

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3622556号

(P3622556)

(45) 発行日 平成17年2月23日(2005.2.23)

(24) 登録日 平成16年12月3日(2004.12.3)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G O 2 B 27/28

G O 2 B 27/28 Z

G O 2 F 1/13

G O 2 F 1/13 5 O 5

G O 2 F 1/1335

G O 2 F 1/1335 5 I O

請求項の数 20 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願平11-44659	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成11年2月23日(1999.2.23)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2000-241769(P2000-241769A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成12年9月8日(2000.9.8)	(74) 代理人	100096817
審査請求日	平成15年3月12日(2003.3.12)		弁理士 五十嵐 孝雄
		(74) 代理人	100097146
			弁理士 下出 隆史
		(74) 代理人	100102750
			弁理士 市川 浩
		(72) 発明者	伊藤 嘉高
			長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	星野 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系および投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の光学装置の光入射面を照明領域として照明する照明光学系であって、

非偏光な光を射出する光源と、

光源から射出された光線束の大きさを変更する変倍リレー光学系と、

入射する光線束を前記照明領域上に照射させる重畳光学系と、

前記変倍リレー光学系の入射面から前記重畳光学系の射出面までの間の光路上のいずれかの位置に設けられ、入射する非偏光な光線束を、偏光方向の揃った種類の直線偏光成分を有する光線束に変換して射出する偏光変換光学系と、を備え、

前記変倍リレー光学系は、

複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、

前記第1のレンズアレイの光射出面側に配置され、複数のリレーレンズを有するリレーレンズアレイと、

前記リレーレンズアレイの光射出面側に配置され、複数の第2の小レンズを有する第2のレンズアレイと、を備え、

前記第1のレンズアレイと前記第2のレンズアレイが、前記リレーレンズアレイの共役点に配置されており、

前記偏光変換光学系に入射する光線束は、前記変倍リレー光学系によって複数の部分光線束に分割されており、

前記偏光変換光学系に入射する前記複数の部分光線束の所定の方向の大きさは、前記変倍

10

20

リレー光学系によって縮小される、
照明光学系。

【請求項2】

請求項1記載の照明光学系であって、

前記偏光変換光学系は、

前記所定の方向に沿って傾いた状態で配列された互いに平行な偏光分離膜と反射膜とを複数組有し、前記入射する非偏光な複数の部分光線束をそれぞれ2種類の直線偏光光に分離する偏光分離アレイと、

前記偏光分離アレイによって得られた2種類の直線偏光光のうち、一方の直線偏光光の偏光方向を他方の直線偏光光の偏光方向と同じとなるように変換する偏光変換光学素子と、

を備える、

【請求項3】

請求項1または請求項2記載の照明光学系であって、

前記重畳光学系は、

前記重畳光学系に入射した前記複数の部分光線束が入射する複数の第3の小レンズを有する第3のレンズアレイと、

前記複数の第3の小レンズに対応する複数の第4の小レンズを有する第4のレンズアレイと、

前記第3のレンズアレイおよび前記第4のレンズアレイから射出される複数の部分光線束を前記照明領域上で重畳させる重畳レンズと、

を備える、

【請求項4】

請求項1または請求項2記載の照明光学系であって、

前記重畳光学系は、

前記複数の部分光線束を前記照明領域上でほぼ重畳させる複数の第3の小レンズを有する第3のレンズアレイと、

前記複数の第3の小レンズに対応する複数の第4の小レンズを有する第4のレンズアレイと、

を備える、

【請求項5】

請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の照明光学系であって、

前記偏光変換光学系は、前記変倍リレー光学系と前記重畳光学系との間に配置されている、

【請求項6】

請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の照明光学系であって、

前記偏光変換光学系は、前記変倍リレー光学系のリレーレンズアレイと第2のレンズアレイとの間に配置されている、

【請求項7】

請求項3または請求項4記載の照明光学系であって、

前記偏光変換光学系は、前記第3のレンズアレイと前記第4のレンズアレイとの間に配置されている、

【請求項8】

請求項6または請求項7記載の照明光学系であって、

前記第2のレンズアレイと前記第3のレンズアレイとは、光学的に一体化されている、

【請求項9】

請求項1または請求項2記載の照明光学系であって、

前記第1のレンズアレイの前記複数の第1の小レンズは、前記偏光変換光学系に入射する複数の部分光線束が少なくとも前記所定の方向に垂直な方向で互いに隣接するように、

10

20

30

40

50

れぞれ前記所定の方向に垂直な方向にそれぞれ異なった光軸位置を有する、照明光学系。

【請求項 10】

請求項 9 記載の照明光学系であって、
前記所定の方向に沿って並ぶ複数の部分光線束の前記変倍リレー光学系における縮小率は、各部分光線束の並び位置に応じて異なっている、照明光学系。

【請求項 11】

請求項 10 記載の照明光学系であって、
前記リレーレンズは、少なくとも 2 枚のレンズで構成された複合レンズである、照明光学系。

【請求項 12】

10
画像を投写して表示する投写型表示装置であって、
請求項 10 ないし請求項 11 のいずれかに記載の照明光学系と、
前記照明光学系からの入射光を、画像信号に応じて画像を形成するための光に変換して射出する電気光学装置と、
前記電気光学装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備える、
投写型表示装置。

【請求項 13】

20
請求項 12 記載の投写型表示装置であって、
前記照明光学系からの射出光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、
前記色光分離光学系で分離された各色光が別々に入射する複数の前記電気光学装置と、
前記複数の電気光学装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、
前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写する、
投写型表示装置。

【請求項 14】

30
請求項 13 記載の投写型表示装置であって、
互いに直交する 3 つの方向軸を x , y , z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記色光分離光学系は、 xz 平面にたいしては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す色光分離面を有し、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されている、
投写型表示装置。

【請求項 15】

40
請求項 13 記載の投写型表示装置であって、
互いに直交する 3 つの方向軸を x , y , z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記色光合成光学系は、 xz 平面に対しては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す色光合成面を有し、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されている、
投写型表示装置。

【請求項 16】

40
画像を投写して表示する投写型表示装置であって、
請求項 10 ないし請求項 11 のいずれかに記載の照明光学系と、
入射光を、与えられた画像信号に応じて画像を形成するための光に変換するとともに反射して射出する反射型電気光学装置と、
前記反射型電気光学装置から射出された光を投写する投写光学系と、
前記照明光学系から射出されて入射する直線偏光光を前記反射型電気光学装置の方に射出するとともに、前記反射型電気光学装置から射出されて入射する前記直線偏光光に垂直な偏光方向を有する直線偏光光を、前記投写光学系の方に射出する偏光分離光学素子と、を

10

20

30

40

50

備える、
投写型表示装置。

【請求項 17】

請求項 16 の投写型表示装置であって、
互いに直交する 3 つの方向軸を x , y , z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記偏光分離光学素子は、 xz 平面に対しては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す偏光分離面を有し、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 x 方向に等しくなるように配置されている、
投写型表示装置。

10

【請求項 18】

画像を投写して表示する投写型表示装置であって、
請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載の照明光学系と、
複数の色光にそれぞれ対応する複数の部分画素をそれぞれ含む複数の画素と、各画素に対応した微小集光要素を複数備えて構成される集光光学系とを有し、与えられた画像情報に応じて各画素を通過する光を各画素を形成するための光に変換する電気光学装置と、
前記照明光学系からの射出光を複数の色光に分離するとともに、前記複数の色光をそれぞれ対応する前記複数の部分画素に入射するように、互いに異なった方向に射出する色光分離光学系と、
前記電気光学装置から射出された各画素を形成するための光を投写する投写光学系と、を備える、
投写型表示装置。

20

【請求項 19】

請求項 18 記載の投写型表示装置であって、
互いに直交する 3 つの方向軸を x , y , z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記色光分離光学系は、複数の色を選択的に分離する複数の色光分離面を有し、
複数の色光分離面は、 xz 平面に対してはすべて略垂直に配置され、 yz 平面に対しては、それぞれ異なった所定角度で配置され、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されている、
投写型表示装置。

30

【請求項 20】

請求項 18 記載の投写型表示装置であって、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が前記 1 画素に含まれる複数の部分画素の配列方向に垂直な方向にほぼ等しくなるように配置されている、
投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源の射出光を複数の部分光線束に分割し、偏光方向がほぼ揃った 1 種類の偏光光線束に変換した後に、同一の照明領域上でほぼ重畳させる照明光学系に関するものである。また、本発明は、この照明光学系を用いて均一で明るい画像を表示可能な投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

投写型表示装置では、「ライトバルブ」と呼ばれる電気光学装置に照射された照明光を、表示させたい画像情報に応じて変調し、この変調光をスクリーン上に投写して画像表示を

50

実現している。この電気光学装置としては、通常、液晶パネル（液晶ライトバルブ）が用いられている。ところで、投写型表示装置によって表示される画像は均一で明るいことが好ましく、これに組み込まれた照明装置（照明光学系）から射出された照明光の利用効率が高いことが望ましい。従来より、照明領域としての液晶ライトバルブを均一に照明する光学系としてインテグレート光学系が知られている。また、一種類の直線偏光光のみを変調するタイプの液晶ライトバルブを用いた投写型表示装置においては、光の利用効率を高めるために、光源から射出された非偏光な光を一種類の直線偏光光に変換する偏光変換光学系が用いられている。

【0003】

図24は、従来の照明光学系を示す概略構成図である。この照明光学系は、光源4120と、第1のレンズアレイ4130と、第2のレンズアレイ4140と、偏光変換光学系4150と、重畳レンズ4160とを備えている。2つのレンズアレイ4130と、4140と、重畳レンズ4160とは、インテグレート光学系を構成している。

10

【0004】

第1のレンズアレイ4130は、複数の小レンズ4132を有している。第2のレンズアレイ4140は、第1のレンズアレイ4130の複数の小レンズ4132に対応するように複数の小レンズ4142を有している。

【0005】

偏光変換光学系4150は、互いに平行な偏光分離膜4152と反射膜4154とがx軸方向に沿って複数組配列されている。これらの偏光分離膜4152および反射膜4154は、z軸方向から見てx軸方向に反時計周りに一定の傾きを有している。各偏光分離膜4152の射出側には、それぞれ / 2位相差板4156が設けられている。

20

【0006】

光源4120から射出された略平行な光は、第1のレンズアレイ4130の複数の小レンズ4132によって複数の部分光線束に分割される。分割された複数の部分光線束は、第1のレンズアレイ4130の小レンズ4132および第2のレンズアレイ4140の小レンズ4142の集光作用によって、偏光変換光学系4150の偏光分離膜4152の近傍にそれぞれ集光される。偏光分離膜4152近傍に集光された光のうち、一方の直線偏光成分（例えば、p偏光光）は偏光分離膜4152をほとんど透過し、他方の直線偏光成分（例えば、s偏光光）は偏光分離膜4152でほとんど反射される。偏光分離膜4152を反射した他方の直線偏光成分は、反射膜4154で反射し、重畳レンズ4160に入射する。一方、偏光分離膜4152を透過した一方の直線偏光成分は、 / 2位相差板4156に入射して他方の直線偏光成分と同じ偏光方向の直線偏光光に変換されて、重畳レンズ4160に入射する。従って、重畳レンズ4160に入射した複数の部分光線束は、ほとんど一種類の直線偏光光に変換されているとともに、それぞれ照明領域4180でほぼ重畳される。これにより、照明領域4180を、ほぼ一種類の直線偏光光でほぼ均一に照明することができる。

30

【0007】

上記従来の照明光学系では、第1のレンズアレイ4130で分割された部分光線束は偏光分離膜4152の近傍で集光するように入射しており、この結果、偏光分離膜4152に入射する部分光線束のそれぞれは空間的に分離されている。反射膜4154は、部分光線束の存在しない位置に配置されており、偏光分離膜4152を反射した直線偏光成分を反射する。このように、光源から射出された非偏光な光は、偏光分離膜4152と反射膜4154とによって2種類の直線偏光光に分離されている。

40

【0008】

偏光分離膜4152近傍に集光される各部分光線束は、光源4120の射出光が理想的な平行光であれば、ほぼ1点に集光される。しかし、実際の光源は点光源ではないため光源4120の射出光は完全な平行光とはならず、各部分光線束は、ある程度広がりを持つ集光像を形成する。偏光分離膜4152および反射膜4154のx軸方向に沿った幅は、この集光像を形成する光のほとんどが有効に偏光分離膜4152に入射するように設定さ

50

れている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

投写型表示装置において、より明るい画像を得るためには、光源ランプの光出力を大きくすることが効果的である。光源を構成する光源ランプとしては、メタルハライドランプや高圧水銀ランプなどが用いられるが、光源の光出力を大きくするためには、アーク長の長い光源ランプを用いることが好ましい。しかし、アーク長の長い光源ランプを用いた光源からの射出光の平行性は、アーク長の短い光源ランプを用いた光源からの射出光の平行性よりも悪いのが一般的である。従って、アーク長の短い光源ランプを用いて構成された照明光学系の光源ランプをアーク長の長い光源ランプに単純に置き代えたとしても、光の平行性の悪化に伴って偏光分離膜4152に入射する光の割合が低下し、偏光分離の効率が低下することになる。このため、光源の光出力を増加させても、照明領域を有効に照明する照明光の光出力があまり増加しないという問題が発生する。

10

【0010】

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、インテグレート光学系や偏光変換光学系を含む照明光学系において、従来よりも大きな光出力を有する光源ランプを用いても、照明光学系における光の利用効率を低下させることなく、照明光の出力を増大させることができる技術を提供することを目的とする。また、投写型表示装置において、均一でより明るい投写画像を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の照明光学系は、
 所定の光学装置の光入射面を照明領域として照明する照明光学系であって、
 非偏光な光を射出する光源と、
 光源から射出された光線束の大きさを変更する変倍リレー光学系と、
 入射する光線束を前記照明領域上に照射させる重畳光学系と、
 前記変倍リレー光学系の入射面から前記重畳光学系の射出面までの間の光路上のいずれかの位置に設けられ、入射する非偏光な光線束を、偏光方向の揃った一種類の直線偏光成分を有する光線束に変換して射出する偏光変換光学系と、を備え、
前記変倍リレー光学系は、
複数の第1の小レンズを有する第1のレンズアレイと、
前記第1のレンズアレイの光射出面側に配置され、複数のリレーレンズを有するリレー
レンズアレイと、
前記リレーレンズアレイの光射出面側に配置され、複数の第2の小レンズを有する第2
のレンズアレイと、を備え、
前記第1のレンズアレイと前記第2のレンズアレイが、前記リレーレンズアレイの共役
点に配置されており、
前記偏光変換光学系に入射する光線束は、前記変倍リレー光学系によって複数の部分光
線束に分割されており、
前記偏光変換光学系に入射する前記複数の部分光線束の所定の方向の大きさは、前記変倍
リレー光学系によって縮小されることを特徴とする。

20

30

40

【0012】

本発明の照明光学系は、偏光変換光学系に入射する複数の部分光線束の所定の方向の大きさを、変倍リレー光学系によって縮小することができるので、偏光変換光学系への光の入射効率を向上させることができる。従って、照明領域を偏光方向の揃ったほぼ1種類の偏光光によって、明るく、均一に照明することができる。一般的に、光源ランプにおける光出力とアーク長は比例し、また、アーク長が長くなるほど光源ランプから射出される光の平行性は悪化するため、光出力の大きな光源ランプを使用した場合には偏光変換光学系への光の入射効率が低下するが、本発明の構成によれば、従来よりも大きな光出力を有する光源ランプを用いても、照明光学系における光の利用効率を低下させることなく、偏光方

50

向の揃った照明光の出力を増大させることができる。ここで、光線束における所定の方向とは、光線の進行方向に対してほぼ直交する2方向、あるいは、1方向のことを意味する。従って、球面レンズのように2方向に曲率を有する集光素子を用いて変倍リレー光学系を構成した場合には、光線束の断面の大きさは相似的に縮小され、また、シリンドリカルレンズのように1方向にのみ曲率を有する集光素子を用いて変倍リレー光学系を構成した場合には、光線束の断面の大きさは1方向にのみ縮小される。また、上記のような構成とすれば、変倍リレー光学系はアレイ化された複数のレンズによって構成されているので、偏光変換光学系への光の入射効率をより向上させることができる。

【0013】

上記照明光学系において、

__前記偏光変換光学系は、

前記所定の方向に沿って傾いた状態で配列された互いに平行な偏光分離膜と反射膜とを複数組有し、前記入射する非偏光な複数の部分光線束をそれぞれ2種類の直線偏光光に分離する偏光分離アレイと、

前記偏光分離アレイによって得られた2種類の直線偏光光のうち、一方の直線偏光光の偏光方向を他方の直線偏光光の偏光方向と同じとなるように変換する偏光変換光学素子と、を備えるようにしてもよい。

【0014】

__偏光分離アレイにおける光の入射効率の向上に着目すれば、上述したように、シリンドリカルレンズのように1方向にのみ曲率を有する集光素子を用いて構成した変倍リレー光学系を使用することができる。

【0015】

ここで、前記重畳光学系は、

前記重畳光学系に入射した前記複数の部分光線束が入射する複数の第3の小レンズを有する第3のレンズアレイと、

前記複数の第3の小レンズに対応する複数の第4の小レンズを有する第4のレンズアレイと、

前記第3のレンズアレイおよび前記第4のレンズアレイから射出される複数の部分光線束を前記照明領域上で重畳させる重畳レンズと、を備えるようにすることができる。

【0016】

重畳光学系を上記のような構成とすれば、偏光変換光学系から射出された光のほとんど全てを照明領域に導くことができるため、照明光学系における光の利用効率を向上させることができると共に、照明領域をより均一に照明することができる。

【0017】

あるいは、前記重畳光学系は、

前記複数の部分光線束を前記照明領域上でほぼ重畳させる複数の第3の小レンズを有する第3のレンズアレイと、

前記複数の第3の小レンズに対応する複数の第4の小レンズを有する第4のレンズアレイと、を備えるようにすることもできる。

【0018】

この場合には、第3のレンズアレイと第4のレンズアレイ及び重畳レンズとで構成された重畳光学系に比べて、照明領域に入射する照明光の入射角を小さくすることができる。これにより、光学特性が光の入射角に対して依存性を有するような光学系や光学素子を照明領域に配置した場合、その光学系や光学素子における光の利用効率をより向上させることができる。また、照明光学系の簡略化と低コスト化が可能である。

【0019】

前記偏光変換光学系を、前記変倍リレー光学系と前記重畳光学系との間に配置することができる。また、前記偏光変換光学系を、前記変倍リレー光学系のリレーレンズアレイと第2のレンズアレイとの間に配置することができる。あるいは、前記偏光変換光学系を、前記第3のレンズアレイと第4のレンズアレイとの間に配置することもできる。

10

20

30

40

50

【0020】

偏光変換光学系をいずれの位置に配置しても、上記のように偏光変換光学系に入射する光の効率を向上させることができる。ただし、偏光変換光学系が、リレーレンズアレイと第2のレンズアレイとの間、あるいは、第3のレンズアレイと第4のレンズアレイとの間に配置されているほうが、変倍リレー光学系と重畳光学系との間に配置されている場合に比べて、偏光変換光学系の偏光分離膜に入射する光の効率をより向上させることができる。

【0021】

なお、上記のように、前記偏光変換光学系が、前記変倍リレー光学系のリレーレンズアレイと第2のレンズアレイとの間、または、前記変倍リレー光学系のリレーレンズアレイと第2のレンズアレイとの間に配置されている場合には、前記第2のレンズアレイと前記第3のレンズアレイとは、光学的に一体化されていてもよい。

10

【0022】

「光学的に一体化する」とは、複数の光学要素を接着剤で貼り合わせたり、複数の光学要素の各機能を併せ持つ1つの光学要素を一体形成することをいう。この場合には、変倍リレー光学系の第2のレンズアレイの機能と重畳光学系の第3のレンズアレイの機能をどちらかのレンズアレイに集約し、他方のレンズアレイを省略することができる。複数の光学要素(第2のレンズアレイおよび第3のレンズアレイ)を光学的に一体化すれば、各光学要素の界面において発生する光損失を低減し、光の利用効率を高めることができる。また、光学系の簡略化と低コスト化が可能である。

【0023】

上記照明光学系において、前記第1のレンズアレイの前記複数の第1の小レンズは、前記偏光変換光学系に入射する複数の部分光線束が少なくとも前記所定の方向に垂直な方向で互いに隣接するように、それぞれ前記所定の方向に垂直な方向にそれぞれ異なった光軸位置を有するようにしてもよい。ここで、所定の方向とは、偏光変換光学系において複数組の偏光分離膜と反射膜とが交互に配列される方向を意味する。

20

【0024】

このようにすれば、照明領域に入射する照明光入射角を小さくすることができるので、照明領域に光学系や光学素子を配置した場合、その光学系や光学素子における光の利用効率をより向上させることができる。また、偏光変換光学系から照明領域までの光路上にある光学系を小型化することができる。

30

【0025】

この場合において、前記所定の方向に沿って並ぶ複数の部分光線束の前記変倍リレー光学系における縮小率は、各部分光線束の並び位置に応じて異なっているようにしてもよい。

【0026】

このようにすれば、照明領域に入射する照明光の入射角をさらに小さくすることができるので、光学特性が光の入射角に対して依存性を有するような光学系や光学素子を照明領域に配置した場合、その光学系や光学素子における光の利用効率をより向上させることができる。

【0027】

なお、上記照明光学系の各場合において、前記リレーレンズは、少なくとも2枚のレンズで構成された複合レンズとすることができる。

40

【0028】

リレーレンズを複合レンズとすれば、単レンズの場合に発生しやすいレンズの球面収差、非点収差や色収差などを補正することができる。

【0029】

本発明の第1の投写型表示装置は、上記いずれかの照明光学系と、前記照明光学系からの入射光を、画像信号に応じて画像を形成するための光に変換して射

50

出する電気光学装置と、
前記電気光学装置から射出された光を投写する投写光学系と、を備えることを特徴とする。

【0030】

本発明の第1の投写型表示装置は、本発明の照明光学系を用いているので、従来よりも大きな光出力を有する光源ランプを用いても、照明光学系における光の利用効率を低下させることなく、照明光の出力を増大させることができる。これにより、均一でより明るい投写画像を得ることができる。本発明の第1の投写型表示装置としては、例えば、モノクロ表示の液晶パネルと時分割方式で特定の色光を発生できるカラーフィルターなどを組み合わせて構成した色順次表示方式の装置を想定することができる。

10

【0031】

上記投写型表示装置において、
前記照明光学系からの射出光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、
前記色光分離光学系で分離された各色光が別々に入射する複数の前記電気光学装置と、
前記複数の電気光学装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、
前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写するようにしてもよい。

【0032】

こうすれば、均一でより明るいカラー投写画像を得ることができる。

【0033】

ここで、互いに直交する3つの方向軸を x 、 y 、 z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記色光分離光学系は、 xz 平面にたいしては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す色光分離面を有し、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されていることが好ましい。

20

【0034】

このような構成とすれば、偏光変換光学系において複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される所定の方向（以下、偏光分離方向と呼ぶ）が、色光分離光学系の色光分離面における色光分離方向と直交する方向と一致するので、色光分離面に入射する光の入射角の変化範囲を狭くすることができる。色光分離面の色光分離特性は入射する光に対して入射角依存性を有するため、入射角の変化範囲を狭くすることによって、色光分離光学系から射出される各色光の色ずれを低減することができる。これにより、明るさが均一で明るさむらや色むらのない投写画像を得ることができる。

30

【0035】

また、互いに直交する3つの方向軸を x 、 y 、 z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
前記色光合成光学系は、 xz 平面に対しては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す色光合成面を有し、
前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されていることも好ましい。

40

【0036】

このような構成とすれば、偏光変換光学系における偏光分離方向が色光合成光学系の色光合成面における色光合成方向と直交する方向と一致するので、色光合成面に入射する光の入射角の変化範囲を狭くすることができる。色光合成面の色光合成特性は入射する光に対して入射角依存性を有するため、入射角の変化範囲を狭くすることによって、色光合成面から射出される合成光の色ずれを低減することができる。これにより、明るさが均一で明るさむらや色むらのない投写画像を得ることができる。

【0037】

本発明の第2の投写型表示装置は、

50

上記いずれかの照明光学系と、
 入射光を、与えられた画像信号に応じて画像を形成するための光に変換するとともに反射して射出する反射型電気光学装置と、
 前記反射型電気光学装置から射出された光を投写する投写光学系と、
 前記照明光学系から射出されて入射する直線偏光光を前記反射型電気光学装置の方に射出するとともに、前記反射型電気光学装置から射出されて入射する前記直線偏光に垂直な偏光方向を有する直線偏光光を射出する偏光分離光学素子と、を備えることを特徴とする。

【0038】

本発明の第2の投写型表示装置も、本発明の照明光学系を用いているので、従来よりも大きな光出力を有する光源ランプを用いても、照明光学系の光の利用効率を低下させることなく、照明光の出力を増大させることができる。これにより、より明るく、明るさが均一で明るさむらや色むらのない投写画像を得ることができる。

10

【0039】

ここで、互いに直交する3つの方向軸を x 、 y 、 z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
 前記偏光分離光学素子は、 xz 平面に対しては略垂直に、 yz 平面に対しては所定角度を成す偏光分離面を有し、
 前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 x 方向に等しくなるように配置されていることが好ましい。

【0040】

20

z 方向に対して yz 平面内で傾きを有する直線偏光光が偏光分離面に入射すると、偏光軸の回転現象により反射型電気光学装置で利用される光の利用効率が低下する。上記構成によれば、偏光分離面に入射する光の入射角の変化範囲を xz 平面よりも yz 平面においてより狭くすることができるため、偏光軸の回転現象を低減することができる。これにより、より明るくコントラストの高い投写画像を得ることができる。

【0041】

本発明の第3の投写型表示装置は、
 上記いずれかの照明光学系と、
 複数の色光にそれぞれ対応する複数の部分画素をそれぞれ含む複数の画素と、各画素に対応した微小集光要素を複数備えて構成される集光光学系とを有し、与えられた画像情報に応じて各画素を通過する光を各画素を形成するための光に変換する電気光学装置と、
 前記照明光学系からの射出光を複数の色光に分離するとともに、前記複数の色光をそれぞれ対応する前記複数の部分画素に入射するように、互いに異なった方向に色光を射出する色光分離光学系と、
 前記電気光学装置から射出された各画素を形成するための光を投写する投写光学系と、を備えることを特徴とする。

30

【0042】

本発明の第3の投写型表示装置も、本発明の照明光学系を用いているので、従来よりも大きな光出力を有する光源ランプを用いても、照明光学系の光の利用効率を低下させることなく、照明光の出力を増大させることができる。これにより、より明るく、明るさが均一で明るさむらや色むらのない投写画像を得ることができる。

40

【0043】

ここで、互いに直交する3つの方向軸を x 、 y 、 z とし、前記照明光学系からの射出光の光軸と平行な方向を z 方向としたとき、
 前記色光分離光学系は、複数の色を選択的に分離する複数の色光分離面を有し、
 複数の色光分離面は、 xz 平面に対してはすべて略垂直に配置され、 yz 平面に対しては、それぞれ異なった所定角度で配置され、
 前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が略 y 方向に等しくなるように配置されていることが好ましい。

【0044】

50

このような構成とすれば、偏光変換光学系における偏光分離方向が色光分離光学系の色光分離面における色光分離方向と直交する方向と一致するので、色光分離面に入射する光の入射角の変化範囲を狭くすることができる。色光分離面の色光分離特性は入射する光に対して入射角依存性を有するため、入射角の変化範囲を狭くすることによって、色光分離光学系から射出される各色光の色ずれを低減することができる。これにより、明るさが均一で明るさむらや色むらのない投写画像を得ることができる。

【0045】

また、前記照明光学系は、複数組の偏光分離膜と反射膜とが配列される前記所定の方向が前記1画素に含まれる複数の部分画素の配列方向に垂直な方向にほぼ等しくなるように配置されていることが好ましい。

10

【0046】

このようにすれば、偏光変換光学系における偏光分離方向の光が1画素に含まれる複数の部分画素の配列方向に垂直な方向に対応するので、各部分画素に対応しない色光が入射して混色が発生するのを低減することができる。

【0047】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の各実施例を説明する。尚、以下の各実施例においては、特に断りのない限り、光の進行方向をz軸方向（光軸と平行な方向）とし、光の進行方向に向かって12時の方向をy軸方向（縦方向）とし、3時の方向をx軸方向（横方向）とする。

20

【0048】

A. 第1実施例：

図1は、本発明の第1実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系100は、光源20と、変倍リレー光学系30と、偏光変換光学系40と、重畳光学系50と、を備えている。変倍リレー光学系30は、その中心光軸が光源20の光軸（光源光軸）20LCにほぼ一致するように配置されている。偏光変換光学系40と重畳光学系50は、それぞれの中心光軸が照明領域80の中心を通るシステム光軸100LCに一致するように順に配置されている。光源光軸20LCはシステム光軸100LCから-x軸方向に所定のずれ量Dpだけほぼ平行にずれている。このずれ量Dpについては後述する。重畳光学系50は、照明領域80をほぼ均一に照明するためのインテグ

30

【0049】

光源20は、放射状の光線を射出する放射光源としての光源ランプ22と、光源ランプ22から射出された放射光をほぼ平行な光線束として射出する凹面鏡24とを有している。光源ランプ22としては、通常、メタルハライドランプや高圧水銀灯などが用いられる。凹面鏡24としては、放物面鏡を用いることが好ましい。なお、放物面鏡に代えて、楕円面鏡や球面鏡なども用いることができる。

【0050】

変倍リレー光学系30は、第1のレンズアレイ32と、第2のレンズアレイ34と、リレーレンズアレイ36とを備えている。図2は、第1のレンズアレイ32の外観を示す斜視図である。第1のレンズアレイ32は、略矩形形状の輪郭を有する平凸状の第1の小レンズ32aがM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。なお、図2は、M=5, N=4の例を示している。各第1の小レンズ32aをz方向から見た外形形状は、本例のように矩形形状に限定されないが、空間的に隙間なく小レンズを配置できる形状であることが望ましい。なお、後述するように、第1の小レンズを通過した光束は、その輪郭形状が変倍リレー光学系30によって相似的に縮小された状態で、第3のレンズアレイ52を構成する第3の小レンズ52aに入射すること、また、通常、照明領域80における実際に光を照射する領域の形状とほぼ相似形をなすように、第3の小レンズ52aの外形形状を設定することが望ましいことなどから、第1のレンズアレイ32を構成する第1の小レンズの外形形状も照明領域80の形状と相似形になるように設定しても良い。例えば

40

50

、照明領域として液晶パネルを想定し、画像の形成領域のアスペクト比（横と縦の寸法の比率）が4：3であるならば、第1の小レンズ32aのアスペクト比も4：3に設定される。

【0051】

図1に示す第2のレンズアレイ34は、第1のレンズアレイ32の第1の各小レンズ32aに対応するように、平凸状の第2の小レンズ34aがM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。第2の小レンズ34aは第1の小レンズ32aよりも小さく、各第2の小レンズ34a同士は平板部34bによって連結されて、空間的に分離された位置に配置されている。なお、各第2の小レンズ34aは、必ずしも平板部34bによって連結されている必要はない。また、第2のレンズアレイ34は、第1の小レンズ32aと同じ外形形状を有する（但し、レンズの光学特性は異なる。）第2の小レンズ34aを敷き詰めて配列することによって構成してもよい。

10

【0052】

リレーレンズアレイ36は、複数の第1の小レンズ32aと第2の小レンズ34aに対応するように両凸状のリレーレンズ36aがM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。

【0053】

図3は、一組の第1の小レンズ32aと第2の小レンズ34aとリレーレンズ36aとを拡大して示す説明図である。一組の第1の小レンズ32aと第2の小レンズ34aは、リレーレンズ36aの共役点に配置されている。すなわち、リレーレンズ36aの焦点距離 f_r は $(L_1 \cdot L_2 / (L_1 + L_2))$ に設定されている。なお、 L_1 は第1の小レンズ32aとリレーレンズアレイ36との間の距離を示し、 L_2 はリレーレンズ36aと第2の小レンズ34aとの間の距離を示している。また、第1の小レンズ32aの焦点距離 f_1 は距離 L_1 に等しく設定され、第2の小レンズ34aの焦点距離 f_2 は距離 L_2 に等しく設定されている。

20

【0054】

第1の小レンズ32aの入射面における幅 D_1 の光線束（部分光線束）は、第1の小レンズ32aの集光作用により、リレーレンズ36a内に集光像を形成する。この集光像から射出される光線束は、リレーレンズ36aの集光作用により第2の小レンズ34aに入射する。第2の小レンズ34aは、幅 D_2 の光線束を射出する。この幅 D_2 は、 $(D_1 \cdot L_2 / L_1)$ にほぼ等しい。すなわち、変倍リレー光学系30は、第1の小レンズ32aに入射する光線束の幅 D_1 を距離 L_1 に対する距離 L_2 の比、すなわち縮小率 (L_2 / L_1) で縮小する機能を有している。例えば、 L_2 を L_1 の $1/2$ に設定すると、変倍リレー光学系30は、第2の小レンズ34aから射出される光線束の幅 D_2 を、第1の小レンズ32aに入射する光線束の幅 D_1 の $1/2$ にほぼ等しくすることができる。以下では、第1のレンズアレイ32で分割された直後の複数の光線束のそれぞれを単純に部分光線束または第1の部分光線束と呼び、変倍リレー光学系30から射出される複数の光線束のそれぞれを縮小部分光線束または第2の部分光線束と呼ぶことがある。

30

【0055】

なお、光源20からの射出光が光源光軸20LCに平行な理想的な平行光であれば、リレーレンズアレイ36は必ずしも必要ではない。しかし、光源20からの射出光には光源光軸20LCに平行でない光も存在する。このため、第1の小レンズ32aと第2の小レンズ34aを並べただけでは、第1の小レンズ32aから射出した光のうち第2の小レンズ34aに入射できない光が発生する場合があります。変倍リレー光学系30における光の利用効率は低下することになる。第1の小レンズ32aおよび第2の小レンズ34aの共通の焦点位置にリレーレンズ36aを配置すれば、上記の光源光軸20LCに平行でない光をリレーレンズ36aの屈折力によって第2の小レンズ34aに導くことができるので、光の利用効率を向上させることができる。

40

【0056】

図4は、偏光変換光学系40の構成を示す説明図である。図4(A)は偏光変換光学系4

50

0の斜視図であり、図4(B)はその一部を拡大して示す平面図である。偏光変換光学系40は、遮光板42と、偏光ビームスプリッタアレイ44と、選択位相差板46とを備えている。偏光ビームスプリッタアレイ44は、それぞれ断面が平行四辺形の柱状の複数の透光性板材44aが、交互に貼り合わされた形状を有している。透光性板材44aの界面には、偏光分離膜44bと反射膜44cとが交互に形成されている。なお、この偏光ビームスプリッタアレイ44は、偏光分離膜44bと反射膜44cが交互に配置されるように、これらの膜が形成された複数枚の板ガラスを貼り合わせて、所定の角度で斜めに切断することによって作製することができる。偏光分離膜44bは誘電体多層膜で、また、反射膜44cは誘電体多層膜あるいはアルミニウム膜で形成することができる。

【0057】

遮光板42は、図4(A)に示すように、複数の遮光面42aと複数の開口面42bとがストライプ状に配列して構成されたものである。遮光板42の遮光面42aに入射した光は遮られ、開口面42bに入射した光は遮光板42をそのまま通過する。従って、遮光板42は、遮光板42上の位置に応じて透過する光を制御する機能を有しており、遮光面42aと開口面42bの配列の仕方は、第2のレンズアレイ34から射出された縮小部分光線束が偏光ビームスプリッタアレイ44の偏光分離膜44bにのみ入射し、反射膜44cには入射しないように設定されている。すなわち、図4(B)に示すように、遮光板42のそれぞれの開口面42bの中心と偏光ビームスプリッタアレイ44の偏光分離膜44bの中心がほぼ一致するように配置され、また、開口面42bの開口横幅(X方向の開口幅)は偏光分離膜44bのx方向の幅 W_p にほぼ等しい大きさに設定されている。その結果、偏光分離膜44bを経ずして反射膜44cに直接入射する部分光線束は、予め遮光板42の遮光面42aで遮られるためほとんど存在せず、遮光板42の開口面42bを通過した光線束はそのほとんど全てが偏光分離膜44bのみに入射することになる。遮光板42としては、本例のように平板状の透明体(例えばガラス板)に遮光性の膜(例えばクロム膜、アルミニウム膜、及び、誘電体多層膜)を部分的に形成したものや、或いは、例えばアルミニウム板のような遮光性の平板に開口部を設けたもの等を使用できる。

【0058】

なお、第2のレンズアレイ34から射出された略平行な第2の部分光線束(縮小部分光線束)の幅は、変倍リレー光学系30によって、遮光板42の開口面42bのx軸方向に沿った幅 W_p 以下となるように設定される。これにより、第2のレンズアレイ34から射出された光線束のほとんどすべてが遮光板42の開口面42bを通過する。

【0059】

遮光板42の開口面42bを通過した非偏光な光線束(図4(B)に、実線で示す)は、偏光ビームスプリッタアレイ44の偏光分離膜44bに入射し、2種類の直線偏光光(s偏光光とp偏光光と)に分離される(図4(B)に、一点鎖線で示す)。p偏光光のほとんどは、偏光分離膜44bをそのまま透過する。一方、s偏光光のほとんどは、偏光分離膜44bで反射され、さらに反射膜44cで反射されて、偏光分離膜44bをそのまま通過したp偏光光とほぼ平行な状態で、x軸方向に距離 W_p だけ平行移動されて射出される。選択位相差板46の偏光分離膜44bを通過する光の射出面部分には、 $\lambda/2$ 位相差層46aが形成されており、反射膜44cで反射された光の射出面部分には、 $\lambda/2$ 位相差層は形成されておらず、開口層46bとなっている。従って、偏光分離膜44bを透過したp偏光光は、 $\lambda/2$ 位相差層46aによってs偏光光に変換されて選択位相差板46から射出される。一方、反射膜44cで反射されたs偏光光は、開口層46bの通過に際して偏光状態が全く変化しないため、s偏光光のまま選択位相差板46から射出される。この結果、偏光変換光学系40に入射した非偏光な光のほとんどがs偏光光に変換されて射出される。もちろん反射膜44cで反射される光の射出面部分だけに選択位相差板46の $\lambda/2$ 位相差層46aを形成することにより、ほとんどの光束をp偏光光に変換して射出することもできる。また、偏光分離膜44bは、s偏光光をほとんど透過し、p偏光光をほとんど反射するものでよい。以上の説明からわかるように、選択位相差板46が本発明の偏光変換光学素子に相当する。

10

20

30

40

50

【0060】

なお、非偏光な光が偏光分離膜44bではなく、反射膜44cに直接入射するとすると、偏光変換光学系40からは、所望のs偏光光ではなくp偏光光が射出されることになる。上述したように、本実施例では、変倍リレー光学系30から射出した複数の縮小部分光線束は、ほとんどが偏光分離膜44bに入射するように調整されている。また、遮光板42によって反射膜44cに光が入射するのを防止している。従って、反射膜44cに非偏光な光が入射して、偏光変換光学系40から望ましくない直線偏光光(本例の場合にはp偏光光)が射出されるのを防止することができる。

【0061】

ところで、図4(B)から解るように、偏光変換光学系40から射出する2つのs偏光光の中心(2つのs偏光光の中央)は、入射する非偏光な光(s偏光光+p偏光光)の中心よりもx方向にずれている。このずれ量は、 $\lambda/2$ 位相差層46aの幅 W_p (すなわち偏光分離膜44bのx軸方向に沿った幅)の半分に等しい。このため、図1に示すように、光源20の光軸20LCは、偏光変換光学系40のシステム光軸100LCから、 $W_p/2$ に等しい距離 D_p だけずれた位置に設定されている。

10

【0062】

上述のように第2のレンズアレイ34(図1)から射出された複数の第2の部分光線束(縮小部分光線束)は、偏光変換光学系40において第2の部分光線束の2倍の数に相当する第3の部分光線束に変換されて射出される。偏光変換光学系40を通過することによって部分光線束の数は2倍に増えることから、第1のレンズアレイ32を構成する第1の小レンズ32aの外形状が長方形であり、なおかつ、変倍リレー光学系30における縮小率(L_2/L_1)が $1/2$ よりも大きい場合には、光学系を小型化できるという点で、第1のレンズアレイ32を構成する第1の小レンズ32aの長手方向と偏光変換光学系40における偏光分離方向とを一致させることが望ましい。

20

【0063】

図1の重畳光学系50は、第3のレンズアレイ52と、第4のレンズアレイ54と、重畳レンズ56とを備えている。第3のレンズアレイ52は、第2のレンズアレイ34の第2の小レンズ34aとほぼ同じ第3の小レンズ52aが、偏光変換光学系40から射出される複数の第3の部分光線束の光路上に配列されている。すなわち、第3のレンズアレイ52は、第3の小レンズ52aがy軸方向には、第2の小レンズに対応するように配列され、x軸方向には、偏光変換光学系40の選択位相差板46の $\lambda/2$ 位相差層46aと開口層46bの配列に対応するように配置されている。第4のレンズアレイ54は、第3のレンズアレイ52とほぼ同様な構成を有している。ここで、各第3の小レンズ52aをz方向から見た外形状は、照明領域80における実際に光を照射する領域の形状とほぼ相似形をなすように設定される。例えば、照明領域として液晶パネルを想定し、画像の形成領域のアスペクト比(横と縦の寸法の比率)が4:3であるならば、第3の小レンズ52aのアスペクト比も4:3に設定される。

30

【0064】

偏光変換光学系40から射出された複数の第3の部分光線束は、第3のレンズアレイ52の各第3の小レンズ52aの集光作用によって第4のレンズアレイ54の各第4の小レンズ54aの近傍に集光される。第4のレンズアレイ54は、射出する光線束の中心軸が重畳レンズ56の入射面に垂直に入射するように揃える機能を有している。重畳レンズ56は、入射した複数の部分光束のそれぞれを照明領域80上でほぼ重畳する。

40

【0065】

照明光学系100の機能をまとめると、光源20から射出された略平行な光線束は、変倍リレー光学系30によって複数の第1の部分光線束に分割されるとともに、各第1の部分光線束の幅が偏光変換光学系40の遮光板42を通過可能な幅、すなわち、遮光板42の開口面42bのx軸方向の幅以下に調整される。変倍リレー光学系30から射出された各第2の部分光線束(縮小部分光線束)は、偏光変換光学系40により非偏光な光からほぼ偏光方向の揃った直線偏光光に変換される。ここで、偏光ビームスプリッタアレイ44の

50

入射側には遮光板 4 2 を備えているので、偏光分離膜 4 4 b にだけ第 2 の部分光線束が入射する。従って、反射膜 4 4 c を経て偏光分離膜 4 4 b に入射する光はほとんどなく、偏光変換光学系 4 0 から射出される直線偏光光の種類はほぼ 1 種類に限定される。偏光変換光学系 4 0 から射出される複数の第 3 の部分光線束は、第 3 のレンズアレイ 5 2 によって第 4 のレンズアレイ 5 4 の近傍で集光される。第 4 のレンズアレイ 5 4 の近傍に集光された各第 3 の部分光線束は、第 4 のレンズアレイ 5 4 の集光作用によって各部分光線束の中心軸が重畳レンズ 5 6 の入射面にほぼ垂直となった状態で重畳レンズ 5 6 に入射する。従って、重畳レンズ 5 6 から射出する各部分光線束は照明領域 8 0 上のほぼ同じ位置で重畳される。この結果、照明領域 8 0 は、ほとんど 1 種類の直線偏光光でほぼ均一に照明されることになる。

10

【 0 0 6 6 】

以上説明したように、第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 によれば、変倍リレー光学系 3 0 によって、光源 2 0 から射出された略平行な光線束を複数の第 1 の部分光線束に分割するとともに、各第 1 の部分光線束を空間的に分離して光線束の大きさを縮小することができるので、光源 2 0 から射出された略平行な光線束を偏光変換光学系 4 0 を構成する偏光ビームスプリッタアレイ 4 4 の偏光分離膜 4 4 b にほとんど入射させることができる。これにより、偏光変換効率の高い照明光学系を実現することができる。また、従来例で説明したような光出力の大きな光源ランプを用いた場合においては、光出力の大きな偏光照明光学系を実現することができる。

【 0 0 6 7 】

なお、図 1 の照明光学系 1 0 0 において、第 2 のレンズアレイ 3 4 と偏光変換光学系 4 0 と第 3 のレンズアレイ 5 2 とは、それぞれを含む変倍リレー光学系 3 0 と偏光変換光学系 4 0 と重畳光学系 5 0 の各機能をわかりやすく示すために分離して示しているが、第 2 のレンズアレイ 3 4 と偏光変換光学系 4 0 とを、さらには、第 3 のレンズアレイ 5 2 の向きを逆方向に変えることによって第 3 のレンズアレイ 5 2 をも含めて、それらを光学接着剤で貼り合わせて一体化するようにしてもよい。また、組み立て治具を用いて一体形成するようにしてもよい。第 2 のレンズアレイ 3 4 と偏光変換光学系 4 0 と第 3 のレンズアレイ 5 2 とを一体形成すれば、各光学要素の界面において発生する光損失を低減でき、光利用効率を一層高めることが可能である。

20

【 0 0 6 8 】

上述の説明では、第 1 ないし第 4 のレンズアレイ 3 2 , 3 4 , 5 2 , 5 4 や重畳レンズ 5 6 は何れも平凸形状のレンズを用いて構成されているが、必ずしもこれに限定されるわけではない。例えば、両凸形状のレンズを用いて構成されたものであっても良い。また、平凸形状のレンズを採用した場合の凸面の向きについても制約はない。すなわち、それぞれのレンズの凸面が光源側と照明領域側のどちらを向いていてもかまわない。但し、レンズの光学特性（球面収差や色収差の低減）を考慮して、第 1 のレンズアレイ 3 2 と第 3 のレンズアレイ 5 2 については、レンズの凸面が光源側を向いている方が好ましい。また、同様の観点から非球面形状のレンズを用いても良い。

30

【 0 0 6 9 】

尚、第 2 のレンズアレイ 3 4 と第 3 のレンズアレイ 5 2 との間の光路の長さに着目すると、偏光変換光学系 4 0 の反射膜 4 4 c を経由する光路は、反射膜 4 4 c を経由しない光路に対して偏光分離膜 4 4 b の x 軸方向に沿った幅に相当する W_p だけ長くなっている。そのため、反射膜 4 4 c を経由して第 3 のレンズアレイ 5 2 に至る光束と、反射膜 4 4 c を経由しないで第 3 のレンズアレイ 5 2 に至る光束とでは、第 3 のレンズアレイ 5 2 に入射する効率（すなわち明るさ）に違いが出る可能性がある。しかし、第 2 のレンズアレイ 3 4 によって偏光変換光学系 4 0 を通過する光束は略平行化されているため、上記の入射効率の違いは僅かであり、また、第 3 のレンズアレイ 5 2 を射出した光束は、最終的に 1 ヶ所の照明領域 8 0 上で重畳されるため、第 3 のレンズアレイ 5 2 に対する入射効率の違いは実用上問題とはならない。この様な現象は、後述する変形例やその他の実施例においても発生するが、第 5 実施例で説明する照明光学系 1 0 0 F を除いて、何れの光学系におい

40

50

ても本例と同様に実用上問題ないと考えられる。

【0070】

図5は、リレーレンズアレイ36の変形例について示す説明図である。なお、図5では、偏光変換光学系40および重畳光学系50を省略して示している。上述したように、リレーレンズアレイ36のリレーレンズ36aには、第1のレンズアレイ32の各第1の小レンズ32aによって集光された光が入射する。従って、各リレーレンズ36aは、各第1の小レンズ32aによる集光光を包含する大きさであればよい。図5(A)のリレーレンズアレイ36Aは、各第1の小レンズ32aによる集光光をちょうど包含する大きさの複数のリレーレンズ36Aaを備えている。図5(B)に示すリレーレンズアレイ36Bは、図5(A)の各リレーレンズ36Aaと同様に、各第1の小レンズ32aによる集光光をちょうど包含する大きさの複数のリレーレンズ36Baを備え、各リレーレンズ36Ba同士は平板部36Bbによって連結されている。図5(B)の構成では、レンズアレイを一体形成することができるので、図5(A)に比べて形成しやすいという利点がある。また、図1の第2のレンズアレイ34は、図5で第2のレンズアレイ34Aとして示すように、第2の小レンズ34Aaをマトリックス状に隙間無く配列して構成したものをを用いることができ、この様な構成では、第2のレンズアレイを一体成形し易いという特徴がある。

10

【0071】

図6は、リレーレンズアレイ36の他の変形例について示す説明図である。図6(A)および図6(B)は、2枚のレンズを組み合わせた複合レンズにより1つのリレーレンズを構成したリレーレンズアレイ36C、36Dを示している。図6(A)のリレーレンズアレイ36Cは、複数の複合リレーレンズ36Caにより構成されている。複合リレーレンズ36Caは、2枚の平凸レンズ36Ca1、36Ca2を凸面側が向かい合うように組み合わせられて構成されている。図6(B)のリレーレンズアレイ36Dは、複数の複合リレーレンズ36Daにより構成されている。複合リレーレンズ36Daは、両凸レンズ36Da1と凹凸レンズ36Da2とを、凹凸レンズ36Da2の凹面側が両凸レンズ36Da1の対応する凸面と向かい合うように組み合わせられて構成されている。

20

【0072】

図1のリレーレンズアレイ36を構成するリレーレンズ36aは、第1のレンズアレイ32の各第1の小レンズ32aからの射出光を第2のレンズアレイ34の各小レンズ34aに導くために、焦点距離が短いレンズ、すなわち、いわゆるレンズパワーの大きなレンズであることが好ましい。このようなレンズパワーの大きなレンズを単レンズで構成すると、レンズの球面収差や色収差の影響が大きくなり、第1のレンズアレイ32によって分割された複数の部分光線束を効率良く第2のレンズアレイ34に導くことができない場合がある。特に、光源20から射出する光の平行性が悪い場合には、このような現象が顕著となる。リレーレンズを少なくとも2枚のレンズによって構成すれば、球面収差や色収差を補正することができる。すなわち、図6(A)や図6(B)に示すような、複合リレーレンズにより構成されたリレーレンズアレイを用いれば、第1のレンズアレイ32によって分割された複数の部分光線束を効率良く第2のレンズアレイ34に導くことができる。

30

【0073】

図7は、重畳光学系50の変形例について示す説明図である。なお、図7は、光源20と、変倍リレー光学系30と、偏光変換光学系40とを省略して示している。図1に示す重畳光学系50では、第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とを、空間的に分離して配置しているが、これらを光学的に一体化するようにしてもよい。すなわち、図7(A)に示すように独立の光学要素としてそれぞれ形成された第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とを接着剤で貼り合わせることによって光学的に一体化してもよく、また、これらの機能を併せて有する1つの光学要素を一体成形するようにしてもよい。例えば、第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とを一体成形する場合には、図7(B)に示すように、第4のレンズアレイ54および重畳レンズ56の機能を併せ持つ重畳レンズアレイ(偏心レンズアレイ)54Bとして形成することが可能である。図7(A)、図7(B)のよ

40

50

うに、第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とを光学的に一体化すれば、各光学要素の界面において発生する光損失を低減でき、光利用効率を一層高めることが可能である。尚、本実施例では、第3のレンズアレイ52、第4のレンズアレイ54、及び、重畳レンズ56を有する光学系を重畳光学系として用いた場合について説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、偏光変換光学系40から射出された光を照明領域80に効率よく伝達でき、なおかつ、照明領域80上における明るさむらの発生を低減できる光学系であればどのような形態の光学系であっても構わない。

【0074】

ところで、上述の説明では、第1のレンズアレイ32の第1の小レンズ32aのアスペクト比を照明領域80のアスペクト比に等しく設定しているが、必ずしもこれに限定されるわけではない。第1の小レンズ32aの形状は、偏光変換光学系40を構成する偏光ビームスプリッタアレイ44の偏光分離膜44bに光を効率よく入射させることができる形状であればよい。但し、重畳光学系50においては、照明領域80を効率良く照明するために、第3のレンズアレイ52の第3の小レンズ52aのアスペクト比を照明領域80のアスペクト比に等しく設定することが好ましい。従って、光の損失を低減して光の利用効率の向上を図るためには、第1の小レンズ32aのアスペクト比も照明領域80のアスペクト比に等しく設定するほうが好ましい。また、同様の観点から、第2のレンズアレイ34と第4のレンズアレイ54を構成する各小レンズ34a、54aの形状についても制約はない。但し、マトリックス状に配置し易いと言う点を考慮して、矩形状の外形形状を有する小レンズを使用することが好ましい。

【0075】

また、上述の照明光学系100においては、第1の小レンズ32aと第2の小レンズ34aとリレーレンズ36aとが通常の同心レンズである例を示しているが、x軸方向、すなわち、偏光分離膜44bと反射膜44cとが配列される方向のみにレンズ形状を有するシリンドリカルレンズであってもよいし、また、トーリックレンズのようにx軸方向とy軸方向とでレンズ形状が異なるレンズであってもよい。さらに、第1のレンズアレイ32と第2のレンズアレイ34を偏心レンズを用いて構成すれば、例えば、第1のレンズアレイ32のxy平面における寸法を第2のレンズアレイ34に比べて大きく出来るため、光源20から射出された光を効率よく偏光変換光学系40に導き入れることが可能である。

【0076】

なお、上述した各変形例は、後述する他の実施例においても同様に適用可能である。

【0077】

B．第2実施例：

図8は、本発明の第2実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系100Cは、照明光学系100の重畳光学系50を重畳光学系50Cに置き換えた構成を示している。重畳光学系50Cは、第3のレンズアレイ52Cと、第4のレンズアレイ54Cと、重畳レンズ56とを備えている。第3のレンズアレイ52Cは、第3のレンズアレイ52(図1)のx軸方向に並ぶ2つの第3の小レンズ52aを1つの小レンズ52Caに置き換えた構成を有しており、偏光変換光学系40の偏光分離膜44bとこれに対応する反射膜44cとから射出する2つの部分光線束が1つの小レンズ52Caに入射するように配置されている。第4のレンズアレイ54Cは、第3のレンズアレイ52Cの各第3の小レンズ52Caに対応するように配置された複数の第4の小レンズ54Caを備えている。

【0078】

偏光変換光学系40を構成する選択位相差板46の / 2位相差層46aおよび開口層46bから射出された2つの部分光線束PLa, PLbは、第3の小レンズ52Caの集光作用によって、第4のレンズアレイ54の近傍に集光される。第4のレンズアレイ54の近傍に集光された2つの部分光線束のうち / 2位相差層46aから射出した部分光線束PLaは、発散しながら重畳レンズ56によって照明領域80上のシステム光軸100CLCに対して+x軸側の面を照明する。一方、開口層46bから射出した部分光線束PL

10

20

30

40

50

bは、発散しながら重畳レンズ56によって照明領域80上のシステム光軸100CLCに対して-x軸側の面を照明する。 / 2位相差層46aおよび開口層46bから射出された他の部分光線束も、同様に、照明領域80上を照明する。すなわち、 / 2位相差層46aから射出した複数の部分光線束は、照明領域80上の100CLCに対して+x軸側の面上で重畳される。また、開口層46bから射出した複数の部分光線束は、照明領域80上の100CLCに対して-x軸側の面上で重畳される。

【0079】

以上のことから、第2実施例の照明光学系100Cも、第1実施例と同様に、照明領域80を、ほとんど1種類の直線偏光光でほぼ均一に照明することができる。また、偏光変換効率の高い照明光学系を実現することができる。さらに、従来例で説明したような光出力の大きな光源ランプを用いた場合においては、光出力の大きな偏光照明光学系を実現することができる。

10

【0080】

なお、第2実施例においては、上述したように、偏光変換光学系40を構成する選択位相差板46の / 2位相差層46aから射出する部分光線束と開口層46bから射出する部分光線束とで、システム光軸100CLCを中心に照明領域80の+x軸側の面と-x軸側の面を別々に照明する。従って、 / 2位相差層46aから射出する部分光線束の照明光として有効な光量と、これに対応する開口層46bから射出する部分光線束の照明光として有効な光量との差が大きいと、照明領域80上で明るさムラや明るさの境界線が発生したりする場合がある。但し、偏光分離膜44bや / 2位相差層46aの光学特性を最適化すれば両光束の光量差を非常に小さくできるため、境界線が発生することは殆どない。さらに、第3のレンズアレイ52Cや第4のレンズアレイ54Cを構成する小レンズ52Ca、54Caのレンズ特性を各々変化させ、照明領域80上における部分光線束の照明位置を各々僅かにずらすことによっても、明るさムラや明るさの境界線の発生を抑えることが出来る。一方、第1実施例の照明光学系100においては、偏光変換光学系40から射出するすべての部分光線束が照明領域80全体を照明するので、照明領域80上で明るさムラや明るさの境界線が発生したりすることはない。従って、照明の均一性の点において第1実施例のほうが第2実施例に比べて有利である。一方、第2実施例の場合には、第3のレンズアレイ52Cや第4のレンズアレイ54Cを構成する小レンズ52Ca、54Caの数が少ないため、これらの小レンズの接合部において生じる光損失を低減でき、その分照明光学系としての光効率を高められると言う特徴がある。

20

30

【0081】

偏光変換光学系40の偏光分離膜44b及び反射膜44cから射出する部分光線束の数と、重畳光学系50の第3のレンズアレイ52及び第4のレンズアレイ54を構成するそれぞれの小レンズ52a、54aの数との間には絶対的な関係はない。従って、第2実施例により説明してきたように、隣接した偏光分離膜44bと反射膜44cとから射出する一对の部分光線束に対して1つの小レンズを対応させた第3のレンズアレイと第4のレンズアレイを用いた構成としても良いし、逆に、偏光変換光学系40の偏光分離膜44bあるいは反射膜44cとから射出する部分光線束の各々に対して、2つ以上の小レンズを対応させた第3のレンズアレイと第4のレンズアレイを用いた構成としても良い。後者のような構成を採用すれば、照明領域80における明るさむらの発生をより一層効果的に低減することが可能である。

40

【0082】

C. 第3実施例:

第1、第2実施例は、インテグレート光学系を利用した重畳光学系を用いた照明光学系の例を示しているが、必ずしもインテグレート光学系を利用する必要はない。図9は、本発明の第3実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系100Dは、照明光学系100(図1)の重畳光学系50を重畳レンズアレイ50Dに置き換えた例を示している。重畳レンズアレイ50Dは、第3のレンズアレイ52の第3の小レンズ52aと同じように、偏光変換光学系40から射出される複数の部分光線束

50

の光路上に複数の小レンズ50Daを備えている。各小レンズ50Daはそれぞれ、各小レンズ50Daから射出する光線束のそれぞれが照明領域80上でほぼ重畳されるように、システム光軸100DLCに対する距離に応じて、光軸中心の位置が異なった偏心レンズで構成されている。

【0083】

従って、第3実施例の照明光学系100Dにおいても、第1、第2実施例と同様に、ほとんど1種類の直線偏光光でほぼ均一に照明することができる。また、偏光変換効率の高い照明光学系を実現することができる。さらに、従来例で説明したような光出力の大きな光源ランプを用いた場合においては、光出力の大きな偏光照明光学系を実現することができる。

10

【0084】

なお、第3実施例は、第1、第2実施例に比べて構成要素を少なくすることができるので、装置の小型化の面で有利である。但し、以下に示すように、第1、第2実施例の光の利用効率のほうが第3実施例の光の利用効率に比べて有利である。

【0085】

重畳レンズアレイ50Dに入射する光の平行性が優れている場合には、第1実施例の照明光学系100とほぼ同様に、重畳レンズアレイ50Dから射出された光線束のほとんどが照明領域80上のほぼ同じ位置で重畳される。しかし、実際には、光源20から射出される光は完全な平行光ではない。特に、変倍リレー光学系30から射出される光の平行性は、前述した縮小率($L2/L1$)に反比例して悪くなる。システム光軸100DLCに対してある傾きを有して重畳レンズアレイ50Dに入射した部分光線束は、システム光軸100DLCにほぼ平行な状態で重畳レンズアレイ50Dに入射した部分光線束とは、位置的にやや異なる領域を照明することになるため、重畳レンズアレイ50Dから射出された全ての部分光線束を照明領域80上のほぼ同じ位置で重畳させることは難しい。従って、照明領域80を均一に照明するためには、各小レンズ50Daから射出された各部分光線束のそれぞれが照明領域80を内包するやや広い領域を照明するように設定することが好ましい。この結果、第3実施例の照明光学系100Dの照明領域80における光の利用効率は、第1実施例の照明光学系100の照明領域80における光の利用効率に比べて低下する。一方、第1実施例の照明光学系100のように、インテグレート光学系を利用した重畳光学系50を用いた場合には、重畳光学系50から射出される複数の光線束のそれぞれは、照明領域80上のほぼ同じ位置で重畳される。従って、第1、第2実施例は、第3実施例に比べて光の利用効率が高いという利点を有している。

20

30

【0086】

D. 第4実施例：

図10は、本発明の第4実施例としての照明光学系と第1実施例の照明光学系とを比較して示す説明図である。図10(A)は、第4実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図を示し、図10(B)は、先に説明した図1の第1実施例の照明光学系100を示している。第4実施例の照明光学系100Eは、第1実施例の照明光学系100の重畳光学系50を重畳光学系50Eに置き換えた例を示している。重畳光学系50Eは、第3のレンズアレイ52Eと、第4のレンズアレイ54Eとを備えている。第3のレンズアレイ52Eは、照明光学系100(図10(B))の第3のレンズアレイ52と重畳レンズ56との機能を有しており、第3のレンズアレイ52Eを構成する複数の小レンズ52Eaのそれぞれは、それぞれから射出する光線束が照明領域80上で重畳されるように、システム光軸100ELCに対する距離に応じて光軸中心の位置が異なった偏心レンズで構成されている。第4のレンズアレイ54Eは、第3のレンズアレイ52Eから射出する複数の光線束の光路上に複数の小レンズ54Eaを備えており、複数の第4の小レンズ54Eaの集光作用によって、光源20から射出される光線束のうちシステム光軸100ELCに対してある傾きを有する光線束であっても、それらの光線束は照明領域80上のほぼ同じ位置で重畳される。ここで、照明光学系100Eの第3のレンズアレイ52Eの最も外側の小レンズ52Eaから射出する光線束が照明領域80を照明する場合の光線

40

50

束の中心軸の入射角を θ_1 とする。一方、照明光学系 100 の第 3 のレンズアレイ 52 の最も外側の小レンズ 52 a から射出する光線束が照明領域 80 を照明する場合の光線束の中心軸の入射角を θ_2 とする。

【0087】

照明光学系 100 E においては、第 3 のレンズアレイ 52 E が重畳レンズの機能を有しているため、第 3 のレンズアレイ 52 E から照明領域 80 までの距離が、照明光学系 100 の第 3 のレンズアレイ 52 から照明領域 80 までの距離にほぼ等しいとすると、入射角 θ_1 は入射角 θ_2 よりも小さくなる。

【0088】

ここで、照明光学系から射出された光が入射する光学系として考えられる液晶パネルやレンズ等の光学系は、それらの光学特性が光の入射角に対して依存性を有しており、一般的に、これらへの光の入射角が小さくなる程光の利用効率が高くなる。従って、第 4 実施例の照明光学系 100 E は、第 1 実施例の照明光学系 100 に比べて照明領域（に配置された光学系）における光の利用効率が高いという利点がある。

【0089】

E . 第 5 実施例 :

図 11 は、本発明の第 5 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系 100 F は、第 1 実施例の照明光学系 100 の第 2 のレンズアレイ 34 を省略し、第 3 のレンズアレイ 52 を第 2 のレンズアレイ 34 および第 3 のレンズアレイ 52 の機能を有する第 3 のレンズアレイ 52 F に置き換えた構成を有している。すなわち、第 1 のレンズアレイ 32 とリレーレンズアレイ 36 と第 3 のレンズアレイ 52 F とで、変倍リレー光学系 30 F を構成している。また、第 3 のレンズアレイ 52 F と第 4 のレンズアレイ 54 と重畳レンズ 56 とで重畳光学系 50 F を構成している。なお、第 4 のレンズアレイ 54 と重畳レンズ 56 とで重畳光学系 50 F を構成しているとみることが出来る。

【0090】

光源 20 から射出された略平行な光線束は、第 1 のレンズアレイ 32 によって複数の部分光線束に分割されるとともに、リレーレンズアレイ 36 内に集光される。リレーレンズアレイ 36 から射出された複数の部分光線束は、発散しながら偏光変換光学系 40 を通過し、第 3 のレンズアレイ 52 F に入射する。第 3 のレンズアレイ 52 F に入射した複数の部分光線束は、重畳光学系 50 F の重畳作用によって照明領域 80 上で重畳される。

【0091】

リレーレンズアレイ 36 から射出する複数の部分光線束は、リレーレンズアレイ 36 に形成された集光像から発散しながら第 3 のレンズアレイ 52 F に入射する。偏光変換光学系 40 は、リレーレンズアレイ 36 と第 3 のレンズアレイ 52 F との間に設けられており、偏光変換光学系 40 に入射する各部分光線束の幅は、第 3 のレンズアレイ 52 F に入射する際の各部分光線束の幅よりも小さく、偏光分離膜 44 b の x 軸方向の幅、すなわち、遮光板 42 の開口面 42 b の x 軸方向の幅よりも小さくすることができる。

【0092】

図 12 は、変倍リレー光学系 30 に入射する光の平行性について示す説明図である。第 1 実施例の照明光学系 100 (図 1) において、第 2 のレンズアレイ 34 の第 2 の小レンズ 34 a には、第 1 実施例において説明したように、第 1 の小レンズ 32 a に入射する部分光線束を所定の縮小率 (L_2 / L_1) で縮小した部分光線束 (縮小部分光線束) が導かれる。ここで、光源 20 から射出される光は完全な平行光ではないため、第 1 の小レンズ 32 a の光軸 32 a LC に対して種々の傾きを有する光線束が第 1 の小レンズ 32 a に入射する。光軸 32 a LC に対して角度 θ_1 の傾きで入射する部分光線束は、光軸 32 a LC に平行な部分光線束と同様に第 2 の小レンズ 34 a に導かれるが、光軸 32 a LC に対して角度 θ_1 よりも大きな角度 θ_2 ($\theta_2 = \theta_1 \cdot L_1 / L_2$) の傾きで第 2 の小レンズ 34 a から射出される。この結果、第 1 の小レンズ 34 a から射出された光線束は、第 2 の小レンズ 34 a から離れるにしたがって、だんだん広がり、その光束径も大きくなる

10

20

30

40

50

。従って、第2のレンズアレイから射出された各部分光線束は、対応する第3のレンズアレイの各第3の小レンズ52aよりも大きくなる場合があり、その場合には光の利用効率が低下する。

【0093】

第5実施例の照明光学系100Fは、第3のレンズアレイ52Fに第2のレンズアレイの機能を併せ持たせているので、第1実施例の照明光学系100に比べて、偏光変換光学系40の偏光分離膜44に入射する光の入射効率や第3のレンズアレイ52Fに入射する光の入射効率を向上させることができる点で有利である。もちろん、第2のレンズアレイ34を省略せずに、第3のレンズアレイ52の近傍に第2のレンズアレイ34を配置する構成としてもよい。但し、本実施例の照明光学系100Fのように第2のレンズアレイ34を省略して第3のレンズアレイ52Fを備えるほうが、光の利用効率の点で有利である。また、照明光学系の構成を簡略化できる点でも有利である。

10

【0094】

尚、リレーレンズアレイ36と第3のレンズアレイ52Fとの間の光路の長さに着目すると、偏光変換光学系40の反射膜44cを経由する光路は、反射膜44cを経由しない光路に対して偏光分離膜44bのx軸方向に沿った幅に相当する W_p だけ長くなっている(図4(b)を参照)。本例の照明光学系100Fでは、第1のレンズアレイ32とリレーレンズアレイ36と第3のレンズアレイ52Fによって変倍リレー系を構成しているため、この光路の長さの違いは、第3のレンズアレイ52Fに光が入射する場合の光束幅に影響を及ぼす。具体的には、偏光分離膜44bの後段に位置する第3の小レンズ52Faに入射する光束の幅に比べて、反射膜44cの後段に位置する第3の小レンズ52Fbに入射する光束の幅は大きくなり、この幅の違いは第3のレンズアレイ52Fに対する入射効率に影響を及ぼす。従って、z軸方向の位置(具体的には、反射膜44cの後段に位置する第3の小レンズ52Fbを偏光分離膜44bの後段に位置する第3の小レンズ52Faよりも偏光変換光学系40に近い側に配置する)や、レンズの光学特性(例えば、焦点距離)を僅かに変化させた第3の小レンズ52Fa、52Fbによって第3のレンズアレイ52Fを構成することが望ましい。さらに、これに対応させて、第4のレンズアレイ54を構成する第4の小レンズ54aのレンズ特性を適宜変化させても良い。この様な構成の第3のレンズアレイ52Fを採用すれば、上記の光路差の違いによって生じる影響をなくすることができる。従って、本例においては、図11に示すように、平凸のレンズ形状であり、光学特性が異なる2種類の第3の小レンズ52Fa、52Fbを互いの凸面の方向が逆になるように、互い違いに配列して構成した第3のレンズアレイ52Fを採用している。

20

30

【0095】

F. 第6実施例:

図13は、本発明の第6実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系100Gは、第1実施例の照明光学系100における第3のレンズアレイ52を省略し、第2のレンズアレイ34を第2のレンズアレイ34および第3のレンズアレイ52の機能を有する第2のレンズアレイ34Gに置き換えた構成を有している。すなわち、第1のレンズアレイ32とリレーレンズアレイ36と第2のレンズアレイ34Gとで、変倍リレー光学系30Gを構成している。また、第2のレンズアレイ34Gと第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とで重畳光学系50Gを構成している。なお、第4のレンズアレイ54と重畳レンズ56とで重畳光学系50Gを構成しているとみること

40

【0096】

光源20から射出された略平行な光線束は、第1のレンズアレイ32によって複数の部分光線束に分割されるとともに、リレーレンズアレイ36内に集光される。リレーレンズアレイ36から射出された複数の部分光線束は、発散しながら第2のレンズアレイ34Gに入射する。第2のレンズアレイ34Gに入射した複数の部分光線束は、第2のレンズアレイ34Gの集光作用によって第4のレンズアレイ54の近傍で再び集光される。第4のレ

50

ンズアレイ 5 4 の近傍で集光された複数の部分光線束は、重畳レンズ 5 6 によって照明領域 8 0 上で重畳される。

【 0 0 9 7 】

第 2 のレンズアレイ 3 4 G から射出した複数の部分光線束は、集光されながら第 4 のレンズアレイ 5 4 に入射する。偏光変換光学系 4 0 は、第 2 のレンズアレイ 3 4 G と第 4 のレンズアレイ 5 4 との間に設けられており、偏光変換光学系 4 0 に入射する各部分光線束の幅は、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離膜 4 4 b の x 軸方向の幅、すなわち、遮光板 4 2 の開口面 4 2 b の x 軸方向の幅よりも小さい。従って、第 6 実施例の照明光学系 1 0 0 G は、第 5 実施例の照明光学系 1 0 0 F と同様に、第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 に比べて、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離膜 4 4 に入射する光の効率を向上させることができる点で有利である。もちろん、第 3 のレンズアレイ 5 2 を省略せずに、第 2 のレンズアレイ 3 4 の近傍に第 3 のレンズアレイ 5 2 を配置する構成としてもよい。但し、本実施例の照明光学系 1 0 0 G のように第 3 のレンズアレイ 5 2 を省略して第 2 のレンズアレイ 3 4 G を備えるほうが、光の利用効率の点で有利である。また、照明光学系の構成を簡略化できる点でも有利である。

10

【 0 0 9 8 】

なお、第 2 のレンズアレイ 3 4 G の x 方向の配列数は、第 3 のレンズアレイ 5 2 の x 方向の配列数 (図 1) に比べて少なくなっている。これは以下の理由による。図 1 の第 2 のレンズアレイ 3 4 に比べて第 3 のレンズアレイ 5 2 の x 方向の配列数が多くなっているのは、偏光変換光学系 4 0 が入射した部分光線束の x 方向の配列数を 2 倍の配列数に変換して射出する機能を有しているためである。本実施例の第 2 のレンズアレイ 3 4 G は、第 2 のレンズアレイ 3 4 と第 3 のレンズアレイ 5 2 の機能を有する光学要素であるが、偏光変換光学系 4 0 の入射側に配置されているので、第 3 のレンズアレイ 5 2 に比べて x 方向の配列数が少ない構成とすることができる。従って、本発明において、「光学的に一体化する」とは、単に、複数の光学要素を接着剤で貼り合わせたり、複数の光学要素の各機能を併せ持つ 1 つの光学要素を一体形成することだけでなく、不要な光学要素を省略することも含む意味である。

20

【 0 0 9 9 】

G . 第 7 実施例 :

図 1 4 は、本発明の第 7 実施例としての照明光学系の要部を側面的に見た概略構成図である。この照明光学系 1 0 0 H は、第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 における変倍リレー光学系 3 0 を変倍リレー光学系 3 0 H に置き換えた構成を有している。偏光変換光学系 4 0 H および重畳光学系 5 0 H は、照明光学系 1 0 0 の偏光変換光学系 4 0 および重畳光学系 5 0 と同じであるが、y 軸方向の大きさが異なっている。

30

【 0 1 0 0 】

変倍リレー光学系 3 0 H は、第 1 のレンズアレイ 3 2 H とリレーレンズアレイ 3 6 H と、第 2 のレンズアレイ 3 4 H とを備えている。第 1 のレンズアレイ 3 2 H は、照明光学系 1 0 0 における第 1 のレンズアレイ 3 2 と同様に複数の第 1 の小レンズ 3 2 H a により構成されている。また、各第 1 の小レンズ 3 2 H a は、システム光軸 1 0 0 H L C に対する y 軸方向の距離に応じて光軸の位置が y 軸方向にずれた偏心レンズで構成されている。従って、システム光軸 1 0 0 H L C から ± y 軸方向にずれた位置にある第 1 の小レンズ 3 2 H a から射出した部分光線束は、光軸のずれ量に応じて偏向している。

40

【 0 1 0 1 】

リレーレンズアレイ 3 6 H は、第 1 のレンズアレイ 3 2 H から射出する複数の部分光線束の光路上に複数のリレーレンズ 3 6 H a を備えており、照明光学系 1 0 0 (図 1) におけるリレーレンズアレイ 3 6 に比べて、システム光軸 1 0 0 H L C を中心に ± y 軸方向に縮小されている。また、第 2 のレンズアレイ 3 4 H は、リレーレンズアレイ 3 6 H から射出する複数の部分光線束の光路上に複数の第 2 の小レンズ 3 4 H a を備えており、照明光学系 1 0 0 における第 2 のレンズアレイ 3 4 に比べて、システム光軸 1 0 0 H L C を中心に ± y 軸方向に縮小されている。各第 2 の小レンズ 3 4 H a は、システム光軸 1 0 0 H L C

50

に対する y 方向の距離に応じて光軸中心の位置が、第 1 のレンズアレイ 3 2 H の対応する第 1 の小レンズ 3 2 H a の中心光軸の位置とは (y 軸方向上で) 反対の方向にずれた偏心レンズで構成されている。従って、第 2 のレンズアレイ 3 4 H から射出される各部分光線束の中心軸はシステム光軸 1 0 0 H L C に対しほぼ平行となる。

【 0 1 0 2 】

図 1 5 は、第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 における偏光変換光学系 4 0 に入射する光線束の輪郭と、第 7 実施例の照明光学系 1 0 0 H における偏光変換光学系 4 0 H に入射する光線束の輪郭とを比較して示す説明図である。いずれの図も偏光変換光学系 4 0、4 0 H を照明領域 8 0 側から見た模式図を示している。図 1 5 (A) に示すように、偏光変換光学系 4 0 を構成する偏光ビームスプリッタアレイの偏光分離膜 4 4 b および反射膜 4 4 c には、複数の部分光線束が入射する。第 1 のレンズアレイ 3 2 から射出した各部分光線束は変倍リレー光学系 3 0 によって縮小されて偏光変換光学系 4 0 に入射するので、図 1 5 (A) に示すように上下方向の各部分光線束の間には、まったく利用されていない (光束の存在しない) 無効領域 N A が存在する。従って、図 1 5 (B) に示す偏光変換光学系 4 0 H のように、図 1 5 (A) に存在する無効領域 N A を省略して偏光変換光学系 4 0 を上下方向に小さくすることが可能である。

10

【 0 1 0 3 】

上述のように、第 7 実施例の照明光学系 1 0 0 H は、第 1 実施例の偏光変換光学系 4 0 を上下方向に小さくした偏光変換光学系 4 0 H に置き換えたものであり、偏光変換光学系 4 0 H よりも後段に配置される光学系を小型化することができる。また、照明領域 8 0 への y 軸方向 (上下方向) の光の入射角を小さくすることができるので、第 4 実施例の照明光学系 1 0 0 E と同様に、第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 に比べて照明領域 (に配置された光学系) における光の利用効率が高いという利点がある。

20

【 0 1 0 4 】

なお、第 1 のレンズアレイ 3 2 H を第 1 実施例の第 1 のレンズアレイ 3 2 (図 1) と同じものとし、光源 2 0 の凹面鏡 2 4 を楕円面鏡とした構成においても、照明光学系 1 0 0 H と同様の効果を得ることができる。特に、この場合においては、第 1 のレンズアレイ 3 2 を同心レンズによって構成できるため、本例の照明光学系 1 0 0 H と比べて第 1 のレンズアレイ 3 2 における各種の収差や製造コストを低減できる効果がある。

【 0 1 0 5 】

H . 第 8 実施例 :

図 1 6 は、本発明の第 8 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。この照明光学系 1 0 0 I は、変倍リレー光学系 3 0 I と、偏光変換光学系 4 0 I と、重畳光学系 5 0 I とを備えている。

30

【 0 1 0 6 】

光源 2 0 の凹面鏡 2 4 を放物面鏡とした場合、光源 2 0 から射出される光の平行性は、一般的に光源の光軸付近 (以下では、中心部と言い換える。) が最も悪く周辺部ほど良い傾向にある。第 5 実施例において図 1 2 を用いて説明したように、変倍リレー光学系から射出される各部分光線束は、光の平行性が悪いとより広がりが大きくなる傾向にある。従って、第 7 実施例の照明光学系 1 0 0 H における偏光変換光学系 4 0 H に入射する部分光線束の輪郭形状も、周辺部の部分光線束に比べて中心部の部分光線束のほうが大きくなる傾向にある。また、光強度は、光源 2 0 の中心部のほうが大きいので、偏光変換光学系 4 0 H の x 軸方向 (左右方向) の大きさは中心部の部分光線束の大きさにあわせて設定するのが好ましい。このように中心部の部分光線束を基準とすると、周辺部の部分光線束は中心部の部分光線束に比べて上下左右方向に小さくなるので、偏光変換光学系 4 0 H の周辺部の大きさを上下左右方向に小さくすることが可能である。

40

【 0 1 0 7 】

偏光変換光学系 4 0 I は、入射する部分光線束のうち ± x 軸方向の最も外側の部分光線束が入射する部分 4 0 I 1 を、他の部分 4 0 I 2 に比べて小さくした構成を有している。ここで、変倍リレー光学系 3 0 I もレンズ特性などが異なる 2 つの光学部分 3 0 I 1、3 0

50

I 2より構成されており、部分30I1は偏光変換光学系40I1に対応する大きさの光線束を、また、部分30I2は偏光変換光学系40I2に対応する大きさの光線束を各々生成するように構成されている。また、第3のレンズアレイ52Iおよび第4のレンズアレイ54Iも、偏光変換光学系40I1の大きさに対応する部分52I1, 54I1と、偏光変換光学系40I2の大きさに対応する部分52I2, 54I2とで構成されている。

【0108】

第8実施例の照明光学系100Iも、第7実施例の照明光学系100Hと同様に、偏光変換光学系40Iよりも後段に配置された光学系を小型化することができる。また、照明領域80への光の入射角を小さくすることができるので、先に第4実施例で説明したように、光の入射角に対して光学特性が依存性を有する様な光学系や光学素子を照明光学系の後段に使用することを想定した場合には、第1実施例の照明光学系100に比べて、それらの光学系や光学素子における光の利用効率を高くできるという利点がある。

10

【0109】

J. 第9実施例：

図17は、本発明の照明光学系を用いた投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置1000は、照明光学系100'と、色光分離光学系200と、導光光学系220と、3枚の透過型液晶ライトバルブ（液晶パネル）300R, 300G, 300Bと、クロスダイクロイックプリズム320と、投写光学系340とを備えている。投写型表示装置1000は、照明光学系100'から射出された光を、色光分離光学系200で赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の色光に分離し、分離された各色光を液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bを通して画像情報に対応させて変調し、変調された各色光をクロスダイクロイックプリズム320で合成して、投写光学系340を介してスクリーンSC上に画像を表示するものである。

20

【0110】

照明光学系100'は、照明光学系100(図1)の偏光変換光学系40の偏光分離膜44bと反射膜44cの配列方向、すなわち偏光分離方向がy軸方向となるように、配置された構成を有している。

【0111】

照明光学系100'を構成する各光学要素の機能は、照明光学系100と同じである。従って、照明光学系100'は、偏光方向の揃えられた直線偏光光(上述の例では、s偏光光)の照明光を射出し、照明領域80である液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bを照明する。なお、液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bの光の入射面には、照明光の偏光度をさらに高めるために、偏光板が設けられている(照明光の偏光軸と偏光板の透過軸が合うように配置されている)。但し、照明光学系100'から射出される照明光の偏光度が著しく高い場合には、液晶ライトバルブの光の入射面側に配置される偏光板を省略してもよい。ここで、「照明光の偏光度」とは、照明光に含まれる所定の直線偏光光の割合を意味する。

30

【0112】

色光分離光学系200は、2枚のダイクロイックミラー202, 204と、反射ミラー208とを備えており、照明光学系100'から射出される光線束を、赤、緑、青の3色の色光に分離する機能を有する。第1のダイクロイックミラー202は、照明光学系100'から射出された光の赤色光成分を透過させるとともに、青色光成分と緑色光成分とを反射する。第1のダイクロイックミラー202を透過した赤色光Rは、反射ミラー208で反射されて、クロスダイクロイックプリズム320へ向けて射出される。色光分離光学系200から射出された赤色光Rは、フィールドレンズ232を通過して赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに達する。このフィールドレンズ232は、照明光学系100'から射出された各部分光線束をその中心軸に対して平行な光線束に変換する。他の液晶ライトバルブの前に設けられたフィールドレンズ234, 230も同様である。

40

【0113】

50

第1のダイクロイックミラー202で反射された青色光Bと緑色光Gのうちで、緑色光Gは第2のダイクロイックミラー204によって反射されて、色光分離光学系200からクロスダイクロイックプリズム320へ向けて射出される。色光分離光学系200から射出された緑色光Gは、フィールドレンズ234を通過して緑色光用の液晶ライトバルブ300Gに達する。一方、第2のダイクロイックミラー204を透過した青色光Bは、色光分離光学系200から射出されて、導光光学系220に入射する。導光光学系220に入射した青色光Bは、導光光学系220に備えられた入射側レンズ222、リレーレンズ226および反射ミラー224、228および射出側レンズ(フィールドレンズ)230を通過して青色光用の液晶ライトバルブ300Bに達する。ここで、青色光Bに導光光学系が用いられているのは、青色光Bの光路の長さが他の色光の光路の長さよりも長いこと、光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ222に入射した青色光をそのまま、射出側レンズ230に伝えるためである。なお、照明光学系100'の重畳レンズ56から、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bまでの距離は、ほぼ等しくなるように設定されている。

10

【0114】

3枚の液晶ライトバルブ300R、300G、300Bは、与えられた画像情報(画像信号)に従って、3色の色光をそれぞれ変調して画像を形成する光変調手段としての機能を有する。クロスダイクロイックプリズム320は、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bを通過して変調された3色の色光を合成してカラー画像を形成する色光合成光学系としての機能を有する。なお、クロスダイクロイックプリズム320には、赤色光を反射する誘電体多層膜が形成された赤色光反射ダイクロイック面321と、青色光を反射する誘電体多層膜が形成された青色光反射ダイクロイック面322とが、4つの直角プリズムの界面に略X字状に形成されている。これらの赤色光反射ダイクロイック面321と青色光反射ダイクロイック面322によって3つの色光が合成されて、カラー画像を投写するための合成光が形成される。従って、赤色光反射ダイクロイック面321および青色光反射ダイクロイック面322が本発明の色光合成面に相当する。クロスダイクロイックプリズム320で生成された合成光は、投写光学系340の方向に射出される。投写光学系340は、クロスダイクロイックプリズム320から射出された合成光を投写して、スクリーンSC上にカラー画像を表示する。なお、投写光学系340としてはテレセントリックレンズを用いることが望ましい。

20

30

【0115】

この投写型表示装置1000は、偏光変換効率の高い照明光学系100'を用いることによって、光の利用効率を向上させることができる。これにより明るい画像を表示させることができる。

【0116】

また、この投写型表示装置1000の照明光学系として、上述した他の実施例における照明光学系を用いてもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0117】

図18は、照明光学系100'から射出して第1のダイクロイックミラー202、第2のダイクロイックミラー204およびクロスダイクロイックプリズム320に入射する光について示す説明図である。なお、図18は、第1のダイクロイックミラー202と、赤色光用の液晶ライトバルブ300Rと、クロスダイクロイックプリズム320のみを取り出して、便宜的に直線状に示している。図18(A)、図18(B)に示すように第1のダイクロイックミラー202は、xz平面に対しては略垂直に配置され、yz平面に対しては所定の角度M1を成すように配置されている。

40

【0118】

図19は、第1のダイクロイックミラー202の色分離特性を示す説明図である。第1のダイクロイックミラー202は、所定の角度M1で光が入射すると、その光の赤色光成分(約580nm以上)のみを透過し、その他の色成分(青色光成分および緑色光成分)を反射する(図19の実線)。このような色分離特性は、第1のダイクロイックミラー2

50

02に対する光の入射角がずれると、その入射角に応じて変化する。このため、第1のダイクロイックミラー202に所定の角度M1で光を入射させないと、赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに導かれる赤色光の色がずれてしまうことになる。

【0119】

図18(A)に示すように、x軸方向の異なった位置から射出する2つの光LA1, LA2は、システム光軸1000LCに対する傾きLA1, LA2の絶対値が等しくても、第1のダイクロイックミラー202への入射角A1, B1が相互に異なるとともに、所定の角度M1からずれている。このため、光LA1に対しては、例えば、図19に一点鎖線で示すような特性となり、また、光LA2に対しても、図19に破線で示すような特性となり、何れにおいても実線で示したような所望の色分離特性は得られなくなる。つまり、xz平面内でシステム光軸1000LCに対して入射角度(LA1, LA2)を伴って入射する斜入射光が存在する場合には、その入射角の広がりによって、第1のダイクロイックミラー202における色分離特性も変化する。従って、赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに導かれる赤色光はx軸方向に沿って非対称な色ずれを発生することになる。

10

【0120】

一方、図18(B)に示すように、y軸方向の異なった位置から射出する2つの光LB1, LB2は、システム光軸1000LCに対する傾きLB1, LB2の絶対値が等しければ、第1のダイクロイックミラー202への入射角a1, b1の絶対値も等しくなるため、光LA1, LA2に対する色光分離特性も相互に等しくなる。例えば、光LB1と光LB2の両方に対して図19に一点鎖線で示すような特性となる。つまり、yz平面内でシステム光軸1000LCに対して入射角(LA1, LA2)を伴って入射する斜入射光が存在する場合には、その入射角の広がりによって、第1のダイクロイックミラー202における色分離特性も変化する。従って、赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに導かれる赤色光はy軸方向に沿って対称な色ずれを発生することになる。但し、ここで重要な点は、yz平面内で斜入射する光がダイクロイックミラーの色分離特性に与える影響は、xz平面内で斜入射する光が同様に与える影響よりも小さいことである。その結果、第1のダイクロイックミラー202を透過して赤色光用の液晶ライトバルブ300Rに導かれる赤色光のy軸方向に沿って発生する色ずれの影響は、x軸方向に沿って発生する色ずれの影響に比べて小さくなる。

20

30

【0121】

従って、照明光学系から射出される光のシステム光軸1000LCに対する傾きは、y軸方向と比べれば、x軸方向に対してより小さいほうが好ましいことがわかる。

【0122】

一方、照明光学系100'は、偏光変換光学系40において、変倍リレー光学系30から射出された各光線束を、偏光分離膜44bおよび反射膜44cの配列方向(y軸方向)、すなわち、偏光分離方向に沿って2つに分離している。従って、照明光学系100'から射出された光束の密度はx軸方向よりもy軸方向の方が高く、よって、y軸方向に並ぶ光束のほうがx軸方向に並ぶ光束よりも、光学特性に角度依存性を有する光学系や光学素子に対する影響度が高くなる傾向にある。また、第7実施例で説明したように、偏光変換光学系40の偏光分離方向に垂直な方向には光束が存在する空間を縮小する(すなわち、偏光分離光学系の寸法を小さくする)ことができるので、偏光分離方向に対応した平面(yz平面)内における光束の傾きのほうが、偏光分離方向に垂直な方向に対応した平面(xz平面)内における光束の傾きよりも大きくなり、よって、光学特性に角度依存性を有する光学系や光学素子に対する影響度も大きくなる傾向にある。

40

【0123】

なお、第2のダイクロイックミラー204においても第1のダイクロイックミラーと同様である。

【0124】

以上のことから、投写型表示装置1000においては、第1実施例の照明光学系100(

50

図1)のように、偏光変換光学系40の偏光分離方向がx軸方向に沿っているような照明光学系ではなく、偏光分離方向がy軸方向に沿っているような照明光学系を用いることが好ましい。すなわち、ダイクロミックミラーを備える装置に本発明の照明光学系を適用する場合には、偏光変換光学系における偏光分離方向をダイクロミックミラーの2つの色光の分離方向に直交するように配置することが好ましい。このようにすれば、投写画像の色ムラの発生を低減できる点で有利である。

【0125】

本実施例の投写型表示装置1000は、偏光変換光学系40の偏光分離方向がy軸方向に沿っているような照明光学系100'を用いている。従って、上述のように、投写画像の色ムラの発生を低減することができる点で有利である。

10

【0126】

さらに、ダイクロミックミラーに関する上述の説明は、クロスダイクロミックプリズム320の赤色光反射ダイクロミック面321、青色光反射ダイクロミック面322についても同様にあてはまる。すなわち、図18(A)に示すように、x軸方向の異なった位置から射出して赤色光反射ダイクロミック面321に入射する2つの光LA1, LA2は、システム光軸1000LCに対する傾きLA1, LA2の絶対値が等しくても、赤色光反射ダイクロミック面321への入射角A2, B2の絶対値は相互に異なるとともに、所定の角度M2からずれている。また、図18(B)に示すように、y軸方向の異なった位置から射出して赤色光反射ダイクロミック面321に入射する2つの光LB1, LB2は、システム光軸1000LCに対する傾きLB1, LB2の絶対値が等しければ、第1のダイクロミックミラー202への入射角a2, b2の絶対値も等しくなる。

20

【0127】

従って、クロスダイクロミックプリズムを備える装置に本発明の照明光学系を適用する場合にも、偏光変換光学系における偏光分離方向を、クロスダイクロミックプリズムのダイクロミック面における2つの色光の分離方向に直交するように配置することが好ましい。

【0128】

本実施例の投写型表示装置1000は、偏光変換光学系40の偏光分離方向がy軸方向に沿っているような照明光学系100'を用いている。従って、この点においても、投写画像の色ムラの発生を低減することができる点で有利である。

30

【0129】

なお、上述の投写型表示装置1000は、カラー画像を表示する投写型表示装置を例に説明しているが、モノクロ画像を表示する投写型表示装置に適用することも可能である。その場合にも、上記投写型表示装置と同様な効果を得ることができる。

【0130】

K. 第10実施例:

図20は、本発明の照明光学系を用いた他の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。この投写型表示装置2000は、第1実施例としての照明光学系100を用いている。

【0131】

投写型表示装置2000は、照明光学系100と、偏光分離プリズム420と、反射型液晶ライトバルブ(液晶パネル)440と、投写光学系340とを備えている。反射型液晶ライトバルブ440と、偏光分離プリズム420と、投写光学系340とは、システム光軸2000LC上に順に配置されている。

40

【0132】

照明光学系100から射出されたs偏光状態にある直線偏光光は、偏光分離プリズム420のシステム光軸2000LCに平行な一方の側面422から入射し、偏光分離膜428に入射する。この偏光分離膜428はs偏光光を反射し、p偏光光を透過させる光学特性を有するため、偏光分離膜428に入射したs偏光光は反射して反射型液晶ライトバルブ440側の側面424から射出する。

50

【0133】

反射型液晶ライトバルブ440に入射した光は、液晶ライトバルブ440内で反射されて入射方向と反対向きに射出される。液晶が完全にオフ状態の場合、反射型液晶ライトバルブ440から射出される光はs偏光光であり、この光は偏光分離プリズム420に入射して偏光分離膜428で再び反射される。従って、反射型液晶ライトバルブ440から射出された光は、偏光分離プリズム420の照明光学系100側の側面422から射出され、投写光学系340に入射することはないため、スクリーンSC上の表示は暗表示となる。一方、液晶が完全にオン状態の場合、反射型液晶ライトバルブ440から射出される光はp偏光光に変換されているため、偏光分離プリズム420に入射して偏光分離膜428を透過する。従って、反射型液晶ライトバルブ440から射出された光は、投写光学系340側の側面426から射出され、投写光学系340に入射するため、スクリーンSC上の表示は明表示となる。液晶がオンとオフの中間状態にある場合には、s偏光光とp偏光光とを含む中間状態となり、中間調表示となる。

10

【0134】

このように、投写型表示装置2000は、照明光学系100から射出された光を、与えられた画像情報に応じて反射型液晶ライトバルブ440の各画素ごとに液晶のオン/オフを制御することにより、偏光分離プリズム420の側面426から射出される光を制御し、スクリーンSC上に画像を表示するものである。

【0135】

第10実施例の投写型表示装置2000も、偏光変換効率の高い照明光学系100を用いることによって、光の利用効率を向上させることができる。これにより明るい画像を表示させることができる。

20

【0136】

また、投写型表示装置2000の照明光学系として上述した他の実施例における照明光学系を用いてもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0137】

以上の説明からわかるように、偏光分離プリズム420が本発明の偏光分離光学素子に相当する。

【0138】

なお、この投写型表示装置2000は、照明光学系100からの照明光を偏光分離プリズム420で反射して反射型液晶ライトバルブ440に入射させる場合を示している。しかし、照明光学系100からの照明光が偏光分離プリズム420を透過して反射型液晶ライトバルブ440に入射し、反射型液晶ライトバルブ440からの反射光が偏光分離プリズム420で反射されて投写光学系340に至るような構成であってもよい。

30

【0139】

図21は、偏光分離プリズム420に入射する光について示す説明図である。今、照明光学系100から射出され側面422に入射する光のうち、yz平面内にある光について着目する。光Bは入射面422に対して垂直に(すなわち、入射面422の法線に沿って、或いは、z軸方向に沿って)入射する光であり、光Aと光Cは入射面422の法線に対してある角度を伴って入射する斜入射光である。ここで、側面422に入射する光の偏光軸方向を、偏光分離膜428の偏光分離方向(すなわち、z軸方向およびx軸方向)に垂直な方向(y軸方向)とすると、光A、光B及び光Cは、何れも、偏光分離膜428で反射され進行方向を略90度変化させ、側面424から射出する。このとき、光Bは入射面422に対して垂直に入射するため、偏光分離膜428で反射して側面424から射出される光Bの偏光軸方向は、y軸方向となる。しかし、入射面422に対して斜入射光となる光Aと光Cでは、側面424から射出される光の偏光軸方向は、z軸方向から偏光分離プリズム420を見た場合、y軸方向に対して+R(光A)、-R(光C)だけ回転し、y軸方向とは一致しない。ただし、反時計周りの回転を正とする。このように、偏光分離膜428の偏光分離方向(x軸方向およびz軸方向)に垂直な平面(yz平面)内においてz軸に対して傾いた光が偏光分離膜428に入射すると、偏光分離膜428の偏光

40

50

分離特性とは無関係に、偏光分離膜 4 2 8 で反射された光の偏光軸は回転する。これにより、予め偏光軸を決めて直線偏光光を偏光分離プリズム 4 2 0 に入射したとしても、その直線偏光光の一部が入射面 4 2 2 に対して斜入射の状態となっていれば、側面 4 2 4 から射出して反射型液晶ライトバルブ 4 4 0 に入射する光に、不要な直線偏光光が必ず含まれることになり、投写画像の明るさやコントラストの低下を招くことになる。

【 0 1 4 0 】

従って、照明光学系から射出される光のシステム光軸 2 0 0 0 L C に対する傾きは、y 軸方向、すなわち、偏光分離膜 4 2 8 の偏光分離方向と直交する方向に対してより小さいほうが好ましいと言える。

【 0 1 4 1 】

一方、先に説明したように、照明光学系から射出された光束の密度は、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離方向と直交する方向よりも、偏光分離方向に沿った方向でより高い。よって、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離方向と直交する方向に並ぶ光束よりも、偏光分離方向に沿った方向に並ぶ光束の方が、光学特性に角度依存性を有する光学系や光学素子に対する影響度がより高くなる傾向にある。また、第 7 実施例で説明したように、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離方向と直交する方向には光束が存在する空間を縮小することができるので、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離方向に対応した平面内における光束の傾きのほうが、偏光分離方向と直交する方向に対応した平面内における光束の傾きよりも、光学特性に角度依存性を有する光学系や光学素子に対する影響度は大きくなる傾向にある。

【 0 1 4 2 】

以上のことから、第 1 0 実施例の投写型表示装置 2 0 0 0 においては、照明光学系 1 0 0 のように、偏光変換光学系 4 0 の偏光分離方向が、偏光分離プリズム 4 2 0 における偏光分離方向である x 軸方向に沿っているような照明光学系を用いることが好ましい。すなわち、反射型液晶ライトバルブと偏光分離プリズムとを組み合わせる構成される投写型表示装置に本発明の照明光学系を適用する場合には、照明光学系における偏光変換光学系の偏光分離方向を偏光分離プリズムの偏光分離方向に一致させるように配置することが好ましい。このような配置構成とすれば、偏光分離プリズムにおける偏光分離効率を向でき、明るくコントラストの高い投写画像を得られる点で有利である。

【 0 1 4 3 】

なお、上述の投写型表示装置 2 0 0 0 は、モノクロ画像を表示する投写型表示装置を例に説明しているが、カラー画像を表示する投写型表示装置に適用することも可能である。この場合にも、上記投写型表示装置と同様な効果を得ることができる。

【 0 1 4 4 】

L . 第 1 1 実施例 :

図 2 2 は、本発明の照明光学系を用いた別の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

投写型表示装置 3 0 0 0 は、照明光学系 1 0 0 ' と、3 つのダイクロイックミラー 5 0 0 R , 5 0 0 G , 5 0 0 B と、透過型の単板式カラー液晶ライトバルブ (液晶パネル) 5 2 0 と、投写光学系 3 4 0 とを備えている。各ダイクロイックミラー 5 0 0 R , 5 0 0 G , 5 0 0 B はそれぞれ赤 (R) , 緑 (G) , 青 (B) の各色光を選択的に反射し他の色光は透過する特性を有し、照明光学系 1 0 0 ' に近い側から、ダイクロイックミラー 5 0 0 R 、 5 0 0 G 、 5 0 0 B の順に、互いに非平行な状態で配置されている。なお、3 枚のダイクロイックミラーの配置順は、必ずしもこの順に配置する必要はなく、後述する単板式カラー液晶ライトバルブ 5 2 0 の各色に対応する画素の配列に応じて決定される。また、照明光学系 1 0 0 ' から最も遠い所に配置されるダイクロイックミラー (本実施例では、ダイクロイックミラー 5 0 0 B) は、単なる反射ミラーで構成することも可能である。

【 0 1 4 5 】

照明光学系 1 0 0 ' の光軸 1 0 0 L C と単板式カラー液晶ライトバルブ 5 2 0 の中心を通る投写系の光軸 3 0 0 0 L C とが直角に交差する近傍に 3 枚のダイクロイックミラー 5 0 0 R 、 5 0 0 G 、 5 0 0 B は配置され、緑色光反射ダイクロイックミラー 5 0 0 G は、ミ

10

20

30

40

50

ラー面の法線と照明光学系 100' の光軸 100LC との成す角がほぼ 45 度となるように配置されている。また、赤色光反射ダイクロイックミラー 500R は、y 軸方向を回転軸として、ダイクロイックミラー 500G に対して時計周りに数度傾けて配置されている。また、青色光反射ダイクロイックミラー 500B は、y 軸方向を回転軸として、ダイクロイックミラー 500G に対して反時計周りに数度傾けて配置されている。これらの相互の傾きについては後述する。

【0146】

照明光学系 100' から射出された光のうち赤色光 R は、赤色光反射ダイクロイックミラー 500R によって反射されて単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に入射する。緑色光 G は、赤色光反射ダイクロイックミラー 500R を透過後、緑色光反射ダイクロイックミラー 500G によって反射され、再び赤色光反射ダイクロイックミラー 500R を透過して単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に入射する。青色光 B は、赤色光反射ダイクロイックミラー 500R および緑色光反射ダイクロイックミラー 500G を透過後、青色光反射ダイクロイックミラー 500B によって反射され、再び緑色光反射ダイクロイックミラー 500G および赤色光反射ダイクロイックミラー 500R を透過して単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に入射する。このとき、3 枚のダイクロイックミラー 500R、500G、500B は、互いに非平行な状態で配置されているので、3 色の色光は単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に互いに異なる角度で入射する。

【0147】

図 23 は、単板式カラー液晶ライトバルブ 520 の 1 画素を拡大して示す模式図である。図 23 (A) に示すように、単板式カラー液晶ライトバルブ 520 は、複数の画素を構成するライトバルブ部 530 と、ライトバルブ部 530 の入射面上に配置されたマイクロレンズアレイ 540 とを備えている。ライトバルブ部 530 の 1 つの画素 531 は、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 つの色光に対応する 3 つの部分画素 531R、531G、531B で構成されている。また、1 つの画素 531 の入射面上には 1 つのマイクロレンズ 541 が対応して設けられている。互いに異なる角度で単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に入射した 3 つの色光は、マイクロレンズアレイ 540 の各マイクロレンズ 541 によって、色光毎に集光され、それぞれ対応する部分画素 531R、531G、531B に入射し、各部分画素に与えられた画像情報に応じて変調される。

【0148】

なお、単板式カラー液晶ライトバルブ 520 に入射する 3 つの色光の角度、すなわち、3 枚のダイクロイックミラー 500R、500G、500B の傾き角は、各マイクロレンズ 541 に入射した 3 つの色光 (赤色光 R、緑色光 G、青色光 B) がそれぞれ対応する部分画素 531R、531G、531B に入射するように設定されており、各部分画素 531R、531G、531B の配列間隔 PD とマイクロレンズ 541 の焦点距離 f_{μ} によって求められる。

【0149】

図 22 における単板式カラー液晶ライトバルブ 520 の各画素 531 から射出された光は、投写光学系 340 を介してスクリーン SC に投写されてカラー画像を表示する。

【0150】

第 11 実施例の投写型表示装置 3000 も、偏光変換効率の高い照明光学系 100' を用いることによって、光の利用効率を向上させることができる。これにより明るい画像を表示させることができる。

【0151】

また、投写型表示装置 3000 の照明光学系として、上述した他の実施例における照明光学系を用いてもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0152】

ここで、第 7 実施例で説明したように、偏光変換光学系 40 の偏光分離方向に垂直な方向には光束が存在する空間を縮小する (すなわち、偏光分離光学系の寸法を小さくする) ことができるので、偏光分離方向に対応した平面 (yz 平面) 内における光束の傾きのほう

10

20

30

40

50

が、偏光分離方向に垂直な方向に対応した平面（ xz 平面）内における光束の傾きよりも大きくなり、よって、光学特性に角度依存性を有する光学系や光学素子に対する影響度も大きくなる傾向にある。さらに、第9実施例で説明したように、照明光学系100'から射出された光束の密度は x 軸方向よりも y 軸方向の方が高く、よって、 y 軸方向に並ぶ光束のほうが x 軸方向に並ぶ光束よりも、光学特性に角度依存性や異方性を有する光学系や光学素子に対する影響度が高くなる傾向にある。一般に、光の拡がり角と集光性は逆比例の関係にあり、拡がり角が大きい光の場合には小さな集光像を形成できないため、液晶ライトバルブを照明する光の拡がり角が大きくなるほど、液晶ライトバルブや投写光学系における光の利用効率は低下する。

【0153】

一方、単板式カラー液晶ライトバルブ520の1つの画素531を構成する3つの部分画素531R, 531G, 531Bは、図23(B)に示すように、 z 軸方向から見て、1つの画素531がほぼ正方形の輪郭となるように、 y 軸方向に細長い輪郭形状を有している。従って、これら部分画素の輪郭形状と、そこに入射する光の集光性や拡がり角などの光学特性を合わせた構成とすれば、照明光学系100'から射出される光のように、特定の一方に比較的大きな拡がり角を有する照明光を用いた場合であっても、液晶ライトバルブや投写光学系における光の利用効率を低下させることはない。すなわち、照明光学系100から射出される光において、その拡がり角が大きい方向と、部分画素の長手方向とが一致するように配置すればよい。このように配置すれば、 x 軸方向には小さく y 軸方向には比較的大きな寸法の集光像が形成されるので、対応する部分画素に色光を入射させることが可能である。

【0154】

以上のことから、第11実施例の投写型表示装置3000においては、偏光変換光学系40の偏光分離方向が、液晶ライトバルブにおける細長い輪郭形状を有する部分画素の長手方向と一致するように設定されている。このようにすれば、3つの色光が対応する各部分画素のみに入射し、互いに他の部分画素に入射することがないため、明るく、混色のない画像を得ることができる点で有利である。従って、単板式カラー液晶ライトバルブに代表される空間色分離型のライトバルブを適用した投写型表示装置においては、照明光学系から射出される光束の幅およびその傾きの大きい方向を各部分画素の長手方向に設定することで、各部分画素に対応する3つの色光が互いに他の色光の部分画素に入射する現象（この現象は表示画像の色表現性を低下させる原因となる。）を低減することができる。

【0155】

なお、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。

【0156】

(1) 上記各実施例では、第1のレンズアレイと、第2のレンズアレイと、リレーレンズアレイとを有する変倍リレー光学系を備える照明光学系を例に説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、以下に説明する構成であってもよい。

【0157】

図25は、本発明の照明光学系の変形例を示す説明図である。この照明光学系100Jは、光源20と、変倍リレー光学系30Jと、偏光変換光学系40Jと、重畳光学系50Jとを備えている。変倍リレー光学系30Jは、第1のレンズ32Jと、リレーレンズ36Jと、第2のレンズ34Jとを備えている。各レンズ32、36、34は、第1実施例の第1の小レンズ32a、リレーレンズ36a、第2の小レンズ34aと同様の機能を有している。

【0158】

偏光変換光学系40Jは、1組の偏光ビームスプリッタ44Jaと反射プリズム44Jbと、 $\lambda/2$ 位相差板46Jを備えている。変倍リレー光学系30Jから射出される光線束は、偏光ビームスプリッタ44Jaに入射して、偏光分離膜44bで2種類の直線偏光光、例えば、 s 偏光光と p 偏光光とに分離される。2種類の直線偏光光のうち一方、例えば

10

20

30

40

50

、p 偏光光は、偏光分離膜 4 4 b を透過して / 2 位相差板 4 6 J に入射し、s 偏光光に変換されて射出される。一方、s 偏光光は偏光分離膜 4 4 b で反射されて、反射プリズム 4 4 J b に入射する。反射プリズム 4 4 J b に入射した s 偏光光は、反射膜 4 4 c でさらに反射されて、 / 2 位相差板 4 6 J から射出された s 偏光光とほぼ同じ方向に向かって射出される。これにより、変倍リレー光学系 3 0 J から射出される光線束は、偏光変換光学系 4 0 J によって偏光方向の揃った 2 つの光線束に変換されて射出される。

【 0 1 5 9 】

重畳光学系 5 0 J は、偏光ビームスプリッタ 4 4 J a と反射プリズム 4 4 J b の射出側に配置された 2 つの第 3 のレンズ 5 2 J と、2 つの第 3 のレンズ 5 2 J に対応する 2 つの第 4 のレンズ 5 4 J とを備えている。偏光変換光学系 4 0 J から射出された 2 つの光線束は、各光線束に対応する第 3 のレンズ 5 2 J および第 4 のレンズ 5 4 J とによって、照明領域 8 0 上のほぼ同じ位置を照明する。

10

【 0 1 6 0 】

この照明光学系 1 0 0 J においても、光源 2 0 から射出された光線束を変倍リレー光学系 3 0 J によって縮小することができるので、光源 2 0 から射出された光線束を偏光変換光学系 4 0 に有効に入射させることができる。これにより、偏光変換効率の高い照明光学系を実現できる。

【 0 1 6 1 】

(2) 上記説明では、本発明の照明光学系を投写型表示装置に適用した場合を説明しているが、これに限定されるものではない。本発明の照明光学系は、種々の装置における照明光学系として利用可能である。

20

【 0 1 6 2 】

(3) 上記説明では、電気光学装置として液晶パネルを用いた例を示しているが、これに限定されるものではなく、特定の直線偏光光を照明光として利用する全てのタイプの電気光学装置に適用することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【 図 2 】 第 1 のレンズアレイ 3 2 の外観を示す斜視図である。

【 図 3 】 一組の第 1 の小レンズ 3 2 a と第 2 の小レンズ 3 4 a とリレーレンズ 3 6 a とを拡大して示す説明図である。

30

【 図 4 】 偏光変換光学系 4 0 の構成を示す説明図である。

【 図 5 】 リレーレンズアレイ 3 6 の変形例について示す説明図である。

【 図 6 】 リレーレンズアレイ 3 6 の他の変形例について示す説明図である。

【 図 7 】 重畳光学系 5 0 の変形例について示す説明図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【 図 9 】 本発明の第 3 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 4 実施例としての照明光学系と第 1 実施例の照明光学系とを比較して示す説明図である。

40

【 図 1 1 】 本発明の第 5 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【 図 1 2 】 変倍リレー光学系 3 0 に入射する光の平行性について示す説明図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 6 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 7 実施例としての照明光学系の要部を側面的に見た概略構成図である。

【 図 1 5 】 第 1 実施例の照明光学系 1 0 0 における偏光変換光学系 4 0 に入射する光線束の輪郭と第 7 実施例の照明光学系 1 0 0 H における偏光変換光学系 4 0 H に入射する光束

50

の輪郭とを比較して示す説明図である。

【図 1 6】本発明の第 8 実施例としての照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図 1 7】本発明の照明光学系を用いた投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図 1 8】照明光学系 1 0 0 から射出して第 1 のダイクロイックミラー 2 0 2 およびクロスダイクロイックプリズム 3 2 0 に入射する光について示す説明図である。

【図 1 9】第 1 のダイクロイックミラー 2 0 2 の色分離特性を示す説明図である。

【図 2 0】本発明の照明光学系を用いた他の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

10

【図 2 1】偏光分離プリズム 4 2 0 に入射する光について示す説明図である。

【図 2 2】本発明の照明光学系を用いた別の投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。

【図 2 3】単板式カラー液晶ライトバルブ 5 2 0 の 1 つの画素を拡大して示す模式図である。

【図 2 4】従来の照明光学系を示す概略構成図である。

【図 2 5】本発明のその他の照明光学系の要部を平面的に見た概略構成図である。

【符号の説明】

2 0 ... 光源

2 0 L C ... 光源光軸

20

2 2 ... 光源ランプ

2 4 ... 凹面鏡

3 0 ... 変倍リレー光学系

3 0 F ... 変倍リレー光学系

3 0 G ... 変倍リレー光学系

3 0 H ... 変倍リレー光学系

3 0 I ... 変倍リレー光学系

3 0 I 1 ... 変倍リレー光学系の部分

3 0 I 2 ... 変倍リレー光学系の部分

3 2 ... 第 1 のレンズアレイ

30

3 2 a ... 第 1 の小レンズ

3 2 a L C ... 光軸

3 2 H ... 第 1 のレンズアレイ

3 2 H a ... 第 1 の小レンズ

3 4 ... 第 2 のレンズアレイ

3 4 A ... 第 2 のレンズアレイ

3 4 a ... 第 2 の小レンズ

3 4 A a ... 第 2 の小レンズ

3 4 b ... 平板部

3 4 G ... 第 2 のレンズアレイ

40

3 4 H ... 第 2 のレンズアレイ

3 4 H a ... 第 2 の小レンズ

3 6 ... リレーレンズアレイ

3 6 a ... リレーレンズ

3 6 A ... リレーレンズアレイ

3 6 A a ... リレーレンズ

3 6 B ... リレーレンズアレイ

3 6 B a ... リレーレンズ

3 6 C ... リレーレンズアレイ

3 6 C a ... 複合リレーレンズ

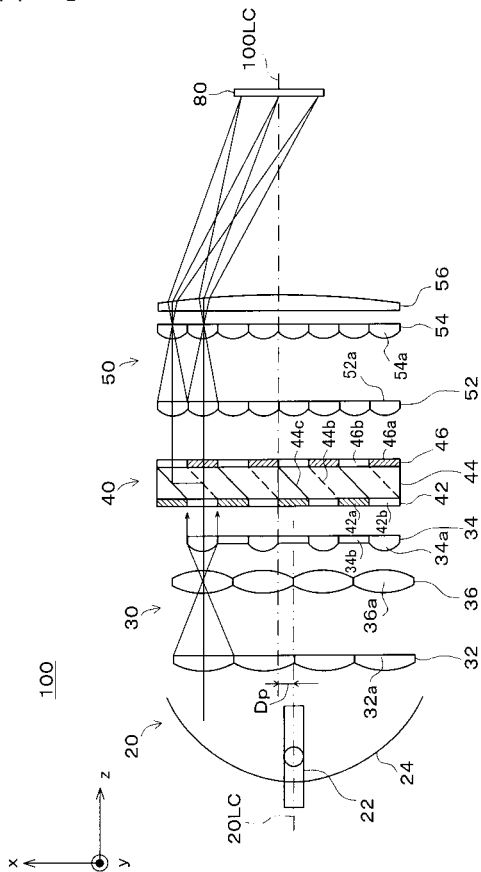
50

3 6 C a 1 , 3 6 C a 2 ... 平凸レンズ	
3 6 D ... リレーレンズアレイ	
3 6 D a ... 複合リレーレンズ	
3 6 D a 1 ... 凸レンズ	
3 6 D a 2 ... 凹凸レンズ	
3 6 H ... リレーレンズアレイ	
3 6 H a ... リレーレンズ	
4 0 ... 偏光変換光学系	
4 0 H ... 偏光変換光学系	
4 0 I ... 偏光変換光学系	10
4 0 I 1 ... 偏光変換光学系の部分	
4 0 I 2 ... 偏光変換光学系の部分	
4 2 ... 遮光板	
4 2 a ... 遮光面	
4 2 b ... 開口面	
4 4 ... 偏光ビームスプリッタアレイ	
4 4 a ... 透光性板材	
4 4 b ... 偏光分離膜	
4 4 c ... 反射膜	
4 6 ... 選択位相差板	20
4 6 a ... / 2 位相差層	
4 6 b ... 開口層	
5 0 ... 重畳光学系	
5 0 C ... 重畳光学系	
5 0 D ... 重畳レンズアレイ	
5 0 D a ... 小レンズ	
5 0 E ... 重畳光学系	
5 0 F ... 重畳光学系	
5 0 G ... 重畳光学系	
5 0 H ... 重畳光学系	30
5 0 I ... 重畳光学系	
5 2 ... 第 3 のレンズアレイ	
5 2 a ... 第 3 の小レンズ	
5 2 C ... 第 3 のレンズアレイ	
5 2 C a ... 第 3 の小レンズ	
5 2 E ... 第 3 のレンズアレイ	
5 2 E a ... 第 3 の小レンズ	
5 2 F ... 第 3 のレンズアレイ	
5 2 I ... 第 3 のレンズアレイ	
5 2 I 1 , 5 4 I 1 ... 第 3 のレンズアレイの部分	40
5 4 ... 第 4 のレンズアレイ	
5 4 a ... 第 4 の小レンズ	
5 4 B ... 第 4 のレンズアレイ (重畳レンズアレイ)	
5 4 C ... 第 4 のレンズアレイ	
5 4 C a ... 第 4 の小レンズ	
5 4 E ... 第 4 のレンズアレイ	
5 4 E a ... 第 4 の小レンズ	
5 4 I ... 第 4 のレンズアレイ	
5 6 ... 重畳レンズ	
8 0 ... 照明領域	50

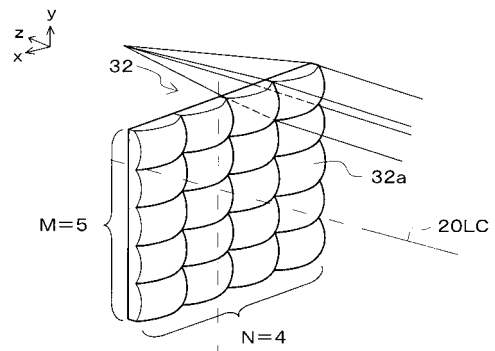
1 0 0 ...照明光学系	
1 0 0 L C ...システム光軸	
1 0 0 C ...照明光学系	
1 0 0 C L C ...システム光軸	
1 0 0 D ...照明光学系	
1 0 0 D L C ...システム光軸	
1 0 0 E ...照明光学系	
1 0 0 E L C ...システム光軸	
1 0 0 F ...照明光学系	
1 0 0 F L C ...システム光軸	10
1 0 0 G ...照明光学系	
1 0 0 G L C ...システム光軸	
1 0 0 H ...照明光学系	
1 0 0 H L C ...システム光軸	
1 0 0 I ...照明光学系	
1 0 0 I L C ...システム光軸	
1 0 0 0 ...投写型表示装置	
1 0 0 0 D L C ...システム光軸	
2 0 0 ...色光分離光学系	
2 0 2 ...第1のダイクロイックミラー	20
2 0 4 ...第2のダイクロイックミラー	
2 0 8 ...反射ミラー	
2 2 0 ...導光光学系	
2 2 2 ...入射側レンズ	
2 2 4 , 2 2 8 ...反射ミラー	
2 2 6 ...リレーレンズ	
2 3 0 ...射出側レンズ(フィールドレンズ)	
2 3 2 ...フィールドレンズ	
2 3 4 ...フィールドレンズ	
3 0 0 R , 3 0 0 G , 3 0 0 B ...液晶ライトバルブ	30
3 2 0 ...クロスダイクロイックプリズム	
3 2 1 ...赤色光反射ダイクロイック面	
3 2 2 ...青色光反射ダイクロイック面	
3 4 0 ...投写光学系	
2 0 0 0 ...投写型表示装置	
2 0 0 0 L C ...システム光軸	
4 2 0 ...偏光分離プリズム	
4 2 2 ...側面	
4 2 2 ...偏光分離膜	
4 2 4 ...側面	40
4 2 6 ...側面	
4 2 8 ...偏光分離膜	
4 4 0 ...反射型液晶ライトバルブ	
3 0 0 0 ...投写型表示装置	
5 0 0 B ...青色光反射ダイクロイックミラー	
5 0 0 G ...緑色光反射ダイクロイックミラー	
5 0 0 R ...赤色光反射ダイクロイックミラー	
5 2 0 ...単板式カラー液晶ライトバルブ	
5 3 0 ...ライトバルブ部	
5 3 1 ...画素	50

- 5 3 1 R , 5 3 1 G , 5 3 1 B ... 部分画素
- 5 3 1 R ... 部分画素
- 5 4 0 ... マイクロレンズアレイ
- 5 4 1 ... マイクロレンズ
- 4 1 2 0 ... 光源
- 4 1 3 0 ... 第1のレンズアレイ
- 4 1 3 2 ... 小レンズ
- 4 1 4 0 ... 第2のレンズアレイ
- 4 1 4 2 ... 小レンズ
- 4 1 5 0 ... 偏光変換光学系
- 4 1 5 2 ... 偏光分離膜
- 4 1 5 4 ... 反射膜
- 4 1 6 0 ... 重畳レンズ
- 4 1 8 0 ... 照明領域

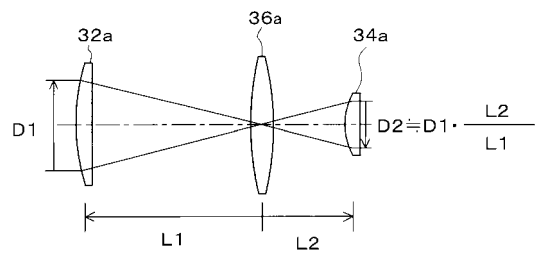
【 図 1 】



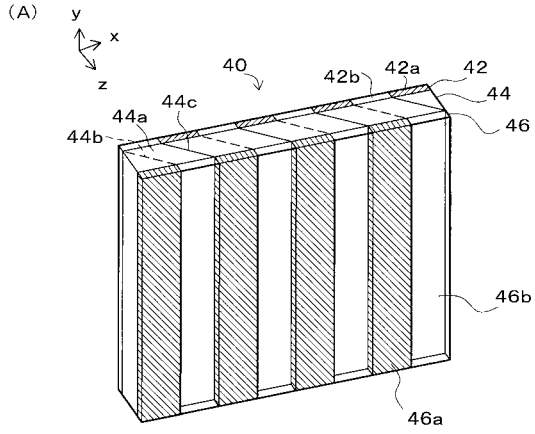
【 図 2 】



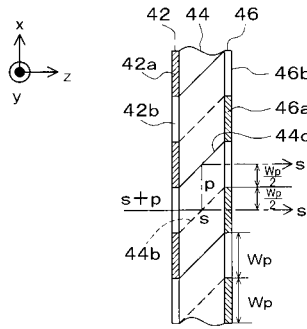
【 図 3 】



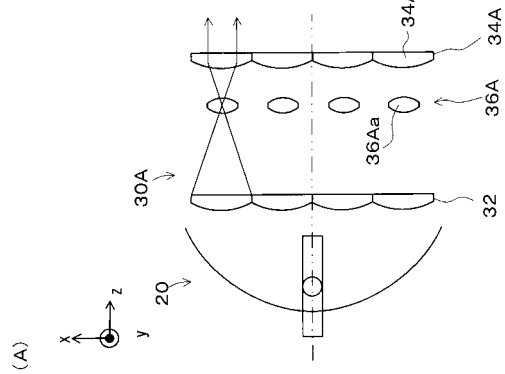
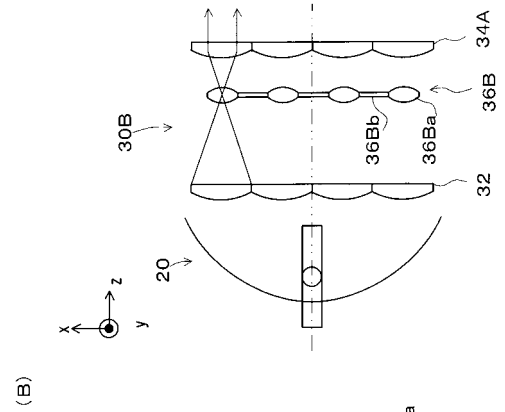
【 図 4 】



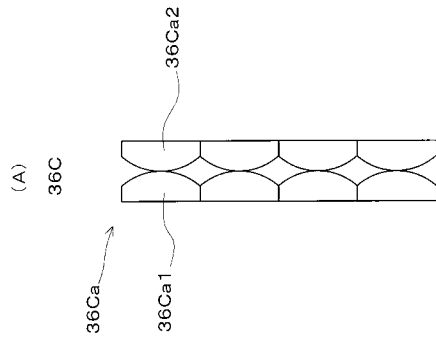
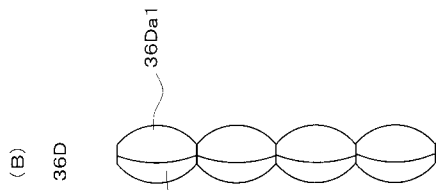
(B)



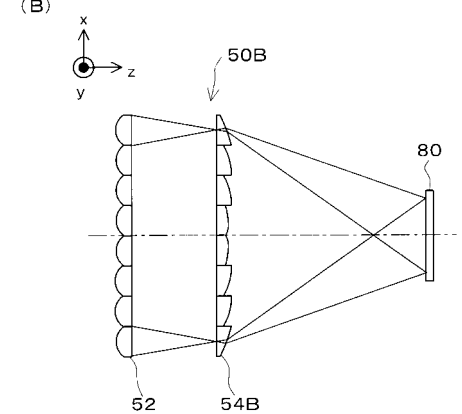
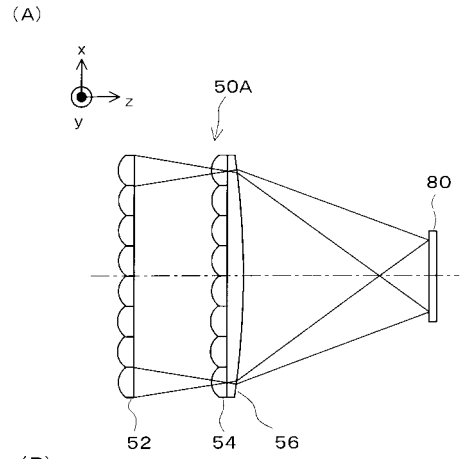
【 図 5 】



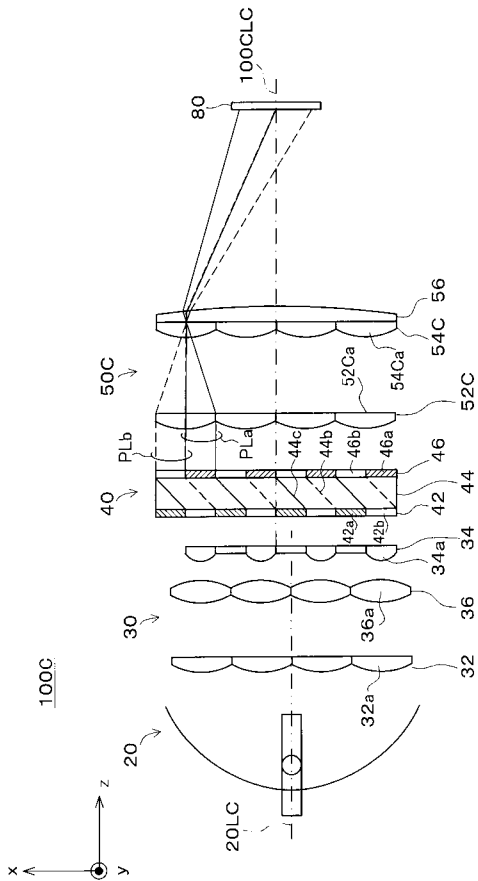
【 図 6 】



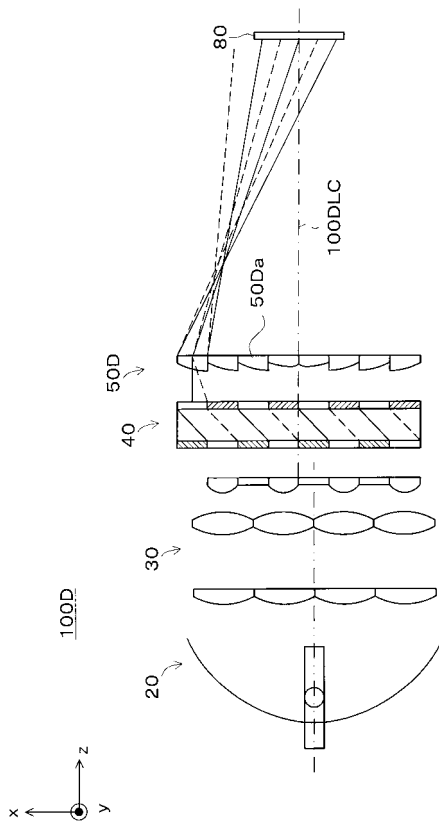
【 図 7 】



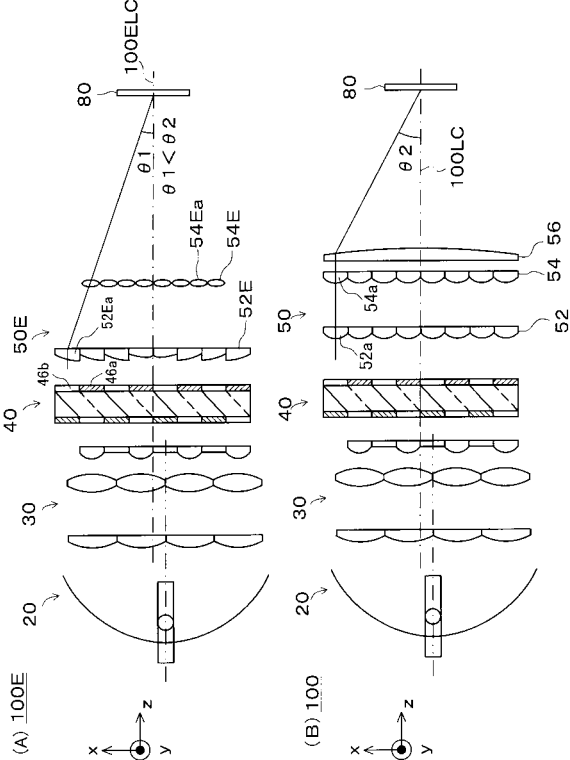
【 図 8 】



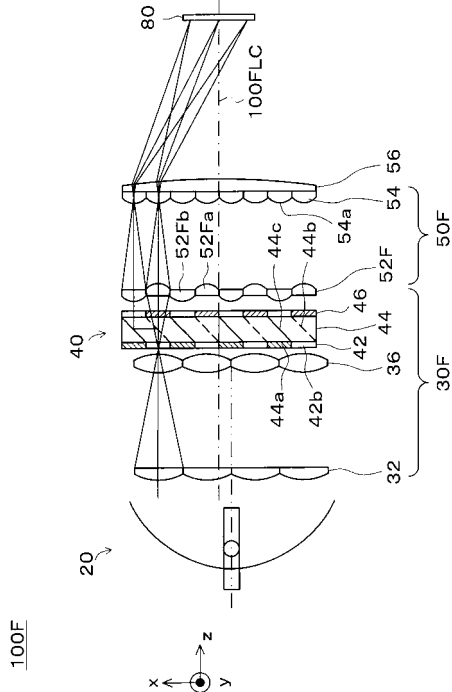
【 図 9 】



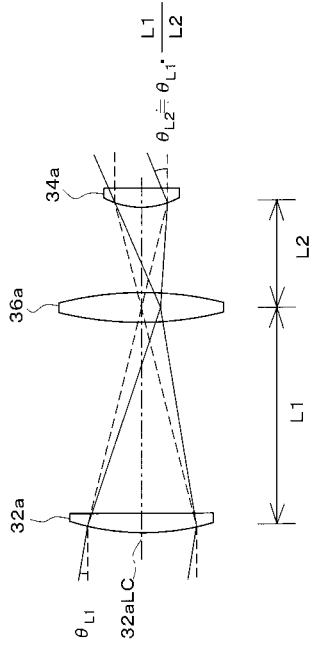
【 図 10 】



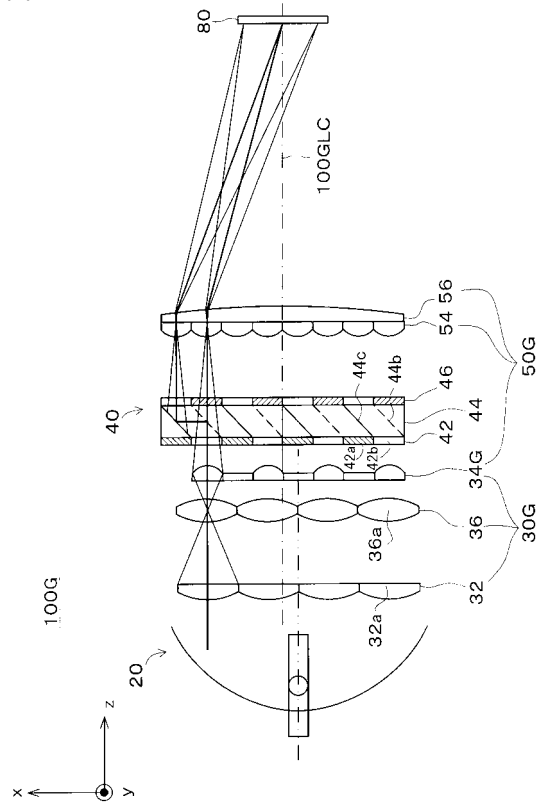
【 図 11 】



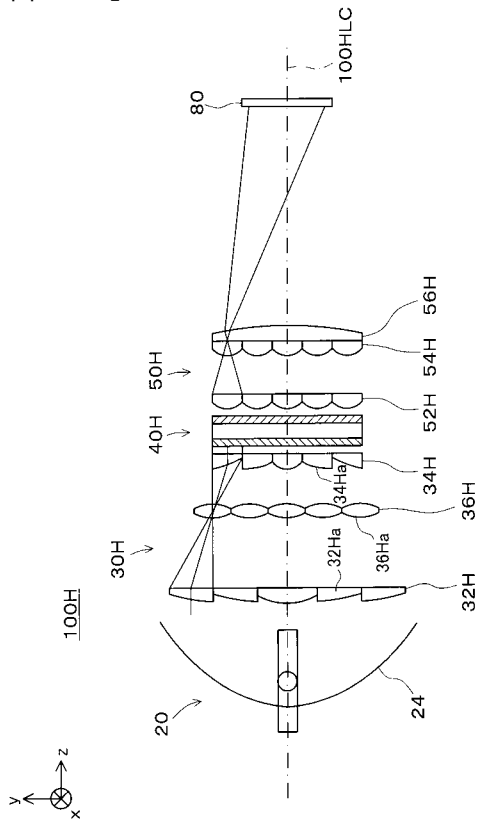
【 図 1 2 】



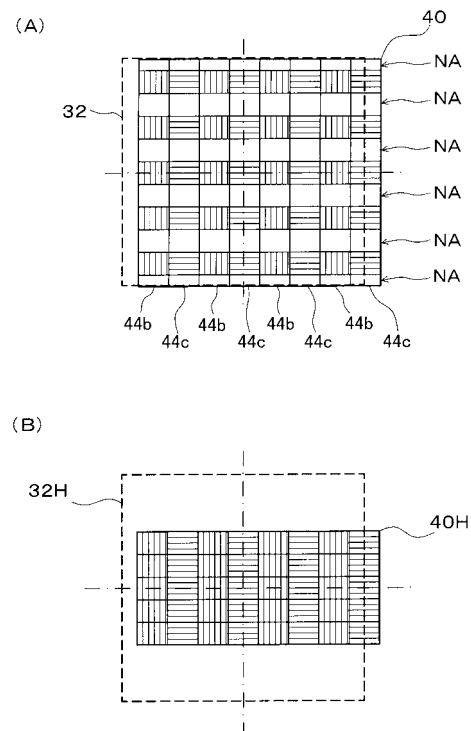
【 図 1 3 】



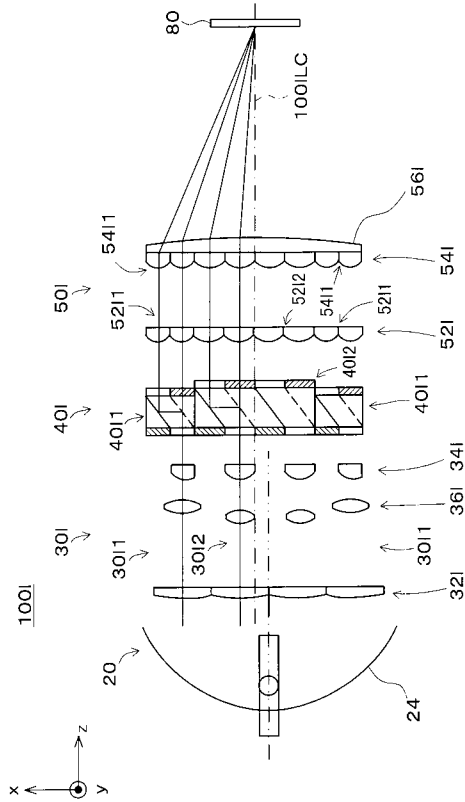
【 図 1 4 】



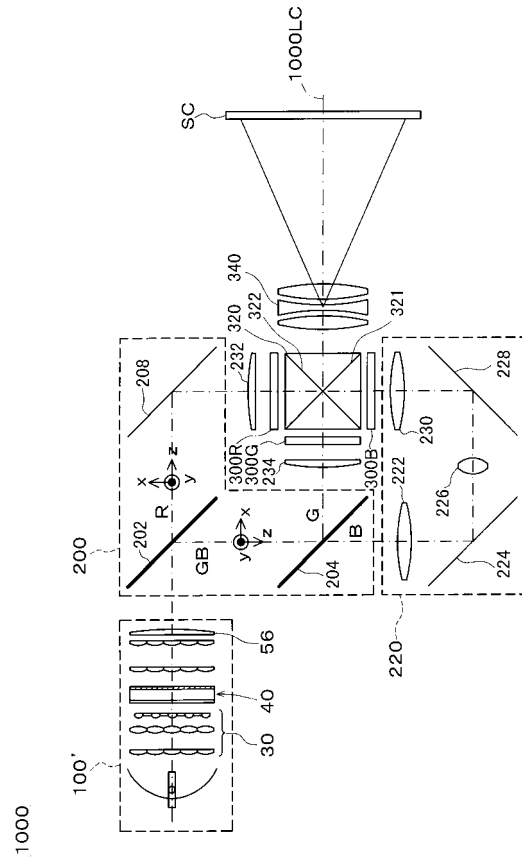
【 図 1 5 】



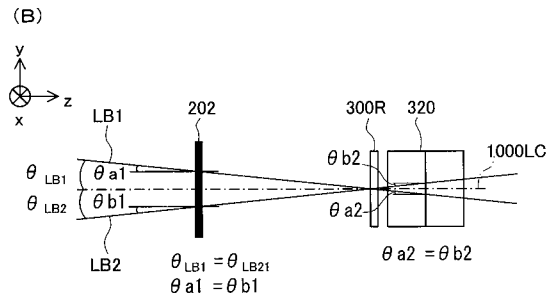
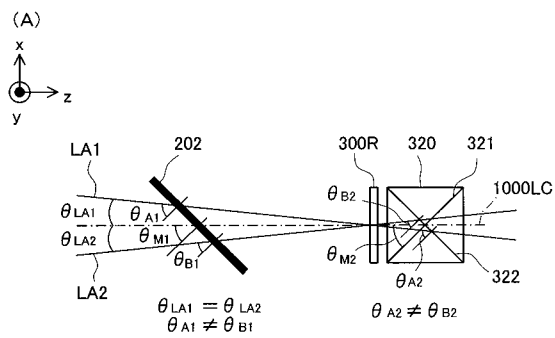
【 図 1 6 】



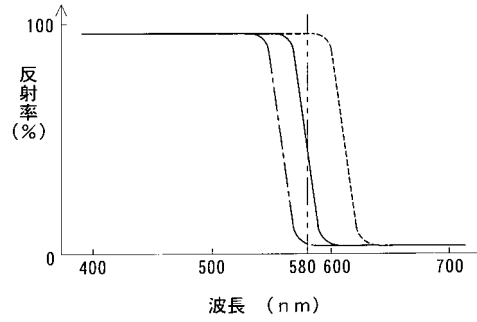
【 図 1 7 】



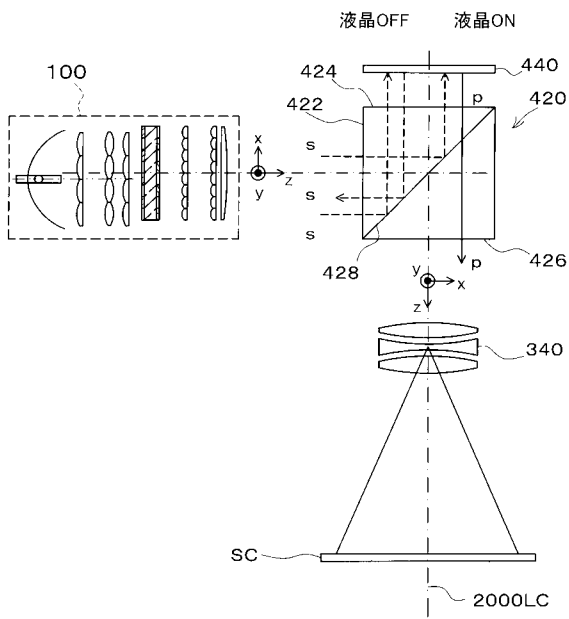
【 図 1 8 】



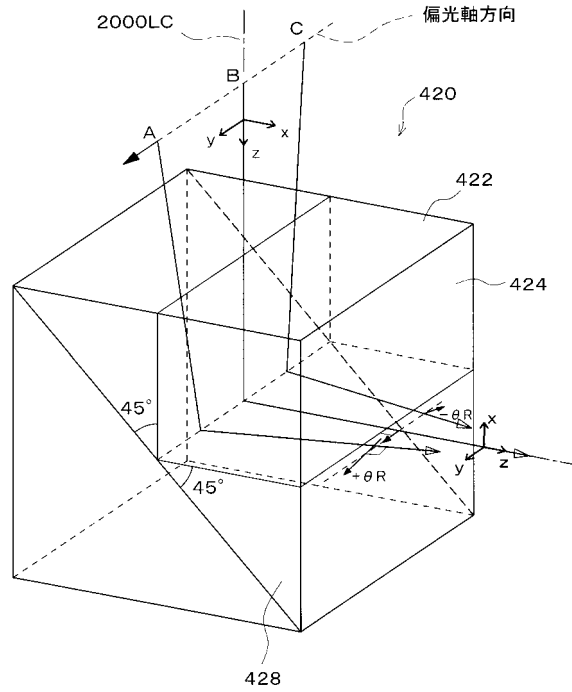
【 図 1 9 】



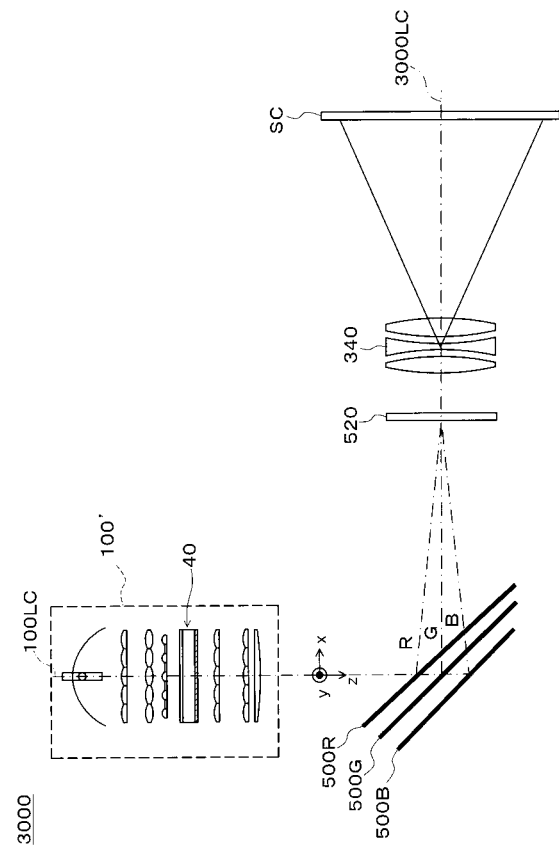
【 図 2 0 】
2000



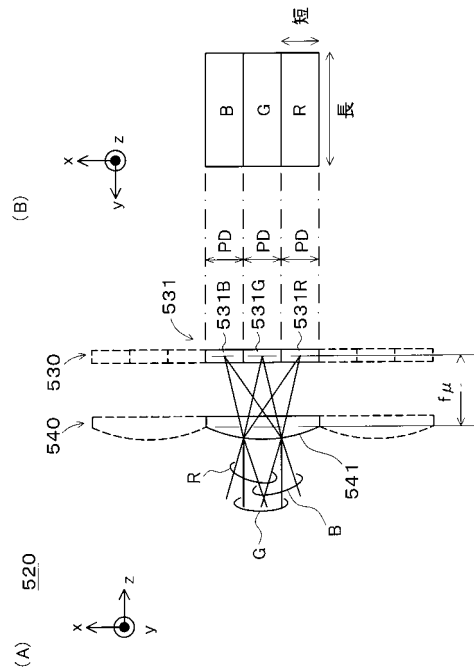
【 図 2 1 】



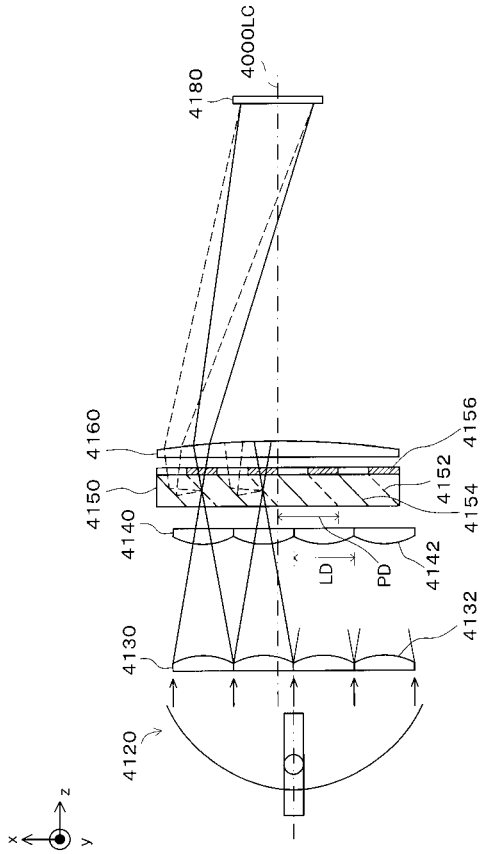
【 図 2 2 】



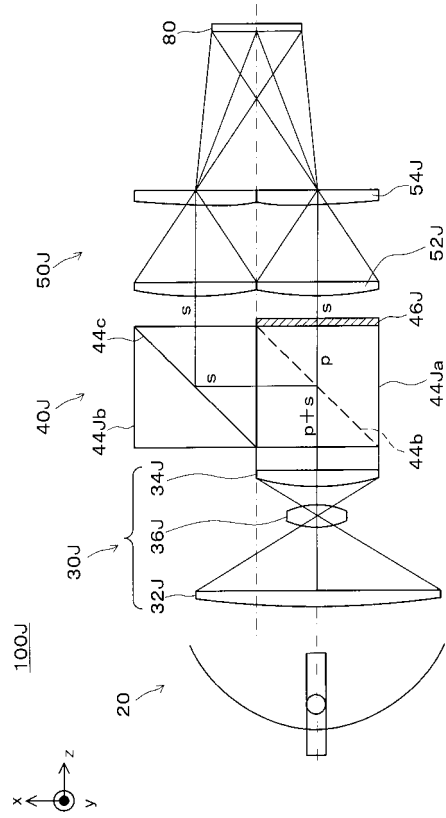
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-170869(JP,A)
特開平10-170864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02B 27/28

G02F 1/13 505

G02F 1/1335 510