

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4464118号
(P4464118)

(45) 発行日 平成22年5月19日 (2010.5.19)

(24) 登録日 平成22年2月26日 (2010.2.26)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 2 B 3/00 (2006.01)

G 0 2 B 3/00 A

G 0 2 F 1/13 (2006.01)

G 0 2 F 1/13 5 0 5

G 0 2 F 1/1335 (2006.01)

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 F 1/13357 (2006.01)

G 0 2 F 1/13357

G 0 3 B 21/00 (2006.01)

G 0 3 B 21/00 E

請求項の数 7 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-411784 (P2003-411784)
 (22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)
 (65) 公開番号 特開2005-173099 (P2005-173099A)
 (43) 公開日 平成17年6月30日 (2005.6.30)
 審査請求日 平成18年11月24日 (2006.11.24)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 猪子 和宏
 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 池田 周士郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系及びそれを有する画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源側から被照明面に向かって順に、
 光源からの光を複数の光束に分割するレンズアレイと、
 前記レンズアレイから出射した光を直線偏光に変換する偏光変換素子とを有し、
 前記偏光変換素子により変換された光が偏光分離面を介して被照明面を照明する照明光学系において、
 前記レンズアレイは、第1の配列方向のみに1次元的に配列された複数の第1微小光学素子を有するレンズアレイであって、
 前記複数の第1微小光学素子の一部は前記第1の配列方向に屈折力を有するシリンドリカルレンズ、残りはトーリックレンズであり、
 前記第1の配列方向は、前記偏光分離面に入射する入射光束の主光線と出射光束の主光線とを含む平面に対して垂直な方向であることを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】

前記第1の配列方向をY方向、前記照明光学系の光軸の方向をZ方向、前記Y方向及び前記Z方向に垂直な方向をX方向、そして前記複数の第1微小光学素子の前記X方向及び前記Z方向を含むXZ平面内における近軸焦点距離を $f \times 1$ とするとき、

前記第1微小光学素子のうち少なくともひとつは $1 / f \times 1 = 0$ であることを特徴とする請求項1に記載の照明光学系。

【請求項 3】

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向、そして前記複数の第 1 微小光学素子の前記 X 方向及び前記 Z 方向を含む X Z 平面内における近軸焦点距離を $f \times 1$ とするとき、

前記第 1 微小光学素子のうち少なくともひとつは $1 / f \times 1 = 0$ であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の照明光学系。

【請求項 4】

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向、そして前記複数の第 1 微小光学素子の前記 Y 方向及び前記 Z 方向を含む Y Z 平面内における近軸焦点距離を $f y 1$ とするとき、

前記複数の第 1 微小光学素子の近軸焦点距離 $f y 1$ は実質的に互いに等しいことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の照明光学系。

10

【請求項 5】

前記第 1 の配列方向に 1 次元的に配列され、前記複数の第 1 微小光学素子に対応する複数の第 2 微小光学素子を有する第 2 光束分割手段を有し、

前記複数の第 1 微小光学素子の前記第 1 の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しく、前記複数の第 2 微小光学素子の前記第 1 の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しいことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の照明光学系。

【請求項 6】

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 X 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向とし、

20

前記 X 方向と前記 Z 方向とを含む X Z 平面内における各光学部材の近軸焦点距離を $f x$ とし、

前記レンズアレイによって分割された複数の光束が前記レンズアレイから前記被照明面に到達する個々の光路において、存在するすべての光学部材の近軸焦点距離の $f x$ の逆数の総和を

$$f x s u m = (1 / f x)$$

とするとき、少なくともひとつの光路の $f x s u m$ の値が、異なる光路の $f x s u m$ の値と異なることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の照明光学系。

【請求項 7】

少なくとも 1 つの画像表示素子と、光源からの光束を用いて前記少なくとも 1 つの画像表示素子を照明する、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の照明光学系と、前記少なくとも 1 つの画像表示素子からの光を被投影面に投影する投影光学系とを有することを特徴とする画像表示装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明光学系及びそれを有する画像表示装置に関し、例えば光源系から射出された光束を液晶パネルなどを用いたライトバルブ（画像表示素子）に入射させ、それによって変調し、変調後の光束を投射光学系（投射レンズ）を介して投射面（スクリーン面）上に拡大投射するプロジェクターに好適なものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来より液晶ライトバルブなどを用いて画像情報に対応して変調された光束を投射レンズによってスクリーンなどに拡大投射する構成のプロジェクターが種々と提案されている（例えば特許文献 1～3）。このようなプロジェクターとしてはスクリーンに投射された画像が全体に渡って均一に近い明るさを有していることが重要である。

【0003】

図 8 は、従来よりプロジェクターに用いられている照明光学系の説明図である。図 8 において、光源 101 から全方向に発する光束をリフレクタ 102 などで集光して前方に射出する光源系 100 と、光源系 100 からの光束に基づいて複数の光源像を形成する 2 次

50

元的に微小レンズが配置された第1インテグレート201と第2インテグレート202を含む光学インテグレート200と、光学インテグレート200からの複数の光束をそれぞれ集光して被照明面であるライトバルブ400を重畳的に照明する光学系600を備えている。

【0004】

なお、図8では、説明を容易にするため、照明光学系の機能を説明するための主要な構成要素のみを示している。

【0005】

図8に示す照明光学系では、光源系100は光源101とリフレクタ102とを備えており、光学インテグレート200は、2次元的に微小レンズが配置された第1インテグレート201と第2インテグレート202とから構成されている。光学系600はコンデンサレンズ601から構成されている。

【0006】

光源101から射出された放射状の光束は、リフレクタ102によって反射され略平行な光束として射出される。第1インテグレート201は光源系100からの光束に基づいて第2インテグレート202の近傍に複数の光源像(2次光源像)をつくる。一方、第1インテグレート201の各レンズセル(微小光学素子)は、第2インテグレート202とコンデンサレンズ601について被照明面であるライトバルブ400と共役であり、各レンズセルはコンデンサレンズ601によって重畳的に被照明面400に結像される。

【0007】

近年のプロジェクターは、赤、緑、青用の3つのライトバルブを有する構成が主流であり、それに伴って1つの光源からの光をダイクロミックミラー等の色分解光学系を用いて色分解した上でそれぞれの色のライトバルブを照明する必要が生じてきた。その場合、2次元的に配置された微小レンズ(縦方向にも横方向にも屈折力を有するレンズ、すなわち通常のレンズ)を有するインテグレートを用いる図8のような構成では、スクリーンに投影される画像に色むらが生じてしまう。そこで、特許文献4では、図18のように、すなわち、第1レンズアレイ501と第2レンズアレイ502とを、シリンドリカルレンズ群501-a、シリンドリカルレンズ群502-aとで構成し、第2レンズアレイから出射する光束をフィールドレンズ503により液晶パネル507上で重ねあわせることによって液晶パネルを照明することにより、色むらの発生を低減する構成が開示されている。

【特許文献1】特開2001-154152号公報

【特許文献2】特開2001-201794号公報

【特許文献3】特開2001-221988号公報

【特許文献4】特開平6-75200号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献4に記載の構成では、シリンドリカルレンズ群501-a、シリンドリカルレンズ群502-aが屈折力を持たない方向に関しては光量の均一化が図られないため、液晶パネル507上で照度ムラが生じてしまう。

【0009】

本発明は、照度分布の不均一さを低減し、被照射面上の明るさの均一化を図ることができる照明光学系及びそれを有する画像表示装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1の発明の照明光学系は、

光源側から被照明面に向かって順に、

光源からの光を複数の光束に分割するレンズアレイと、

前記レンズアレイから出射した光を直線偏光に変換する偏光変換素子とを有し、

前記偏光変換素子により変換された光が偏光分離面を介して被照明面を照明する照明光

10

20

30

40

50

学系において、

前記レンズアレイは、第 1 の配列方向のみに 1 次元的に配列された複数の第 1 微小光学素子を有するレンズアレイであって、

前記複数の第 1 微小光学素子の一部は前記第 1 の配列方向に屈折力を有するシリンドリカルレンズ、残りはトーリックレンズであり、

前記第 1 の配列方向は、前記偏光分離面に入射する入射光束の主光線と出射光束の主光線とを含む平面に対して垂直な方向であることを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向、そして前記複数の第 1 微小光学素子の前記 X 方向及び前記 Z 方向を含む X Z 平面内における近軸焦点距離を $f_x 1$ とするとき、

前記第 1 微小光学素子のうち少なくともひとつは $1 / f_x 1 = 0$ であることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 の発明において、

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向、そして前記複数の第 1 微小光学素子の前記 X 方向及び前記 Z 方向を含む X Z 平面内における近軸焦点距離を $f_x 1$ とするとき、

前記第 1 微小光学素子のうち少なくともひとつは $1 / f_x 1 = 0$ であることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 Y 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向、そして前記複数の第 1 微小光学素子の前記 Y 方向及び前記 Z 方向を含む Y Z 平面内における近軸焦点距離を $f_y 1$ とするとき、

前記複数の第 1 微小光学素子の近軸焦点距離 $f_y 1$ は実質的に互いに等しいことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 1 の配列方向に 1 次元的に配列され、前記複数の第 1 微小光学素子に対応する複数の第 2 微小光学素子を有する第 2 光束分割手段を有し、

前記複数の第 1 微小光学素子の前記第 1 の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しく、前記複数の第 2 微小光学素子の前記第 1 の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しいことを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項の発明において、

前記第 1 の配列方向を Y 方向、前記照明光学系の光軸の方向を Z 方向、前記 X 方向及び前記 Z 方向に垂直な方向を X 方向とし、

前記 X 方向と前記 Z 方向とを含む X Z 平面内における各光学部材の近軸焦点距離を f_x とし、

前記レンズアレイによって分割された複数の光束が前記レンズアレイから前記被照明面に到達する個々の光路において、存在するすべての光学部材の近軸焦点距離の f_x の逆数の総和を

$$f_x \text{ sum} = (1 / f_x)$$

とするとき、少なくともひとつの光路の $f_x \text{ sum}$ の値が、異なる光路の $f_x \text{ sum}$ の値と異なることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 の発明の画像表示装置は、

少なくとも 1 つの画像表示素子と、光源からの光束を用いて前記少なくとも 1 つの画像

10

20

30

40

50

表示素子を照明する、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の照明光学系と、前記少なくとも 1 つの画像表示素子からの光を被投影面に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】

【0055】

本発明によれば、非対称な照明光学系を用いたときに生じていたライトバルブ上の明るさ分布のムラを低減し、より均一な分布が得られる照明光学系及びそれを有する画像表示装置を達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0056】

10

【実施例 1】

【0057】

図 1 は、本発明の照明光学系を有する画像表示装置の実施例 1 の要部断面図、図 2 は照明光学系の光軸 L a を含む紙面と垂直方向の要部断面図である。図 3 は図 1 の一部分の斜視図である。図 1、図 2 において座標軸を光軸方向に Z 軸、Z 軸に直交する紙面内方向を Y 軸（シリンドリカルレンズの配列方向）、Z 軸に直交し、紙面垂直方向を X 軸とする。従って図 1 は Y Z 平面、図 2 は X Z 平面となる。

【0058】

図 1 ~ 図 3 において、光源 101 とリフレクタ 102 とを有する光源系 100 からの光が順に、第 1 インテグレータ（第 1 光束分割手段）201、図 3 に示す形状より成る第 2 インテグレータ（第 2 光束分割手段）202 を含む光学インテグレータ 200、第 1 の光束圧縮レンズ 302、コンデンサレンズ 301、第 2 の光束圧縮レンズ 303 を含む光学系 300 を介して反射型又は透過型のライトバルブ（被照明面を有するライトバルブ）400 に導かれている。そしてライトバルブ 400 に基づく画像情報を投射レンズ PL によってスクリーン面 S 上に投射している。尚、第 1、第 2 インテグレータを以下「インテグレータ」ともいう。光源 101 はハロゲンランプ、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ等が適用できる。

20

【0059】

第 1 インテグレータ（第 1 光束分割手段）201 は、図 11 に示すインテグレータのように複数の第 1 微小光学素子としてのシリンドリカルレンズ A'、B'、C'、D'、E' を Y 方向のみ配列した構成より成っている。

30

【0060】

第 1 微小光学素子は長手方向と短手方向とを有しており、第 1 の配列方向（Y 方向）即ち第 1 の配列方向と垂直な方向とは、第 1 の配列方向及び長手方向の両者に対して実質的に垂直な方向（X 方向）である。

【0061】

第 2 インテグレータ（第 2 光束分割手段）202 は、図 3 に示すように、X 方向と Y 方向で屈折力の異なる複数の第 2 微小光学素子としての光学部材 A、B、C、D、E を Y 方向に配列したレンズアレイより成っている。ここで光学部材 A、E は Y 方向のみに屈折力を有するシリンドリカルレンズより成り、光学部材 B、C、D は X 方向と Y 方向の屈折力が異なるトーリックレンズより構成している。

40

【0062】

このように本実施例の第 2 インテグレータ 202 は、所定の配列方向（Y 方向）に 1 次元的に配列させた複数の第 2 微小光学素子（A ~ E）を有し、複数の第 2 微小光学素子のうちの 2 つが、所定の配列方向（Y 方向）と垂直な方向（X 方向）に関して互いに屈折力が異なっている。

【0063】

本実施例では、複数の第 1 微小光学素子のうち、2 つの第 1 微小光学素子の配列方向（Y 方向）に関する屈折力が実質的に同じである。尚、複数の第 1 微小光学素子のすべての配列方向（Y 方向）に関する屈折力が実質的に同じであっても良い。即ち略同じ大きさの

50

屈折力である。

【0064】

又、複数の第1微小光学素子のうちの少なくとも1つは、所定の配列方向と垂直な方向（X方向）に関する屈折力が実質的に0である。

【0065】

ここでX方向は、所定の配列方向と垂直な方向であり、所定の配列方向及びレンズアレイ202を通る光束の主光線の両者に対して実質的に垂直な方向である。

【0066】

尚、光学部材A、B、C、D、Eを全てトーリックレンズより構成しても良いし、逆に光学部材A、B、D、Eをシリンドリカルレンズとし、光学部材Cのみをトーリックレン

10

【0067】

さらに、光学部材A、B、C、D、EのY軸方向（Y軸とZ軸とを含むYZ平面内）の屈折力は、互いに等しいことが好ましい。勿論若干の違いはあっても構わないが、2つのレンズの焦点距離の差が、その2つのレンズの一方の焦点距離の10%以内、より好ましくは3%以内に収まっていることが望ましい。

【0068】

本実施例では、第1光束分割手段により分割された複数の光束の光路のうち少なくとも1つに、被照明面400上での照度ムラを低減する照度ムラ低減手段を設けている。

20

【0069】

本実施例において第2インテグレータ202は、被照射面400の照度ムラを低減する照度ムラ低減手段を構成している。

【0070】

Y方向と前記Z方向とを含むYZ平面内において、第1光束分割手段によって分割された複数の光束が被照明面に重畳的に照射しており、照度ムラ低減手段が、X方向とZ方向とを含むXZ平面又はそれと平行な平面内における被照明面400の照度ムラを低減している。

【0071】

第1の光束圧縮レンズ302と第2光束圧縮レンズ303は、図2のXZ面内においてのみ屈折力を有するシリンドリカルレンズより成っており、光源系100からの光束の断面形状（XY面内形状）をライトバルブ400の被照射面の形状に合わせている。本実施例では、光束をX方向にのみ縮小させている。

30

【0072】

コンデンサーレンズ301は、図1のYZ面内においてのみ屈折力を有するシリンドリカルレンズより成っている。本実施例は、XZ平面内において、光束を圧縮するアフォーカル系を形成する光学系302、303を備えている。尚、光学インテグレータ200と光学系300との間に偏光変換素子を配置し、所定の偏光方位を有する光束で被照射面400に設ける液晶パネルを照明するようにしても良い。

【0073】

本実施例における偏光変換素子は、図16に示すように、所定の配列方向に沿って配列された複数の遮光領域と複数の偏光分離面を有し、第2光束分割手段202を用いないときは第1光束分割手段201から出射した光を所定の直線偏光光に変換している。第2光束分割手段202を用いるときは、第2光束分割手段から出射する光を所定の直線偏光に変換している。

40

【0074】

図1で示す第1、第2インテグレータ201、202の各レンズの配列方向を含むYZ断面内においては、光源系100からの光束（平行光束）が第1インテグレータ201に入射し、第1インテグレータ201で集光されて第2インテグレータ202に入射する。

【0075】

50

そして第2インテグレータ202の出射面又はその近傍に複数の2次光源像を形成する。この複数の2次光源像はからの各光束は、光学系300によって被照射面(ライトバルブ)400上を重畳的に照射する。この為、YZ断面内では被照射面400上の照度分布は略均一となる。

【0076】

これに対して図2で示す第1、第2インテグレータ201、202の各レンズの配列方向と直交する方向を含むXZ断面内においては、例えば従来のように第1、第2インテグレータ201、202がいずれも複数のシリンドリカルレンズを配列した構成より成っていると、光源系100からの光束は、第1、第2インテグレータ201、202を通過しても、第1、第2インテグレータ201、202には屈折力がない為、複数の2次光源像が形成されない。

10

【0077】

従って、複数の2次光源像からの光束が光源系300によって被照射面400上を重畳することがない。この為、被照射面400上の照度分布を均一にすることが困難となる。そこで本発明では第2インテグレータ202の光学部材A、B、C、D、Eのうち1以上の光学部材をX方向で曲率を有するトーリックレンズとし、XZ断面における被照射面400上の照度分布を均一にしている。

【0078】

又、本実施例では、第1インテグレータ201によって分割され(5つに分割)被照射面400に到達する個々の光路(5つの光路)において、第1インテグレータ201の光学部材の配列方向と直交する方向(X方向)に光を集光或いは発散させる照度ムラ低減手段(球面レンズ、非球面レンズ、プリズム等)を少なくともひとつの光路で備えることによって非対称の照明光学系で生じていたライトバルブ400上の明るさ分布のムラを低減し、より均一な分布を得ている。

20

【0079】

次に本実施例の第2インテグレータ202の形状及び光学的特徴について記述する。

【0080】

従来の光学インテグレータは複数のシリンドラレンズのみで構成されていた。これに対し、本実施例の光学インテグレータは、その一部の光学部材を配列方向(Y方向)と直交した方向(X方向)に曲率半径を持つトーリック形状(トーリックレンズ)としている。具体的には、前述したように第2インテグレータ202が5つの光学部材を備えており、それぞれの光学部材を上からA、B、C、D、Eとするとき、3つの光学部材B、C、Dを第2インテグレータ202を構成する複数の光学部材の配列方向(Y方向)及び第2インテグレータ202を含む照明光学系の光軸Laとの両者に対して直交する断面方向(X方向)について互いに異なる屈折力(0ではない)を有するような形状としている。この構成によりライトバルブ(被照射面)400上の明るさの均一化を図っている。

30

【0081】

特に、本実施例では、第2インテグレータの構成を前述の如く特定することにより、従来の非対称の照明光学系で生じていたライトバルブ400上の明るさ分布のムラを低減し、より均一な分布を得ている。

40

【0082】

次にこの理由について説明する。まず、第1インテグレータ及び第2インテグレータに図11に記載したようなシリンドリカルレンズA'~E'を有するインテグレータを採用し、図9、図10に記載したような照明光学系を構成した場合と本実施例との比較を行う。図9、図10はこの比較例の照明光学系を構成する互いに直交する二つの断面を示してある。

【0083】

図9は光学インテグレータ200の各レンズの配列方向(Y方向)に平行な断面(YZ面)であり、光学系300がY方向に関してのみ集光力を有するコンデンサーレンズ301と、第1の光束圧縮レンズ302および第2の光束圧縮レンズ303を備えている。第

50

1の光束圧縮レンズ302および第2の光束圧縮レンズ303は図9の断面では屈折力を持っておらず、ただのガラスブロックとして扱うことができる。また第1インテグレータ201と第2インテグレータ202およびコンデンサレンズ301は、いずれも図9の断面にしか屈折力を持たないシリンダーレンズで構成されている。

【0084】

図10は図9と直交する方向の断面(XZ面)である。図10においては光学インテグレータ系200およびコンデンサレンズ301は屈折力を持っていない。一方、第1の光束圧縮レンズ302および第2の光束圧縮レンズ303は平行光を一定の瞳倍率で圧縮して射出する略アフォーカル系を構成するように配置されている。従って光源系100から射出された略平行な光束は第1の光束圧縮レンズ302および第2の光束圧縮レンズ303によって圧縮された後、ライトバルブ400に再び略平行光束として到達、照明する。

10

【0085】

このように、第1インテグレータ、第2インテグレータとして、図11に記載したようなインテグレータを採用して、図9、10のような構成の照明光学系を用いた場合、液晶パネル507上での照度分布は図12に記載したような照度分布となる。これは光源系100から射出される光束の強度分布が均一でないことと、光束圧縮レンズ302、303の収差の影響によるもので、一般には図12に示すような3つのなだらかな山で構成される分布を持つ。

【0086】

この比較例のような非対称な照明光学系(すなわち、第1インテグレータも第2インテグレータもシリンドリカルレンズのみから構成されているような光学系)で用いられていた光学インテグレータは、図11のごとき複数のシリンドリカルレンズA'、B'、C'、D'、E'を配列したシリンダーレンズアレイCLであり、被照明面においては図12に示すような明るさの分布となる。図11の5つの構成レンズを上からA'、B'、C'、D'、E'としたとき、それぞれのレンズを通る光束の被照明面400におけるX方向の光量分布は図13のようになる。全てのレンズを通る光束の光量分布が両端の近くに明るさのピークを持っており、このピークが重なり合って図12の両端のピークを形成していることがわかる。このとき光学インテグレータが有する複数のレンズの配列方向(Y方向)と直交するXZ断面、すなわち図10の断面における各レンズA'、B'、C'、D'、E'の焦点距離は無限大である。

20

30

【0087】

換言すると、すべてのレンズA'、B'、C'、D'、E'において、図10の断面、すなわち複数のレンズの配列方向(Y方向)と(照明光学系の光軸Laの両者と)直交するXZ断面における各レンズの焦点距離 f_x の逆数の $1/f_x$ は0である。また、すべてのレンズA'、B'、C'、D'、E'において、 $1/f_x$ が互いに略等しければ、図13と同様の偏った光量分布になる可能性が高い。

【0088】

各レンズA'、B'、C'、D'、E'を通る光束の被照明面400上での光量分布において、両端の略対称な位置に存在する二つの明るさのピークは、主に図10に示す断面のレンズ系の収差が原因であるが、このピークの位置はレンズA'~E'に対応する個々の光路上に位置する各光学部材の($1/f_x$)を互いに異なる値にすることで調整可能である。そこで本実施例では、個々の光路における($1/f_x$)の値を最適に調整することによって、各光学部材A~Eから被照明面400に至る光束の光量分布における両端のピークの位置を互いにずらすことにより、被照明面400における全体の光量分布を平坦化している。

40

【0089】

具体的には所定の配列方向と垂直な方向に関して、複数の第1微小光学素子のうち2つの第1微小光学素子の屈折力が互いに異なる及び/又は該複数の第2微小光学素子のうち2つの第2微小光学素子の屈折力が互いに異なるようにしている。

【0090】

50

又、複数の第1微小光学素子の所定の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しく、複数の第2微小光学素子の所定の配列方向に関する屈折力が、実質的にお互いに等しい。

【0091】

図6、図7は光学部材B、C、Dの光路について f_x を有限な値とし、 $(1/f_x)$ を最適に調整したものであり、両端のピークの位置が図7に示すごとく光路によってずらされていることがわかる。図7は各縮小光学素子A～Eの照度分布に関して、分けて示したものである。これを結合した結果、図6のようなムラの少ない分布を得ている。

【0092】

そして複数の第1微小光学素子の前記X方向及び前記Z方向を含むXZ平面内における近軸焦点距離を f_{x1} とすると、第1微小光学素子のうち少なくともひとつは $1/f_{x1} = 0$ である。又第1微小光学素子のうち少なくともひとつは $1/f_{x1} = 0$ である。

10

【0093】

そして前記複数の第1微小光学素子の前記Y方向及び前記Z方向を含むYZ平面内における近軸焦点距離を f_{y1} とすると、複数の第1微小光学素子の f_{y1} は実質的に互いに等しい。

【0094】

そして前記複数の第2微小光学素子の前記X方向及び前記Z方向を含むXZ平面内における近軸焦点距離を f_{x2} とすると、前記第2微小光学素子のうち少なくともひとつは $1/f_{x2} = 0$ である。又、第2微小光学素子のうち少なくともひとつは $1/f_{x2} = 0$

20

【0095】

そして複数の第2微小光学素子のY方向及びZ方向を含むYZ平面内における近軸焦点距離を f_{y2} とすると、前記第2微小光学素子の f_{y2} は実質的に互いに等しい。

【0096】

又、複数の光束のうち1つの光束の光路内に配置されている光学部材の、XZ平面内における屈折力が、別の1つの光束の光路内に配置された光学部材の、XZ平面内における屈折力とは異なっている。

【0097】

以上のように本実施例では、インテグレータの各光学部材の配列方向と直交する断面(XZ断面)における各光学部材の近軸焦点距離を f_x としたとき、第1光束分割手段である第1インテグレータ201によって分割され被照射面400に到達する個々の光路において、存在するすべての光学部材の近軸焦点距離 f_x の逆数の総和

30

$$f_x \text{ Sum} = (1/f_x)$$

を少なくともひとつの光路で変えることによって、即ち、少なくともひとつの光路の $f_x \text{ sum}$ の値が、異なる光路の $f_x \text{ sum}$ の値と異なる非対称の照明光学系で生じていたライトパルプ400上の明るさ分布のムラを低減し、より均一な分布を得ている。

【0098】

図1においては、第2インテグレータ202の5つの光学部材のうち、図2に示した光学部材B、C、Dを、光学部材の配列方向(Y方向)と直交する方向(X方向)に関して互いに異なる屈折力を有するトーリック形状の光学部材(レンズ)とする構成としたが、この限りではない。たとえば、第2インテグレータ202の5つの光学部材のすべてが配列方向と直交する方向に関して互いに異なる屈折力(0を含む)を有するように構成しても良い。また、第2インテグレータ202の5つの光学部材のうち配列方向(Y方向)と直交する方向(X方向)に関して0ではない互いに異なる屈折力を有する光学部材はどの光学部材であっても良く、例えば図3において、光学部材A、B、Cであっても良いし、光学部材A、B、Dでも光学部材A、B、Eでも、光学部材A、C、Dでも、光学部材A、C、Eでも、光学部材A、D、Eでも、光学部材B、C、Dでも、光学部材B、C、Eでも、光学部材B、D、Eでも、光学部材C、D、Eでも、光学部材A、Bでも、光学部材A、Cでも、光学部材A、Dでも、光学部材A、Eでも、光学部材B、Cでも、光学部

40

50

材 B、D でも、光学部材 B、E でも、光学部材 C、D でも、光学部材 C、E でも、光学部材 D、E でも、光学部材 A だけでも、光学部材 B だけでも、光学部材 C だけでも、光学部材 D だけでも、光学部材 E だけでも、光学部材 A、B、C、D でも、光学部材 A、B、C、E でも、光学部材 A、B、D、E でも、光学部材 A、C、D、E でも、光学部材 B、C、D、E でも構わない。ここで、好ましくは複数有る光学部材のうち、少なくとも 1 つは光学部材の配列方向（Y 方向）と直交する方向（X 方向）の屈折力が略 0 であることが望ましい。また、光学部材は 5 つとは限らず、3 つ以上であればいくつであっても構わない。

【0099】

また、配列方向と直交する方向（X 方向）に屈折力を有する光学部材を含むように構成するインテグレータは、第 2 インテグレータであるとは限らず、第 1 インテグレータであっても構わないし、また第 1 インテグレータ及び第 2 インテグレータ共に配列方向と直交する方向に屈折力を有する光学部材を含むような構成であっても構わない。

10

【0100】

また、実施例 1 の光学部材 B、C、D の配列方向と直交する方向（X 方向）の屈折力が、必ずしも互いに異なる値である必要は無く、同じ値であっても構わない。少なくとも、すべての光学部材 A、B、C、D、E のうち、光学部材の配列方向と直交する方向（X 方向）の屈折力が互いに異なる光学部材の組が 1 組あれば実施例 1 の効果を奏する。

【0101】

好ましくは、光学部材 A、B、C、D、E のうち 3 つの光学部材の、光学部材の配列方向と直交する方向（XZ 方向）の屈折力が互いに異なるように構成すると好ましい。

20

【0102】

また、光学部材 A、B、C、D、E の光路のうち一部の光路に関しては第 1 インテグレータに XZ 平面内の屈折力を持たせて、別の光路に関しては第 2 インテグレータに XZ 平面内の屈折力を持たせるように構成しても構わない。

【0103】

ただし、実際にはトーリック形状レンズは隣接するレンズとの境界で段差を生じる。このため製作時に成型上のダレが生じる可能性があることから、被照射面（ライトバルブ）400 と共役関係にない第 2 インテグレータに適用するのが実際上は好ましい。

【実施例 2】

30

【0104】

図 4 は本発明の照明光学系を有する画像表示装置の実施例 2 の要部断面図、図 5 は図 1 の照明光学系の光軸 La を含み紙面と垂直方向の要部断面図である。

【0105】

本実施例は図 1 の実施例 1 に比べて、第 2 インテグレータ 202 を第 1 インテグレータ 201 と同様に複数のシリンドリカルレンズより構成した点と、光源系 100 と光学インテグレータ 200 との間に被照射面 400 上の照度ムラを低減する照度ムラ低減手段として分布補正レンズ 203 を設けた点が異なり、その他の構成は同じである。

【0106】

分布補正レンズ 203 は、図 4 の YZ 面内では屈折力を有せず、図 5 の XZ 面内でのみ屈折力を有する複数（3 つ）のシリンドリカルレンズを X 方向に配列した構成より成っている。

40

【0107】

本実施例では、実施例 1 と同様に第 2 光学インテグレータが 5 つの光学部材を備えている。そして、分布補正レンズ 203 の 3 つのシリンドリカルレンズは、第 2 インテグレータ 202 のそれぞれの光学部材を上から順に、A、B、C、D、E としたとき、光学部材 B、C、D の 3 つの光学部材を通る光路上に配列方向（Y 方向）と直交する断面方向（Y 方向）に屈折力を持ったように配列している。分布補正レンズ 203 を構成する各々のシリンドリカルレンズは異なる屈折力が与えられており、ライトバルブ 400 上の明るさ分布がなだらかなるよう最適な屈折力が与えられている。

50

【0108】

尚、本実施例の分布補正レンズ203は、光学部材A、B、C、D、Eのうち、光学部材B、C、Dの光路内に配置されているが、この分布補正レンズを光学部材A、B、C、D、Eそれぞれの光路のうち1つの光路にのみ配置された、XZ平面内において屈折力を有する補正レンズとしても良い。勿論、光学部材A、B、C、D、Eの光路のうち2つの光路にのみ配置されていても良いし、3つの光路でも4つの光路でも5つの光路でも構わない。但し、2つ以上の光路にまたがって分布補正レンズを配置する場合は、少なくともXZ平面内における屈折力が互いに異なる分布補正レンズを配置することが望ましい。また、光学部材A、B、C、D、Eすべての光路にまたがる分布補正レンズを配置する場合は、その中の1つの光路に配置されたレンズのXZ平面内における屈折力が、その他の光路に配置されたレンズのXZ平面内における屈折力と異なることが必要である。また、ここで説明した分布補正レンズは、実質的にXZ平面内においてのみ屈折力を有するような構成であるのが好ましい。また、分布補正レンズ203の配置位置は、光源系と第1インテグレートとの間とは限らず、第1インテグレートと第2インテグレートの間であっても良いし、第2インテグレートと被照明面との間（好ましくは第2インテグレートの直後、すなわち第2インテグレートより被照明面側で、第2インテグレートと分布補正レンズとの間に他の光学素子が配置されていない状態）に配置しても構わない。

10

【0109】

また、光学部材A、B、C、D、Eの光路のうち一部の光路に配置された第1分布補正レンズと、別の光路に配置された第2分布補正レンズとが、光学的に異なる場所に配置されるように構成しても構わない。例えば、第1分布補正レンズと第2分布補正レンズとを、(i)光源系と第1インテグレートとの間、(ii)第2分布補正レンズを第1インテグレートと第2インテグレートとの間、(iii)第2インテグレートと被照明面との間（好ましくは第2インテグレートの直後、すなわち第2インテグレートより被照明面側で、第2インテグレートと分布補正レンズとの間に他の光学素子が配置されていない状態）のうち互いに異なる2箇所に配置しても良い。その場合、第1分布補正レンズと第2分布補正レンズとは屈折力が同じであっても構わないが、互いに異ならしめる方が好ましい。さらに、第1～3分布補正レンズを上記の(i)(ii)(iii)にそれぞれ配置するようにしても構わない。その場合も第1～3分布補正レンズの屈折力は同じであっても構わないが、互いに異ならしめる方が好ましい。

20

30

【0110】

また、本実施例において第2インテグレート202を実施例1と同様に構成しても良く、これによればXZ平面内において被照射面400の照度分布を更に均一にすることが容易となる。また、逆に、本実施例において、第1インテグレート及び第2インテグレートを図11に記載したような、通常のシリンドリカルレンズアレイ、すなわち実質的にシリンドリカルレンズの配列方向にのみ屈折力を有するシリンドリカルレンズを複数配列したシリンドリカルレンズアレイとしても構わない。

【実施例3】

【0111】

図14は、本発明の画像表示装置としての反射型の液晶プロジェクターの実施例3の要部概略図である。本実施例では、照明光学系に実施例1、2で示した照明光学系を用いている。又、画像表示素子としては、反射型の液晶パネルを用いている。

40

【0112】

図14において、照明手段11からの出射光束は、ビームスプリッタ12によって反射され反射型の液晶表示パネル13に入射して反射される、この後液晶表示パネル13で光変調された光束はビームスプリッタ12を通し、投射レンズ14に入射し、ズームレンズ14によって液晶表示パネル13に基づく画像情報をスクリーン15に投射している。

【実施例4】

【0113】

図15は、本発明の照明光学系を用いたカラー液晶プロジェクターの実施例4の要部概

50

略図である。図 1 5 において、1 は連続スペクトルで白色光を発光する光源（光源手段）である。2 は光源 1 からの光を所定の方向に集光するリフレクターである。3 は光学インテグレータであって、第 1 インテグレータ（第 1 光束分割手段）3 a と第 2 インテグレータ（第 2 光束分割手段）3 b を備えており、光源系からの光を複数の光束に分割している。

【0114】

第 1 インテグレータ 3 a を構成する光学部材の屈折力を有する方向（複数の光学部材が配列される方向）は、後段の色分離平面（色分離部材において色分離する際の 1 つの入射光束の主光線と複数の出射光束の主光線とにより形成される平面）に対して、光学的な意味（光路を展開した場合）において実質的に垂直であることが好ましい。逆に言えば、光学部材が有する個々の光学部材の長手方向が、光学的な意味において実質的に色分離平面に含まれているもしくは実質的に平行であることが望ましい。勿論、光路がミラー等により折り曲げられている場合は、光学的な方向も変化しうる。色分離平面が紙面と実質的に平行（同じ）であるので、第 1 インテグレータ 3 a が屈折力を有する方向は紙面方向である。また、別の言い方をすると、第 1 インテグレータ 3 a を構成する光学部材の屈折力を有する方向（複数の光学部材が配列される方向）が、後段の色分離面（偏光分離面やダイクロイック面）と光学的な意味において実質的に平行であるということも可能である。

4 は入射した無偏光光を所定の偏光光に揃えて出射させている偏光変換素子である。5 は光学系でありコンデンサーレンズ 5 a、フィールドレンズ 5 b、第 1、第 2 の光束圧縮レンズ 2 0 2、2 0 3 を有している。5 c は反射ミラーである。

【0115】

6 a は B 光（青色光）の偏光方向を 90 度変換し、R 光（赤色光）の偏光方向は変換しない第 1 の色選択性位相差板、6 b は R 光の偏光方向を 90 度変換し、B 光の偏光方向は変換しない第 2 の色選択性位相差板、7 は G 光（緑色光）の偏光方向を 90 度変換し、B 光、R 光の偏光方向は変換しない第 3 の色選択性位相差板である。8 は 1 / 2 波長板である。9 a、9 b、9 c、9 d は P 偏光を透過し、S 偏光を反射する偏光分離面を有する第 1 の偏光ビームスプリッター、第 2 の偏光ビームスプリッター、第 3 の偏光ビームスプリッター、第 4 の偏光ビームスプリッターである。ここで、9 d はダイクロイックプリズムやダイクロイックミラーであっても構わない。勿論 9 c も同様にダイクロイックプリズムやダイクロイックミラーであっても良い。

【0116】

1 0 は G 光と R 光の中間の波長領域の光をカットするカラーフィルターである。1 1 r、1 1 g、1 1 b は画像表示素子であり、光を反射し、画像変調して画像を表示する順に、赤用の反射型の液晶表示素子、緑用の反射型の液晶表示素子、青用の反射型の液晶表示素子である。1 2 r、1 2 g、1 2 b は赤色用の 1 / 4 波長板、緑色用の 1 / 4 波長板、青色用の 1 / 4 波長板である。1 3 は投射レンズであり、単一の焦点距離のレンズ系又はズームレンズより成っている。

【0117】

次に光学的な作用を説明する。光源 1 から発した光はリフレクター 2 により所定の方向に反射集光される。ここでリフレクター 2 の反射面は放物面形状をなしており、放物面の焦点位置に設けた光源 1 の発光点 1 a からの光は放物面形状の反射面で反射した後、対称軸に平行な光束となる。ただし、光源 1 の発光点 1 a は理想的な点光源ではなく有限の大きさを有しているので、集光する光束には放物面の対称軸に平行でない光の成分も多く含まれている。これらリフレクター 2 からの集光光束は第 1 のインテグレータ 3 a に入射する。

【0118】

第 1 インテグレータ 3 a で入射した光束は、複数の光束に分割され、かつ集光され、第 2 インテグレータ 3 b を経て、複数の光源像（第 1 の発光点像）を偏光変換素子 4 の近傍に形成する。偏光変換素子 4 は図 1 6 に示すように偏光分離面 4 a と反射面 4 b と 1 / 2 波長板 4 c からなる複数の偏光変換部 4 d をライン状に配列した構成より成っている。図

16では偏光変換部4dを1つだけ示している。ライン状に集光する複数の光束はその列に対応した偏光分離面4aに入射し、透過するP偏光成分の光と反射するS偏光成分の光に分割される。反射されたS偏光成分の光は反射面4bで反射し、P偏光成分と同じ方向に出射し、1/2波長板4cを透過しP偏光成分と同じ偏光成分に変換され、偏光方向(|)が揃った光として射出する。尚、4eは遮光部である。

【0119】

偏光変換された複数の光束は偏光変換素子4の近傍で集光した後、発散光束として集光光学系5に至る。偏光変換素子4からの複数の光束は光学系5により、矩形の均一な照度分布を持つ照明エリア3つを形成する。

【0120】

この3つの照明エリアに各々反射型液晶表示素子11r、11g、11bを配置している。

【0121】

照明光路中に設けられた第3の色選択性位相差板7は、B光とR光はP偏光(|)のままで、波長約500~575nmの範囲内のG光はS偏光(・)に変換される。ここでいう偏光方向(・)(|)は偏光変換素子及び偏光ビームスプリッターの偏光分離面に対する偏光の方向として表している。

【0122】

第3の色選択性位相差板7において偏光方向を調整されたB光、G光、R光は第4の偏光ビームスプリッター9dに入射する。S偏光であるG光は偏光分離面9d1を反射し、P偏光であるR光、B光は偏光分離面9d1を透過することで色分離が行われる。

【0123】

偏光分離面の9d1で色分離されたG光は第1の偏光ビームスプリッター9aに対してS偏光(・)として入射し、偏光分離面9a1を反射し、1/4波長板12gを介し、G用(緑色用)の反射型の液晶表示素子11gへと至る。G用の反射型の液晶表示素子11gにおいてG光が画像変調されて反射される。画像変調され反射されたG光のうち、S偏光成分(・)は再び偏光分離面9a1を反射し、戻り光となり光源1側に戻され投射光から除去される。

【0124】

画像変調され反射光のP偏光成分(|)は偏光分離面9a1を透過し投射光となる。

【0125】

液晶表示素子11gで画像変調され、第1の偏光ビームスプリッター9aを透過した光(|)は、偏光方向と45度の方向に遅相軸が向くように配置した第1の1/2波長板8を透過し、第3の偏光ビームスプリッター9cに対してS偏光(・)として入射し、偏光分離面9c1を反射し、投射レンズ13へと至る。

【0126】

第4の偏光ビームスプリッター9dを透過したR光とB光(|)は、カラーフィルター10に入射する。カラーフィルター10は、G光とR光中間の波長領域(波長約500~575nmの範囲)にあたる黄色の色光を反射するダイクロイックフィルターであり、第3の色選択性位相差板7の特性の遷移領域で発生する不要な黄色の光成分を除去する。

【0127】

また、カラーフィルター10は黄色の光を吸収する特性でもよい。

【0128】

カラーフィルター10で色調整された透過光は、第1の色選択性位相差板6aに入射する。第1の色選択性位相差板6aは、R光(波長550nm以上の光)をP偏光(|)のままで、B光をS偏光(・)に変換される。ここで偏光状態が変化する遷移領域は色光として含まれないG光の領域(波長500~575nm)に設定している。

【0129】

これによりR光はP偏光(|)として、B光はS偏光(・)として第2の偏光ビームスプリッター9bに入射する。よって第2の偏光ビームスプリッター9bにおいてR光は偏

10

20

30

40

50

光分離面 9 d 1 を透過して R 用の反射型の液晶表示素子 1 1 r に至り、B 光は偏光分離面 9 b 1 を反射して B 用の反射型の液晶表示素子 1 1 b に至る。

【 0 1 3 0 】

R 用の反射型液晶表示素子 1 1 r において R 光が画像変調されて反射される。液晶表示素子 1 1 r で画像変調され反射された R 光の P 偏光成分 (|) は再び偏光分離面 9 b 1 を透過し、戻り光となり、光源 1 側に戻され投射光から除去される。

【 0 1 3 1 】

液晶表示素子 1 1 b で画像変調された R 光の S 偏光成分 (·) は偏光分離面 9 b 1 で反射し投射光となる。

【 0 1 3 2 】

同様に B 用の反射型液晶表示素子 1 1 b において B 光が画像変調されて反射される。液晶表示素子 1 1 b で画像変調された B 光の S 偏光成分 (·) は再び偏光分離面 9 b 1 を反射し、戻り光となり、光源 1 側に戻され投射光から除去される。

【 0 1 3 3 】

画像表示素子 1 1 b で画像変調された B 光の P 偏光成分 (|) は偏光分離面 9 b 1 を透過し投射光となる。

【 0 1 3 4 】

これにより B 光と R 光の投射光は一つの光束に合成される。

【 0 1 3 5 】

合成された R 光と B 光の投射光は第 2 の色選択性位相差板 6 b に入射する。第 2 の色選択性位相差板 6 b は、R 光 (波長約 5 3 0 n m 以上の光) の偏光方向のみを 9 0 度回転させている。これによって R 光、B 光ともに P 偏光 (|) として第 3 の偏光ビームスプリッター 9 c に入射し、偏光分離面 9 c 1 を透過することで G 光の投射光と合成される。

【 0 1 3 6 】

合成された各画像情報に基づく R、G、B 光の投射光は投射レンズ 1 3 によりスクリーン S などに投影され、そこに画像情報を形成する。

【実施例 5】

【 0 1 3 7 】

この実施例 5 は、基本的な光学系は図 1、2 等の他の実施例と同じであり、図 1 5 と同様の画像表示装置に適用可能である。ここで、実施例 1 乃至 4 に記載した第 1 インテグレータ、第 2 インテグレータを図 1 1 に記載したような通常のシリンドリカルレンズアレイとし、このシリンドリカルレンズアレイに近接して光偏向素子、すなわちプリズム、もしくはプリズムの集合体 (以下、これを補正プリズムと称する) を構成要素として追加することにより、被照明面 (画像形成素子) での照度ムラを低減することを目的としている。ここで言う補正プリズムを図 1 7 に示す。この図 1 7 に記載の (1) ~ (6) のいずれかの Y Z 断面図に対して、ア ~ カのいずれかの X Z 断面図を適用した補正プリズムを採用した照明光学系、画像表示装置が本実施例である。

【 0 1 3 8 】

図 1 7 には、第 1 インテグレータ 2 0 1 の直後 (第 1 インテグレータ 2 0 1 と第 2 インテグレータ 2 0 2 の間) に補正プリズムを配置した場合を示している。図 1 7 には、シリンドリカルレンズアレイが 5 つのシリンドリカルレンズを有しており、その直後に補正プリズムが配置されている様子が記載されている。ここで、Y Z 平面での断面図に記載したように、この補正プリズムは 1 つ以上のシリンドリカルレンズの直後を除いたシリンドリカルレンズの直後に配置されている。つまり、シリンドリカルレンズアレイが有するすべてのシリンドリカルレンズの直後に補正プリズムを配置してしまうと、照度ムラの補正効果が無くなる、もしくは薄れてしまうため、補正プリズムは一部のシリンドリカルレンズの直後にしか配置しない。ここで、補正プリズムは第 2 インテグレータの後に配置しても構わない。

【 0 1 3 9 】

次に、図 1 7 の X Z 平面での断面図には、プリズムの X Z 平面での断面図の一例を示し

10

20

30

40

50

た。このように、光源側が平面で被照明面側に凸の形状をしたプリズムであっても、光源側が平面で被照明面側に２つの凸部を有する形状のプリズムであっても、光源側に凸で被照明面側が凹の形状をしたプリズムであっても良いし、勿論複数のプリズムにより構成されていても構わない。ただ、補正プリズムであるので、屈折力を有さない（焦点距離を有さない）ように構成することが望ましい。この補正プリズムは上記の構成に限られるものではなく、被照明面での照度ムラを低減するように光束を偏向するすべてのプリズム、もしくはプリズム体を包含する。

【 0 1 4 0 】

また、本実施例の図 17 においては、光学部材 A、B、C、D、E のうち複数の光路に（ア～カのうち）同じプリズムを配置するように記載しているが、光学部材 A、B、C、D、E のうち複数の互いに異なる光路に、複数の互いに異なるプリズムを配置することが望ましい。例えば、光学部材 B の光路にはプリズム（ア）を配置し、光学部材 C の光路にはプリズム（イ）を配置するようにしても構わないし、さらに、光学部材 D の光路にはプリズム（ウ）を配置するようにしても構わない。また、同じ形状のプリズムを、光学的な配置位置が互いに異なるように配置しても良い。

10

【 0 1 4 1 】

また、光学部材 A、B、C、D、E すべての光路にプリズムを配置することも可能であるが、その場合は、光学部材 A、B、C、D、E のうち一部の光路に配置されたプリズムと、別の光路に配置されたプリズムとが異なる形状（厚みが異なる、或いは角度が異なる）を有していたり、光学的な配置位置が互いに異なるように構成することが必要である。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 2 】

【図 1】本発明の実施例 1 の要部断面図

【図 2】図 1 の紙面と垂直方向の要部断面図

【図 3】本発明の実施例 1 である照明光学系に用いられる光学インテグレータの斜視図

【図 4】本発明の実施例 2 の要部断面図

【図 5】図 4 の紙面と垂直方向の要部断面図

【図 6】本発明による被照明面の明るさ分布の模式図

【図 7】本発明による被照明面の明るさ分布の模式図

【図 8】従来の照明光学系の構成図

30

【図 9】比較例の非対称の照明光学系の構成図

【図 10】比較例の非対称の照明光学系の構成図

【図 11】比較例の非対称の照明光学系に用いられる光学インテグレータの斜視図

【図 12】比較例の非対称の照明光学系による被照明面の明るさ分布の模式図

【図 13】比較例の非対称の照明光学系による被照明面の明るさ分布の模式図

【図 14】本発明の画像表示装置の実施例 3 の要部概略図

【図 15】本発明の画像表示装置の実施例 4 の要部概略図

【図 16】本発明で用いる偏光変換素子の説明図

【図 17】本発明の画像表示装置の実施例 5 のインテグレータの構成図

【図 18】従来例の説明図

40

【符号の説明】

【 0 1 4 3 】

1 0 0 光源系

1 0 1 光源

1 0 2 リフレクタ

2 0 0 光学インテグレータ

2 0 1 第 1 インテグレータ

2 0 2 第 2 インテグレータ

2 0 3 分布補正レンズ

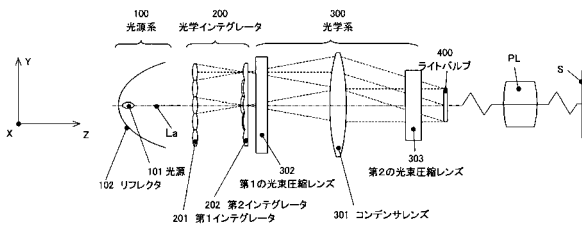
3 0 0 光学系

50

- 3 0 1 コンデンサーレンズ
- 3 0 2 第 1 の光束圧縮レンズ
- 3 0 3 第 2 の光束圧縮レンズ
- 4 0 0 被照射面 (ライトバルブ)
- P L 投射レンズ
- S スクリーン
- 1 1 照明手段
- 1 2 ビームスプリッタ
- 1 3 反射型液晶表示パネル
- 1 4 投射レンズ
- 1 5 スクリーン

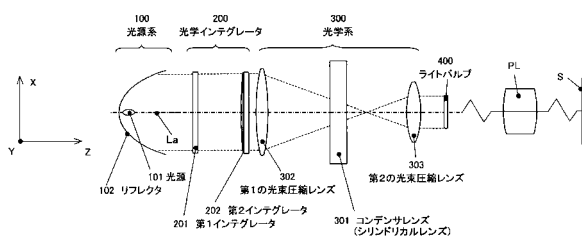
【図 1】

本発明の実施例 1 の照明光学系におけるインテグレートレンズ配列方向の断面図

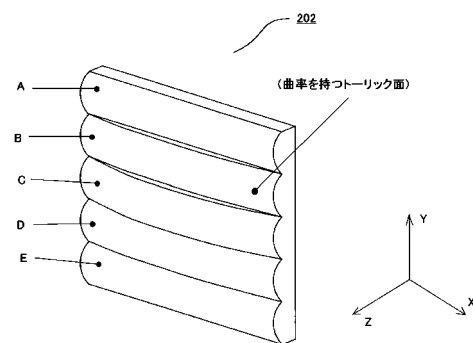


【図 2】

図 1 の直交方向の断面図

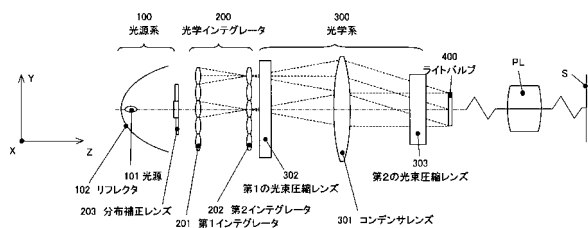


【図 3】



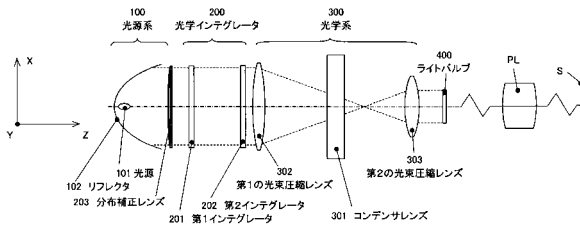
【図 4】

本発明の実施例 2 の照明光学系におけるインテグレートレンズ配列方向の断面図



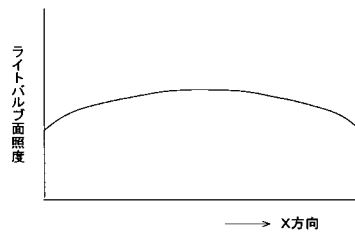
【図 5】

図4の直交方向の断面図



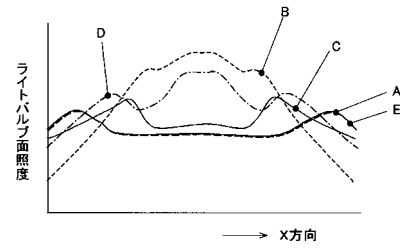
【図 6】

本発明によるライトバルブ面のXZ面内の照度



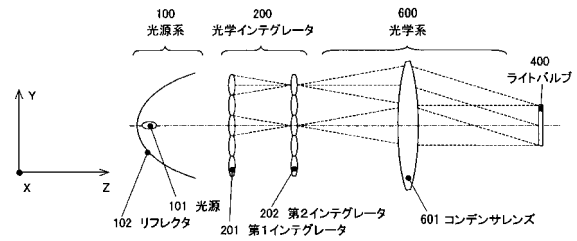
【図 7】

(図6への寄与をインテグレータの各光学部材ごとに分けて表示)



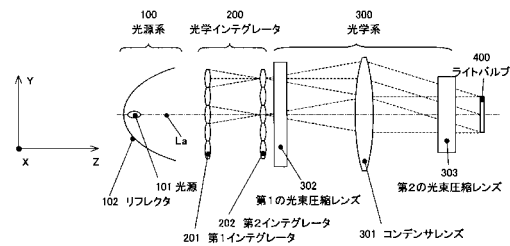
【図 8】

(従来)



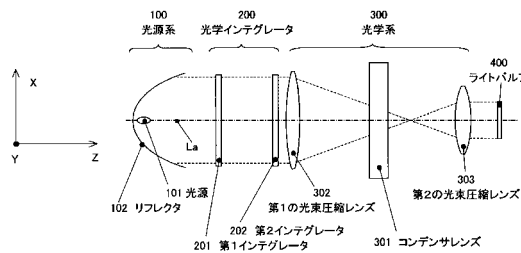
【図 9】

非対称照明光学系のインテグレータレンズ配列方向の断面図

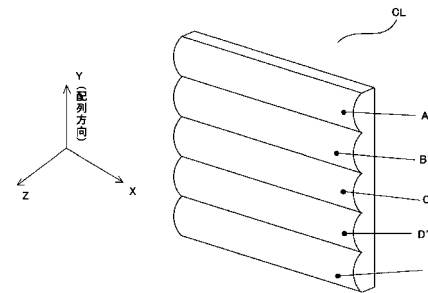


【図 10】

図9の直交方向の断面図

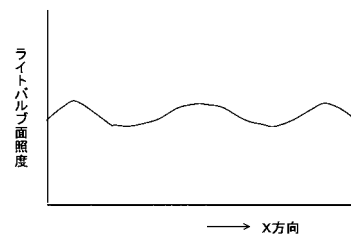


【図 11】



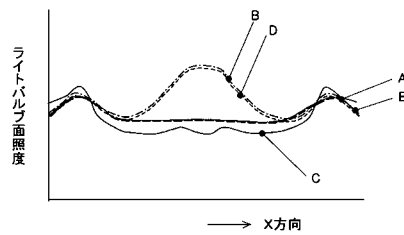
【図 12】

従来の非対称照明光学系によるライトバルブ面照度

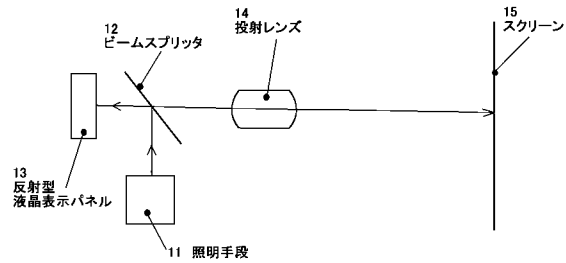


【図 13】

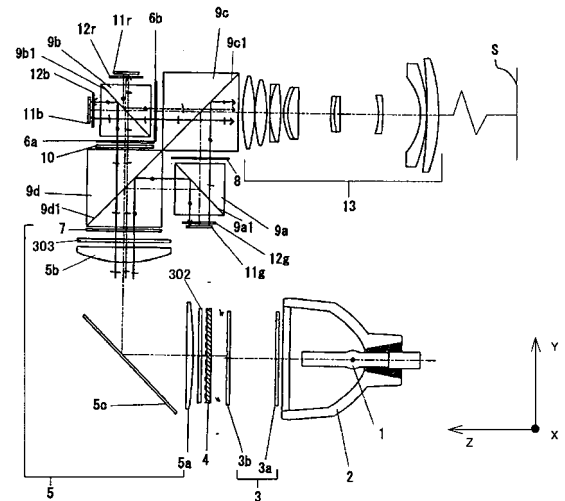
図12への寄与をインテグレータの各レンズごとに分けて表示



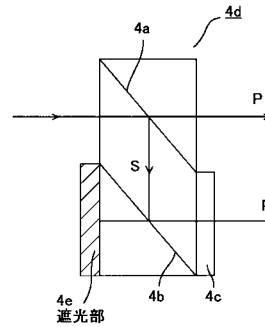
【図 14】



【図 15】

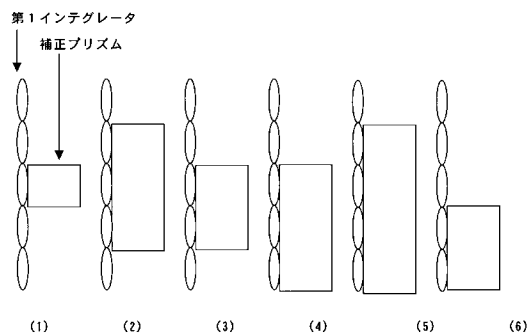


【図 16】

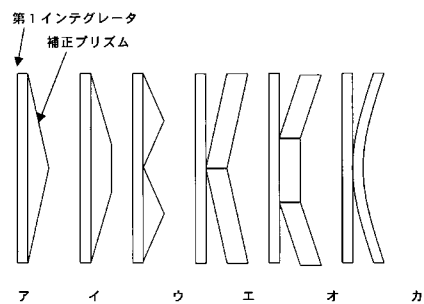


【図 17】

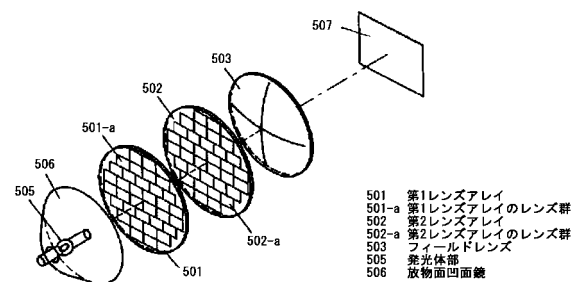
● Y Z 平面での断面図



● X Z 平面での断面図



【図 18】



- 501 第1レンズアレイ
- 501-a 第1レンズアレイのレンズ群
- 502 第2レンズアレイ
- 502-a 第2レンズアレイのレンズ群
- 503 フィールドレンズ
- 505 発光体部
- 506 放物面凹面鏡

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 3 B 21/14 (2006.01) G 0 3 B 21/14 A

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 4 1 7 5 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 0 - 2 4 1 7 6 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 1 2 5 1 9 3 (J P , A)
 特開平 1 0 - 0 9 0 7 9 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 3 5 9 1 7 6 (J P , A)
 特開平 1 1 - 2 4 9 2 0 9 (J P , A)
 特開平 2 - 2 7 7 0 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 3 / 0 0
 G 0 2 F 1 / 1 3
 G 0 2 F 1 / 1 3 3 5
 G 0 2 F 1 / 1 3 3 5 7
 G 0 3 B 2 1 / 0 0
 G 0 3 B 2 1 / 1 4