

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4843949号  
(P4843949)

(45) 発行日 平成23年12月21日(2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int. Cl. F 1  
**G03B 21/14 (2006.01)** G03B 21/14 A

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-15309 (P2005-15309)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成17年1月24日 (2005.1.24)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-201663 (P2006-201663A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)	(74) 代理人	100107836
審査請求日	平成19年12月28日 (2007.12.28)		弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	内川 大介
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	武田 高司
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及びプロジェクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を射出する光源と、  
 該光源から射出された光の照度分布を均一化する導光素子と、  
 前記導光素子から射出された光のうち特定の振動方向の偏光光を透過させ、前記特定の振動方向とは異なる他の振動方向の偏光光を反射する反射型偏光素子と、  
 前記光源に設けられ、前記反射型偏光素子で反射され前記光源の方向へ進行する光を前記導光素子の方向へ反射させる反射部と、を備え、  
 前記反射型偏光素子が前記導光素子の前記出射端面に配され、前記導光素子の少なくとも一部が前記反射型偏光素子に向かって徐々に拡径されたテーパ状に形成され、  
 前記導光素子の出射端面と前記反射型偏光素子の入射端面との間に、位相板を備え、  
 前記光源が複数設けられ、  
 前記導光素子が、複数の前記光源に対応して複数設けられ、前記導光素子には、前記複数の光源に対応した複数の入射端面が設けられ、  
 前記複数の導光素子の出射端面に配され、複数の前記導光素子から射出された光を前記反射型偏光素子に入射させる光学素子を備え、  
 前記反射型偏光素子を透過した偏光光を集光させる集光光学系を備え、  
 前記集光光学系が、一对のフライアイレンズからなるフライアイ光学系であり、  
 前記一对のフライアイレンズのうち、一方のフライアイレンズが前記反射型偏光素子の出射端面に配置されていることを特徴とする照明装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記導光素子の少なくとも前記光源に近接する部分が、前記反射型偏光素子に向かって徐々に拡径されたテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

## 【請求項 3】

前記導光素子の入射端面に、前記光源の出射端面が直接接触するように配されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の照明装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の照明装置と、  
該照明装置から射出された光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、  
該空間光変調装置により変調された光を投射する投射レンズとを備えることを特徴とするプロジェクタ。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、照明装置及びプロジェクタに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

プロジェクタでは、光源と空間光変調装置とを含めた光学系において、有効に扱える光束が存在する空間的な広がりを面積と立体角との積（エテンデュー、Geometric Extent）として表すことができる。この面積と立体角との積は、光学系において保存される。空間光変調装置が有効に変調可能な光の取り込み角度には限りがある。このため、光源の空間的な広がりが大きくなると、光源からの光束を有効に用いることが困難となる。

20

## 【0003】

液晶型空間光変調装置を備えるプロジェクタの照明装置には、偏光変換を行うための部材として、例えば、PBS（Polarized Beam Splitter）アレイが設けられる。PBSアレイは、1つの光束を振動方向が略直交する2つの偏光光に分離し、その一方を位相板で変換する。このため、PBSアレイを用いると光束が略2倍に大きくなってしまふ。特に、光源に固体発光素子である発光ダイオード素子（以下、「LED」という。）をアレイ状に設ける場合、光源の発光面積が大きくなる。このことから、アレイ状のLEDとPBSアレイとを組み合わせて用いると、光束すなわちエテンデューが大きくなり照明効率の低下を招いてしまうと考えられる。そこで、LEDをアレイ状にする構成においては、エテンデューを大きくせず特定の振動方向の偏光光を供給することが求められる。エテンデューを大きくせず特定の振動方向の偏光光を供給するための技術が提案されている（例えば、特許文献1、2参照。）。

30

【特許文献1】特開2000-221499号公報

【特許文献2】特開2003-57445号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0004】

しかしながら、特許文献1に提案されている技術は、LED内部に偏光変換素子を設けるものであるため、LEDの製造が困難となる上、LEDからの熱によって反射型偏光フィルムが変質し、偏光変換を行うことが困難となる場合がある。また、特許文献2に提案されている技術は、ロッドインテグレータの入射端面に反射面、ロッドインテグレータの射出側に偏光変換素子を設けるものである。ロッドインテグレータの入射端面には光源からの光を入射させる開口部を設けることから、反射型偏光素子で反射された光が開口部から射出し、ロッドインテグレータによる光のリサイクル効率が低下する場合がある。また、アレイ状のLEDからの光を効率良くロッドインテグレータに入射させるためには、LEDを配置する領域に対応してロッドインテグレータを大型にすること、LEDに対応し

50

て複数の開口部をロッドインテグレータに設けること等の措置をとる必要を生じる。

【0005】

また、特許文献2に提案されている技術は、発光手段から発光された光を1/4波長板に導光するロッドの開口が小さいため、複数の光源を使用することが困難である。さらに、1/4波長板に対して斜め入射した光は、1/4波長板の角度依存性により円偏光ではなく楕円偏光となってしまうリサイクル効率が低下する。

【0006】

反射型偏光素子は、反射型偏光素子に対して略垂直な方向から入射する光を効率良く分離できる。これに対して、上記の特許文献1、2に提案されている構成のいずれも、一部の光は、反射型偏光素子に対して斜めに入射するものである。このため、光を効率良く分離することが困難となる。このように、従来技術によると、効率良く特定の振動方向の偏光光を供給することが困難となる場合があるため問題である。

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、照明光の消光比を落とすことなく光利用効率を高めることができる照明装置及びプロジェクタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

本発明の照明装置は、光を射出する光源と、該光源から射出された光の照度分布を均一化する導光素子と、前記導光素子から射出された光のうち特定の振動方向の偏光光を透過させ、前記特定の振動方向とは異なる他の振動方向の偏光光を反射する反射型偏光素子と、前記光源に設けられ、前記反射型偏光素子で反射され前記光源の方向へ進行する光を前記導光素子の方向へ反射させる反射部とを備え、前記反射型偏光素子が前記導光素子の前記出射端面に配され、前記導光素子の少なくとも一部が前記反射型偏光素子に向かって徐々に拡径されたテーパ状に形成され、前記導光素子の出射端面と前記反射型偏光素子の入射端面との間に、位相板を備え、前記光源が複数設けられ、前記導光素子が、複数の前記光源に対応して複数設けられ、前記導光素子には、前記複数の光源に対応した複数の入射端面が設けられ、前記複数の導光素子の出射端面に配され、複数の前記導光素子から射出された光を前記反射型偏光素子に入射させる光学素子を備え、前記反射型偏光素子を透過した偏光光を集光させる集光光学系を備え、前記集光光学系が、一对のフライアイレンズからなるフライアイ光学系であり、前記一对のフライアイレンズのうち、一方のフライアイレンズが前記反射型偏光素子の出射端面に配置されていることを特徴とする。

【0009】

本発明に係る照明装置では、光源から射出された光は導光素子内を進行し、反射型偏光素子に導かれる。反射型偏光素子に入射した光のうち特定の振動方向の偏光光は透過する。これに対して、特定の振動方向以外の他の振動方向の光は、反射型偏光素子で反射され光源方向に向かう。反射型偏光素子から光源に向かった光は、光源に設けられた反射部で反射され、再び反射型偏光素子に向かって導光素子内を進行する。これにより、反射型偏光素子を透過した光及び反射部により反射した後反射型偏光素子を透過した光は、特定の方向に振動する光に揃えられているので、その後の照明系において偏光が回ることがない（偏光方向が変化しない）ため、消光比を落とすことなく光利用効率の高い照明光を得ることが可能となる。また、導光素子がテーパ状に形成されているため、反射型偏光素子により偏光変換された光は、平行度が高く均一な光となり、リサイクル効率が上がる。

【0010】

本発明の照明装置は、前記導光素子の少なくとも前記光源に近接する部分が、前記反射型偏光素子に向かって徐々に拡径されたテーパ状に形成されていることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、導光素子の少なくとも光源に近接する部分が、テーパ形状に形成されることで、光源から射出された光をできるだけ平行化してから導光素子内を進行することができる。したがって、導光素子内の反射回数が不必要に増加することによ

10

20

30

40

50

る反射口スを少なくすることができ、光利用効率の高い照明光を得ることが可能となる。

【0011】

本発明の照明装置は、前記導光素子の入射端面に、前記光源の出射端面が直接接触するように配されていることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、導光素子の入射端面に、光源の出射端面を配置することで、光源から射出された光を無駄にすることなく、導光素子に入射させることができる。したがって、光利用効率を高めることができるため、消光比の高い照明光を得ることが可能となる。

【0012】

本発明の照明装置は、前記導光素子の出射端面と前記反射型偏光素子の入射端面との間に、位相板を備えることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、位相板により、反射型偏光素子で反射された、例えば直線偏光を円偏光に変換する。光源の方向へ進行した円偏光は、光源に設けられた反射部で導光素子の方向へ反射された後、再度位相板を透過することにより、直線偏光に変換される。例えば  $\pi/4$  位相板を用いると、反射型偏光素子で反射された直線偏光は、2回位相板を透過することにより、位相が  $\pi/2$  変化することになる。このため、反射型偏光素子で反射された直線偏光のうち一部の直線偏光を、再度反射型偏光素子に入射させるまでに特定の振動方向の直線偏光に変換する。したがって、特定の振動方向の直線偏光に変換された光は、反射型偏光素子を透過することができる。これに対して、再度、位相板を透過することにより特定の振動方向とは異なる他の振動方向に変換された直線偏光は、反射型偏光素子で反射され、上述の再循環を繰り返す。このように、位相板を設けることにより、直線偏光と円偏光との変換を効率良く行うことができるため、容易に所望の直線偏光成分を取り出すことができる。

【0013】

本発明の照明装置は、前記光源が複数設けられ、前記導光素子が、複数の前記光源に対応して複数設けられていることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、複数の光源に対応して複数の導光素子を設けることにより、複数の光源から射出された光を効率良く導光素子に供給することができる。これにより、大容量の光を導光素子の出射端面から射出させることが可能となる。

【0014】

本発明の照明装置は、前記複数の導光素子の出射端面に配され、複数の前記導光素子から射出された光を前記反射型偏光素子に入射させる光学素子を備えることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、光学素子を設けることにより、複数の導光素子から射出された光を一括して反射型偏光素子に導くとともに、複数の導光素子間の光を均一化することができる。

【0015】

本発明の照明装置は、前記反射型偏光素子を透過した偏光光を集光させる集光光学系を備えることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、集光光学系を用いて偏光光を集光させることにより、特定の領域に効率良く偏光光を進行させることができる。したがって、例えば、複数の光源をアレイ状に設けた場合にも、効率良く特定の領域に光を進行させることができる。

【0016】

本発明の照明装置は、前記集光光学系が、テレセントリック光学系であることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、反射型偏光素子を透過した光は、テレセントリック光学系により、均一で安定した照明光となる。

【0017】

本発明の照明装置は、前記集光光学系が、フライアイ光学系であることが好ましい。

本発明に係る照明装置では、反射型偏光素子を透過した光は、フライアイ光学系により、極めて均一な波面分割と結像を低損失で行われることになる。すなわち、輝度ムラを抑

10

20

30

40

50

えるととも、消光比の高い照明光を得ることが可能となる。

例えば、上記集光光学系を備えた照明装置をプロジェクタに用いることにより、画面の各領域における画像コントラストが略同一となり、良好な画像表示品質を有するプロジェクタを提供することができる。

【0018】

本発明のプロジェクタは、特定の振動方向の偏光光を供給する照明装置と、該照明装置から射出された光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、該空間光変調装置により変調された光を投射する投射レンズとを備え、前記照明装置は、上記の照明装置であることを特徴とする。

【0019】

本発明に係るプロジェクタでは、照明装置より射出された光は空間光変調装置に入射される。そして、空間光変調装置により変調された画像が、投射レンズによって投影される。このとき、照明装置より射出される光は、上述したように、特定の方向に振動する光に揃えられているため、空間光変調装置を通過する際、光量を落とすことがないので、高い消光比を維持するとともに、明るさが均一な画像を投射することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態につき、図面を参照して説明する。なお、以下の説明に用いる各図面では、各部材を認識可能な大きさとするため、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0021】

次に、本発明の第1実施形態について、図1から図3を参照して説明する。

本実施形態のプロジェクタ1は、図1に示すように、光源から射出されたR（赤）、G（緑）、B（青）の異なる色光を、空間光変調装置によりそれぞれ空間変調して、ダイクロイックプリズム30により合成して、カラー画像を表示する三板式のカラープロジェクタである。

【0022】

図1は、本実施形態に係るプロジェクタ1の概略を示す図である。

プロジェクタ1は、図1に示すように、それぞれR、G、Bの異なる色光を射出する照明装置10r、10g、10bと、それぞれの照明装置10r、10g、10bから射出されたR、G、Bの輝度を画像信号に応じて変調する透過型液晶ライトバルブ（空間光変調装置）20r、20g、20bと、変調された各色光を合成してカラー画像とするダイクロイックプリズム30と、ダイクロイックプリズム30から射出されたカラー画像をスクリーン50に投射する投射レンズ40とを備えている。

【0023】

照明装置10r、10g、10bは、図2に示すように、光を供給する赤色LED（光源）11r、緑色LED（光源）11g、青色LED（光源）11bと、これらLED11r、11g、11bから射出された光の照度分布を均一化するテーパロッド（導光素子）12と、テーパロッド12の出射端面12bに配された $\lambda/4$ 板（位相板）13と、テーパロッド12及び $\lambda/4$ 板13を透過した光のうち特定の振動方向の偏光光を透過させ、特定の振動方向とは異なる他の振動方向の偏光光を反射する反射型偏光素子14とを備えている。LED11r、11g、11bは、各色2つずつ並列に配置されている。 $\lambda/4$ 板13は、各LED11r、11g、11bから射出されたそれぞれの光の波長に対して $1/4$ 波長の位相差を発生させるものである。

【0024】

LED11r、11g、11bには、反射型偏光素子14で反射され当該LED11r、11g、11bの方向へ進行する光をテーパロッド12の方向へ反射させる反射部15が設けられている。

反射部15は、高い光反射率を有する部材、例えば、アルミニウムや銀等の金属部材によって構成されている。この反射部15を金属部材で構成すると、反射部15を耐熱性に優れた構成となる。なお、LEDを駆動する電極が反射部15として機能しても良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

テーパロッド 1 2 は、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b と反射型偏光素子 1 4 との間に配され、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b の個数に対応して設けられている。また、テーパロッド 1 2 は、図 3 に示すように、入射端面 1 2 a から出射端面 1 2 b に向かって断面積が漸次大きくなるテーパ状に形成されており、テーパ部 1 2 c と平行ロッド部 1 2 d とからなっている。すなわち、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b に近接する部分がテーパ状に形成されている。この構成により、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b から射出された光をテーパ部 1 2 c で略平行化及び均一化した後、平行ロッド部 1 2 d によって、各テーパ部からの光の照度分布の均一化を行っている。

また、テーパロッド 1 2 の入射端面 1 2 a が、図 3 に示すように、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b の出射端面 1 6 に直接接触し、出射端面 1 2 b が / 4 板 1 3 の入射端面 1 3 a に直接接触している。

10

なお、テーパロッド 1 2 は、例えば、ガラスや樹脂などの光透過性を有する材料から構成されている。

## 【 0 0 2 6 】

反射型偏光素子 1 4 は、図 2 に示すように、 / 4 板 1 3 の入射端面 1 3 b に直接接触している。このように、テーパロッド 1 2 , / 4 板 1 3 , 反射型偏光素子 1 4 を順に直接接触するように配置することにより、これらの間から光が漏れることを防止することができるので、光利用効率の低下を防止することが可能となっている。

## 【 0 0 2 7 】

20

また、反射型偏光素子 1 4 は、特定の振動方向の偏光光、例えば p 偏光光を透過し、特定の振動方向とは異なる他の振動方向の偏光光、例えば s 偏光光を反射する。反射型偏光素子 1 4 で反射された s 偏光光は、 / 4 板 1 3 を透過することにより円偏光に変換される。そして、 / 4 板 1 3 を透過した光は、テーパロッド 1 2 を透過して LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b に戻るようになっている。そして、LED 1 1 r , 1 1 g , 1 1 b に戻った光は、反射部 1 5 で反射されて再びテーパロッド 1 2 の方向へ進行する。テーパロッド 1 2 を透過して再び / 4 板 1 3 に入射する光のうち円偏光は、例えば、直線偏光である p 偏光光に変換される。特定の振動方向の偏光光である p 偏光光は、反射型偏光素子 1 4 を透過することが可能となっている。これに対して、再度、 / 4 板 1 3 を透過することにより特定の振動方向とは異なる他の振動方向に変換された直線偏光は、反射型偏光素子 1 4 で反射され、上述の循環を繰り返すようになっている。

30

## 【 0 0 2 8 】

また、反射型偏光素子 1 4 としては、ワイヤグリッド型偏光フィルタを採用している。このワイヤグリッド型偏光フィルタは、構造複屈折型偏光板の一種であり、透明基板上に形成された金属薄膜に、所定方向に延びる微細なリブ（図示略）が形成された構造を有している。この金属薄膜は、アルミニウムやタングステン等を用いて、蒸着法やスパッタ法によって形成することができる。また微細なリブは、2 光束干渉露光法や、電子線描画法、X 線リソグラフィ法等と、エッチングとを組み合わせることによって形成することができる。そして、この微細なリブのピッチは、反射すべき光の波長より短く形成されている。これにより、微細なリブと平行方向の直線偏光を反射し、垂直方向の直線偏光を透過

40

することができるようになっている。このワイヤグリッド型偏光フィルタは、構造が単純なので容易に製造することができる。また、無機素材で構成されるため、極めて耐熱性に優れるとともに、光吸収をほとんど生じない。

なお、反射型偏光素子 1 4 として、上述したワイヤグリッド型偏光フィルタに限らず、複屈折性を有する薄膜と複屈折性を有さない薄膜とを複数積層した多層積層型偏光板を用いても良い。

## 【 0 0 2 9 】

ダイクロイックプリズム 3 0 は、図 1 に示すように、4 つの直角プリズムが貼り合わされた構造からなり、その内部には、青色光を反射する誘電体多層膜（青色光反射ダイクロイック膜 3 1 ）及び赤色光を反射する誘電体多層膜（赤色光反射ダイクロイック膜 3 2 ）

50

が断面X字状に形成されている。そして、透過型液晶ライトバルブ20gからの緑色光を透過し、透過型液晶ライトバルブ20rからの赤色光と透過型液晶ライトバルブ20bからの青色光とを折り曲げてこれらの3色の光を合成し、カラー画像を形成する。

【0030】

次に、以上の構成からなる本実施形態のプロジェクタ1を用いて、画像をスクリーン50に投射する方法について説明する。

なお、LED11r, 11g, 11bから射出された各色光についての作用は同一であるので、LED11rから射出された赤色光についての作用を説明し、その他の緑色光、青色光についての作用は説明を省略する。

【0031】

まず、LED11rに電流が供給されると、図1に示すように、LED11rから赤色光がテーパロッド12に向けて射出される。

テーパロッド12の入射端面12aから内部に入射した赤色光は、図4に示すように、テーパロッド12内で全反射を繰り返すことにより、その照度分布が均一化され出射端面12bに向けて伝搬する。また、赤色光が出射端面12bに向けて伝搬しながら、テーパロッド12内で全反射するたびにコリメート化(平行光化)される。その後、赤色光は、出射端面12bから / 4板13に入射される。

【0032】

/ 4板13を透過し、反射型偏光素子14に入射された赤色光は、図4に示すように、反射型偏光素子14の入射端面より入射される。反射型偏光素子14に入射した赤色光は、リブ(図示略)の延在方向に平行な方向に振動するs偏光が反射され、リブ(図示略)の延在方向に垂直な方向(リブが配列する方向)に振動するp偏光が透過する。

【0033】

反射型偏光素子14に反射された赤色光のs偏光は、テーパロッド12内をLED11rに向けて伝搬し、LED11rに入射する。LED11rに入射した赤色光は、反射部15により再びテーパロッド12の入射端面12aに向けて反射される。

このように、反射型偏光素子14を透過しないs偏光は、反射型偏光素子14と反射部15との間のテーパロッド12内を行き来するが、2回 / 4板13を透過することにより、位相が / 2変化することになる。このため、反射型偏光素子14で反射された直線偏光のうち一部の直線偏光を再度反射型偏光素子14に入射させるまでに偏光軸が90度回転して、p偏光に変換することになる。このようにしてp偏光に変換された光は、反射型偏光素子14を透過することになる。

【0034】

上述のようにして、反射型偏光素子14を透過した赤色光のp偏光は、透過型液晶ライトバルブ20rに入射され、プロジェクタ1に入力された映像信号に基づいて変調され、ダイクロイックプリズム30に向けて射出される。

ダイクロイックプリズム30には、同様に、映像信号に基づいて変調された緑色光のp偏光及び青色光のp偏光も入射される。これらの色光が、青色光を反射する青色光反射ダイクロイック膜31と赤色光を反射するR光反射ダイクロイック膜32とによって合成されてカラー画像を表す光が形成され、投射レンズ40に向けて射出される。投射レンズ40は、カラー画像を表す光をスクリーン50に向けて拡大投射して、カラー画像を表示する。

【0035】

本実施形態に係るプロジェクタ1及び照明装置10r, 10g, 10bによれば、テーパロッド12の出射端面12bに反射型偏光素子14が配されているため、反射型偏光素子14において反射された光を効率良くLED11r, 11g, 11bに戻すことができる。これにより、反射型偏光素子14と反射部15との間の光路を偏光光が循環(リサイクル)する過程において、反射型偏光素子14で特定の振動方向の偏光光を次々と取り出すことができる。この結果、高い光利用効率で特定の振動方向の偏光光を得ることができる。これにより、特定の振動方向の偏光光を効率良く供給でき、透過型液晶ライトバルブ

10

20

30

40

50

20r、20g、20bを用いるプロジェクタ1に好適な照明装置10r、10g、10bを得られるという効果を奏する。さらに、照明装置10r、10g、10bを用いることにより、照明光の消光比を落とすことなく光利用効率を高めることができ、明るい画像のプロジェクタ1を得られるという効果を奏する。

また、LED11r、11g、11bに近接する部分がテーパ状に形成されているため、LED11r、11g、11bから射出された光をできるだけ平行化してからテーパロッド12内を進行することができるため、テーパロッド12内での反射回数が不必要に増加することによる反射ロスを少なくすることができ、光利用効率の高い照明光を得ることが可能となる。

また、/4板13を用いることにより、テーパロッド12内を循環する光の所望の直線偏光成分を、さらに効率良く取り出すことができるという効果を奏する。なお、本実施形態ではLED11r、11g、11bは、各色2つずつ並列に配置されている例を示したが、LED11r、11g、11bを各色1つずつ配置し、テーパロッド12は各LEDに対応するように設けても良い。また、テーパロッド12は、入射端面12aから順にテーパ部12cと平行ロッド部12dからなっている例を示したが、テーパロッド12の少なくとも一部にテーパ部12cを有していればよい。さらに、テーパロッド12はテーパ部12cのみからなっている例も良い。

#### 【0036】

##### [第2実施形態]

次に、本発明に係る第2実施形態について、図5を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態において、上述した第1実施形態に係るプロジェクタ1と構成を共通とする箇所には同一符号を付けて、説明を省略することにする。

本実施形態に係るプロジェクタ60において、第1実施形態と異なる点は、第2実施形態では、反射型偏光素子14を透過した偏光光を集光させる集光光学系61を備えている点である。

#### 【0037】

集光光学系61としては、テレセントリック光学系を用いる。

図5は、本実施形態の集光光学系61の構成を示す側面図である。集光光学系61は、各色変調用の透過型液晶ライトバルブ20r、20g、20bの画素面に結像するものであって、開口絞り62に対向して配置された前段レンズ群63及び後段レンズ群64からなる結像レンズである。前段レンズ群63及び後段レンズ群64は、複数の凸レンズ及び凹レンズを含んで構成され、両側テレセントリック性を有している。ただし、レンズの形状、大きさ、配置間隔及び枚数、テレセントリック性、倍率その他のレンズ特性は、要求される特性によって適宜変更され得るものであり、図5の例に限定されるものではない。

本実施形態に係るプロジェクタ60によれば、集光光学系61は、多数枚のレンズから構成されるので、収差補正が良く、各色変調用の透過型液晶ライトバルブ20r、20g、20bに均一で安定した照明光を伝達することができる。

#### 【0038】

##### [第3実施形態]

次に、本発明に係る第3実施形態について、図6を参照して説明する。

本実施形態に係るプロジェクタ70において、第1実施形態と異なる点は、第2実施形態では、反射型偏光素子14を透過した偏光光を集光させる集光光学系71を備えている点である。

#### 【0039】

集光光学系71としては、フライアイ光学系を用いる。

図6は、本実施形態の集光光学系71の構成を示す側面図である。集光光学系71は、反射型偏光素子14の出射端面14bに配された第1のフライアイレンズ72と、この第1のフライアイレンズ72に離間して配された第2のフライアイレンズ73とを備えている。

照明装置10r、10g、10bから射出された照明光は、第1のフライアイレンズ7

10

20

30

40

50



2及び第2のフライアイレンズ73を通過することにより照度分布が均一化されて、透過型液晶ライトバルブ20r、20g、20bに結像する。

【0040】

本実施形態に係るプロジェクタ70によれば、フライアイ光学系により、照明装置10r、10g、10bから射出された照明光は、極めて均一な波面分割と結像を低損失で行われることになる。すなわち、輝度ムラを抑えるとともに、消光比の高い照明光を得ることが可能となる。

また、上記第2、第3実施形態の集光光学系61、71を用いることにより、反射型偏光素子14の出射端面14bから射出された出射光が拡散にしないように、その出射方向を規制し集光するため、画面の各領域における画像コントラストが略同一となり、良好な画像表示品質を有するプロジェクタ60、70を提供することができる。

10

【0041】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、/4板13を用いなくても、反射型偏光素子14と反射部15との間の光路を偏光光が循環(リサイクル)する工程を繰り返すことにより、特定の振動方向の偏光光を取り出すことができる。

【0042】

また、テーパロッド12としては、内面を反射面とする中空構造としても良い。

また、各色のLED11r、11g、11bを2つ設けて説明したが、LED11r、11g、11bは1つであっても良く、また、3つ以上であっても良い。LED11r、11g、11bが並列またはマトリックス状に複数ある照明装置80の場合、これら複数のLED11r、11g、11bに対応してテーパロッド81が設けられている。そして、複数のテーパロッド81の出射端面81bには、図7に示すように、導光ロッド(光学素子)82が配され、複数のテーパロッド81から射出された光の照度分布を均一化しつつ一括して反射型偏光素子14に入射させるようになっている。

20

【0043】

この構成の場合、複数のLED11r、11g、11bに対応して複数のテーパロッド81を設けることにより、複数のLED11r、11g、11bから射出された光を効率良くテーパロッド81に供給することができる。また、導光ロッド82を設けることにより、複数のテーパロッド81から射出された光の照度分布を均一化しつつ一括して反射型偏光素子14に導くことができる。

30

また、テーパロッド12の入射端面12aに、LED11r、11g、11bの出射端面16が直接接触するように配置させたが離間させても良く、この構成の場合、LED11r、11g、11bの出射端面16とテーパロッド12の入射端面12aとの間に、テーパロッド12と同等の屈折率を有するシリコン樹脂等を充填すれば良い。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の第1実施形態に係るプロジェクタを示す概略図である。

【図2】図1の導光素子を示す斜視図である。

40

【図3】本発明の第1実施形態に係る照明装置を示す要部断面図である。

【図4】図1の導光素子の作用を説明する図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るプロジェクタの集光光学系を示す側面図である。

【図6】本発明の第3実施形態に係るプロジェクタの集光光学系を示す側面図である。

【図7】本発明の各実施形態に係るプロジェクタの変形例を示す側面図である。

【符号の説明】

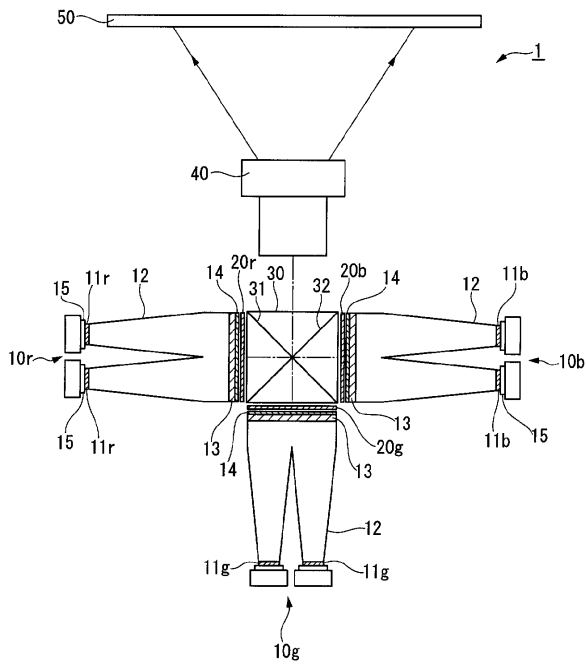
【0045】

1、60、70...プロジェクタ、10r、10g、10b...照明装置、11r...赤色LED(光源)、11g...緑色LED(光源)、11b...青色LED(光源)、12...テーパロッド(導光素子)、13.../4板(位相板)、14...反射型偏光素子、15...反射

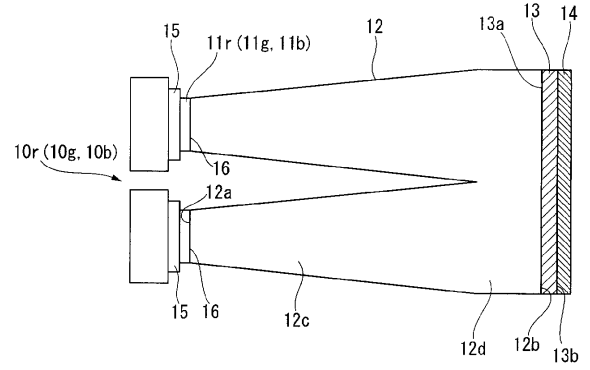
50

部、20r、20g、20b...透過型液晶ライトバルブ(空間光変調装置)、40...投射レンズ、61...集光光学系(テレセントリック光学系)、71...集光光学系(フライアイ光学系)、82...導光ロッド(光学素子)

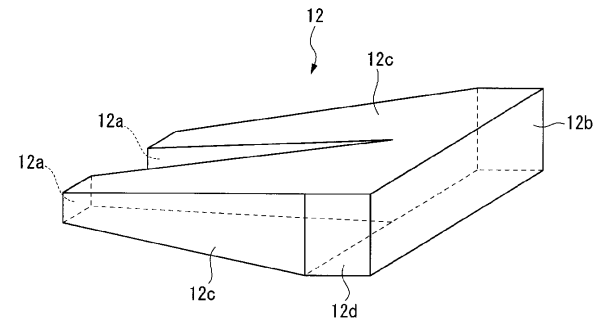
【図1】



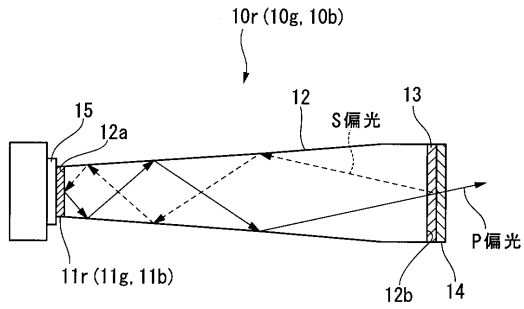
【図2】



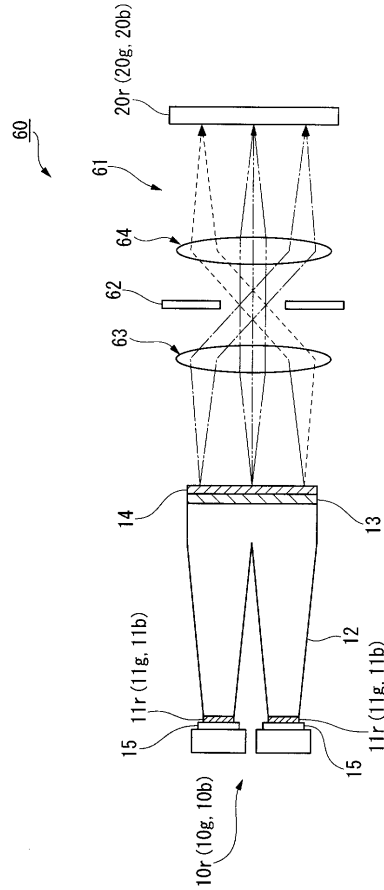
【図3】



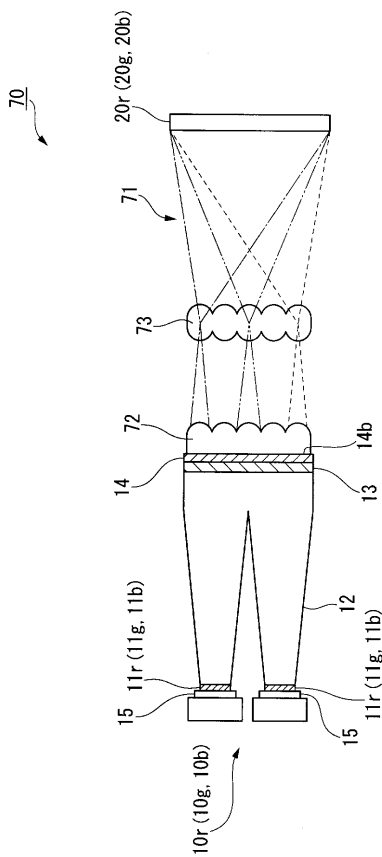
【 図 4 】



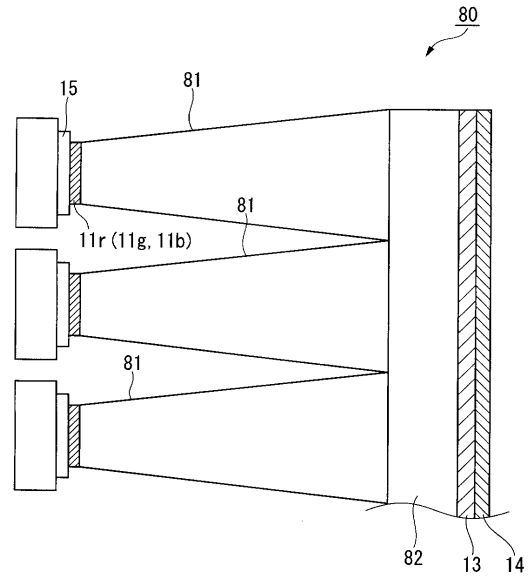
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

審査官 小野 博之

- (56)参考文献 特開2003-329978(JP,A)  
特開2003-098483(JP,A)  
国際公開第2004/043076(WO,A1)  
特開平09-325417(JP,A)  
特開2000-214532(JP,A)  
特開2002-189263(JP,A)  
特開2005-292561(JP,A)  
特開2003-330106(JP,A)  
特開2003-330109(JP,A)  
特開2003-057445(JP,A)  
特開平09-050082(JP,A)  
特開2000-231344(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G03B 21/14