

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5067647号
(P5067647)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl.	F I
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 Z
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 E
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74 Z

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2011-531702 (P2011-531702)	(73) 特許権者	300016765
(86) (22) 出願日	平成21年9月16日 (2009.9.16)		NECディスプレイソリューションズ株式
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/066178		会社
(87) 国際公開番号	W02011/033627		東京都港区三田一丁目4番28号
(87) 国際公開日	平成23年3月24日 (2011.3.24)	(74) 代理人	100123788
審査請求日	平成24年2月21日 (2012.2.21)		弁理士 宮崎 昭夫
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	加藤 厚志
			東京都港区芝浦四丁目13番23号 NEC
			Cディスプレイソリューションズ株式会社
			内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置とそれを用いた投射型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源と、

前記光源からの光が一方の端面に供給され、該一方の端面から入射した光が内部を伝播して他方の端面から射出される導光手段と、

前記導光手段の他方の端面からの射出光束を複数の光束に空間的に分離し、前記導光手段の他方の端面に形成される光学像を表示素子上に結像する照明光学系と、

前記照明光学系と前記表示素子の間に配置され、第1の偏光の光を透過し、前記第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光の光を前記照明光学系の方向に反射する反射型偏光板と、

前記複数の光束が空間的に分離される位置に配置され、前記反射型偏光板にて反射された光を前記反射型偏光板の方向に反射する反射素子と、

前記反射素子と前記反射型偏光板の間に配置された位相差板と、を有し、

前記反射素子は、前記複数の光束が透過する透過領域と、該透過領域以外の領域に形成された反射膜とを有し、

前記光源の発光中心は、前記導光手段の両端面の重心を通る中心軸上に位置し、

前記照明光学系は、前記透過領域を通過した前記複数の光束の前記第2の偏光の光によって前記反射型偏光板上に形成された複数の光学像を前記反射膜上に結像する、照明装置

。

【請求項2】

10

20

前記照明光学系は、

前記導光手段と前記反射素子の間に設けられ、前記導光手段の他方の端面からの射出光束を前記複数の光束に分離する第1のレンズ群と、

前記反射素子を透過した前記複数の光束を、前記表示素子上に集光する第2のレンズ群と、を有し、

前記第1および第2のレンズ群の両光軸と交差する平面に垂直な方向から見た場合に、前記第1のレンズ群の光軸が、前記第2のレンズ群の光軸に対してシフトしている、請求の範囲第1項に記載の照明装置。

【請求項3】

前記反射膜はストライプ状に形成されており、前記反射素子の面に垂直な方向から見た場合に、前記反射膜の長手方向が、前記第1のレンズ群の光軸の、前記第2のレンズ群の光軸に対するシフト方向と交差する方向である、請求の範囲第2項に記載の照明装置。

【請求項4】

前記照明光学系は、

前記導光手段と前記反射素子の間に設けられ、前記導光手段の他方の端面からの射出光束を前記複数の光束に分離する第1のレンズ群と、

前記反射素子を透過した前記複数の光束を、前記表示素子上に集光する第2のレンズ群と、

前記反射素子と前記第1のレンズ群との間に設けられ、前記反射素子上における前記複数の光束の入射する位置をシフトさせる平行平板と、を有し、

前記第1のレンズ群の光軸は、前記第2のレンズ群の光軸と一致している、請求の範囲第1項に記載の照明装置。

【請求項5】

前記反射膜はストライプ状に形成されており、前記反射素子の面に垂直な方向から見た場合に、前記反射膜の長手方向が、前記平行平板によるシフト方向と交差する方向である、請求の範囲第4項に記載の照明装置。

【請求項6】

前記反射膜の幅は、前記透過領域の幅以上である、請求の範囲第3項または第5項に記載の照明装置。

【請求項7】

照明装置と、

前記照明装置からの光で照明される表示素子と、

前記表示素子からの画像光を投射する投射光学系と、を有し、

前記照明装置は、

光源と、

前記光源からの光が一方の端面に供給され、該一方の端面から入射した光が内部を伝播して他方の端面から射出される導光手段と、

前記導光手段の他方の端面からの射出光束を複数の光束に空間的に分離し、前記導光手段の他方の端面に形成される光学像を表示素子上に結像する照明光学系と、

前記照明光学系と前記表示素子の間に配置され、第1の偏光の光を透過し、前記第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光の光を前記照明光学系の方向に反射する反射型偏光板と、

前記複数の光束が空間的に分離される位置に配置され、前記反射型偏光板にて反射された光を前記反射型偏光板の方向に反射する反射素子と、

前記反射素子と前記反射型偏光板の間に配置された位相差板と、を有し、

前記反射素子は、前記複数の光束が透過する透過領域と、該透過領域以外の領域に形成された反射膜とを有し、

前記光源の発光中心は、前記導光手段の両端面の重心を通る中心軸上に位置し、

前記照明光学系は、前記透過領域を通過した前記複数の光束の前記第2の偏光の光によって前記反射型偏光板上に形成された複数の光学像を前記反射膜上に結像する、投射型表

10

20

30

40

50

示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶プロジェクタに代表される投射型表示装置の照明装置に関し、特に、反射型偏光変換素子を備えた表示素子を照明する照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1、2には、表示素子であるDMD(Digital Micromirror Device)を照明するための光源としてLED(Light Emitting Diode)を使用したプロジェクタが開示されている。この種のプロジェクタは、白色放電ランプを使ったプロジェクタに比べて、低コスト化を図ることが期待でき、また、小型で低消費電力、かつ、色再現範囲が広いといったパフォーマンスを実現することができる。

10

【0003】

また、表示素子として単一のLCOS(Liquid Crystal on Silicon)素子を用いたプロジェクタ(非特許文献1)や、表示素子として3枚の液晶パネルを使用したプロジェクタ(非特許文献2、3)もある。

【0004】

ところで、液晶プロジェクタでは、通常、偏光光を液晶パネルに照射する必要がある。一般に、LEDからの光は非偏光光であるため、液晶パネルを照明するための光源としてLEDを用いる場合は、LEDからの光を偏光変換して、光利用効率を高めることが望ましい。

20

【0005】

例えば、表示パネルがTN液晶(Twisted Nematic Liquid Crystal)パネルである場合、LEDからの非偏光光の直交する直線偏光成分のうち、どちらか一方を他の偏光成分と同じになるように変換する。この偏光変換の効率が低いと、光利用効率が低下する。なお、偏光変換がまったく行われない場合は、約半分の光が照明光として利用されないことになる。

【0006】

非特許文献1に記載されたプロジェクタでは、CPC reflectorと呼ばれる、複合放物面形状を有する導光部材によって、光源であるLEDからの光束を略平行光束に変換する。この導光部材からの平行光束で表示パネルを照明する。

30

【0007】

導光部材からの光束の進行方向に、1/4波長板と反射型の偏光板が配置されている。偏光板は、例えばP偏光を透過し、S偏光を反射する。偏光板で反射されたS偏光は、1/4波長板を通過する。1/4波長板を通過した光(円偏光)は、LEDまで戻り、LEDの表面で反射される。LEDの表面で反射された光は、導光部材にて平行化された後、1/4波長板を再び通過する。

【0008】

偏光板で反射されたS偏光のうち、LEDへ戻る過程と、LEDの表面で反射されて偏光板へ向かう過程とにおいて、1/4波長板を2回通過したものがP偏光に変換される。

40

【0009】

上記の他、特許文献3に記載の照明装置もある。この照明装置は、光源と、該光源からの光が一方の端面に入射するガラスロッドと、ガラスロッドの他方の端面から射出された光束を集光する集光手段と、該集光手段により複数の光源像が形成される位置に設けられるPBS偏光変換アレイとを有する。

【0010】

PBS偏光変換アレイは、第1および第2のプリズムが一方向に交互に配置されたものである。第1および第2のプリズムのそれぞれは、2つの直角プリズムを貼り合わせた直方体形状のプリズムである。

50

【 0 0 1 1 】

第1のプリズムは、2つの直角プリズムの貼り合わせた面に、P偏光を透過し、S偏光を反射する偏光分離膜が形成されており、光がその偏光分離膜に対して略45度の入射角で入射するように構成されている。

【 0 0 1 2 】

第2のプリズムは、2つの直角プリズムの貼り合わせた面に反射膜が形成されており、第1のプリズムの偏光分離膜で反射されたS偏光の光がその反射膜に略45度の入射角で入射するように構成されている。第2のプリズムの、反射膜で反射された光の進行方向に位置する面が射出面であり、この射出面に、S偏光をP偏光に変換するための1/2波長板が設けられている。第2のプリズムの、射出面と対向する面には、遮光板が形成されて

10

【 0 0 1 3 】

第1のプリズムから射出したP偏光の光と、第2のプリズムから射出したP偏光の光とは同じ方向に進行する。集光手段は、光源像が第1のプリズムの入射面に形成されるように構成されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 1 0 6 6 8 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 1 0 6 6 8 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 0 - 2 0 6 4 6 4 号 公 報

【 非特許文献 】

【 0 0 1 5 】

【 非特許文献 1 】 “ Single-Panel LCoS Color Projector with LED Light Source ” SID 05 DIGEST pp1698-1701

【 非特許文献 2 】 “ A Handheld Mini-Projector Using LED Light Sources ” SID 05 DIGEST pp1706-1709

【 非特許文献 3 】 “ Compact Three Panel LED Projector Engine for Portable Applications ” SID 06 DIGEST pp2011-2014

【 発明の開示 】

【 0 0 1 6 】

しかし、非特許文献 1 に記載されたプロジェクタには、以下のような問題がある。

【 0 0 1 7 】

反射型の偏光板で反射された偏光成分の光は、効率よくLEDの表面まで戻るが、LEDの表面では、戻った光の一部しか偏光板の方向に反射されない。このように、LEDの表面における光損失があるため、高い偏光変換効率を達成することはできない。

【 0 0 1 8 】

特許文献 3 に記載された照明装置においては、PBS偏光変換アレイを用いているために、照明装置の小型化が困難である。例えば、最近の表示パネルの小型化により、PBS偏光変換アレイの各プリズムのピッチを1mm程度にすることが要求される場合がある。そのようなピッチで第1および第2のプリズムを形成した場合、1/2波長板を第2のプリズムに貼り付けることは困難である。

40

【 0 0 1 9 】

今後は、表示パネルのさらなる小型化が予想されるため、PBS偏光変換アレイを用いた照明装置における小型化の問題はより顕著になる。

【 0 0 2 0 】

本発明の目的は、上記の問題を解決し、偏光変換効率を高めて光利用効率を高めることができる小型の照明装置およびそれを用いた投射型表示装置を提供することにある。

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するため、本発明の照明装置は、

50

光源と、

前記光源からの光が一方の端面に供給され、該一方の端面から入射した光が内部を伝播して他方の端面から射出される導光手段と、

前記導光手段の他方の端面からの射出光束を複数の光束に空間的に分離し、前記導光手段の他方の端面に形成される光学像を表示素子上に結像する照明光学系と、

前記照明光学系と前記表示素子の間に配置され、第1の偏光の光を透過し、前記第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光の光を前記照明光学系の方向に反射する反射型偏光板と、

前記複数の光束が空間的に分離される位置に配置され、前記反射型偏光板にて反射された光を前記反射型偏光板の方向に反射する反射素子と、

10

前記反射素子と前記反射型偏光板の間に配置された位相差板と、を有し、

前記反射素子は、前記複数の光束が透過する透過領域と、該透過領域以外の領域に形成された反射膜とを有し、

前記光源の発光中心は、前記導光手段の両端面の重心を通る中心軸上に位置し、

前記照明光学系は、前記透過領域を通過した前記複数の光束の前記第2の偏光の光によって前記反射型偏光板上に形成された複数の光学像を前記反射膜上に結像する。

【0022】

本発明の投射型表示装置は、

照明装置と、

前記照明装置からの光で照明される表示素子と、

20

前記表示素子からの画像光を投射する投射光学系と、を有し、

前記照明装置は、

光源と、

前記光源からの光が一方の端面に供給され、該一方の端面から入射した光が内部を伝播して他方の端面から射出される導光手段と、

前記導光手段の他方の端面からの射出光束を複数の光束に空間的に分離し、前記導光手段の他方の端面に形成される光学像を表示素子上に結像する照明光学系と、

前記照明光学系と前記表示素子の間に配置され、第1の偏光の光を透過し、前記第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光の光を前記照明光学系の方向に反射する反射型偏光板と、

30

前記複数の光束が空間的に分離される位置に配置され、前記反射型偏光板にて反射された光を前記反射型偏光板の方向に反射する反射素子と、

前記反射素子と前記反射型偏光板の間に配置された位相差板と、を有し、

前記反射素子は、前記複数の光束が透過する透過領域と、該透過領域以外の領域に形成された反射膜とを有し、

前記光源の発光中心は、前記導光手段の両端面の重心を通る中心軸上に位置し、

前記照明光学系は、前記透過領域を通過した前記複数の光束の前記第2の偏光の光によって前記反射型偏光板上に形成された複数の光学像を前記反射膜上に結像する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

40

【図1】本発明の第1の実施形態である照明装置の構成を示す模式図である。

【図2】図1に示す照明装置の反射素子の構成を示す模式図を示す。

【図3】図1に示す照明装置における光源からの光束が表示素子に到達するまでの過程を光線追跡した結果を示す模式図である。

【図4】図1に示す照明装置における、照明レンズによって分離された光束の1つについて、反射型偏光板に到達するまでの過程、反射型偏光板で反射された光が反射素子に到達するまでの過程および反射素子で反射された光が反射型偏光板に到達するまでの過程をそれぞれ光線追跡した結果を示す模式図である。

【図5】本発明の第2の実施形態である照明装置の構成を示す模式図である。

【図6】本発明の照明装置を備える投射型表示装置の構成を示す模式図である。

50

【図7】図6に示す投射型表示装置の、緑色用の照明装置、液晶パネル、クロスダイクロイックプリズムおよび投射光学系からなる系における、光源から表示パネルへ向かう光のうち、反射型偏光板を透過する直線偏光成分の光の経路を光線追跡した結果を示す模式図である。

【符号の説明】

【0024】

101 光源
 102 導光ロッド
 103、104、106、107 照明レンズ
 105 反射素子
 108 位相差板
 109 反射型偏光板
 110 表示素子

10

【発明を実施するための形態】

【0025】

次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0026】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態である照明装置の構成を示す模式図である。

【0027】

図1に示すように、本実施形態の照明装置は、反射型偏光板109を備えた表示素子110を照明するものであって、反射型偏光板109の他に、光源101、導光ロッド102、照明レンズ103、104、106、107、反射素子105および位相差板108を有する。

20

【0028】

反射型偏光板109は、例えばワイヤグリッド型の偏光板であって、入射光のうち、第1の偏光(例えばP偏光)の光を透過し、第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光(例えばS偏光)の光を、入射方向とは逆の方向(反射素子105の方向)に反射するように構成されている。

【0029】

表示素子110は、例えば液晶パネルよりなる。反射型偏光板109および表示素子110はいずれも、商用のものを使用可能である。表示素子110として、例えば対角が1.0インチの透過型の液晶パネルを用いることができる。

30

【0030】

反射型偏光板109は、表示素子110の表示面(パネル面)の近傍に配置されることが望ましい。また、反射型偏光板109は、表示素子110と一体に形成されてもよい。例えば、表示素子110として液晶パネルを用いた場合、反射型偏光板109は、液晶パネルの入射側の基板と一体に形成されてもよい。

【0031】

光源101は、例えばLEDに代表される固体光源である。光源101からの光は、導光ロッド102の一方の端面(入射面)に供給される。光源101の発光部の中心(発光中心)は、光ロッド102の断面の中心(重心)を通る軸(中心軸)上に位置する。

40

【0032】

導光ロッド102の入射面の面積は、光源101の発光部の面積より大きい。例えば、大きさが4mm×3mmの発光部を有するLEDを光源101として用いた場合、導光ロッド103として、例えば断面の大きさが8mm×6mmで、長さが20mmである角柱ロッドを用いる。

【0033】

ガラス製で安価に入手できるBK7を使用して導光ロッド102を形成することができる。導光ロッド102の材質としては、光学ガラスのほか、光学プラスチックを用いても

50

良い。導光ロッド102は、中心部分が空洞とされる中空タイプのものであってもよく、また、そのような空洞部を持たない中実タイプのものであってもよい。

【0034】

光源101からの光をより多く導光ロッド102に入射させるために、光源101の発光部と導光ロッド102との距離はできるだけ近いほうが好ましい。具体的には、導光ロッド102と光源101の距離は0.7mmである。

【0035】

導光ロッド102の他方の端面(射出面)から射出された光の進行方向に、照明レンズ103、104、反射素子105、照明レンズ106、107、位相差板108、反射型偏光板109、表示素子110がこの順番で配置されている。

10

【0036】

導光ロッド102の射出面に形成される光学像が、照明レンズ103、104、106、107からなる照明レンズ群によって表示素子110の表示面上に結像される。照明レンズ103、104、106、107はいずれも、片面または両面に球面形状を有するレンズであるが、非球面レンズを用いても構わない。

【0037】

照明レンズ103、104の光軸11は、導光ロッド102の中心軸と一致する。反射素子105、位相差板108、反射型偏光板109および表示素子110の中心(重心)は、照明レンズ106、107の光軸12上に位置する。照明レンズ103、104の光軸11および照明レンズ106、107の光軸12と交差する平面に垂直な方向から見た場合に、光軸11が、光軸12に対してシフトしている。

20

【0038】

導光ロッド102、照明レンズ103、104の各重心を通る軸(光軸11と同じ)の、照明レンズ106、107、反射素子105、位相差板108、反射型偏光板109および表示素子110の各重心を通る軸(光軸12と同じ)に対する偏心率(シフト量)は、例えば3mmである。偏心率は3mmに限定されるものではないが、偏心率が大きくなると、反射素子105、位相差板108、反射型偏光板109および表示素子110が大型化する。

【0039】

導光ロッド102の射出面から射出した光束は、照明レンズ103、104によって空間的に複数の光束に分離される。分離光束の数は、光源101から導光ロッド102内に入射した光がそのロッドの内面において反射された回数に応じて決まる。

30

【0040】

反射素子105は、反射型偏光板109からの光(例えばS偏光)を反射型偏光板109の方向へ反射するものであって、導光ロッド102の射出面からの光束が空間的に分離された位置に配置される。具体的には、反射素子105は、照明レンズ104、106の間に配置される。

【0041】

図2に、反射素子105の模式図を示す。図2を参照すると、反射素子105は、例えば厚さが1mm程度のガラス基板200上に、複数の帯状の反射膜202₁~202₄をアルミ蒸着により形成したものである。反射膜202₁~202₄は、照明レンズ103、104によって分離された光束が透過する透過領域201₁~201₄以外の領域に形成されている。反射膜202₁~202₄と透過領域201₁~201₄とは交互に配置されている。反射膜202₁~202₄は、誘電体多層膜であってもよい。反射素子105の重心は反射膜202₃と反射膜202₂の境界線上の中央部分にあり、この重心が光軸12上に位置する。

40

【0042】

反射素子105の位置では、導光ロッド102の射出面の光学像(虚像)が複数形成される。各光学像は各分離光束に対応するものであり、それぞれの垂直方向における幅は約5mmである。垂直方向において、各光学像の間の領域(光学像が形成されていない領域

50

)の幅も約5mmである。

【0043】

また、反射素子105の位置では、第2の偏光の光によって反射型偏光板111上に形成された像(導光ロッド102の射出面の光学像に対応する像)の光学像(虚像)が複数形成される。各光学像の垂直方向における幅は約5mmである。垂直方向において、各光学像の間の領域(光学像が形成されていない領域)の幅も約5mmである。

【0044】

上記の光学像(虚像)に対応して、反射膜202₁~202₄の幅は約5mmとされ、反射膜21~24の間隔(ピッチ)は約5mmとされている。

【0045】

なお、図2では、反射膜の幅および間隔は、均等なものとして描いてあるが、必ずしも均等でなくても良い。また、反射膜の数も4つに限定されるものではない。反射膜の数、幅および間隔は、導光ロッド102の射出面から射出された光束が分離される数や、その光束の大きさにより決定される。

【0046】

位相差板108は、1/4波長板であって、照明レンズ107と反射型偏光板109の間に配置されている。位相差板108の配置位置は、照明レンズ107と反射型偏光板109の間に限定されるものではない。位相差板108は、反射素子105と反射型偏光板109との間であれば、どこに配置されてもよい。

【0047】

図1に示した構成では、位相差板108は、他の部材とは独立して設けられているが、これに限定されない。照明レンズ107の表示素子110側の面は平面とされており、その平面に、位相差板108を貼り合わせてもよい。この構成によれば、ガラス基板を共通利用することができるので、部品点数を削減することができる。

【0048】

また、位相差板108は、反射素子105と一体で形成しても良い。例えば、図2に示したガラス基板200の、反射膜202₁~202₄が形成された面とは反対の面に、位相差板108を貼り付けてもよい。この構成によっても、部品点数を削減することが可能である。

【0049】

図1に示した照明装置において、照明レンズ群は4枚の照明レンズ103、104、106、107からなるが、これに限定されない。照明レンズ群は、導光ロッド102の射出面に形成される光学像を表示素子110の表示面上に結像できるのであれば、どのようなレンズ構成としてもよい。より望ましくは、照明レンズ103、104、106、107の光学パラメータ(曲率半径や間隔、光軸11、12の関係)は、導光ロッド102の射出面に形成される光学像を表示素子112の表示面上に結像でき、さらに、導光ロッド102の射出面からの光束を空間的に分離することができ、かつ、その光束が分離された位置において、反射型偏光板109からの反射光を、分離された各光束の間の領域に戻すことができるように設定される。

【0050】

次に、本実施形態の照明装置の動作について詳細に説明する。

【0051】

図3は、図1に示した構成において、光源101からの光束が表示素子110に到達するまでの過程を光線追跡した結果を示す模式図である。

【0052】

図3を参照すると、光源101から非偏光の光は、導光ロッド102内に入射する。導光ロッド102では、入射した非偏光の光は、ロッド内面で反射をくりかえしつつ伝搬し、射出面に到達する。このロッド内の伝搬過程で輝度の均一化が行われる。仮に、光源101の発光に輝度ムラがあった場合、導光ロッド102による輝度の均一化により、導光ロッド102の射出面においては、均一な照度分布が形成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

導光ロッド 1 0 2 の射出面に形成された照明情報（矩形の光源像）は、照明レンズ 1 0 3、1 0 4、1 0 6、1 0 7 からなる照明レンズ群により表示素子 1 1 0 の表示面（パネル面）に結像される。

【 0 0 5 4 】

導光ロッド 1 0 2 の射出面から射出された非偏光の光束は、照明レンズ 1 0 3、1 0 4 により空間的に複数の光束に分離される。照明レンズ 1 0 3、1 0 4 により分離される光束の数は、導光ロッド 1 0 2 内の伝搬過程における反射の回数により決まる。

【 0 0 5 5 】

図 3 では、導光ロッド 1 0 2 から射出した光は、3 つの光束に分離される。3 つの分離光束のうち真ん中に位置する光束は、光源 1 0 1 から導光ロッド 1 0 2 内に入射した光のうち、ロッド内面での反射なしに、導光ロッド 1 0 2 から射出した光である。

10

【 0 0 5 6 】

反射素子 1 0 5 は、照明レンズ 1 0 3、1 0 4 により分離された光束がそれぞれ図 2 に示した透過領域 $2 0 1_1 \sim 2 0 1_4$ のうちの 3 つの透過領域を通るように配置されている。すなわち、3 つの分離光束は、反射膜 $2 0 2_1 \sim 2 0 2_4$ による遮蔽などの光損失の影響をほとんど受けずに、反射素子 1 0 5 を通過する。

【 0 0 5 7 】

反射素子 1 0 5 を通過した各分離光束は、照明レンズ 1 0 6、1 0 7 によって重畳され、その後、位相差板 1 0 8 を通過して反射型偏光板 1 0 9 に到達する。

20

【 0 0 5 8 】

反射型偏光板 1 0 9 では、位相差板 1 0 8 を通過した光束（非偏光光）のうち、第 1 の直線偏光光（例えば、P 偏光光）は透過するが、第 2 の直線偏光光（例えば、S 偏光光）は位相差板 1 0 8 の方向に反射される。

【 0 0 5 9 】

反射型偏光板 1 0 9 を透過した第 1 の直線偏光光は、表示素子 1 1 0 の表示面（パネル面）に照射される。照明レンズ 1 0 6、1 0 7 によって重畳された光束のうちの第 1 の直線偏光光で、表示素子 1 1 0 を照明することで、照度分布均一な照明を可能とする。

【 0 0 6 0 】

一方、反射型偏光板 1 0 9 で反射された第 2 の直線偏光光（S 偏光光）は、位相差板 1 0 8 を通過し、その後、照明レンズ 1 0 6、1 0 7 を介して反射素子 1 0 5 の反射膜 $2 0 2_1 \sim 2 0 2_4$ のうちの 3 つの反射膜上に照射される。反射素子 1 0 5 では、反射型偏光板 1 0 9 からの反射光（S 偏光光）が反射膜によって反射型偏光板 1 0 9 の方向へ反射される。

30

【 0 0 6 1 】

図 4 に、照明レンズ 1 0 3、1 0 4 によって分離された光束の 1 つについて、反射型偏光板 1 0 9 に到達するまでの過程、反射型偏光板 1 0 9 で反射された光が反射素子 1 0 5 に到達するまでの過程および反射素子 1 0 5 で反射された光が反射型偏光板 1 0 9 に到達するまでの過程をそれぞれ光線追跡した結果を示す模式図である。

【 0 0 6 2 】

図 4 において、分離光束 4 1 は、光源 1 0 1 から導光ロッド 1 0 2 内に入射した光のうち、ロッド内面での反射なしに、導光ロッド 1 0 2 から射出した光束（図 3 に示した 3 つの分離光束のうちの真ん中に位置する光束）である。

40

【 0 0 6 3 】

分離光束 4 1 は、反射素子 1 0 5 を透過する。反射素子 1 0 5 の、分離光束 4 1 が透過する領域（図 2 に示した透過領域 $2 0 1_2$ ）は、光軸 1 2 から外れている。図 4 に示す例では、分離光束 4 1 が透過する領域は、図面に向かって、光軸 1 2 よりも上側に位置する。

【 0 0 6 4 】

反射素子 1 0 5 を通過した分離光束 4 1 は、照明レンズ 1 0 6、1 0 7 によって集光さ

50

れ、その後、位相差板 108 を通過して反射型偏光板 109 に到達する。分離光束 41 は、反射素子 105 を通過した時点では非偏光光であり、位相差板 108 を通過した後も、非偏光光のままである。

【0065】

位相差板 108 を通過した分離光束 41 のうち、第 1 の直線偏光光は反射型偏光板 109 を透過し、第 2 の直線偏光光は、反射型偏光板 109 で位相差板 108 の方向に反射される。

【0066】

反射型偏光板 109 で反射された第 2 の直線偏光光は、位相差板 108 を通過し、円偏光光として照明レンズ 107 に到達する。位相差板 110 からの光束（円偏光光）は、照明レンズ 106、107 により拡大されて、光束 42 として反射素子 105 の反射膜（図 2 の反射膜 202₃）上に照射される。

10

【0067】

反射素子 105 の入射面（または射出面）に垂直な方向（光軸 12 の方向）から見た場合、分離光束 41 が透過する領域（図 2 に示した透過領域 201₂）と、光束 42 が照射される領域（図 2 の反射膜 202₃）とは、光軸 12 を基準にして、点対象な位置関係にある。

【0068】

反射素子 105 では、光束 42 は反射膜 202₃ にて反射型偏光板 109 の方向に反射される。反射膜 202₃ で反射された光束（円偏光光）は、照明レンズ 106、107 によって集光され、その後、位相差板 108 を通過して反射型偏光板 109 に到達する。

20

【0069】

反射素子 105 からの反射光束（円偏光）は、位相差板 108 にて第 1 の偏光光（P 偏光光）に変換される。位相差板 108 からの第 1 の偏光光（P 偏光光）は、反射型偏光板 109 を透過して表示素子 110 に到達する。

【0070】

図 4 に示した例では、分離光束 41 に関わる光線経路しか示されていないが、他の分離光束も同様に、第 1 の直線偏光光（P 偏光光）が反射型偏光板 109 を透過し、第 2 の直線偏光光（S 偏光光）が反射型偏光板 109 で反射されて反射素子 105 に戻る。そして、反射素子 105 で反射された光束が、位相差板 108 を通過して反射型偏光板 109 に到達する。

30

【0071】

本実施形態の照明装置によれば、反射型偏光板 109 で反射された光のほとんどは、反射素子 105 の反射膜に到達する。これは、以下の第 1 乃至第 3 の条件により実現される。

【0072】

第 1 の条件は、照明レンズ 103、104、106、107 からなるレンズ群の両側（入射側および射出側）に位置する導光ロッド 102 の射出面と表示素子 110 の表示面（パネル面）とが共役関係にあり、反射型偏光板 109 が表示素子 110 の表示面の近傍に配置されていることである。第 2 の条件は、光源 101 の発光中心が導光ロッド 102 の中心軸上に位置する点である。第 3 の条件は、導光ロッド 102 の中心軸が照明レンズ 103、104 の光軸 11 と一致し、かつ、照明レンズ 106、107 の光軸 12 が照明レンズ 103、104 の光軸 11 に対してシフトしていることである。

40

【0073】

このように、反射型偏光板 109 にて反射された光のほとんどを、反射素子 105 にて反射型偏光板 109 の方向に反射して再利用することで、光利用効率を向上する。

【0074】

また、反射素子 105 は、空間的に分離された光束が透過する透過領域と、該領域以外の領域に形成された、反射型偏光板からの光を反射する反射膜とを有する構造である。反射膜は蒸着処理により形成することができることから、透過領域と反射膜のピッチを 1 m

50

m程度とすることは容易である。したがって、P B S 偏光変換アレイでは実現することが困難であった小型化の問題を解決することができ、照明装置の小型化を図ることができる。

【 0 0 7 5 】

さらに、反射素子 1 0 5 の各反射膜は、照明レンズ 1 0 3、1 0 4 によって空間的に分離された光束の隙間に位置するので、分離光束のほとんどが反射素子 1 0 5 を通過する。これにより、光利用効率をさらに高めることが可能である。

【 0 0 7 6 】

なお、図 4 に示した反射素子 1 0 5 では、反射膜は帯状のものとされているが、これに限定されない。反射素子 1 0 5 では、第 2 の偏光の光によって反射型偏光板 1 1 1 上に形成された像（導光ロッド 1 0 2 の射出面の光学像に対応する像）の光学像（虚像）が複数形成されるが、これら光学像（虚像）が形成される領域にのみ、反射膜を形成してもよい。

【 0 0 7 7 】

反射素子 1 0 5 の反射膜を帯状のものとする場合、反射素子 1 0 5 の面に垂直な方向から見た場合に、反射膜の長手方向が、光軸 1 2 の光軸 1 3 に対する偏心方向（シフト方向）と交差する方向とすることが望ましい。

【 0 0 7 8 】

また、導光ロッド 1 0 2 からの光束が通過し、反射型偏光板 1 0 9 からの光の少なくとも一部を、反射型偏光板 1 0 9 の方向へ反射させることができるのであれば、反射素子 1 0 5 は、照明レンズ群のどの位置に設けられてもよい。ただし、反射素子 1 0 5 の位置によっては、反射型偏光板 1 0 9 からの光の量に対する反射型偏光板 1 0 9 へ戻す光の量の割合が減少し、光利用効率向上の効果が半減する。反射素子 1 0 5 は、導光ロッド 1 0 2 からの光が照明レンズによって空間的に十分に分離され、分離光束の間の領域の幅が分離光束の幅以上になるような位置に配置することが望ましい。これにより、光利用効率向上の効果を最大限に得ることができる。

【 0 0 7 9 】

光源 1 0 1 は、L E D 以外の光源であってもよい。例えば、アーク放電を利用したランプを光源 1 0 1 として用いてもよい。この場合は、ランプからの光を導光ロッド 1 0 2 の入射面に入射させるための集光レンズを用いる。

【 0 0 8 0 】

4 枚の照明レンズ 1 0 3、1 0 4、1 0 6、1 0 7 により照明光学系を構成しているが、これに限定されない。照明光学系は、導光ロッド 1 0 2 の射出面に形成される光学像を表示素子 1 1 0 の表示面上に結像でき、さらに、導光ロッド 1 0 2 の射出面からの光束を空間的に分離することができ、かつ、その光束が分離された位置において、反射型偏光板 1 0 9 からの反射光を、分離された各光束の間の領域に戻すことができるのであれば、どのような構成にしてもよい。なお、照明光学系は、照明レンズの他に他の光学部材を含んでいてもよい。

【 0 0 8 1 】

（第 2 の実施形態）

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態である照明装置の構成を示す模式図である。

【 0 0 8 2 】

図 5 に示すように、本実施形態の照明装置は、第 1 の実施形態の構成に平行平板 5 0 1 を加えたものである。照明レンズ 1 0 3、1 0 4、1 0 6、1 0 7 からなる照明光学系に平行平板 5 0 1 を加えた点と、導光ロッド 1 0 2 の中心軸と照明光学系の光軸（共軸）との関係が、第 1 の実施形態の構成と異なり、その他は、第 1 の実施形態の構成と基本的に同じである。

【 0 0 8 3 】

光源 1 0 1 の発光中心は、導光ロッド 1 0 2 の中心軸上に位置する。導光ロッド 1 0 2 の中心軸は、照明レンズ 1 0 3、1 0 4 の光軸と一致しており、照明レンズ 1 0 3、1 0

10

20

30

40

50

4の光軸と照明レンズ106、107の光軸は一致している。反射素子105、位相差板108、反射型偏光板109および表示素子110の各重心は、照明レンズ103、104、106、107の光軸13上に位置する。

【0084】

平行平板501は、照明レンズ104と反射素子105の間に、光軸13に対して斜めに配置されている。平行平板501は、ガラスで形成してもよく、また、樹脂で形成しても良い。例えば、厚さ15mmのガラス製の平行平板501を、光軸13に対する傾き角度を15度として配置することができる。なお、平行平板501の厚さおよび傾きは、そのような値に限定されるものではない。

【0085】

次に、図5を参照して、本実施形態の照明装置の動作を説明する。図5には、一例として、光源101からの光束が表示素子110に到達するまでの過程を光線追跡した結果が模式的に示されている。

【0086】

光源101から非偏光の光は、導光ロッド102内に入射する。導光ロッド102では、入射した非偏光の光は、ロッド内面で反射をくりかえしつつ伝搬し、射出面に到達する。導光ロッド102の射出面において、均一な照度分布が形成される。

【0087】

導光ロッド102の射出面に形成された照明情報（矩形の光源像）は、照明レンズ103、104、106、107からなる照明レンズ群により表示素子110の表示面（パネル面）に結像される。

【0088】

導光ロッド102の射出面から射出された非偏光の光束は、照明レンズ103、104により空間的に複数の光束に分離される。照明レンズ103、104により分離される光束の数は、導光ロッド102内の伝搬過程における反射の回数により決まる。図5に示した例では、図3に示した例と同様、導光ロッド102から射出した光は、3つの光束に分離されている。

【0089】

照明レンズ103、104により分離された各分離光束は、平行平板501を通過した後、反射素子105に入射する。平行平板501は、反射素子105における各分離光束が入射する領域を、図2に示した帯状の反射膜202₁~202₄の並び方向（反射膜の長手方向と交差する方向）にシフトさせるように働く。これにより、各分離光束は、反射膜202₁~202₄による遮蔽などの光損失の影響をほとんど受けずに、反射素子105の透過領域201₁~201₄のいずれかの領域を通過する。反射素子105の面に垂直な方向から見た場合、反射膜202₁~202₄の長手方向が、平行平板501によるシフト方向と交差する方向である。

【0090】

反射素子105を通過した各分離光束は、照明レンズ106、107によって重畳され、その後、位相差板108を通過して反射型偏光板109に到達する。

【0091】

反射型偏光板109では、位相差板108を通過した光束（非偏光光）のうち、第1の直線偏光光（例えば、P偏光光）は透過するが、第2の直線偏光光（例えば、S偏光光）は位相差板108の方向に反射される。

【0092】

反射型偏光板109を透過した第1の直線偏光光は、表示素子110の表示面（パネル面）に照射される。照明レンズ106、107によって重畳された光束のうちの第1の直線偏光光で、表示素子110を照明することで、照度分布均一な照明を可能とする。

【0093】

一方、反射型偏光板109で反射された第2の直線偏光光（S偏光光）は、位相差板108を通過し、その後、照明レンズ106、107を介して反射素子105の反射膜20

10

20

30

40

50

2₁ ~ 2₀ 2₄のうちの3つの反射膜上に照射される。反射素子105では、反射型偏光板109からの反射光が反射膜によって反射型偏光板109の方向へ反射される。

【0094】

反射素子105の反射膜で反射された光束(円偏光)は、照明レンズ106、107によって集光され、その後、位相差板108を通過して反射型偏光板109に到達する。

【0095】

反射素子105からの反射光束(円偏光)は、位相差板108にて第1の偏光光(P偏光光)に変換される。位相差板108からの第1の偏光光(P偏光光)は、反射型偏光板109を透過して表示素子110に到達する。

【0096】

本実施形態の照明装置によれば、反射型偏光板109で反射された光のほとんどは、反射素子105の反射膜に到達する。これは、以下の第1乃至第3の条件により実現される。

【0097】

第1の条件は、照明レンズ103、104、106、107からなる照明光学系の両側(入射側および射出側)に位置する導光ロッド102の射出面と表示素子110の表示面(パネル面)とが共役関係にあり、反射型偏光板109が表示素子110の表示面の近傍に配置されていることである。第2の条件は、光源101の発光中心が導光ロッド102の中心軸上に位置する点である。第3の条件は、導光ロッド102の中心軸が照明光学系の光軸13と一致し、かつ、平行平板501が、反射素子105の入射面側に配置されていることである。

【0098】

このように、反射型偏光板109にて反射された光のほとんどを、反射素子105にて反射型偏光板109の方向に反射して再利用することで、第1の実施形態と同様の効果を奏する。

【0099】

以上説明したように、本発明の一態様によれば、照明装置は、光源と、上記光源からの光が一方の端面に供給され、該一方の端面から入射した光が内部を伝播して他方の端面から射出される導光手段と、上記導光手段の他方の端面からの射出光束を複数の光束に空間的に分離し、上記導光手段の他方の端面に形成される光学像を表示素子上に結像する照明光学系と、この照明光学系と上記表示素子の間に配置され、第1の偏光の光を透過し、上記第1の偏光とは偏光状態が異なる第2の偏光の光を上記照明光学系の方向に反射する反射型偏光板と、上記複数の光束が空間的に分離される位置に配置され、上記反射型偏光板にて反射された光を前記反射型偏光板の方向に反射する反射素子と、上記反射素子と上記反射型偏光板の間に配置された位相差板と、を有する。上記反射素子は、上記複数の光束が透過する透過領域と、該透過領域以外の領域に形成された反射膜とを有する。上記光源の発光中心は、上記導光手段の両端面の重心を通る中心軸上に位置する。上記照明光学系は、上記透過領域を通過した上記複数の光束の上記第2の偏光の光によって上記反射型偏光板上に形成された複数の光学像を上記反射膜上に結像する。

【0100】

上記の照明装置によれば、反射型偏光板にて反射された光のほとんどを、反射素子にて反射型偏光板の方向に反射して再利用することができるので、光利用効率の向上を図ることができる。

【0101】

また、反射素子は、蒸着処理によりガラス板に反射膜を形成したものであり、このような反射膜のピッチを1mm程度とすることは容易である。したがって、PBS偏光変換アレイでは実現することが困難であった小型化の問題を解決することができ、照明装置の小型化を図ることができる。

【0102】

上記の照明装置において、上記照明光学系は、上記導光手段と上記反射素子の間に設け

10

20

30

40

50

られ、上記導光手段の他方の端面からの射出光束を上記複数の光束に分離する第1のレンズ群と、上記反射素子を透過した上記複数の光束を、上記表示素子上に集光する第2のレンズ群と、を有していてもよい。この場合、上記第1および第2のレンズ群の両光軸と交差する平面に垂直な方向から見た場合に、上記第1のレンズ群の光軸が、上記第2のレンズ群の光軸に対してシフトしていてもよい。この構成の一例が、上述した第1の実施形態である。

【0103】

上記の場合、上記反射膜はストライプ状に形成されており、上記反射素子の面に垂直な方向から見た場合に、上記反射膜の長手方向が、上記第1のレンズ群の光軸の、上記第2のレンズ群の光軸に対するシフト方向と交差する方向であってもよい。

10

【0104】

また、上記の照明装置において、上記照明光学系は、上記導光手段と上記反射素子の間に設けられ、上記導光手段の他方の端面からの射出光束を上記複数の光束に分離する第1のレンズ群と、上記反射素子を透過した上記複数の光束を、上記表示素子上に集光する第2のレンズ群と、上記反射素子と上記第1のレンズ群との間に設けられ、上記反射素子上における上記複数の光束の入射する位置をシフトさせる平行平板と、を有していてもよい。この場合、上記第1のレンズ群の光軸は、上記第2のレンズ群の光軸と一致していてもよい。この構成の一例が、上述した第2の実施形態である。

【0105】

上記の場合、上記反射膜はストライプ状に形成されており、上記反射素子の面に垂直な方向から見た場合に、上記反射膜の長手方向が、上記平行平板によるシフト方向と交差する方向であってもよい。

20

【0106】

次に、本発明の照明装置を用いた投射型表示装置の構成について説明する。

【0107】

図6は、本発明の照明装置を備える投射型表示装置の構成を示す図である。

【0108】

図6に示す投射型表示装置は、3板型液晶プロジェクタであって、その主要部は、照明装置200～202、投射光学系203、液晶パネル204～206およびクロスダイクロイックプリズム207からなる。

30

【0109】

照明装置200～202は、第1の実施形態の照明装置と同様の構成を有する。照明装置200の光源には、青色の波長帯域にピーク波長を有する光源が用いられる。照明装置201の光源には、赤色の波長帯域にピーク波長を有する光源が用いられる。照明装置202の光源には、緑色の波長帯域にピーク波長を有する光源が用いられる。ここで、青、緑、赤の色は光の三原色に対応する。

【0110】

液晶パネル204は、照明装置200から出力された所定の偏光（P偏光またはS偏光）の色光（青）で照明される。液晶パネル205は、照明装置201から出力された所定の偏光（P偏光またはS偏光）の色光（赤）で照明される。液晶パネル206は、照明装置202から出力された所定の偏光（P偏光またはS偏光）の色光（緑）で照明される。

40

【0111】

クロスダイクロイックプリズム207は、照明装置200～202の各光軸が交差する位置に設けられている。クロスダイクロイックプリズム207は、液晶パネル204からの画像光（青）が入射する第1の入射面と、液晶パネル205からの画像光（赤）が入射する第2の入射面と、液晶パネル206からの画像光（緑）が入射する第3の入射面と、これら入射面から入射した画像光（赤、緑、青）を色合成した色合成画像光が射出される射出面とを有する。

【0112】

投射光学系203は、クロスダイクロイックプリズム207からの色合成画像光を不図

50

示のスクリーン上に投射する。照明装置 200 ~ 202 の光学系 (図 1 に示した照明レンズ 103、104、106、107) の焦点位置に投射光学系 203 の瞳が位置する。すなわち、照明装置 200 ~ 202 の各光学系と投射光学系 203 はテレセントリック系を構成する。

【 0113 】

図 7 に、照明装置 200、液晶パネル 204、クロスダイクロイックプリズム 207 および投射光学系 112 からなる系において、光源 101 から表示パネル 204 へ向かう光のうち、反射型偏光板 109 を透過する直線偏光成分の光の経路を光線追跡した結果を示す。図 7 に示すように、反射型偏光板 109 を透過した直線偏光成分の光は、液晶パネル 204 に照射され、画像投射用の光として利用される。

10

【 0114 】

図 7 には示されていないが、反射型偏光板 109 で反射された光は、効率よく反射素子 105 の反射膜に戻る。反射型偏光板 109 からの反射光は、反射素子 105 の反射膜により反射型偏光板 109 の方向に反射される。反射素子 105 からの反射光は、反射型偏光板 109 を透過し、液晶パネル 114 に照射され、画像投射用の光として利用される。

【 0115 】

このように、反射型偏光板 109 で反射した光を効率よく画像投射用の光として利用することができるので、全体の偏変換効率が向上する。

【 0116 】

照明装置 201、202 においても、照明装置 200 と同様な動作が行われる。

20

【 0117 】

本実施形態の投射型表示装置によれば、各照明装置から高効率な照明光が各液晶パネルに照射されるので、明るい投射画像を得ることができるとともに、色再現性の高い投射画像を得ることができる。

【 0118 】

なお、照明装置 200 ~ 202 として、第 2 の実施形態の照明装置を用いてもよい。

【 0119 】

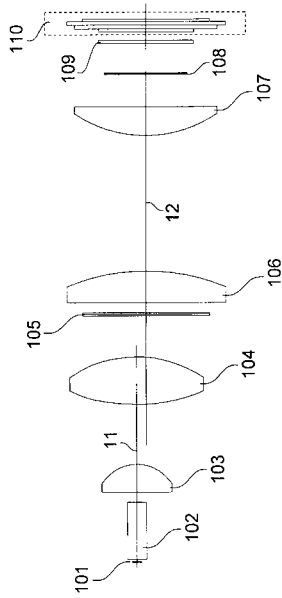
本発明の照明装置は、単板式の液晶プロジェクタにも適用することができる。この単板式の液晶プロジェクタの主要部は、照明装置と、該照明装置からの光で照明される液晶パネルと、該液晶パネルからの画像光をスクリーンへ投射する投射光学系とからなる。例えば、液晶パネルの各画素を、赤、緑、青のそれぞれの色のカラーフィルタを備える画素で構成することで、フルカラー化が可能である。この場合は、色毎に各画素における表示 / 非表示の動作を時分割で行う。

30

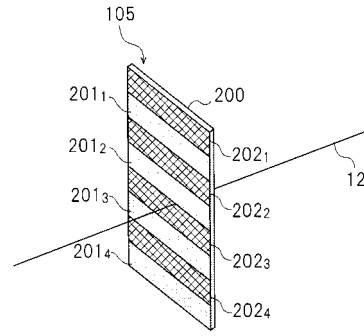
【 0120 】

以上説明した照明装置および投射型表示装置は本発明の一例であり、その構成は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜に変更することができる。

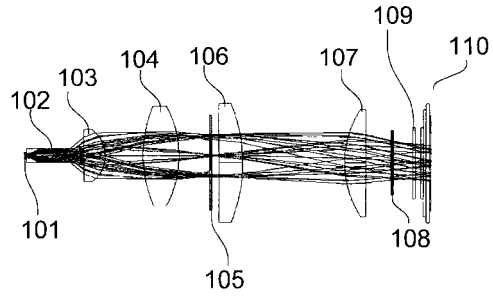
【図1】



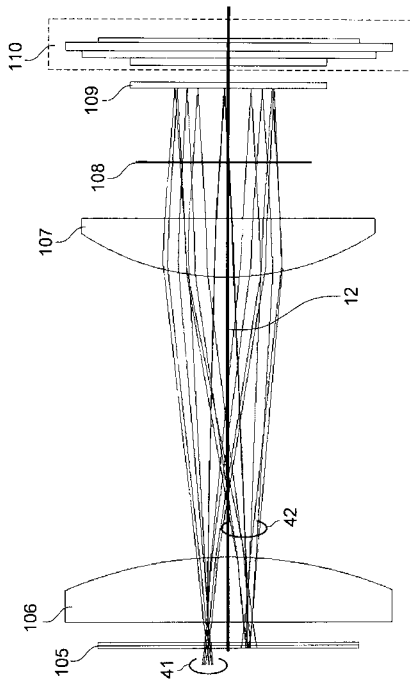
【図2】



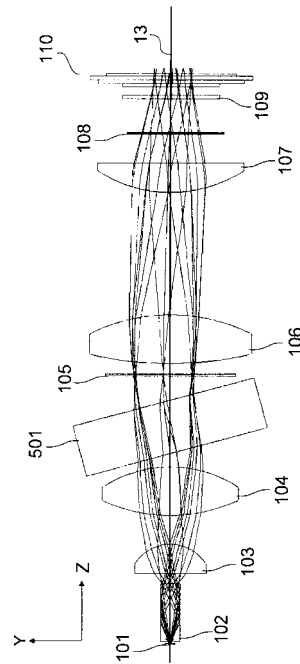
【図3】



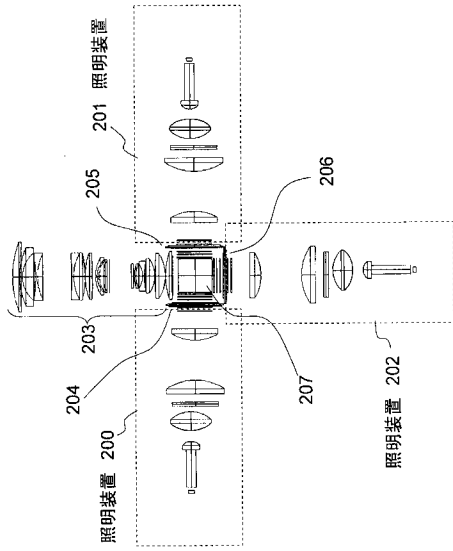
【図4】



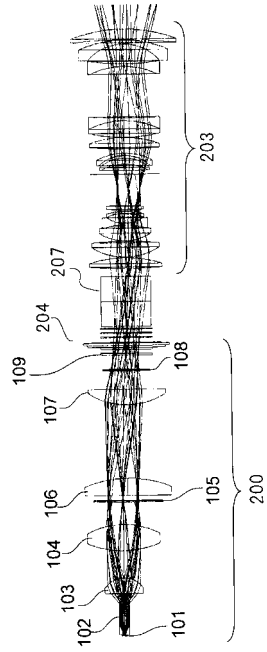
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 佐藤 久則

- (56)参考文献 特開2002-328430(JP,A)
特開2008-070529(JP,A)
特開2001-100314(JP,A)
特開2001-324762(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/00-27/64、
G02F 1/13、1/1335-1/13363、
1/137-1/141、1/21-1/25、
G03B 21/00-21/10、21/12-21/13、
21/134-21/30、33/00-33/16、
G09F 9/00