも光路が長い青色光の光路にそれぞれ正の屈折力の少なくとも3つのレンズ群より成るリレーレンズ系10を設け、前記リレーレンズ系10によりつくられる図4で示す第1レンズアレイ3の光入射面又はその近傍の面の共役面OBJまたは後述するロッドインテグレーター光射出面又はその近傍の面の共役面の近軸像面OBJが青色専用の液晶表示装置BLCDの光入射面と一致しない構成になっている。尚、共役面とは結像面である。

【0056】

この構成により、画面にて周辺のみ像面のぼけがなくなり中心に対する周辺での照度落ちがなくなるためBLCDを均一な照度分布で照明でき、スクリーン上でのカラー画像の色むらの発生を防ぐことができる。

【0057】

また、リレーレンズ系10による像面湾曲は光源2側に凹であり画面周辺像面は前記近軸像面に対して光源1側に倒れるため、ここでは液晶表示装置BLCDを近軸像面位置から光源1側にずらすとよい。

【0058】

前記リレーレンズ系10の内最も光源1に配置されたレンズ群G1から液晶表示装置BLCDまでの距離をOALおよび液晶表示装置BLCDの長手断面の長さをLとすると、以下の条件式を満足する構成になっている。

$$5.0 < OAL / L < 6.0 \dots (1)$$

上記条件式(1)の上限を越えると液晶プロジェクターセットが大きくなり好ましくない。また、下限を越えるとリレーレンズ系10を構成する各レンズ群の屈折力が大きくなり収差補正が困難になる。

【0059】

特に各レンズ群の屈折力が大きすぎるとベッツヴァール和が大きくならざるを得ず像面が非常に大きく湾曲したり、また後に述べるような歪曲収差補正が困難になる。また、収差補正のため、前記リレーレンズ系10の内の少なくとも1枚のレンズは非球面レンズで構成するのがいい。

【0060】

特に液晶表示装置での基本結像性能を改善するためにレンズ群G2に非球面を採用することにより特に球面収差を良好に補正することができる。また、レンズ群G1またはレンズ群3に非球面を採用すれば、歪曲収差および投射レンズとの瞳整合性が良好に取れ光利用効率を上げることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

前記リレーレンズ系に関して、前記第 1 レンズアレイ 3 の共役面 O B J またはロッドインテグレーターの光射出面（又はその近傍の面）の共役面からの光に対してリレーレンズ系 1 0 の最終面から液晶表示装置 B L C D 面までの空気換算距離を I M D、液晶表示装置 B L C D の長手断面の長さを L とすると、以下の式を満足する構成としている。

$$I M D / L > 0 . 3 \dots (2)$$

上記条件式 (2) の下限を越えるとリレーレンズ系 1 0 に関してバックフォーカスが足りなくなり偏光板およびフィルター等の素子を配置するスペースがなくなるため好ましくない。

【 0 0 6 2 】

本実施形態 1 や後述する変形例、他の実施形態においては、各液晶表示装置の共入射面に対して光源 1 の像の位置は無遠方に設定している。これにより投射レンズ 1 4 の瞳位置との整合性がとれ光利用効率が上がる。また、各液晶表示装置に関して良好なコントラストを得るために必要である。また、高輝度化の手段としてのマイクロレンズアレイを液晶表示装置に搭載した照明系では、十分なテレセントリック性が必須なので、このような構成が好ましい。

【 0 0 6 3 】

本実施形態のリレーレンズ系 1 0 は、光源 1 側から液晶表示装置 B L C D 側にかけて順にレンズ群 G 1、前記レンズ群 G 1 から大きな空気間隔を経てレンズ群 G 2、レンズ群 G 3 をもつが、レンズ群 G 1 およびレンズ群 G 3 の屈折力をそれぞれ P W 1 および P W 3 と

$$0 . 9 < P W 1 / P W 3 < 1 . 3 \dots (3)$$

上記条件式 (3) の範囲内からどちらに外れても歪曲収差が補正困難となり好ましくない。特に上限値を越えるとレンズ群 G 1 の屈折力が大きくなり共役面の像が糸巻き型に歪曲し、逆に下限値を越えると、共役面の像が樽型に歪曲し、どちらの場合も、光利用効率が低下する。

【 0 0 6 4 】

図 3 は、上記実施形態 1 の光源 1 からコンデンサーレンズ 8 までの光学系の変形例の、要部概略図である。

【 0 0 6 5 】

図 3 において、1 は光源としての白色光源であり、例えばメタルハライドランプ等より成っている。

【 0 0 6 6 】

2 はリフレクターであり、楕円鏡より成り、その第 1 焦点に配置した白色光源 1 から発した光束を集光して、その第 2 焦点に光源 1 の像を形成している。

【 0 0 6 7 】

2 3 はロッドインテグレーター（ガラスロッド）であり、断面形状が多角形をしており、光入射面 2 3 a はリフレクター 2 の第 2 焦点又はその近傍に位置している。なお、インテグレーター 2 3 には、ここに示す中実のロッドに限らず内面に反射面をもつ中空のロッド、カレイドスコープも使える。

【 0 0 6 8 】

ロッドインテグレーター 2 3 は光源 1 の輝度ムラを低減するものであり、その光入射面 2 3 a より入射した光束を側面での多重の全反射によって実質的に複数の光束に分割して、複数の光源像（虚像）からの複数の光束を光射出面 2 3 b より射出している。

【 0 0 6 9 】

2 4 はレンズ群であり、ロッドインテグレーター 2 3 の光射出面 2 3 b からの光束を集光して複数の 2 次光源像 2 4 a を形成して複数 2 次光源像 2 4 a からの光束を偏光変換素子 2 5 に入射させている。

【 0 0 7 0 】

偏光変換素子 2 5 は、入射光のうち P 偏光光を透過させ、S 偏光光を反射させる偏光分

10

20

30

40

50

離面 2 5 a と、偏光分離面 2 5 a を通過した P 偏光光を反射する反射面 2 5 b、そして偏光分離面 2 5 a は反射面 2 5 b で反射した P 偏光光の光路（又は分離面 2 5 a で反射した S 偏光の光路）に配置した 1 / 2 波長板 2 5 c とを有している。

【 0 0 7 1 】

レンズ群 2 4 はロッドインテグレーター 2 3 の光入射面 2 3 a に形成された光源像よりの像である複数の 2 次光源像 2 4 a を形成している。偏光変換素子 2 5 は入射する無偏光光束を、所定の偏光方向（ここでは S 偏光）に偏光面が揃った光束に変換して、コンデンサーレンズ 8 に入射させている。レンズ群 2 4 と素子 2 5 とコンデンサーレンズ 8 はロッドインテグレーター 2 3 の光射出面 2 3 b からの複数の光束を集光して図 1 に示すダイクロミラー DM 1 , DM 2 等を介して 3 つの各色専用の液晶表示装置の面上に重ね合わせて

10

【 0 0 7 2 】

尚、図 1 の第 1 レンズアレイ 3 は図 3 のロッドインテグレーター 2 3 の光射出面 2 3 b に相当し、図 1 の第 2 レンズアレイ 4 面上の複数の 2 次光源像は図 3 のレンズ群 2 4 による複数 2 次光源像 2 4 a に相当している。

【 0 0 7 3 】

以上説明した各実施形態に用いるリレーレンズ系 1 0 の数値例を示す。

【 0 0 7 4 】

図 4 ~ 図 6 は本発明に用いるリレーレンズ系 1 0 の数値実施例 1 ~ 3 のレンズ断面図である。まず、図 4 の数値実施例 1 について説明する。

20

【 0 0 7 5 】

本実施形態のリレーレンズ系 1 0 は図 1 ~ 3 で示すような 3 板方式のカラー液晶プロジェクター用である。O B J は第 2 レンズアレイ 4 とコンデンサーレンズ 8 による第 1 レンズアレイ 3 の光入射面又はその近傍の面の共役面（第 1 レンズアレイ共役面）、G 1 はリレーレンズ群中の最も光源側に配置されたレンズ、G 2 はこのレンズ G 1 から大きな空気間隔を経て配置したレンズ、さらに G 3 は最も液晶表示装置側に配置されたレンズ G 3 としている。P は偏光板ガラス、B P は液晶表示装置 B L C D 上の基板ガラスを、D S は青色専用の液晶表示装置 B L C D の表示面を表している。

【 0 0 7 6 】

レンズ G 1 は第 2 レンズアレイ 4 上に形成された複数のアーク像（複数の 2 次光源像）からの光束をレンズ G 2 の瞳面上に結像させる働きをしている。またレンズ G 2 は第 1 レンズアレイ共役面 O B J からの光束を液晶表示装置 L C D の表示面付近に結像し、共役面 O B J の湾曲した像を作っている。

30

【 0 0 7 7 】

本実施形態ではこのレンズ G 2 の液晶表示装置 B L C D 側の面 G 2 b に非球面を採用して像面での球面収差の補正を良好におこなっている。また、レンズ G 3 はレンズ G 2 の瞳面に形成された光源像（複数のアーク像）を投射レンズ 1 4 の絞り面である瞳面に結像する働きをしている。

【 0 0 7 8 】

以上のレンズ G 1 , レンズ G 2 およびレンズ G 3 には光利用効率を上げるためにそれぞれ反射防止コートを施している。また各々の大きな屈折力から発生するペッツヴァール和の増大はレンズ G 1 およびレンズ G 3 の材質の屈折率を大きくすることにより回避している。

40

【 0 0 7 9 】

また、このリレーレンズ系 1 0 により瞳位置は無遠方に設定されており、光利用効率を上げるとともにマイクロレンズアレイを搭載した液晶表示装置にも本照明系が使用できるような設定になっている。またリレーレンズ系 1 0 のバックフォーカスはレンズ G 3 の最終面から液晶表示装置 B L C D まで約 1 2 mm に設けられており、この間に偏光板（ガラス P）が配置されている。

【 0 0 8 0 】

50

また、偏光板ガラスの裏側にトリミングフィルタとしてのダイクロイックフィルタを蒸着しておいてもよい。このフィルタは、液晶表示装置に入射する不要な波長領域をカットすることにより単色での色純度を大幅に改善するものである。

【0081】

本実施形態によれば液晶表示素子B L C Dに対して図7に示すような高い均一照明を実現でき、スクリーン上でのカラー画像の色むらをおさえることが可能となる。

【0082】

次に図5にリレーレンズ系10の数値実施例2のレンズ断面図を示す。

【0083】

本実施例のリレーレンズ系10は図1～3で示すような3板方式のカラー液晶プロジェクター用である。O B Jは第2レンズアレイ4とコンデンサーレンズ8による第1レンズアレイ3共役面、G 1はリレーレンズ系10中の最も光源1側に配置されたレンズ、G 2はレンズG 1から大きな空気間隔を経て配置されたレンズ、G 3は最も液晶表示装置B L C D側に配置されたレンズである。

【0084】

Pは偏光板ガラス、B Pは液晶表示装置上の基板ガラスを、D Sは液晶表示装置の表示面を表している。

【0085】

レンズG 1は第2レンズアレイ4上に形成された複数のアーク像(複数の2次光源像)からの光束をレンズG 2の瞳面上に結像させる働きをしている。またレンズG 2は第1レンズアレイ共役面O B Jからの光束を液晶表示装置L C Dの表示面付近に結像し、共役面O B Jの湾曲した像を作っている。

【0086】

本実施例ではこのレンズG 2の液晶表示装置B L C D側の面に非球面を採用して像面での球面収差の補正を良好におこなっている。また、レンズG 3はレンズG 2の瞳面に形成された光源像(複数のアーク像)を投射レンズ14の絞り面である瞳面に結像する働きをしている。

【0087】

以上のレンズG 1、レンズG 2およびレンズG 3には光利用効率を上げるためにそれぞれ反射防止コートを施している。また各々の大きな屈折力から発生するペッツヴァール和の増大はレンズG 1およびレンズG 3の屈折率を大きくすることにより回避している。また、このリレーレンズ系10により瞳位置は無遠方に設定されており、光利用効率を上げるとともにマイクロレンズアレイを搭載した液晶表示装置にも本照明系が使用できるような設定になっている。

【0088】

本実施例よりも光源像の位置が短い場合は、特にマイクロレンズアレイを搭載した液晶表示装置に本照明系を適用することは好ましくない。またリレーレンズ系10のバックフォーカスはレンズG 3の最終面から液晶表示装置B L C Dまで約10mm設けられており、この間に偏光板ガラスPが配置されている。

【0089】

本実施例ではバックフォーカスを図4の数値実施例1に比べて少々短く設定しその分レンズG 1とレンズG 3の間の長さを長くすることができるようになっている。

【0090】

また、偏光板ガラスPの裏側にトリミングフィルタとしてのダイクロイックフィルタを蒸着しておいてもよい。このフィルタは、液晶表示装置に入射する不要な波長領域をカットすることにより単色での色純度を大幅に改善することが可能となる。

【0091】

本実施例によれば液晶表示素子B L C Dに対し図8に示すような高い均一照明を実現でき、スクリーン上でのカラー画像の色むらを大きくおさえることが可能となる。

【0092】

10

20

30

40

50

図6はリレーレンズ系10の数値実施例3のレンズ断面図である。

【0093】

本数値実施例のリレーレンズ系の基本構成は、図4、図5の数値実施例1、2と同様である。従って詳しい説明は省略する。本実施例によれば液晶表示装置BLCDに対し図9に示すような高い均一照明を実現でき、スクリーン上でのカラー画像の色むらをおさえることが可能となる。

【0094】

本発明は単板方式の液晶プロジェクターにおいてもそのまま適用することができる。このときの光路はリレーレンズ系を含む光路であっても良く、又含まない光路を用いても良い。基本構成は図1～図3等と同様である。

10

【0095】

上記数値実施例1、2、3のレンズデータを示す。 r_i は光源側から第*i*番目に位置するレンズ面の曲率半径であり、 d_i は同じく第*i*番目と第*i*+1番目のレンズ面間の距離、 n_{di} は第*i*番目のレンズを構成するガラスの*d*線に対する屈折率、 d_i は同じく第*i*番目のレンズを構成するガラスのアッベ数を表す。

【0096】

非球面形状は、光軸方向にX軸をとり、光軸と垂直方向にH軸をとり、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、A、B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき

【0097】

【数1】

20

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【0098】

なる式で表している。又「 e^{-0X} 」は $10 - x$ を意味している。

【0099】

【数 2】

《数值実施例 1》

	r	d	n d	ν d	
1	64.816	9.00	1.723	37.9	
2	- 64.816	48.63			
3	29.728	8.60	1.491	57.1	10
4	(- 31.771)	50.49			
5	84.390	7.00	1.723	37.9	
6	- 84.390	1.50			
7	inf.	1.00	1.516	64.1	
8	inf.	5.70			
9	inf.	0.80	1.460	65.4	20
10	inf.				

	c (1/r)	k	A	
4	- 3.147e - 02	- 7.588e - 02	4.616e - 05	
	B	C	D	
	- 6.082e - 07	- 7.961e - 09	- 3.441e - 11	30
	E			
	0.000e + 00			

$$(OAL/L) = (136.72/26.41) = 5.1$$

$$(IMD/L) = (12.41/26.41) = 0.47$$

$$(PW1/PW3) = (0.0223/0.0174) = 1.28$$

【 0 1 0 0 】

【数 3】

《数值実施例 2》

	r	d	nd	ν d	
1	67.176	10.00	1.723	37.9	
2	- 67.176	47.49			
3	21.460	12.00	1.491	57.1	10
4	(- 56.768)	47.01			
5	79.297	6.50	1.723	37.9	
6	- 79.297	1.50			
7	inf.	1.00	1.516	64.1	
8	inf.	5.70			
9	inf.	0.80	1.460	65.4	20
10	inf.				

	c (1/r)	k	A	
4	- 1.762e - 02	1.574e + 00	4.616e - 05	
	B	C	D	
	- 6.082e - 07	7.961e - 09	- 3.441e - 11	30
	E			
	0.000e + 00			

$$(OAL/L) = (134.22/26.41) = 5.08$$

$$(IMD/L) = (10.63/26.41) = 0.40$$

$$(PW1/PW3) = (0.02153/0.01851) = 1.16$$

【 0 1 0 1 】

40

【数 4】

《数値実施例 3》

	r	d	nd	νd	
1	56.645	10.00	1.723	37.9	
2	- 80.707	46.17			
3	20.676	12.00	1.491	57.1	10
4	(- 69.891)	44.83			
5	76.224	10.00	1.723	37.9	
6	- 76.224	1.50			
7	inf.	1.00	1.516	64.1	
8	inf.	5.70			
9	inf.	0.80	1.460	65.4	20
10	inf.				

	c (1/r)	k	A	
4	- 1.431e - 02	3.000e + 00	4.616e - 05	
	B	C	D	
	- 6.082e - 07	7.961e - 09	- 3.441e - 11	30
E	0.000e + 00			

$$(OAL/L) = (136./26.41) = 5.15$$

$$(IMD/L) = (12.41/26.41) = 0.47$$

$$(PW1/PW3) = (0.02174/0.01905) = 1.14$$

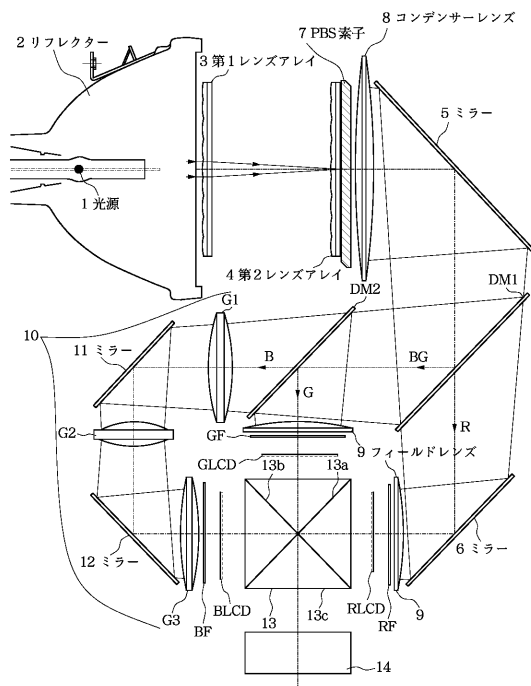
【符号の説明】

【 0 1 0 2 】

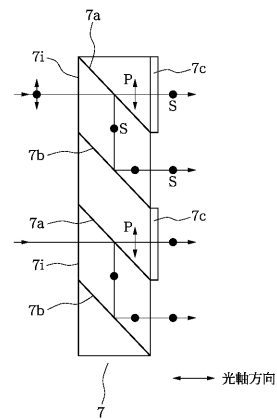
- 1 光源
- 2 リフレクター
- 3 第 1 レンズアレイ
- 4 第 2 レンズアレイ
- 5 , 6 ミラー
- 7 , 2 5 偏光変換素子

- 8 コンデンサーレンズ
- 9 フィールドレンズ
- 10 リレーレンズ系
- 11, 12 ミラー
- 13 クロスダイクロイックプリズム
- 14 投影光学系
- 23 ロッドインテグレーター
- 24 レンズ群
- LCD 液晶表示装置

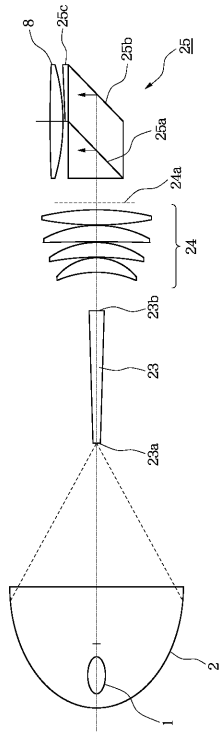
【図1】



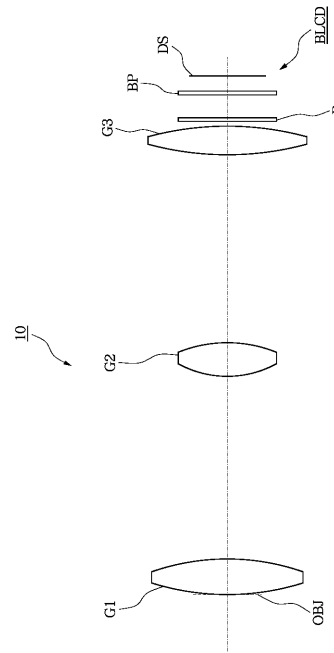
【図2】



【 図 3 】

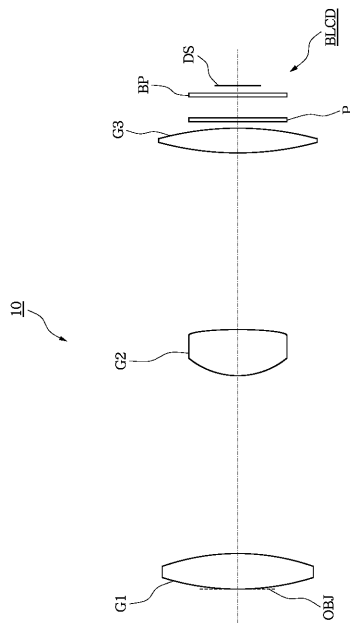


【 図 4 】



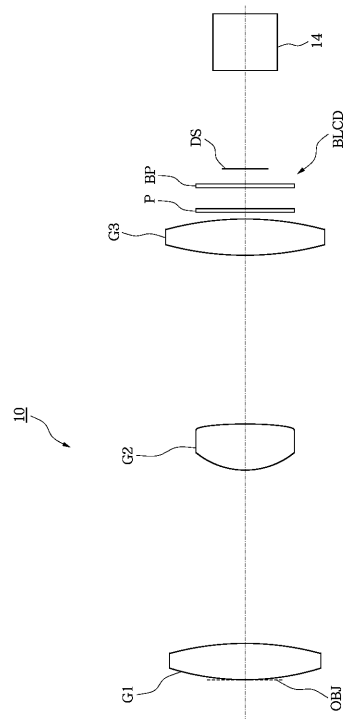
実施形態1のリレーレンズ群の断面図

【 図 5 】



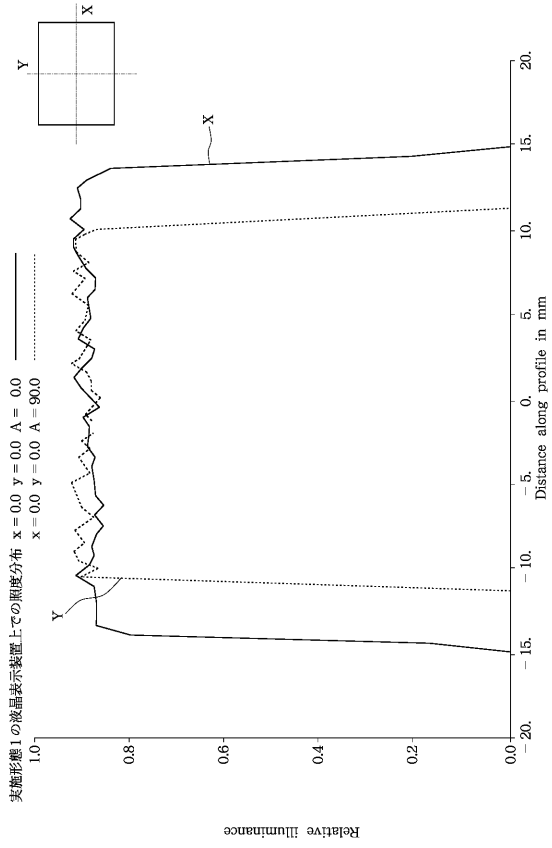
実施形態2のリレーレンズ群の断面図

【 図 6 】

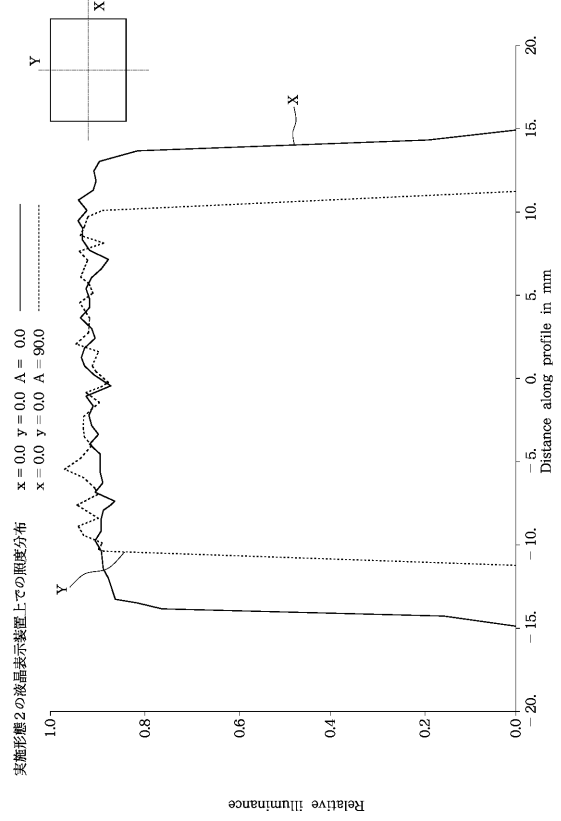


実施形態3のリレーレンズ群の断面図

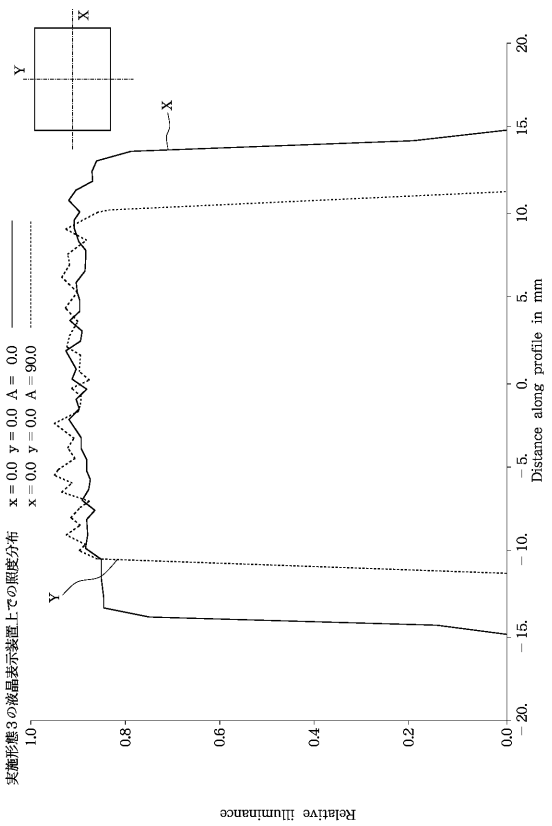
【 図 7 】



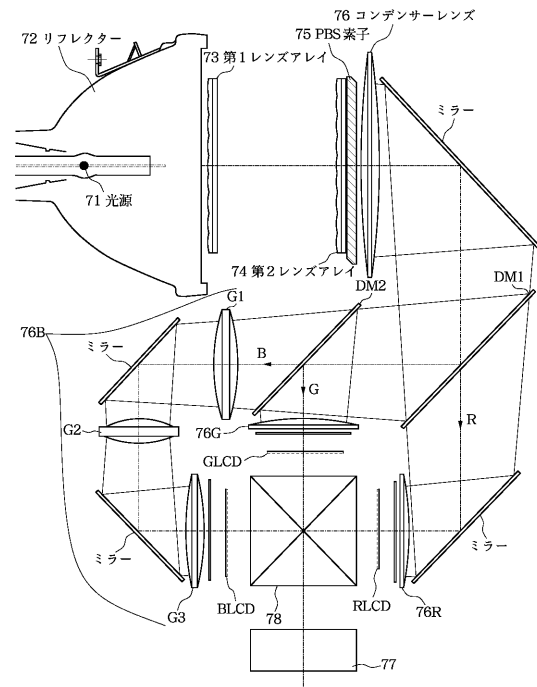
【 図 8 】




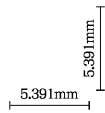
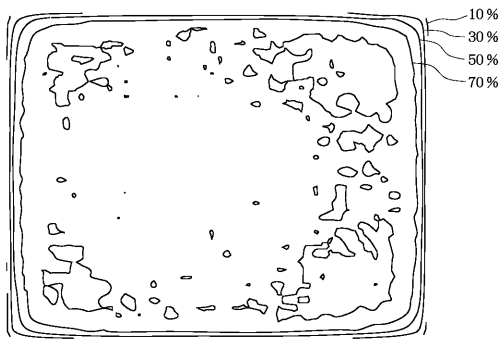
【 図 9 】



【 図 10 】



【 1 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭60-163439(JP,U)
特開平05-281508(JP,A)
実開平06-041005(JP,U)
特開平11-196355(JP,A)
特開2000-305206(JP,A)
登録実用新案第3040784(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10、21/12 - 21/13、
21/134 - 21/30、33/00 - 33/16
G02B 3/00 - 3/14、5/00 - 5/136
F21V 1/00 - 1/26、3/00 - 3/04、
5/00 - 5/08、7/00 - 7/08、
7/09 - 7/10、7/16 - 7/22、
8/00、9/00 - 9/06、
9/08 - 9/12、9/14 - 9/16、
11/00 - 11/18、13/00 - 13/14、
15/00、15/02 - 15/04