

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-126496  
(P2004-126496A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO2B 27/28	GO2B 27/28 Z	2H088
GO2F 1/13	GO2F 1/13 505	2H091
GO2F 1/13357	GO2F 1/13357	2H099
GO3B 21/00	GO3B 21/00 E	2K103
HO4N 5/74	HO4N 5/74 A	5C058
審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-369172 (P2002-369172)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成14年12月20日 (2002.12.20)		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(31) 優先権主張番号	特願2002-226806 (P2002-226806)	(74) 代理人	100075096 弁理士 作田 康夫
(32) 優先日	平成14年8月5日 (2002.8.5)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	中島 努 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア事業 部内
		(72) 発明者	大内 敏 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発 本部内
最終頁に続く			

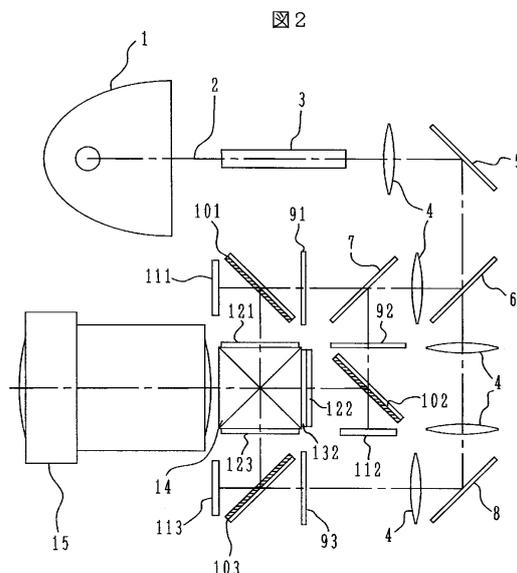
(54) 【発明の名称】 光学ユニット及びそれを用いた投射型映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 小型軽量であり、明るく、黒映像時の漏れ光によるコントラスト低下が無く、低価格である反射型液晶プロジェクタ用光学ユニット、および、小型軽量であり、明るく、黒映像時の漏れ光によるコントラスト低下が無く、低価格である反射型液晶プロジェクタを実現することである。

【解決手段】 反射型液晶パネルに対する偏光子および検光子として同一の特定方向のみ格子作用を有すことにより偏光板として作用する反射型偏光板を用い、補助偏光子及び吸収型の補助検光子を用い、反射型液晶パネルの特性に応じてこれらの反射軸あるいは吸収軸を黒映像時の漏れ光が少なくなる方向で用いる構成とする。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光源と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットであって、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板と、

光路上の前記光源と前記反射型偏光板の間に配置される補助偏光子と、光路上の前記反射型偏光板と前記投射レンズの間に配置される検光子として作用する吸収型の偏光板の少なくとも何れか一方を有し、

前記反射型映像表示素子により反射された映像光が、前記反射型偏光板の作用面側から入射し、前記反射型偏光板にて反射された後に前記投射レンズに入射し、光路上で前記反射型映像表示素子の直前、直後に前記反射型偏光板を配置して成ることを特徴とする光学ユニット。

10

## 【請求項 2】

光源と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットであって、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板と、

該反射型偏光板と前記投射レンズの間に配置され、該反射型偏光板により生じる非点収差を補正するための非点収差補正素子と、

光路上の前記光源と前記反射型偏光板の間に配置される補助偏光子と、光路上の前記反射型偏光板と前記投射レンズの間に配置される検光子として作用する吸収型の偏光板の少なくとも何れか一方を有し、

20

前記反射型映像表示素子により反射された映像光が、前記反射型偏光板の作用面側から入射し、前記反射型偏光板にて反射された後に前記投射レンズに入射し、光路上で前記反射型映像表示素子の直前、直後に前記反射型偏光板を配置して成ることを特徴とする光学ユニット。

## 【請求項 3】

光源と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板がプリズムの内部に形成された反射型偏光プリズムと、

光路上の前記光源と前記反射型偏光板の間に配置される補助偏光子と、光路上の前記反射型偏光板と前記投射レンズの間に配置される検光子として作用する吸収型の偏光板の少なくとも何れか一方を有し、

30

光路上の前記反射型映像表示素子の直前、直後に前記反射型偏光プリズムを配置したことを特徴とする光学ユニット。

## 【請求項 4】

前記反射型偏光板の反射軸を前記反射型偏光板の作用面の法線を中心に傾けることができる調整機構と、反射軸を作用面の法線と光軸とを含む面の法線に対して作用面の法線を中心に、前記反射型映像表示素子の偏光特性に基づいた所定角度だけ傾けた反射型偏光板の少なくとも何れか一方を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の光学ユニット。

40

## 【請求項 5】

前記補助偏光子の吸収軸又は反射軸と、前記補助検光子の吸収軸の少なくとも何れか一方を、光軸を中心に傾ける調整機構を備えて成ることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の光学ユニット。

## 【請求項 6】

前記補助偏光子の吸収軸又は反射軸と、前記補助検光子の吸収軸の少なくとも何れか一方が、光軸と前記反射型偏光板の作用面の法線を含む面の法線に対して、光軸を中心に前記反射型偏光板の反射軸との角度差が小さくなる方向に、前記反射型映像表示素子の偏光特性に基づいた第 2 の所定角度だけ傾いていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載の光学ユニット。

50

## 【請求項 7】

光源と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、前記反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを用い、少なくとも光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの間に偏光変換素子を配置していること、または光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの間に補助偏光子を配置していること、または光路上の該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムと投射レンズの間に補助検光子として吸収型の偏光板を配置していることのいずれかであり、偏光変換素子のコントラスト値を A、補助偏光子のコントラスト値を B、補助検光子のコントラスト値を D、反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの透過のコントラスト値を C、反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの反射のコントラスト値を E とすると、前記反射型液晶パネルにより反射された光が、該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムにて反射された後に投射レンズに入射する構成においては  $A * B * C = (0.1 \sim 1.0) * D * E$  を満たし、前記反射型液晶パネルにより反射された光が、該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを透過した後に投射レンズに入射する構成においては  $A * B * E = (0.1 \sim 1.0) * D * C$  を満たすことを特徴とする光学ユニット。

10

## 【請求項 8】

光源と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、前記反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを用い、少なくとも光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの間に偏光変換素子を配置していること、または光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの間に補助偏光子を配置していること、または光路上の該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムと投射レンズの間に補助検光子として吸収型の偏光板を配置していることのいずれかであり、偏光変換素子のコントラスト値を A、補助偏光子のコントラスト値を B、補助検光子のコントラスト値を D、反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの透過のコントラスト値を C、反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの反射のコントラスト値を E とすると、前記反射型液晶パネルにより反射された光が、該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムにて反射された後に投射レンズに入射する構成においては  $A * B < D$  を満たし、前記反射型液晶パネルにより反射された光が、該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを透過した後に投射レンズに入射する構成においては  $A * B > D$  を満たすことを特徴とする光学ユニット。

20

30

## 【請求項 9】

光源と偏光変換素子と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを用い、少なくとも光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムの間に補助偏光子を配置していること、または光路上の該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムと投射レンズの間に補助検光子として吸収型の偏光板を配置していることのいずれかであり、該偏光変換素子からの出射光の偏光方向が該反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムに対して略 P 偏光であることを特徴とする光学ユニット請求項 1 乃至請求項 8 の何れかに記載の光学ユニット。

40

## 【請求項 10】

光源と偏光変換素子と照明光学系と反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを用い、少なくとも光路上の該光源と該反射型偏光板あるいは該反射型偏光プリズムの間に補助偏光子を配置していること、または光路上の該反射型偏光板あるいは該反射型偏光プリズムと投射レンズの間に補助検光子と

50

して吸収型の偏光板を配置していることのいずれかであり、  
少なくとも該補助偏光子および該補助検光子のいずれかの作用面に対して1mmから4mm離れた位置に透明部品を配置することを特徴とする請求項1乃至請求項9の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項11】

請求項10に記載の光学ユニットにおいて、  
少なくとも前記透明部品のいずれかの補助偏光子側あるいは補助検光子側の面上に位相差板を配置することを特徴とする光学ユニット。

【請求項12】

光源と照明光学系と3枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを3枚用い、該3枚の反射型映像表示素子へ入射する3色光に色分離する手段として2枚のダイクロイックミラーを用い、該3枚の反射型映像表示素子からの各色の映像光を合成する手段として2面の色合成面を内部に備えるダイクロイックプリズムを用いることを特徴とする請求項1乃至請求項11の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項13】

請求項12に記載の光学ユニットにおいて、  
光路上で前記光源に近い前記ダイクロイックミラーにより分離される光路において、該ダイクロイックミラーと前記反射型偏光板あるいは前記反射型偏光プリズムとの間にミラーを有し、該ダイクロイックミラーへの光軸光線の入射角度が40°以内であり、該ダイクロイックミラーと該ミラーが略平行であることを特徴とする光学ユニット。

【請求項14】

請求項12に記載の光学ユニットにおいて、  
光路上、前記光源と前記ダイクロイックミラーの間に該ダイクロイックミラーに対して略P偏光となる偏光を出射する偏光変換素子を有し、該2枚のダイクロイックミラーはともにB光を透過するものであることを特徴とする光学ユニット。

【請求項15】

光源と照明光学系と3枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを2つ用い、3枚の反射型映像表示素子へ入射する3色光に色分離する手段として少なくとも1枚の色選択性波長板を用い、該3枚の反射型映像表示素子からの各色の映像光を合成する手段として光合成面を内部に備えるプリズムを用いていることを特徴とする請求項1乃至請求項14の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項16】

光源と照明光学系と3枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

該反射型映像表示素子から前記反射型偏光板に入射する光軸光線の角度が45度とは異なる角度となるように、少なくとも1組の該反射型映像表示素子と該反射型偏光板とを傾けて配置し、該光軸光線が該反射型偏光板に反射されたのち前記投射レンズに垂直に入射するように構成したことを特徴とする請求項1乃至請求項15の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項17】

光源と照明光学系と3枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

前記反射型偏光板あるいは前記反射型偏光プリズムと前記投射レンズの間に少なくとも1つのスペーサプリズムを有することを特徴とする記載の請求項1乃至請求項16の何れかに

10

20

30

40

50

記載の光学ユニット。

【請求項 18】

光源と照明光学系と 3 枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

光路上、前記反射型偏光板と前記投射レンズの間に中心軸が前記投射レンズ光軸と同軸である投射レンズ補助レンズを少なくとも 1 つ有すことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 17 の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項 19】

光源と照明光学系と 3 枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットであって、前記投射レンズの前記反射型映像表示素子に近い部分であり、かつ映像光が通過しない領域の一部が削除された形状であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 18 の何れかに記載の光学ユニット。

10

【請求項 20】

光源と照明光学系と 3 枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有するの光学ユニットにおいて、

前記補助偏光子として反射型偏光素子を用い、該補助偏光子を光路上、光源とダイクロイックミラーの間に配置することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 19 の何れかに記載の光学ユニット。

【請求項 21】

光源と照明光学系と 3 枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

前記反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として、回折により偏光板として作用する反射型偏光板あるいは反射型偏光プリズムを 1 枚用い、該 3 枚の反射型映像表示素子へ入射する 3 色光に色分離する手段および該 3 枚の反射型映像表示素子からの各色の映像光を合成する手段として 2 面の色分離合成面を内部に備えるダイクロイックプリズムを用いており、該ダイクロイックプリズムが光路上で該反射型映像表示素子と該反射型偏光板の間に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 20 の何れかに記載の光学ユニット。

20

【請求項 22】

光源と照明光学系と 3 枚の反射型映像表示素子と投射レンズとを有する光学ユニットにおいて、

前記クロスダイクロイックプリズムの光が透過する面の形状が該クロスダイクロイックプリズムの光分離面の法線と光軸とを含む面の法線とを長辺とする長方形であること特徴とする請求項 1 乃至請求項 21 の何れかに記載の光学ユニット。

30

【請求項 23】

請求項 1 乃至請求項 22 の何れかに記載の光学ユニットと、映像処理回路と、電源とを備えることを特徴とする投射型映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、照明光学系からの光束を偏光作用を利用した反射型映像表示素子で光強度変調して光学像を形成し、該光学像を投射光学系でスクリーン上に投影する光学ユニット、およびそれを用いた投射型映像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、光源からの光を偏光作用を利用してライトバルブ素子で映像信号に応じて画素毎に濃淡を変える光強度変調を行い、光学像を形成し、その光学像を投射レンズでスクリーンなどに投射する光学ユニットを電源回路や映像駆動回路とともに筐体内に収納した投射型映像表示装置であるプロジェクタが知られている。現在、ライトバルブ素子としては透過型液晶パネル、反射型液晶パネル、マイクロミラーパネルなどが広く知られており、

50

今後も偏光や回折を利用した様々なライトバルブ素子が開発されると考えられる。反射型液晶パネルは開口率が高いため高輝度と高解像度を両立できる点、低価格である点などが優れている。

#### 【0003】

反射型液晶パネルを用いた反射型液晶プロジェクタの光学ユニットについて以下に説明する。光源から出射した無偏光光は偏光変換素子にて直線偏光に変換されて偏光子に入射する。偏光子は特定方向の偏光成分のみを透過しそれに直交する成分を吸収（または反射）させることができるので、偏光子への入射光は偏光子にて不要な偏光成分が除去された後に反射型液晶パネルに入射する。反射型液晶パネルに入射した光は反射型液晶パネルにより映像信号に応じて画素毎に偏光状態が変調される。反射型液晶パネルにより反射された光は検光子に入射する。検光子も特定方向の偏光成分のみを透過しそれに直交する成分を吸収（または反射）することができるため各画素からの出射光の偏光状態により検光子を透過あるいは反射する光量が決まる。このようにして得られた映像を投射レンズにより拡大投射する。

10

#### 【0004】

一般に偏光子および検光子には偏光ビームスプリッタプリズム（以後PBSプリズムという）が用いられている。比較的安価なPBSプリズムは誘電体多層膜面を備えておりその膜面（以後PBS膜という）によりP偏光を透過しS偏光を反射する。したがってPBSプリズムをPBS膜が反射型液晶パネルに対して45°となるように配置すれば反射型液晶パネルへの入射光の光軸と反射型液晶パネルからの反射光の光軸を一致させることが可能であり小型の反射型液晶プロジェクタの実現に有利である。

20

#### 【0005】

偏光子および検光子としてPBSプリズムを用いた反射型液晶プロジェクタは例えば下記特許文献1で紹介されている。

この特許文献1で紹介されているようにPBSプリズムを用いた反射型液晶プロジェクタにおいてコントラストを高くするためには黒映像時のPBSプリズムからの漏れ光を少なくするための1/4波長板が必須であるが、1/4波長板を用いた場合でもその効果は完全ではない。

#### 【0006】

一般に1/4波長板は波長特性および角度特性を有しており、このため入射光線波長が設計中心波長から離れれば離れるほど、また入射角が大きくなれば大きくなるほどその機能は低下する。したがって、反射型液晶パネルに入射する光がある波長範囲とある角度範囲を有している反射型液晶プロジェクタにおいては全ての入射光に対して漏れ光を少なくする効果は完全ではない。

30

#### 【0007】

この漏れ光のスクリーンへの投射を防ぐためにPBSプリズムと投射レンズの間などに偏光板を配置してもこの漏れ光は偏光板の透過軸方向と同じ偏光成分を含んでいるため、防ぎきることできない。

#### 【0008】

またPBSプリズムを用いると重量の点で不利となる。さらにPBSプリズムには光線が硝材を透過する際の偏光の乱れに起因する漏れ光によってコントラストが低下しないように光弾性係数の低い硝材を用いる必要がある。そのような硝材は比重が大きいため特に重く、また流通量が少ないため高コストである。また重量低減のためにPBS膜を透明平行平板上に形成した場合には非点収差が生じ解像度が低下してしまうため、解像度低下防止のために補整部品が必要となる。

40

#### 【0009】

上記の課題を解決するためには、例えば

【非特許文献1】で紹介されているように、偏光子および検光子として反射型偏光板を用いることが考えられる。このような反射型偏光板は光学的な格子による回折により、格子方向に平行な偏光を反射し、格子方向に直行する偏光を透過することにより偏光板として

50

作用する。

【0010】

したがって、このような構成はP B Sプリズムを用いた構成における斜め光の漏れ光が発生しないので、原理的にはP B Sプリズムを用いた構成に対して高コントラストである。

【0011】

【特許文献1】

特開2001-142028号公報

【非特許文献1】

米国Moxtek社のカタログ、No. PBF02A

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

前記開示例においては、カラー映像を表示する手段としてカラーホイールが用いられているが、この場合はカラーホイール透過時の光量ロスが概略2/3程度あるため、光利用効率が低く、高出力のランプを用いないと明るさが得られない。また、補助検光子として反射型偏光板が用いられているため、ゴースト像が発生する可能性がある。また、コントラストはまだ充分とはいえず、さらなる改善が必要である。

【0013】

本発明は、上記課題を鑑みて成されたものであり、その目的は、小型軽量で明るさ、コントラスト、解像度等の画質性能が良好である反射型映像表示素子を用いた投射型映像表示装置用の光学ユニットおよびそれを用いた投射型映像表示装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために本発明は、

光を放射する光源と、照明光学系と、3枚の反射型映像表示素子と、該3枚の反射型映像表示素子へ各色光が入射するように3色光に色分離し、該3枚の反射型映像表示素子からの各色光を色合成する色分離合成系と、該反射型映像表示素子から出射した光を投射する投射手段で構成される投射型映像表示装置において、該反射型映像表示素子に対する偏光子および検光子として回折により作用する反射型偏光板を用いており、該反射型偏光板の入射側に補助偏光子を用いており、該反射型偏光板の出射側に補助検光子として吸収型の偏光板を用いており、色分離合成系が該反射型映像表示素子からの映像光を色合成する手段として色合成面を内部に備えるプリズムを少なくとも1個有しており、すくなくとも該反射型偏光板の反射軸を該反射型偏光板の法線を中心に傾けることができる調整機構を備えていることまたは前記反射型偏光板の反射軸が該反射型偏光板の法線と光軸とを含む面の法線に対して傾いていることのいずれかであり、少なくとも該補助偏光子の吸収軸あるいは反射軸または該補助検光子の吸収軸のいずれかを光軸を中心に傾けることができる調整機構を備えているか、少なくとも該補助偏光子の吸収軸あるいは反射軸または該補助検光子の吸収軸のいずれかが光軸と該反射型偏光板の法線を含む面の法線に対して、光軸を中心に前記反射型偏光板の反射軸との角度差が小さくなる方向に傾いているかのいずれかであり、該反射型偏光板が平行平板上に形成されている場合は該反射型映像表示素子から反射された映像光が該反射型偏光板の作用面側から入射し該反射型偏光板にて反射された後に該投射手段に入射するよう配置されているか、あるいは該反射型映像表示素子から反射された映像光が該反射型偏光板を透過した後に該投射手段に入射するよう配置されておりかつ該反射型偏光板による非点収差を補正する素子が該反射型映像表示素子と該投射手段の間に配置されていることを特徴とするものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、全図において、共通な機能を有する部品には同一符号を付して示し、一度説明したものについては繰り返した説明を省略する。

【0016】

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの 1 実施形態を示す図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、1 は光源、2 は反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの光軸、9 0 は白色用補助偏光子、1 0 0 は白色用反射型偏光板、1 1 0 は白色用反射型液晶パネル、1 2 0 は白色用補助検光子、1 5 は投射レンズである。

【 0 0 1 8 】

以下、図 1 を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの動作を述べる。

【 0 0 1 9 】

白映像表示時の動作は以下である。図 1 において、光源 1 を出射した光のうち補助偏光子 9 0 の吸収軸あるいは反射軸 9 9 に直交する偏光方向の光が補助偏光子 9 0 を透過し、反射型偏光板 1 0 0 に入射する。反射型偏光板 1 0 0 は反射軸が補助偏光子 9 0 の吸収軸あるいは反射軸 9 9 と略平行となるように配置するため、反射型偏光板 1 0 0 に入射した光は反射型偏光板 1 0 0 を透過し、反射型液晶パネル 1 1 0 に入射する。一般に反射型液晶パネル 1 1 0 は白映像信号が入力されている場合、入射光をその偏光を略 9 0 ° 回転させて反射するため、反射型液晶パネル 1 1 0 により反射された光の偏光方向は反射型偏光板 1 0 0 の反射軸と略平行である。したがって、反射型液晶パネル 1 1 0 にて反射された光は反射型偏光板 1 0 0 で光軸方向を 9 0 ° 曲げられて反射し、補助検光子 1 2 0 に入射する。補助検光子 1 2 0 は吸収軸 1 2 9 が反射型偏光板 1 0 0 の反射軸と略直交となるように配置するため、反射型偏光板 1 0 0 で反射された光は補助検光子 1 2 0 を透過する。補助検光子 1 2 0 を透過した光は投射レンズ 1 5 を透過し図示しないスクリーン上に到達し、白映像表示となる。

【 0 0 2 0 】

黒映像表示時の動作は以下である。光が反射型液晶パネル 1 1 0 に入射するまでは上記白映像表示時の動作と同じである。一般に反射型液晶パネル 1 1 0 は黒映像信号が入力されている場合、入射光をその偏光状態を変化させずに反射するため、反射型液晶パネル 1 1 0 により反射された光の偏光方向は反射型液晶パネル 1 1 0 に入射する前と同じである。したがって、反射型液晶パネル 1 1 0 にて反射された光は反射型偏光板 1 0 0 を透過し、補助偏光子 9 0 を透過し、光源 1 へと戻って行く。したがって光がスクリーン上に到達することは無く、黒映像表示となる。

【 0 0 2 1 】

一般にコントラストは白映像表示時の照度が黒映像表示時の照度に対して何倍であるか表すコントラスト値によって評価され、コントラスト値が高いほど画質性能が高いことを示す。反射型偏光板 1 0 0 および反射型液晶パネル 1 1 0 の性能が理想的であれば、コントラスト値は無限大となるが、実際の反射型偏光板 1 0 0 および反射型液晶パネル 1 1 0 では黒映像表示時に漏れ光が発生しコントラストが低下する。

【 0 0 2 2 】

以下に黒映像表示時の漏れ光について発生 の原理と本実施形態による低減方法を説明する。

【 0 0 2 3 】

まず始めに反射型偏光板 1 0 0 について説明する。通常の偏光板（偏光フィルム）は整列した二色性分子によりその作用を果たし、分子の配列方向に直交する偏光を透過し、分子の配列方向に平行な偏光を吸収する。反射型偏光板は特定方向のみ格子作用を有することにより偏光板として作用し、格子方向に平行な偏光を反射して、格子方向に直交する偏光を透過する。したがって、透過に関しては基本的な偏光特性は両偏光板に差は無い。例えば偏光板の透過軸と偏光板の法線を含む面内および偏光板の吸収軸あるいは反射軸と偏光板の法線を含む面内のどの光線に対してもコントラストはほぼ同等であるなどの特性は両偏光板に共通の特性である。

【 0 0 2 4 】

なお、一般的な反射型偏光板は、その反射軸を光軸と反射型偏光板の法線を含む面の法線

と平行に配置した時に最も偏光分離性能を発揮する。言い換えると、反射軸を光軸光線に対するS偏光方向と平行に配置し、光軸光線のS偏光を反射し、P偏光を透過するように使用した時に最も透過光および反射光の偏光度が高くなる。したがって、本構成においてはそのように配置する。

**【0025】**

以上より、本構成では反射型液晶パネル直前直後にPBSプリズムを用いた構成における斜め光の漏れ光が発生しないので、1/4波長板のいような部品を追加することなく高コントラスト化が可能である。

**【0026】**

またPBSプリズムを用いた構成の場合、PBSプリズムからの漏れ光には偏光板の透過軸方向と同じ偏光成分が含まれるため投射レンズと反射型液晶パネルの間などに偏光フィルム(検光子)を配置しても漏れ光を完全に防ぐことができないのに対して、反射型偏光板110を用いた場合の漏れ光は反射型偏光板110のコントラスト不足による場合が多く、そのような場合には補助偏光子90および補助検光子120を用いることで漏れ光の大半を防ぐことができるため高コントラスト化が可能である。

10

**【0027】**

例えば反射型液晶パネルに入射する光束がF2.5の場合の光学ユニットだけのコントラスト(反射型液晶パネルをミラーに置き換えて測定)はPBSプリズムを用いた場合が500から1000であるのに対して、反射型偏光板を用いた場合では5000から10000となる。

20

**【0028】**

また、本構成においては、反射型偏光板100の反射面が反射型液晶パネル110側にあり、反射型液晶パネル110より反射された光は反射型偏光板100の基板である透明平行平板を透過しない。したがって非点収差を生じることがないので解像度の低下が生じない。

**【0029】**

次に反射型偏光板100の性能に起因する漏れ光について具体的に説明する。

**【0030】**

反射型偏光板100はその偏光分離性能が完全であること、つまり格子方向に平行な偏光を完全に反射し、格子方向に直交する偏光を完全に透過することが理想であるが、実際には格子方向に平行な偏光も僅かな量は透過してしまい、格子方向に直交する偏光も僅かな量は反射してしまう。したがって、図1において、光源1からの無偏光光から反射軸に直交する偏光成分を取出すための偏光子として反射型偏光板100を配置しても、若干の反射軸に平行な偏光成分も透過するため、反射型液晶パネル110にも反射軸に直交する偏光成分のみではなく若干の反射軸に平行な偏光成分も入射してしまう。この若干の反射軸に平行な偏光成分は、反射型液晶パネル110で黒表示映像時、偏光方向を変えずに反射されるため、反射型偏光板100で反射されることになり、投射レンズ15を透過し、スクリーン(図示せず)上に到達し漏れ光となる。そこで、この漏れ光を抑制するために、補助偏光子90をその反射軸あるいは吸収軸が反射型偏光板100の反射軸と平行となるように光源1と反射型偏光板100との間に配置し、反射型偏光板100の反射軸に平行な偏光成分を減衰させる。補助偏光子90を用いることによって反射型液晶パネル110に入射する光は2つの偏光子を通過することになるため、ほぼ反射軸に直行する偏光成分のみとなり、反射型液晶パネル110にて反射された後に反射型偏光板100にて投射レンズ15方向に反射される漏れ光を少なくすることが出来る。

30

40

**【0031】**

しかし、補助偏光子90を配置して、反射型液晶パネル110への入射光をほぼ反射軸に直交する偏光成分のみとしても、反射型液晶パネル110からの反射光が反射型偏光板100を透過する際に、反射軸に直交する偏光成分が若干は反射されてしまう。この光は投射レンズ15を透過し、スクリーン(図示せず)上に到達し漏れ光となる。この漏れ光を抑制するために、補助検光子120をその吸収軸が反射型偏光板100の反射軸と直交と

50

なるように反射型偏光板 100 と投射レンズ 15 の間に配置する。補助検光子 120 を用いることによって、反射型液晶パネル 110 からの反射光が反射型偏光板 100 を透過する際に反射されてしまった反射軸に直交する若干の偏光成分は補助検光子 120 を透過できないため漏れ光を低減することが出来る。

#### 【0032】

以上は反射型偏光板 100 が理想的でない場合であり、もし理想的な性能が実現されれば補助偏光子 90 及び補助検光子 120 は必要なくなる。現行の一般的な反射型偏光板では、格子方向に直交する偏光が入射した場合の（反射光量（漏れ光の要因）／透過光量）に対して、格子方向に平行な偏光が入射した場合の（透過光量（漏れ光の要因）／反射光量）の方が少ない。このために現行の反射型偏光板 100 を用いて、反射型液晶パネル 110 からの映像光が反射型偏光板 100 で反射されてから投射レンズ 15 に入射する構成とした場合には、補助偏光子 90 が不要となる可能性があり、逆に、現行の反射型偏光板 100 を用いて、反射型液晶パネル 110 からの映像光が反射型偏光板 100 を透過して投射レンズ 15 に入射する構成とした場合には補助検光子 120 が不要となる可能性がある。

10

#### 【0033】

次に反射型液晶パネル 110 の性能に起因する漏れ光について具体的に説明する。

#### 【0034】

黒映像表示時の反射型液晶パネル 110 は入射光をその偏光状態を維持したまま反射することが理想であるが、実際には入射光をその偏光方向を若干ずらして反射してしまうことを見出した。このために、その後に入射する反射型偏光板 100 の反射軸に平行な偏光成分が若干量発生し、この偏光成分は反射型偏光板 100 により反射され、補助検光子 120 を透過するため漏れ光となる。

20

#### 【0035】

この漏れ光を防ぐためには、反射型液晶パネル 110 が入射光の偏光方向をずらさずに反射すれば良い。反射型液晶パネル 110 は入射光の偏光方向によっては反射光の偏光方向をほとんどずらさないことを見出した。この偏光方向をずらさない偏光方向は、反射型偏光板 100 の反射軸に直交する方向に対して数度であった。一般に反射型偏光板 100 はその反射軸が反射型偏光板 100 の法線と光軸とを含む主入射面（通常の光が入射する面と区別するために、主入射面と称する）の法線に平行となる角度の場合に最も偏光分離性能が高くなるため、通常はその角度で配置され、反射型偏光板 100 を透過した光は反射型偏光板 100 の反射軸に直交する偏光方向であり、この偏光方向と反射型液晶パネル 110 が入射光の偏光方向をずらさずに反射する入射光の偏光方向にずれがあった。

30

#### 【0036】

したがって、反射型液晶パネル 110 の性能に起因する漏れ光を低減するためには、黒映像表示時、反射型液晶パネル 110 への入射光の偏光方向がその反射型液晶パネル 110 が偏光方向をずらさずに反射する偏光方向となるようにすれば良い。これを実現するためには、反射型偏光板 100 の反射軸を反射型液晶パネル 110 が偏光方向ををずらさずに反射する偏光方向に傾ければよい。

#### 【0037】

しかし、反射型液晶パネル 110 が入射光の偏光方向をずらさずに反射する偏光方向は反射型液晶パネル 110 の種類によって異なり、さらには同じ種類の反射型液晶パネルであっても個々のものに若干のばらつきがある。したがって、個々の反射型液晶パネル 110 のばらつきに応じて反射型偏光板 100 の傾き角度を調整できる機構を備えれば良い。

40

#### 【0038】

ところで、上記のように反射型偏光板 100 の反射軸を、反射型偏光板 100 の法線と光軸とを含む主入射面の法線からずれるように傾けると偏光分離性能は低下するが、傾ける角度量が少ないため、偏光分離性能の低下は微少でありその影響は無視できる。

#### 【0039】

さらに、補助偏光子 90 の吸収軸あるいは反射軸および補助検光子 120 の吸収軸につい

50

ても、反射型偏光板 100 の反射軸方向に対応して傾けた方がより良い。補助偏光子 90 は、その反射軸あるいは吸収軸と反射型偏光板 100 の反射軸が補助偏光子 90 側から見て平行に近づくように、反射軸あるいは吸収軸を反射型偏光板 100 の反射軸との角度差が小さくなる方向に光軸を中心に傾けておき、さらには、反射型液晶パネル 110 のばらつきに対応するための調整機構を備えておく。補助検光子 120 は、その吸収軸と反射型偏光板 100 の透過軸（反射型偏光板の作用面内で反射軸に直交する軸）が補助検光子 120 側から見て平行に近づくように、吸収軸を反射型偏光板 100 の反射軸との角度差が小さくなる方向に光軸を中心に傾けておき、さらには反射型液晶パネル 110 のばらつきに対応するための調整機構を備えておく。なお、本実施形態のように、補助偏光子 90 および反射型偏光板 100 および補助検光子 120 について、その吸収軸および反射軸を反射型液晶パネル 110 の種類に応じてあらかじめ傾けておくことにより、調整機構の調整範囲量および調整量を少なくすることができ、ばらつきの少ない反射型液晶パネル 110 に対しては軸角度の調整を行わない場合でもかなりの程度でコントラストを向上することができる。

10

## 【0040】

ある種類の反射型液晶パネル 110 について、反射型液晶パネル 110 が黒映像表示時入射光の偏光方向をずらさずに反射する入射光の偏光方向の角度（パネル偏光軸角度と呼ぶ）を反射型液晶パネル 110 の映像表示領域の長辺を基準として測定した結果、およびその角度の偏光が入射するように反射型偏光板 100 の反射軸を傾けた場合にその反射軸との角度差が最小となるように光軸を中心に補助偏光子 90 および補助検光子 120 を傾ける角度（偏光子対応軸角度、検光子対応軸角度と呼ぶ）を計算した結果を表 1 に示す。

20

## 【0041】

## 【表 1】

表 1

サンプルNo.	パネル偏光軸角度[deg]	偏光子対応軸角度[deg]	検光子対応軸角度[deg]
サンプル1	5.3	3.8	7.5
サンプル2	5.4	3.8	7.6
サンプル3	2.4	1.7	3.4
サンプル4	4.1	2.9	5.8
サンプル5	4.1	2.9	5.8
サンプル6	2.8	2.0	4.0
平均	4.0	2.8	5.7
標準偏差 $\Sigma$	1.2	0.9	1.7
6 $\Sigma$	7.4	5.3	10.5

30

## 【0042】

表 1 から明らかなように、パネル偏光軸角度は約 6° 以内、偏光子軸対応角度は約 4° 以内、検光子軸対応角度は約 8° 以内であった。この範囲内でそれぞれを傾ければ反射型液晶パネル 110 が黒映像表示時入射光の偏光方向をずらさずに反射することができる。また、本実施形態では補助検光子 120 として吸収型の偏光板を用いており、吸収型の偏光板を用いることによってゴースト像の発生を防ぎ、コントラストを向上することができる。以下にその原理を説明する。

40

## 【0043】

白映像を表示する画素により偏光を約 90° 回転された光は反射型偏光板 100 で反射され、補助検光子 120 に入射する。補助検光子 120 に反射型の偏光板を用いた場合、補助検光子 120 は先に記したように完全に透過すべき格子方向に直交する偏光も僅かな量は反射してしまう。このために一部の光は補助検光子 120 で反射され、反射型偏光板 100 にて反射され反射型液晶パネル 110 に再入射する。この光線が光軸に平行でない場

50

合は反射型液晶パネル110への再入射位置は初めに入射した位置とは異なり、再入射位置の画素が黒映像を表示する画素の場合には偏光はほぼ維持されたまま反射される。このためにこの光線は反射型偏光板100により反射され、補助検光子120を通過し、投射レンズ15を通過してスクリーン(図示せず)上に到達する。以上のように補助検光子120に反射型の偏光板を用いた場合には、本来は映像を表示すべきでない画素にうっすらと映像が表示されてしまうゴースト像が発生する。したがってチェスコントラスト(ANSIコントラスト)が低下してしまう。これを防ぐために本実施形態では補助検光子120として吸収型の偏光板を用いた。このように構成することにより補助検光子120は入射光を反射することが無いため、ゴースト像の発生およびチェスコントラストの低下を防ぐことができる。

10

**【0044】**

また、全画面とも黒映像を表示している場合においても、補助検光子120として吸収型の偏光板を用いることにより、以下に述べる漏れ光を低減できるためコントラストを向上できる。これは補助検光子120に反射型の偏光板とした場合、反射型液晶パネル110により偏光方向が乱される等のとき、反射型液晶パネル110からの反射光のうち反射型偏光板100の反射軸に平行な偏光成分が反射され、補助検光子120を透過し、この光の一部はその後に配置される光学部品(ここでは投射レンズ15)によって反射され補助検光子120まで戻ってくる。特に投射レンズ15は複数のレンズにより構成されており、透過率が85%程度であるため、投射レンズ15により15%近くの光が反射される。この戻り光の多くは補助検光子120を透過する偏光方向であるが、補助検光子120が反射型であるため一部の光は反射され、投射レンズ15を通過し漏れ光となる。また、投射レンズ15からの戻り光は光軸に垂直でないレンズ表面により反射され、このような面による反射では偏光方向がずれるため、反射型である補助検光子120の反射軸に平行な偏光成分が発生し、この偏光は補助検光子120により反射され、投射レンズ15を通過し漏れ光となる。これらの漏れ光を防ぐために本実施形態では補助検光子120として吸収型の偏光板を用いた。このように構成することにより、補助検光子120は入射光を反射することが無いため、コントラストの低下を防ぐことができる。

20

**【0045】**

また、本実施形態においては、反射型偏光板100を光路上、反射型液晶パネル110の直前、直後に配置する構成とすることにより、コントラストを向上している。反射型偏光板100と反射型液晶パネル110の間にレンズやプリズムなどの光学部品を配置した場合には以下の理由によりコントラストが低下する。レンズを配置した場合には、光軸光線以外の光線がレンズを透過する際には光線が屈折するため、入射光の偏光方向が主入射面に平行か垂直とならない角度の光線では偏光方向がずれてしまい、反射型偏光板100の反射軸に平行な偏光成分が生じ漏れ光となる。プリズムを配置した場合には、プリズムなどのガラスには残留応力や熱応力により複屈折が存在するため光が透過する際に偏光が乱され、反射型偏光板100の反射軸に平行な偏光成分が生じ漏れ光となる。

30

**【0046】**

なお、透過型液晶パネルと同様に反射型液晶パネルにおいてもネガティブリターダー等の適切な視野角補償素子を用いれば斜め入射光に対する反射型液晶パネルのコントラストが向上すると考えられ、この視野角補償素子を反射型液晶パネルの直前に配置するあるいは反射型液晶パネル内に組み込む可能性が考えられる。この視野角補償素子は反射型液晶パネルを補償する素子であり、反射型液晶パネルの一部品とも考えられるため、ここでは光学部品として含まないこととする。

40

**【0047】**

図2は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の1実施形態を示す図である。図2において、1は光源、2は反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの光軸、3はインテグレート機能を持ち偏光変換作用を備えたロッドレンズである。ロッドレンズ3に備えられるている図示しない偏光変換素子の例としては、例えば、ロッドレンズの入射する面は中央部を円形透明部とし、それ以外の領域は全反射ミラーとし、出射面は光源

50

側より 1 / 4 波長板と反射型偏光板を積層したものがある。4 はロッドレンズ 3 の出射口の像を反射型液晶パネル 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 上に照射する結像レンズである。5 は白色反射ミラー、6 は B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー、7 は R 透過 G 反射ダイクロイックミラー、8 は B 反射ミラー、9 1 , 9 2 , 9 3 はそれぞれ R 用補助偏光子、G 用補助偏光子、B 用補助偏光子、1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 はそれぞれ R 用反射型偏光板、G 用反射型偏光板、B 用反射型偏光板であり、ハッチング部が作用面側である。1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 はそれぞれ R 用反射型液晶パネル、G 用反射型液晶パネル、B 用反射型液晶パネル、1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 はそれぞれ R 用補助検光子、G 用補助検光子、B 用補助検光子、1 3 2 は G 用 1 / 2 波長板、1 4 はクロスダイクロイックプリズム、1 5 は投射レンズである。ここで補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 および補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 は透明な平行平板の基板の上に配置あるいは形成されている。また、R は赤色、G は緑色、B は青色を示す。

10

#### 【0048】

以下、図 2 を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの白映像表示時の動作を述べる。なお、補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 と反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 と反射型液晶パネル 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 の作用は図 1 の補助偏光子 9 0 と反射型偏光板 1 0 0 と反射型液晶パネル 1 1 0 の作用に同じであり、その詳細な説明を省略する。

#### 【0049】

図 2 において、光源 1 を出射した光はロッドレンズ 3 を通過する。このときロッドレンズ 3 には偏光変換作用が備えられているので、出射する光は偏光方向が P 偏光に整えられる。ロッドレンズ 3 を出射した光は白色反射ミラー 5 にて光線の方向を 90° 曲げられ、B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 に入射し、B 光は透過し R G 光は反射する。反射した R G 光は R 透過 G 反射ダイクロイックミラー 7 によって R 光は透過し G 光は反射する。透過した R 光は R 用補助偏光子 9 1 を透過し R 用反射型液晶パネル 1 1 1 に入射する。R 透過 G 反射ダイクロイックミラー 7 を反射した G 光は G 用補助偏光子 9 2 を透過し G 用反射型液晶パネル 1 1 2 に入射する。B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 を透過した B 光は B 反射ミラー 8 により光線の方向を 90° 曲げられ B 用補助偏光子 9 3 を透過し、B 用反射型偏光板 1 0 3 を透過し、B 用反射型液晶パネル 1 1 3 に入射する。このように R、G、B に色分離される。R 用反射型液晶パネル 1 1 1、G 用反射型液晶パネル 1 1 2、B 用反射型液晶パネル 1 1 3 により反射される際に偏光が 90° 回転され S 偏光となり、それぞれ R 用反射型偏光板 1 0 1、G 用反射型偏光板 1 0 2、B 用反射型偏光板 1 0 3 により反射されて光線の方向を 90° 曲げられ、それぞれ R 用補助検光子 1 2 1、G 用補助検光子 1 2 2、B 用補助検光子 1 2 3 を通過し、G は G 用 1 / 2 波長板 1 3 2 を通過し P 偏光となり、R、G、B とともにクロスダイクロイックプリズム 1 4 に入射する。R、G、B はクロスダイクロイックプリズム 1 4 によって白色に合成され、投射レンズ 1 5 によってスクリーン（図示せず）に拡大投射される。

20

30

#### 【0050】

上記では、補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 を反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 の前に設けているが、反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 の性能が良く、漏れ光の影響が少なければ補助偏光子がなくてもよいことは言うまでもない。

40

#### 【0051】

上記では、インテグレートとしてロッドレンズ 3 を用いたが、これに限定されるものではなく、ライトパイプやマルチレンズ等を用いることができるのは明らかである。また、上記では光路上において先に光源からの白色光を R G 光と B 光に分離し、その後に R G 光を R 光と G 光に分離したが、先に R 光と G B 光に分離し、その後に G B 光を G 光と B 光に分離しても良い。

#### 【0052】

本実施形態における光源 1 には、超高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、水銀キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色ランプが用いられ、これらのランプ

50

にはR、G、Bの色を悪くする波長成分が含まれており、ダイクロミックミラーに入射する光線がテレセントリックでないため入射光線の入射位置によって透過あるいは反射する波長が異なるために色むらが生じる。これを防ぐために補助偏光子の基板には不要な波長成分を除去するためのダイクロミックコートが施されたものを用いた方がよい。

【0053】

本実施形態例においては反射型偏光板101, 102, 103の作用面が反射型液晶パネル111, 112, 113側にあり、反射型液晶パネル111, 112, 113より反射された光は反射型偏光板101, 102, 103の基板である透明平行平板を通過しない。したがって非点収差を生じることがないので解像度の低下が生じない。

【0054】

また、本構成ではプリズムはクロスダイクロミックプリズム14しか用いていないため、透過型液晶プロジェクタ用の光学ユニットと同等の重量が実現できる。

【0055】

また、色分離光学系にカラーホイールを用いた場合、カラーホイールによるカラー表示では白映像表示を1枚の反射型液晶パネルを時分割でR、G、Bそれぞれを高速で表示することにより行っているため、このうちの一色を表示している時には他の2色は映像光として投射されずに捨てられている。これに対して、本構成においては白映像表示時に常に3色とも投射されるため光利用効率が高く明るくなる。

【0056】

また、本構成では透過型液晶プロジェクタ用の光学ユニットで用いられていない光学部品は反射型偏光板101, 102, 103だけであり、その他のほとんどの部品が透過型液晶プロジェクタ用の光学ユニットでも用いられている。このため、流通量が多く低コストであり、耐久性が確認されているために信頼性が高く、量産されている期間が長いこと部品性能が成熟、安定している等、多くの利点がある。

【0057】

本実施形態で用いているロッドレンズ3に備えられている図示しない偏光変換素子、補助偏光子91, 92, 93、反射型偏光板101, 102, 103、補助検光子121, 122, 123のコントラストと透過率はトレードオフの関係にある。即ち、コントラストを向上させると透過率が劣化し、透過率を向上させるとコントラストが劣化する。よって、これを投射型映像表示装置の性能として見ると、コントラストと明るさがトレードオフの関係にあることを意味する。

【0058】

本実施形態では、光学部品はロッドレンズ3に備えられている図示しない偏光変換素子、補助偏光子91, 92, 93、反射型偏光板101, 102, 103、補助検光子121, 122, 123と複数の部品を用いている。以下の法則に則って上記光学部品の性能を組合せることにより、投射型映像表示装置の高効率、高コントラストを確保することが可能である。

【0059】

光学系のコントラストは下式で求められる。

【0060】

$1 / (\text{光学系のコントラスト}) = 1 / (\text{パネル入射側の光学系コントラスト}) + 1 / (\text{パネル出射側の光学系コントラスト})$

これより分かることは、パネル入射側の光学系コントラストのみ良くしても、あるいは、出射側のみ良くしても、効率的でないということである。入射側と出射側のコントラストのバランスをとることが、明るさもコントラストも最適にする方法である。

【0061】

光学系コントラストは、各部品のコントラストの積で求められる。即ち、ロッドレンズ3に備えられている図示しない偏光変換素子のコントラストをA、補助偏光子91, 92, 93のコントラストをB、補助検光子121, 122, 123のコントラストをE、反射型偏光板101, 102, 103の透過のコントラストをC、反射型偏光板101, 10

10

20

30

40

50

2, 103の反射のコントラストをDとすると、本実施形態のように反射型液晶パネル111, 112, 113からの反射光が反射型偏光板101, 102, 103にて反射された後に投射レンズ15に入射する構成においては、入射側の光学系コントラストは $A * B * C$ 、出射側の光学系コントラストは $D * E$ で求められる。あるいは後に説明する図8の構成のように反射型液晶パネル111, 112, 113からの反射光が反射型偏光板101, 102, 103を透過した後に投射レンズ15に入射する構成においては、入射側の光学系コントラストは $A * B * D$ 、出射側の光学系コントラストは $C * E$ で求められる。よって、両者をバランスよくするために、本実施形態においては、 $A * B * C = (0.1 \sim 1.0) * D * E$ 、反射型液晶パネル111, 112, 113からの反射光が反射型偏光板101, 102, 103を透過した後に投射レンズ15に入射する構成においては、 $A * B * D = (0.1 \sim 1.0) * C * E$ のそれぞれの値を満たすロッドレンズ3に備えられている図示しない偏光変換素子、補助偏光子91, 92, 93、補助検光子121, 122, 123、反射型偏光板101, 102, 103を用いればよい。ロッドレンズ3に備えられている図示しない偏光変換素子、もしくは補助偏光子91, 92, 93、もしくは補助検光子121, 122, 123を用いない場合はコントラストとして1を代入して、上式を満たせばよい。

#### 【0062】

図3(a)に偏光変換素子のコントラスト測定方法を示す。図3(a)において、測定用光源50から光を出射する。光源50後に開口を設けることによる測定物に入射する光の広がり略F20であり、偏光状態は無偏光(ランダム偏光)である。その後光源50側よりロッドレンズ3に備えられた偏光変換素子25、測定用偏光板51(できる限り偏光度が高いものが良い)、測定用受光部52を配置する。光源50から出射した光はロッドレンズ3に備えられた偏光変換素子25、測定用偏光板51を透過し、測定用受光部52に入射し、これにより透過してきた光の明るさが測定できる。またリファレンス測定という測定物(ロッドレンズ3に備えられた偏光変換素子25)を配置しない状態での明るさ測定をしておくことにより、測定物の透過率が算出ができる。偏光変換素子3(25)の透過率は次式で求まる。(偏光変換素子25の透過率) = (測定物配置時の明るさ測定値) / (リファレンス測定時の明るさ測定値) / 2。この式において2で割っている理由は理想的な偏光変換素子25では入射光は完全に偏光変換されるため明るさがリファレンス測定時の2倍となるためである。

#### 【0063】

コントラスト値を算出するためには以下の2つのモードについて、測定を行い、透過率を算出する必要がある。1つは測定物である偏光変換素子中のPBS膜あるいは反射型偏光板の反射軸が測定用偏光子の吸収軸(あるいは反射軸)に平行なモードであり、もう1つは測定物である偏光変換素子中のPBS膜あるいは反射型偏光板の反射軸が測定用偏光子の吸収軸(あるいは反射軸)と直交するモードである(それぞれ以下、平行モード、直交モードと呼ぶ)。コントラスト値は次式によって求まる。

#### 【0064】

(コントラスト値) = (平行モードの透過率) / (直交モードの透過率)。

#### 【0065】

測定された透過率の分光分布に視感度を掛け合わせるにより、明るさが求まる。即ち、透過率 $T(\lambda)$ 、視感度 $A(\lambda)$ とすると、明るさは、理論的には、使用波長域での $T(\lambda) * A(\lambda)$ の波長積分 $\int T(\lambda) * A(\lambda) d\lambda$ で求められる。反射の場合は、透過率 $T(\lambda)$ の代わりに反射率 $R(\lambda)$ を用いればよい。

#### 【0066】

図3(b)に補助偏光子及び補助検光子に用いる偏光板およびPBSプリズムのコントラストの測定方法を示す。図3(b)において、測定用光源50、測定用偏光板51、測定用受光部52は上記と同様のものである。各部品を光源、測定用偏光板、測定物(偏光板)、測定用受光部の順で配置して、上記と同様の明るさ測定を行う。また、リファレンス測定も上記同様に測定物を配置しないで行う。ただし、透過率は次式となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

( 偏光板および P B S プリズムの透過率 ) = ( 測定物配置時の明るさ測定値 ) / ( リファレンス測定時の明るさ測定値 ) 。

## 【 0 0 6 8 】

コントラスト値は上記同様に以下の 2 つのモードの測定を行い算出する。1 つは測定物である吸収型偏光板の吸収軸あるいは反射型偏光板の反射軸あるいは P B S プリズムの P B S 膜の反射軸が測定用偏光子の吸収軸 ( あるいは反射軸 ) に平行なモードであり、もう 1 つは測定物である吸収型偏光板の吸収軸あるいは反射型偏光板の反射軸あるいは P B S プリズムの P B S 膜の反射軸が測定用偏光子の吸収軸 ( あるいは反射軸 ) と直交するモードである ( それぞれ以下、平行モード、直交モードと呼ぶ ) 。コントラスト値は上記同様に次式によって求まる。

## 【 0 0 6 9 】

( コントラスト値 ) = ( 平行モードの透過率 ) / ( 垂直モードの透過率 ) 。

## 【 0 0 7 0 】

図 3 ( c ) に反射型偏光板を偏光子および検光子として用いる場合のコントラスト測定方法を示す。図 3 ( c ) において、測定用光源 5 0、測定用偏光板 5 1、測定用受光部 5 2 は上記と同様のものである。各部品を光源、測定用偏光板、測定物 ( 反射型偏光板 )、測定用受光部の順で配置して、上記と同様の明るさ測定を行う。ただし、測定物である反射型偏光板はその法線が光軸に対して 4 5 ° 傾くように配置する。また、リファレンス測定も上記同様に測定物を配置しないで行う。偏光子および検光子として反射型偏光板を用いる場合、反射型偏光板を透過する光を測定する透過率および反射型偏光板を反射する光を測定する反射率の両方がコントラストおよび明るさに影響する。透過率および反射率は上記と同様に次式となる。

## 【 0 0 7 1 】

( 反射型偏光板の透過率 ) = ( 測定物配置時の透過光の明るさ測定値 ) / ( リファレンス測定時の明るさ測定値 ) 、

( 反射型偏光板の反射率 ) = ( 測定物配置時の反射光の明るさ測定値 ) / ( リファレンス測定時の明るさ測定値 ) 。

## 【 0 0 7 2 】

反射型偏光板には透過のコントラスト値と反射のコントラスト値があり、両方を求めるためには反射型偏光板の反射軸が測定用偏光子の反射軸 ( 吸収軸 ) に平行な場合と直交する場合の 2 つのモード ( それぞれ以下、平行モード、直交モードと呼ぶ ) それぞれにおいて透過率および反射率を求める必要がある。よって測定は計 4 回となる。透過のコントラスト値および反射のコントラスト値はそれぞれ次式となる。

## 【 0 0 7 3 】

( 反射型偏光板の透過のコントラスト値 ) = ( 平行モードの透過率 ) / ( 直交モードの透過率 ) 、

( 反射型偏光板の反射のコントラスト値 ) = ( 直交モードの反射率 ) / ( 平行モードの反射率 ) 。

## 【 0 0 7 4 】

ここで、一般的に反射型偏光板のコントラスト値は、透過のコントラスト値の方が反射のコントラスト値より高い。よって、本実施形態のように、反射型液晶パネル 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 からの反射光が反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 にて反射された後に投射レンズ 1 5 に入射する構成においては、上記関係より補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 のコントラスト値が、ロッドレンズ 3 に備えられた偏光変換素子 2 5 のコントラスト値と補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 のコントラスト値の積より高い組合せ構成、すなわち A \* B < D にすると、高効率、高コントラストが可能である。あるいは図 8 の構成のように反射型液晶パネル 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 からの反射光が反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 を透過した後に投射レンズに 1 5 入射する構成においては、上記関係よりロッドレンズ 3 に備えられた偏光変換素子 2 5 のコントラスト値と補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 のコン

10

20

30

40

50

トラス値の積が、補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 のコントラスト値より高い組合せ構成すなわち  $A * B > D$  にすると、高効率、高コントラストが可能である。

【 0 0 7 5 】

図 4 は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。なお、図 4 において、前出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その説明を省略する。また、本実施形態の基本動作は図 2 の実施形態の動作と同様なので、重複した説明を省略し、異なる機能動作について説明する。

【 0 0 7 6 】

図 4 において、上記実施形態と同様に、補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 および補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 は透明な平行平板の基板上に配置あるいは形成され、補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 および補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 に対向する位置に結像レンズ 4 やクロスダイクロイックプリズム 1 4 などの透明部品が空隙（スペース）を設けて配置されている。このように構成することにより、前記スペースを補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 や補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 を冷却するための風路として利用でき、効率の良い冷却が可能となるため、冷却ファンを低速で回転できるようになり、冷却ファンのフィン（図示せず）による風切音を低減することができるため低騒音化が可能となる。特に補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 や補助検光子 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 が吸収型の偏光板の場合は、偏光板により吸収される光のほとんどが熱に変換されるため、その熱により偏光板の寿命が短くなったり、熱収縮により周辺部が歪み黒映像表示時の周辺部光漏れが生じるなどの性能劣化が起こる。これを防ぐためにはこのような効率の良い冷却が必須となる。この風路の距離は光軸上で 1 mm から 4 mm が適当であり、短すぎても長すぎても冷却風が効率良く通らなく、長すぎる場合は光学ユニットが大きくなってしまふ。なお、本実施形態では透明部品として結像レンズ 4 やクロスダイクロイックプリズム 1 4 などの光学部品を配置したが、設計上光学部品を配置する必要が無い場合は透明な平行平板などを配置しても良い。

【 0 0 7 7 】

図 4 に示す本実施形態において、上記の補助偏光子 9 1 , 9 2 , 9 3 の風路確保用に配置した各結像レンズ 4 には各光路の色用の 1 / 2 波長板 1 3 1 ' , 1 3 2 ' , 1 3 3 ' を貼合してある。このように構成することにより、1 / 2 波長板の前後で偏光方向を 9 0 ° 回転させることができ、例えば以下のようなときに有効である。一般にミラー（反射ミラーやダイクロイックミラー等）は S 偏光反射時に最も効率が良いため、本実施形態においては、ロッドレンズ 3 に備えられた偏光変換素子（図示せず）では S 偏光出射とし、白反射ミラー 5、B 反射ミラー 8、では S 偏光を反射させ、反射型偏光板 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 の前の 1 / 2 波長板 1 3 1 ' , 1 3 2 ' , 1 3 3 ' で P 偏光とすると光を効率よく利用できる。本構成では G 光は白反射ミラー 5、B 透過 R G 反射ダイクロイックミラ - 6、R 透過 G 反射ダイクロイックミラ - 7 を全て反射するように構成しているため、たとえば明るさ性能を重視する光学ユニットの場合、G 光を最も効率よく利用できるため最適である。特に明るさが要求される前面投射型映像表示装置用光学ユニットに好適である。また、本構成のように各色光に分離してから 1 / 2 波長板 1 3 1 ' , 1 3 2 ' , 1 3 3 ' を配置することにより各色光用の 1 / 2 波長板 1 3 1 ' , 1 3 2 ' , 1 3 3 ' を使用できるため、高効率である。さらには風路に面して 1 / 2 波長板 1 3 1 ' , 1 3 2 ' , 1 3 3 ' を配置できるため 1 / 2 波長板が有機フィルムなどから作成されて冷却する必要がある場合には効率良く冷却できるため有効である。

【 0 0 7 8 】

本実施形態において、G 光路のクロスダイクロイックプリズム 1 4 の入射面には 1 / 2 波長板 1 3 2 を貼合している。一般にダイクロイックミラーは S 偏光より P 偏光の方が光が透過しやすく、クロスダイクロイックプリズム 1 4 においても同じである。したがって、本構成のように配置することによりクロスダイクロイックプリズム 1 4 を透過する G 光を P 偏光とすることができ高効率とできる。また、1 / 2 波長板 1 3 2 が風路に面しているため効率良く冷却できる点は上記と同じである。

## 【0079】

図5は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の1実施形態を示すブロック図である。なお、図5において、前出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その説明を省略する。また、本実施形態の基本動作は図2の実施形態の動作と同様なので、重複した説明を省略し、異なる機能動作について説明する。

## 【0080】

図5において、R用反射型偏光板101とB用反射型偏光板103およびR用反射型液晶パネル111とB用反射型液晶パネル113は傾いて配置されている。このように傾けて配置することにより、最小サイズで配置しようとした場合に投射レンズ15とR用反射型液晶パネル111およびB用反射型液晶パネル113の間隔が狭くて干渉してしまうことを避けることができる。さらにR用補助検光子121およびB用補助検光子123以後の部品への光軸光線の入射角度を0°とすることができる。図6および図7を用いて詳細に説明する。図6および図7はそれぞれ図2および図5のクロスダイクロイックプリズム14およびB用反射型液晶パネル113付近を拡大したものである。図6および図7において、16は反射型液晶パネル113への入射光束、17は反射型液晶パネル113からの出射光束、18は反射型液晶パネル113の回転中心点、19は投射レンズ15のバックフォーカス(クロスダイクロイックミラー14に最も近い投射レンズ15のレンズから反射型液晶パネルまでの距離)であり光軸と一致している。20は投射レンズ15と反射型液晶パネル113の物理的最短距離である。図7においてB用反射型液晶パネル113は図6の同部品の配置に対して回転中心点18からの距離を保ったまま回転中心点18を中心に約5°傾けて配置されている。図7のように配置することにより投射レンズ15からB用反射型液晶パネル113までの光学距離すなわちバックフォーカス19を長くすること無く投射レンズ15とB用反射型液晶パネル113の物理的最短距離20を長くすることができる。したがって、図7の構成とすることで、光学系を最小サイズで配置しようとした場合に投射レンズ15とB用反射型液晶パネル113の物理的最短距離20の間隔を大きくできるため、これらの部品を保持する構造部品などが干渉してしまうことを避けることができる。一般に投射レンズのサイズは他の条件が同じ場合にはバックフォーカスに依存しバックフォーカスが長くなると投射レンズは大型化する。したがって図7の構成のようにすることによりバックフォーカスが同じにできるため投射レンズ15のサイズも同じとなり光学ユニットサイズも同等にすることができる。

## 【0081】

また図7のB用反射型偏光板103はB用反射型液晶パネル113の傾きと同じ方向に5°傾いている。このように同じ光路上の反射型偏光板と反射型液晶パネルを同じ角度だけ同方向に傾けて配置することによりB用反射型偏光板103以後の部品への光軸光線の入射角度を0°とすることができる。すなわちB用補助偏光子93を通過した光線がB用反射型偏光板103に入射する際の光軸光線の入射角は図6の配置が45°であるのに対して図7の配置では40°であり、その後B用反射型液晶パネル113へ入射する際の入射角は図6の配置が0°であるのに対して図7の配置では5°であり、B用反射型液晶パネル113にて反射された後にB用反射型偏光板103に再入射する際の入射角は図6の配置が45°であるのに対して図7の配置では50°であり、B用反射型偏光板103にて反射され光線方向を曲げられた後にB用補助検光子123に入射する入射角は図6の配置および図7の配置でともに0°である。通常、クロスダイクロイックプリズム14および投射レンズ15は光軸光線が垂直に入射した場合に最も色合成性能および結像性能が良くなるため、図7の配置にした場合の光学性能は図6の配置と同等である。図7の構成で反射型偏光板103および反射型液晶パネル113を傾ける角度は回転中心18を中心に3°から15°となるのが適当である。この角度が小さすぎる場合は効果が少なく、この角度が大きすぎる場合は反射型偏光板の性能が発揮されにくくなる。また図7ではB光路を用いて説明したがR光路についても同内容であることは明らかである。

## 【0082】

図8は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の1実施形態を示す図

10

20

30

40

50

である。なお、図 8 において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その重複した説明を省略する。また本実施形態の基本動作は図 2 の実施形態と同様であり、重複した説明を省略し、異なる機能について説明する。

【0083】

図 8 において、反射型液晶パネル 111, 112, 113 は図 2 の場合と異なり、クロスダイクロイックプリズム 14 の 3 つの入射面にそれぞれ平行となるように配置されている。そして、光源 1 からの光が反射型偏光板 101, 102, 103 で反射されて反射型液晶パネル 111, 112, 113 に入射するように構成されている。このため、反射型偏光板 101, 102, 103 のハッチング部で示す作用面は補助偏光子 91, 92, 93 側の入射光側に形成されている。

10

【0084】

図 8 において、211, 212, 213 はそれぞれ R 用非点収差補整素子、G 用非点収差補整素子、B 用非点収差補整素子であり、シリンドリカルレンズや透明平行平板がその作用を果たす（透明平行平板は、反射型偏光板の法線と光軸を含む面に平行でかつ光軸に直交する軸を中心に傾ける）。

【0085】

次に本構成の動作を述べる。本実施形態においては、偏光変換作用を備えたロッドレンズ 3 からは S 偏光出射とし、その後は偏光が S 偏光であること以外は R、G、B がそれぞれ R 用補助偏光子 91、G 用補助偏光子 92、B 用補助偏光子 93 を透通過するまでは図 2 の構成と同じである。そして S 偏光で入射してきた光は、それぞれ R 用反射型偏光板 101、G 用反射型偏光板 102、B 用反射型偏光板 103 によって反射されて光線の方向を 90° 曲げられ、R 用反射型液晶パネル 111、G 用反射型液晶パネル 112、B 用反射型液晶パネル 113 に入射する。R、G、B それぞれの反射型液晶パネル 111, 112, 113 により反射された光は P 偏光となり、それぞれ R 用反射型偏光板 101、G 用反射型偏光板 102、B 用反射型偏光板 103 および R 用補助検光子 121、G 用補助検光子 122、B 用補助検光子 123 を透過する。ここで本構成の場合、反射型偏光板 111, 112, 113 を透過する際、基材の平行平板を透過することになる。このため非点収差が生じ、そのままでは投射映像の解像度が低下してしまう。したがって、本構成においては、この非点収差を補正し、解像度低下を防ぐために補助検光子 121, 122, 123 のあとに R 用非点収差補整素子 211、G 用非点収差補整素子 212、B 用非点収差補整素子 213 を配置して非点収差を補整している。この非点収差補整素子を透過した後、R、B は R 用 1/2 波長板 131、B 用 1/2 波長板 133 により S 偏光とし、G はそのまま P 偏光でクロスダイクロイックプリズム 14 に入射し、投射レンズ 15 によりスクリーン（図示せず）上に投射される。

20

30

【0086】

なお、本実施形態においては、非点収差補整素子を光路上の補助検光子 121, 122, 123 とクロスダイクロイックプリズム 14 の間に配置したがこれに限定されるものではなく、反射型偏光板 101, 102, 103 とクロスダイクロイックプリズム 14 の間であればどこにでも配置することができる。

【0087】

また、本構成とすることにより、反射型液晶パネル 111, 112, 113 を投射レンズ 15 から離れた位置に配置できるため、投射レンズ 15 と R 用反射型液晶パネル 111 および B 用反射型液晶パネル 113 の部品を保持する構造部品などが干渉してしまうことを避けることができる。しかし、非点収差補整素子 211, 212, 213 を配置する分だけ光学ユニットは大きくなってしまふ。

40

【0088】

図 9 は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。図 9 において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その説明を省略する。

【0089】

50

図 9 において、221、222、223 はそれぞれ R 用反射型偏光プリズム、G 用反射型偏光プリズム、B 用反射型偏光プリズムであり、内部にハッチング部で示す反射型偏光面を備えている。132' は 1/2 波長板である。

【0090】

本構成の R、B の動作は光源 1 から補助検光子 121、123 までは、反射型偏光板が反射型偏光プリズムに変わっただけで、その他は図 8 の構成の動作と同様であり、また、G は反射型偏光板が反射型偏光プリズムに変わり、G 用反射型偏光プリズム 222 の前に G 光の偏光方向を S 偏光から P 偏光に変える G 用 1/2 波長板 132' を設け、クロスダイクロイックプリズム 14 の前に G 用 1/2 波長板 132 を設けただけで、その他は図 8 の構成の動作と同様なので、重複した説明を省略し、異なる機能について説明する。

10

【0091】

補助検光子 121、122 を透過した R 光、B 光はそれぞれの R 用 1/2 波長板 131、B 用 1/2 波長板 133 を透過する際に S 偏光となり、クロスダイクロイックプリズム 14 に入射する。G においては G 用反射型偏光プリズム 222 の前に G 用 1/2 波長板 132' を配置し、ここで、P 偏光とし G 用反射型偏光プリズム 222 を透過し、G 用反射型液晶パネル 112 に入射する。G 用反射型液晶パネル 112 を反射した光は S 偏光となり、G 用補助検光子 122 を透過した後、G 用 1/2 波長板 132 により P 偏光としクロスダイクロイックプリズム 14 に入射する。G に関しては R、B と同様に G 用反射型液晶パネル 112 を反射した光が G 用反射型偏光プリズムを透過する構成でも構わないが、例えば、リレー光路用の部材と G 用反射型液晶パネル 112 の保持部材などが干渉する等、G 用反射型液晶パネル 112 を配置することが出来ない場合は、本構成のように G 用反射型液晶パネル 112 を反射した光が G 用反射型偏光プリズム内の作用面を反射する構成とすれば良い。

20

【0092】

ここで反射型偏光プリズム 221、222、223 部においては入出射光線が垂直面のみを透過する為、非点収差が発生しないので、図 8 の構成で用いていた非点収差補整素子を用いる必要がない。さらに R 用反射型液晶パネル 111 および B 用反射型液晶パネル 113 を投射レンズ 15 から離れた位置に配置できるため、投射レンズ 15 と R 用反射型液晶パネル 111 および B 用反射型液晶パネル 113 の部品を保持する構造部品などが干渉してしまうことを避けることができる。

30

【0093】

なお、プリズムには、残留応力や熱応力による複屈折に起因する偏光の乱れを低減させるために、光弾性係数の低い硝材を用いることが望ましい。

【0094】

図 10 は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。図 10 において、24 は 2 枚のマルチレンズ（各マルチレンズはマトリクス状に配列されたレンズセルからなる）からなるインテグレート、25 は P B S アレイと 1/2 波長板からなる偏光変換素子であり、26 はインテグレート 24 を構成する光源側のマルチレンズの各レンズセル（図示せず）の形状（反射型液晶パネルに相似な矩形形状）を反射型液晶パネル 111、112、113 上に投影するレンズである。なお、図 10 において、先出図に共通な機能を有する部品には同一な符号を付して示し、その説明を省略する。

40

【0095】

以下、図 10 を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの白映像表示時の動作を述べる。図 10 において、光源 1 を出射した光は 2 枚のマルチレンズ 24 を透過し偏光変換素子 25 を透過して白色反射ミラー 5 にて光線の方向を約 120° 曲げられ、B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 によって R、G は反射し光線方向を約 60° 曲げられて、B は透過する。R、G は G 反射 R 透過ダイクロイックミラー 7 によって G は反射し光線方向を 90° 曲げられ、R は透過する。B は B 反射ミラー 8 により光線の方向を約 60° 曲げられる。そして、R、G、B それぞれ R 用補助偏光子 91、G 用補助偏光

50

子 9 2、B 用補助偏光子 9 3 に入射する。それ以降は図 2 の実施形態と同じ動作であるため説明を省略する。

【 0 0 9 6 】

以下に本実施形態の内容を説明する。光源 1 に近い B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 により透過する B 光の光路は、他の R、G 光路に対して B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 から反射型液晶パネル 1 1 3 までの光学距離が長く、リレー系光路といわれる。R、G 光路においてはインテグレータ 2 4 とレンズ 2 6 により形成されるインテグレータ 2 4 の各レンズセルの矩形像は反射型映像表示素子 1 1 1、1 1 2 上に直接結像されるのに対して、リレー系光路においては光学距離が長いためにインテグレータ 2 4 の各レンズセルの矩形像は光路中で一度結像 ( 3 1 の位置 ) され、この像を再度反射型液晶パネル 1 1 3 上に結像する。このためにリレー系では上記の再結像させるためのレンズ 2 6 が少なくとも 1 つ以上必要となる。反射型液晶パネル 1 1 3 上に結像される矩形像は、再結像像であるために R、G 光路の反射型液晶パネル 1 1 1、1 1 2 上の矩形像に比べて結像性能が得にくく、矩形像の周辺部がぼけやすい。矩形像がぼけているところはぼけていないところと比べて単位面積あたりの光量が少ないため、反射型液晶パネル 1 1 3 の有効領域内にこの矩形像のぼけがあった場合、白映像表示時の周辺照度比 ( 映像の中央部などに対する周辺部の照度比 ) が低下してしまう。また、R、G 光路の反射型液晶パネル 1 1 1、1 1 2 の有効領域内に矩形像のぼけが無くリレー光路の反射型液晶パネル 1 1 3 の有効領域内に矩形像のぼけがある場合には、中央部などでの各色光の照度バランスと周辺部での各色光の照度バランスが異なるために白映像表示時の色が中央部などと周辺部で異なり色むらとなってしまう。これを防ぐためには R、G 光路での矩形像の結像倍率に対して、リレー系の矩形像の結像倍率を高くし、大きめの矩形像を反射型液晶パネル 1 1 3 に結像させ、矩形像の内側のぼけていない領域が反射型液晶パネル 1 1 3 の有効領域に照射されるようにすればよい。しかし、この場合は周辺部のぼけている部分の光を使わないために光利用効率が低下してしまう。これを防ぐためには再結像用のレンズ 2 6 を 2 枚以上使い、再結像時の結像性能を向上させればよい。ここで再結像レンズ 2 6 には非球面形状のものをできるだけ多く用いることが有効であるが、非球面レンズは比較的高価であるため、コストとのバランスをとる必要がある。

10

20

【 0 0 9 7 】

また、反射型液晶パネルへの入射光の角度範囲が最も狭くなるよう、かつ反射型液晶パネル上のインテグレータの矩形像のぼけを少なくするように光を照射するためには、上記のレンズ 2 6 枚数やレンズ種だけが有効ではなく光学距離も関係する。リレー光路中のインテグレータの矩形像 ( 3 1 位置 ) から光路上で反射型液晶パネル 1 1 3 に最も近いレンズ 2 6 までの光学距離を出来るだけ長くすることが有効であり、光路上で反射型液晶パネル 1 1 3 に最も近いレンズ 2 6 から反射型液晶パネル 1 1 3 までの光学距離の 2 倍以上とするのが望ましい。これを実現するために図 1 0 の構成においては、リレー光路の B 光を分離する B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 およびリレー光路の光路上で最も光源側 1 のレンズ 2 6 を出来るだけ光源 1 側に配置し、このレンズ 2 6 の曲率半径を結像性能が悪くならない程度に小さくすることにより、リレー光路中のインテグレータの矩形像が出来るだけ光路上の光源 1 側で結像されるようにしている。

30

40

【 0 0 9 8 】

さらに、図 1 0 において、2 枚のダイクロイックミラー 6、7 のうち光路上で光源に近い方の B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 は光軸光線の入射角度が約 3 0 ° となるように配置されており、この B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 により透過する B 光の光路上後方に配置される B 反射ミラー 8 も光軸光線の入射角度がそれぞれ約 3 0 ° となるように配置されている。このように光軸光線の入射角度を 4 5 ° 以下として配置することによりリレー系の光学距離のみを長くすることが可能となる。なお、この配置角度は光軸光線の入射角度が 4 5 ° に対して差が小さすぎると効果が少なく、大きすぎると上記ダイクロイックミラーの近傍にレンズが配置できなくなるため 2 0 ° 以上 4 0 ° 以下が適当である。

50

## 【0099】

以上により、リレー光路中のインテグレータの矩形像(31の位置)から光路上で反射型液晶パネル113に最も近いレンズ26までの光学距離を長くすることができるため、結像性能が向上でき、明るさが均一で色むらの無い映像が得られ、かつ結果として光利用効率を向上できる。

## 【0100】

図11は本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の1実施形態を示す図である。図11において、61はRG透過B反射ダイクロイックミラーである。なお、図11において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その説明を省略する。

10

## 【0101】

以下、図11を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの白映像表示時の動作を述べる。図11において、光源1を出射した光は2枚のマルチレンズ24と偏光変換素子25を透過し、RG透過B反射ダイクロイックミラー61によってBは反射し光線方向を約50°曲げられて、R、Gは透過する。R、GはR透過G反射ダイクロイックミラー7によってGは反射し光線方向を90°曲げられ、Rは透過する。BはB反射ミラー8により光線の方向を約50°曲げられる。そして、それぞれR用補助偏光子91、G用補助偏光子92、B用補助偏光子93に入射する。それ以降は図2の実施形態と同じ動作であるため説明を省略する。

## 【0102】

このような構成とすることで、図10の実施形態と同様に、リレー光路中のインテグレータの矩形像(31位置)から光路上で反射型液晶パネル113に最も近いレンズ26までの光学距離を、光路上で反射型液晶パネル113に最も近いレンズ26から反射型液晶パネル113までの光学距離の2倍以上とすることができるため、結像性能が向上でき、明るさが均一で色むらの無い映像が得られ、かつ結果として光利用効率を向上できる。

20

## 【0103】

図12は、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの別の1実施形態を示す図である。なお、図12において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その重複した説明を省略する。

## 【0104】

図12において、63はRB透過G反射ダイクロイックミラー、92はG用補助偏光子、93はB用補助偏光子、271はR用色選択性波長板、222はG用反射型偏光プリズム、224はRB用反射型偏光プリズムである。111から113はそれぞれR用反射型液晶パネル、G用反射型液晶パネル、B用反射型液晶パネル、121はR用補助検光子、273はB用色選択性波長板、282と284はスペーサプリズム、220は合成用反射型偏光プリズム、30は白色用1/4波長板、15は投射レンズである。

30

## 【0105】

以下、図12を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの白映像表示時の動作を述べる。図12において、光源1を出射した光はインテグレータ24、偏光変換素子25を通過してS偏光に整えられる。そして白色反射ミラー5にて光線の方向を90°曲げられ、RB透過G反射ダイクロイックミラー63によって反射光のG、透過光のRBに色分離された後、GはG用補助偏光子92を透過しS偏光であるためG用反射型偏光プリズム222内で反射され光線の方向を90°曲げられ、G用反射型液晶パネル112に入射する。G用反射型液晶パネルにより反射された光はP偏光であるためG用反射型偏光プリズム222、スペーサプリズム282を透過し合成用反射型偏光プリズム220に入射する。RBはR用色選択性波長板271を透過し、B用補助偏光子93を透過する。このR用色選択性波長板271を透過する際にRのみ偏光方向が略90°回転されP偏光となるため、RはRB用反射型偏光プリズム224を透過し、BはRB用反射型偏光プリズム224内で反射され光線の方向を90°曲げられ、RとBに分離される。そして、それぞれR用反射型液晶パネル111、B用反射型液晶パネル113に入射する。反

40

50

射型液晶パネルで反射された光は R が S 偏光、B が P 偏光となるため、R は R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 内で反射され、B は R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 を透過し、R B に合成される。R B は R 用補助検光子 1 2 1、B 用色選択性波長板 2 7 3、スペーサプリズム 2 8 4 を通過し、合成用反射型偏光プリズム 2 2 0 に入射する。この B 用色選択性波長板 2 7 3 を透過する際に B のみ偏光方向が略 90° 回転され S 偏光となるため、R B は合成用反射型偏光プリズム 2 2 0 内で反射され光線の方向を 90° 曲げられる。G および R B は合成用反射型偏光プリズム 2 2 0 によって白色に合成され、投射レンズ 1 5 によってスクリーン（図示せず）に拡大投射される。

#### 【0106】

本実施形態では、G 光路の G 用反射型偏光プリズム 2 2 2 の出射側には G 用検光子を設けていない。その理由は、合成用反射型偏光プリズム 2 2 0 が G 光の検光子としても作用するからである。また、同様の理由により、B 光路の R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 の出射側にも B 用検光子を設けていない。しかし、R 用反射型液晶パネル 1 1 1 で反射された R 光は R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 および合成用反射型偏光プリズム 2 2 0 の作用面で反射されるため、検光子として 2 つの反射型偏光プリズムを用いた場合、作用面を 1 回は透過する G 光や B 光に較べて、漏れ光が多くなる。この漏れ光を除去（吸収）するために、R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 の出射側には R 用補助検光子 1 2 1 を設ける。また、R B 透過 G 反射ダイクロイックミラー 6 3 で分離された R B 光のうち、R 光は R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 を透過するため、漏れ光となる偏光成分は少ない。このため、R 用補助偏光子は配置していない。しかし、前記 R B 光のうち、B 光は R B 用反射型偏光プリズム 2 2 4 で反射されるため、B 用補助偏光子 9 3 を設けている。

#### 【0107】

上記では、インテグレ - タとしてマルチレンズを用いたが、これに限定されるものではなく、ライトパイプやロッドレンズ等を用いることができるのは明らかである。

#### 【0108】

本実施形態においては、白色合成面として反射型偏光プリズム 2 2 0 内の反射型偏光面を用いたが、これはダイクロイックミラー面でも良く、この場合には B 用色選択性波長板 2 7 3 を配置しなくて済むために低コストとなるが、配置する補助検光子を多くする必要が生じる可能性が有る。

#### 【0109】

また、偏光子かつ検光子として用いる 2 つの反射型偏光プリズム 2 2 2 と 2 2 4 は片方がプリズム、片方が平板であっても良いが、この場合、投射レンズの結像性能を得るためには反射型液晶パネルから投射レンズまでの光学距離を R、G、B でほぼ同じとする必要があるため、反射型偏光プリズムを用いた光路側では反射型偏光プリズムと光合成プリズムの間の光学距離を長くする必要がある。

#### 【0110】

本実施形態の構成にすることにより明るく、高コントラストで結像性能が良い光学ユニットとなることは上記の他の実施形態と同じであり、本構成では一つの反射型偏光プリズムを 2 つの反射型液晶パネルに対する偏光子および検光子と用いているため、光路が共有化できりレー光路が不要となるために光学ユニットのサイズを小型化できる。

#### 【0111】

図 1 3 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。なお、図 1 3 において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その重複した説明を省略し、異なる機能について説明する。

#### 【0112】

図 1 3 において、9 0 は白色用補助偏光子であり、2 8 1、2 8 2、2 8 3 はそれぞれ R 用スペーサプリズム、G 用スペーサプリズム、B 用スペーサプリズムである。

#### 【0113】

本実施形態は、図 2 の実施形態において、3 つの補助偏光子 9 1、9 2、9 3 が 1 つの白色用補助偏光子 9 0 に置き換えられ、クロスダイクロイックプリズム 1 4 と各補助検光子

1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 3 の間にスペーサプリズム 2 8 1 , 2 8 2 , 2 8 3 が配置されたものである。

【0 1 1 4】

本構成のようにスペーサプリズム 2 8 1 , 2 8 2 , 2 8 3 を光路上、反射型偏光板 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 と投射レンズ 1 5 の間に配置することにより、R 用反射型液晶パネル 1 1 1 および B 用反射型液晶パネル 1 1 3 を保持する構造部品などと投射レンズ 1 5 が干渉してしまうことを避けるために R 用反射型液晶パネル 1 1 1 および B 用反射型液晶パネル 1 1 3 の物理的最短距離を広くできる。この場合、図 2 の実施形態に対してバックフォーカスが大きくなっているが、スペーサプリズム 2 8 1 , 2 8 2 , 2 8 3 以外の光学部品を同じ位置に配置した場合で、スペーサプリズム 2 8 1 , 2 8 2 , 2 8 3 をなくしてその間を空気ギャップとした場合では、光学距離をスペーサプリズム 2 8 1 , 2 8 2 , 2 8 3 を配置した場合のほうがその屈折率分短くすることができるため、投射レンズ 1 5 のバックフォーカスが大きくなったことによる投射レンズ 1 5 の大型化するのを最小限にすることができる。また、本構成のように白色用補助偏光子 9 0 を光路上、光源 1 に近い B 透過 R G 反射ダイクロイックミラー 6 と光源 1 の間に配置することにより、この白色用補助偏光子 9 0 は R、G、B に対して補助偏光子として作用するため、部品点数を削減でき、低コストとなる。この白色用補助偏光子 9 0 には R、G、B の全て光が入射し、さらに黒映像表示時には反射型液晶パネル 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 からの戻り光が再入射するために多量の光エネルギーが照射される。この光エネルギーにより吸収型の偏光板はすぐに性能が劣化してしまうため、この白色用補助偏光子 9 0 は反射型の偏光素子である必要がある。

10

20

【0 1 1 5】

図 1 4 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。

【0 1 1 6】

図 1 4 において、9 4 は R G 用補助偏光子であり、2 8 0 は白色用スペーサプリズムである。なお、図 1 4 において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その説明を省略する。

【0 1 1 7】

本実施形態では図 2 における 2 つの補助偏光子 9 1 , 9 2 が 1 つの R G 用補助偏光子 9 4 に置き換えられており、この分部品点数を低減でき低コスト化を図ることができる。またクロスダイクロイックプリズム 1 4 と投射レンズ 1 5 の間に白色スペーサプリズム 2 8 0 が配置されている。この白色スペーサプリズム 2 8 0 を配置することにより、投射レンズ 1 5 と R 用反射型液晶パネル 1 1 1 , B 用反射型液晶パネル 1 1 3 との距離を大きくすることができ、R 用反射型液晶パネル 1 1 1 および B 用反射型液晶パネル 1 1 3 を保持する構造部品などと投射レンズ 1 5 が干渉してしまうことを避けることができる。また、白色スペーサプリズム 2 8 0 以外の光学部品を同じ位置とした場合で、スペーサプリズム 2 8 0 をなくしてその間を空気ギャップとした場合では、光学距離をスペーサプリズム 2 8 0 を配置した場合のほうがその屈折率分短くすることができるため、投射レンズ 1 5 のバックフォーカスが大きくなったことによる投射レンズ 1 5 の大型化するのを最小限にすることができる。

30

【0 1 1 8】

本構成により投射レンズ 1 5 の大型化を最小限に抑えられること及び部品点数が削減できること、R G 用補助偏光子は反射型の偏光素子である必要があることなどは図 1 3 の実施形態で説明したことと同内容である。

40

【0 1 1 9】

図 1 5 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。なお、図 1 5 において、先出図に共通な機能を有する部品には同じ符号を付して示し、その重複した説明を省略する。

【0 1 2 0】

図 1 5 において、2 3 1 , 2 3 2 , 2 3 3 はそれぞれ R 用投射レンズ補助レンズ、G 用投射レンズ補助レンズ、B 用投射レンズ補助レンズであり、それぞれのレンズ中心が投射レ

50

ンズ 15 の光軸と同軸であるため、投射レンズ 15 の後ろ玉の役目を果たす。

【0121】

本構成とすることにより投射レンズ補助レンズ 231, 232, 233 は投射レンズ 15 の一部とみなすことができ、このレンズ 291, 292, 293 を含めた合成の投射レンズ 15 のバックフォーカスは投射レンズ補助レンズ 231, 232, 233 と反射型液晶パネル 111, 112, 113 までの光学距離となる。したがって、バックフォーカスを短くすることができるため、投射レンズ 15 の結像性能を向上させることができる。

【0122】

図 16 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。

【0123】

図 16 において、1 は光源、2 は反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの光軸、24 は 2 枚のマルチレンズ（各マルチレンズはマトリクス状に配列されたレンズセルからなる）からなるインテグレート、25 は P B S アレイと 1 / 2 波長板からなる偏光変換素子であり、26 はインテグレート 24 を構成する光源側のマルチレンズの各レンズセル（図示せず）の形状（反射型液晶パネルに相似な矩形形状）を反射型液晶パネル 111, 112, 113 上に照射するレンズである。5 は白色反射ミラー、90 は白色用補助偏光子、100 は白色用反射型偏光板である。29 はフィリップスプリズム、111, 112, 113 はそれぞれ R 用反射型液晶パネル、G 用反射型液晶パネル、B 用反射型液晶パネル、120 は白色用補助検光子、30 は白色用 1 / 4 波長板、15 は投射レンズである。

【0124】

以下、図 16 を用いて、本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの白映像表示時の動作を述べる。図 16 において、光源 1 を出射した光はインテグレート 24、偏光変換素子 25 を通過して P 偏光となる。そして白色反射ミラー 5 にて光線の方向を 90° 曲げられ、白色用補助偏光子 90 を通過し、P 偏光であるため白色用反射型偏光板 100 を透過し、フィリップスプリズム 29 に入射する。フィリップスプリズム 29 に入射した白色光はフィリップスプリズム 29 内で R、G、B に分離され、各反射型液晶パネル 111、112、113 にそれぞれ入射する。それぞれの反射型液晶パネルにより S 偏光で反射された光はフィリップスプリズム 29 内で白色光に合成され、S 偏光であるため、白色用反射型偏光板 100 にて光線の方向を 90° 曲げられ、白色用補助検光子 120、白色用 1 / 4 波長板 30 を透過し、投射レンズ 15 によってスクリーン（図示せず）に拡大投射される。

【0125】

上記では、インテグレートとしてマルチレンズを用いたが、これに限定されるものではなく、ライトパイプやロッドレンズ等を用いることができるのは明らかである。

【0126】

本実施形態においては、反射型偏光板 100 を用いたが、これに替えて反射型偏光プリズムを用いた場合には投射レンズ 15 のバックフォーカスを短く出来るため、結像性能を向上できる。本実施形態の構成にすることにより明るく、高コントラストで結像性能が良い光学ユニットとなることは上記の他の実施形態と同じであるが、本構成では一つの反射型偏光板を R、G、B の偏光子および検光子として用いているため、部品点数を減らすことができる。また光路が共有化できるためリレー光路が不要となり、光学ユニットのサイズを小型化できる。

【0127】

図 17 は、本発明によるプロジェクタ用光学ユニットの別の 1 実施形態を示す図である。

【0128】

図 17 において、62 は G B 透過 R 反射ダイクロイックミラー、80 は R 反射ミラー、72 は B 透過 G 反射ダイクロイックミラーである。なお、図 17 において、先出図に共通な機能を有する部品には同一な符号を付して示し、その重複した説明を省略する。

【0129】

図 17 において、光源 1 から Z 軸方向に出射した光はインテグレートであるマルチレンズ

10

20

30

40

50

アレイ 24 を透過し、偏光変換素子 25 により P 偏光に整えられる。そして、G B 透過 R 反射ダイクロイックミラー 62 にて G B は透過し、R は反射し光軸方向を X 軸方向に 90° 曲げられる。G B はその後、B 透過 G 反射ダイクロイックミラー 72 により G は反射し光軸方向を 90° 曲げられ G 用補助偏光子 92 に入射し、B 光は透過し B 用補助偏光子 93 に入射する。また、G B 透過 R 反射ダイクロイックミラー 62 にて反射した R 光は R 反射ミラー 80 にて光軸を 90° 曲げられ R 用補助偏光素子 91 に入射する。以降は図 2 と動作と同様なため説明を省略する。

#### 【0130】

各光学部品は光軸 2 を含む X Z 面にその略中心が配置されており、反射型液晶パネル 111, 113 は Y 軸方向がその長辺方向であり、その短辺方向は X 軸方向となっている。反射型液晶パネル 112 Y Z 平面に平行で、その長辺方向は Y 軸方向で短辺方向は Z 軸方向である。

10

#### 【0131】

本構成において、クロスダイクロイックプリズム 14 の光が透過する面の形状はダイクロイック面の法線と光軸とを含む面の法線方向 (Y 軸方向) が長辺となっているため、クロスダイクロイックプリズム 14 のサイズを最小とすることができ、またこれにより投射レンズ 15 のバックフォーカスを最も短くすることができ、また反射型偏光板 101, 102, 103 や他の光学部品のサイズも最小とすることができる。したがって、低コスト化および投射レンズ 15 の小型化が可能である。

#### 【0132】

さらに、本実施形態においては、偏光変換素子 25 の出射光は P 偏光であり、B 光は 2 枚のダイクロイックミラー 62, 72 を透過するように構成されている。一般にレンズおよび偏光板などの光学部品は R 光および G 光と比べて B 光に対する透過率が低く、特に部品点数が多くなりがちな反射型映像表示装置においてはその影響が著したため、B 光が不足し白色の色バランスが悪くなりがちである。また、一般にダイクロイックミラーを光が透過する際には S 偏光より P 偏光の方が透過率が高く高効率である。したがって、本構成とすることにより B 光の光利用効率を向上させることができるため、白映像表示時の色バランスの向上や、色バランスのために B 光量に合わせてカットしていた G および R のカット量を減らすことができることによる光利用効率の向上が可能となる。また、一般にクロスダイクロイックプリズムの透過率 (プリズムへの入射光量に対する出射光量の比、プリズム内での反射光路を含む) は G および R に対して B が低く 92% 程度であるが、本実施形態で用いるクロスダイクロイックプリズム 14 は B 優先設計とすることで、B の透過率を 95% 以上まで向上させている。そのために G および R のプリズムの透過率は低くなるが、R 光量および G 光量はもともと B 光量に合わせてカットしていた R および G のカット量を減らすことにより増加できるため問題にならない。そして B 光量が増えたことにより R および G のカット量をさらに減らすことができるため、結果としてトータルの光利用効率を向上することができる。

20

30

#### 【0133】

また、本実施形態においては、リレー光路の光路上、R 用反射型液晶パネル 111 に最も近いレンズ 26 において、G 用反射型液晶パネル 112 に近い反射型液晶パネル 111 の短辺方向である X 軸方向の部分でかつ光線が通過しない領域がカットされている。このような形状のレンズを用いることで各光学部品および光学ユニットを最小サイズで構成した場合に、このレンズと G 用反射型液晶パネル 112 が干渉することを避けることができ、このレンズを R 用補助偏光子 91 近くに配置できる。このため、リレー光路中の矩形像の結像位置 (図示せず) から R 用反射型液晶パネル 111 に最も近いレンズ 26 までの光路長を長くすることができ、かつこのレンズ 26 と R 用反射型液晶パネル 111 までの光路長を短くすることができる。したがって図 10 および図 11 で説明した理由により R の光利用効率を向上することができる。

40

#### 【0134】

また、本実施形態においては、投射レンズ 15 の入射面側において、物理距離が R 用反射

50

型液晶パネル 1 1 1 及び B 用反射型液晶パネル 1 1 3 に近い部分かつ光線が通過しない領域がカットされている。この様子を示したものが図 1 7 ( b ) である。図 1 7 ( b ) は投射レンズ 1 5 の入射面 ( 光軸 2 に直交する X Y 平面に平行 ) をクロスダイクロイックプリズム 1 4 側から見た図である。図 1 7 ( b ) において、3 4 は投射レンズ 1 5 内の最も入射側 ( クロスダイクロイックプリズム 1 4 側 ) にあるレンズ領域であり、3 2 はクロスダイクロイックプリズム 1 4 からの光が入射する領域であり、3 3 は投射レンズ 1 5 の入射側にあるカット部の領域である。本実施形態は、本発明を前面投射型映像表示装置用の光学ユニットに適用したものであり、映像が上方 ( X 軸方向 ) に歪み無く投射されるように、投射レンズ 1 5 の中心が映像光の中心に対して上方 ( X 軸方向 ) となるように投射レンズ 1 5 はシフトして配置されている。このために、カット領域 3 3 は上下でそのサイズが異なっている。このような形状の投射レンズ 1 5 を用いることで、各光学部品および光学ユニットを最小サイズで構成した場合に、投射レンズ 1 5 と R 用反射型液晶パネル 1 1 1 及び B 用反射型液晶パネル 1 1 3 が干渉することを避けることができ、投射レンズ 1 5 をクロスダイクロイックプリズム 1 4 の出射面のごく近くに配置できる。このため、投射レンズ 1 5 のバックフォーカスを短くすることができ、投射レンズ 1 5 の結像性能を向上することができる。

10

【 0 1 3 5 】

【 発明の効果 】

以上、説明したように、本発明の反射型映像表示素子を用いた光学ユニットおよびそれを用いた投射型映像表示装置は、特定方向のみ格子作用を有すことにより偏光板として作用する反射型偏光板を用いて、黒映像表示時の漏れ光を低減でき、また投射レンズと反射型映像表示素子を保持する構造部品が干渉することがないため、解像度を低下させることなくコントラスト向上、部品数低減 ( 明るさの向上 ) 、小型軽量化、が実現可能である。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 1 の実施の形態を示す構成図。

【 図 2 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 2 の実施の形態を示す構成図。

【 図 3 】 偏光変換素子及び偏光板及び反射型偏光板のコントラスト値の測定方法を示す図。

30

【 図 4 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 2 の実施の形態を示す構成図。

【 図 5 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 3 の実施の形態を示す構成図。

【 図 6 】 図 2 の腰部の拡大構成図。

【 図 7 】 図 5 の腰部の拡大構成図。

【 図 8 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 4 の実施の形態を示す構成図。

【 図 9 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 5 の実施の形態を示す構成図。

40

【 図 1 0 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 6 の実施の形態を示す構成図。

【 図 1 1 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 7 の実施の形態を示す構成図。

【 図 1 2 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 8 の実施の形態を示す構成図。

【 図 1 3 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 9 の実施の形態を示す構成図。

【 図 1 4 】 本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 1 0 の実施の形態を示す構成図。

50

【図 15】本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 11 の実施の形態を示す構成図。

【図 16】本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 12 の実施の形態を示す構成図。

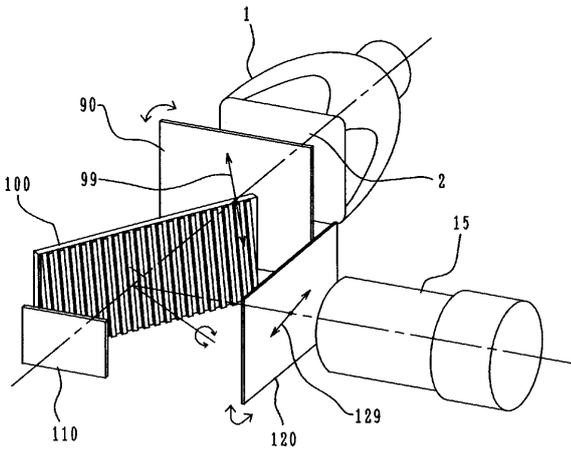
【図 17】本発明による反射型液晶プロジェクタ用光学ユニットの第 13 の実施の形態を示す構成図。

【符号の説明】

1 ... 光源、2 ... 光軸、3 ... ロッドレンズ、4 ... 結像レンズ、5 ... 白色反射ミラー、6 ... B 透過 R G 反射ダイクロイックミラ -、7 ... R 透過 G 反射ダイクロイックミラ -、8 ... B 反射ミラ -、14 ... クロスダイクロイックプリズム、15 ... 投射レンズ、16 ... 反射型液晶パネル入射光束、17 ... 反射型液晶パネル出射光束、18 ... 回転中心点、19 ... バックフォーカス、20 ... 物理的最短距離、24 ... マルチレンズ、25 ... 偏光変換素子、26 ... レンズ、29 ... フィリップスプリズム、30 ... 1 / 4 波長板、31 ... リレー光路中の矩形像結像位置、32 ... クロスダイクロイックプリズムからの光が入射する領域、33 ... カット部の領域、34 ... 投射レンズ内の最も入射側にあるレンズ領域、61 ... R G 透過 B 反射ダイクロイックミラ -、62 ... G B 透過 R 反射ダイクロイックミラ -、63 ... R B 透過 G 反射ダイクロイックミラ -、72 ... B 透過 G 反射ダイクロイックミラ -、80 ... R 反射ミラ -、90 ... 白色用補助偏光子、91 ... R 用補助偏光子、92 ... G 用補助偏光子、93 ... B 用補助偏光子、99 ... 白色用補助偏光子の反射軸方向あるいは吸収軸方向、100 ... 白色用反射型偏光板、101 ... R 用反射型偏光板、102 ... G 用反射型偏光板、103 ... B 用反射型偏光板、104 ... 白色用反射型偏光板、110 ... 白色用反射型液晶パネル、111 ... R 用反射型液晶パネル、112 ... G 用反射型液晶パネル、113 ... B 用反射型液晶パネル、120 ... 白色用補助検光子、121 ... R 用補助検光子、122 ... G 用補助検光子、123 ... B 用補助検光子、131 ... R 用 1 / 2 波長板、132 ... G 用 1 / 2 波長板、133 ... B 用 1 / 2 波長板、129 ... 白色用補助検光子の吸収軸方向、211 ... R 用非点収差補整素子、212 ... G 用非点収差補整素子、213 ... B 用非点収差補整素子、221 ... R 用反射型偏光プリズム、222 ... G 用反射型偏光プリズム、223 ... B 用反射型偏光プリズム、231 ... R 用投射レンズ補助レンズ、232 ... G 用投射レンズ補助レンズ、233 ... B 用投射レンズ補助レンズ、280 ... 白色用スペーサプリズム、281 ... R 用スペーサプリズム、282 ... G 用スペーサプリズム、283 ... B 用スペーサプリズム。

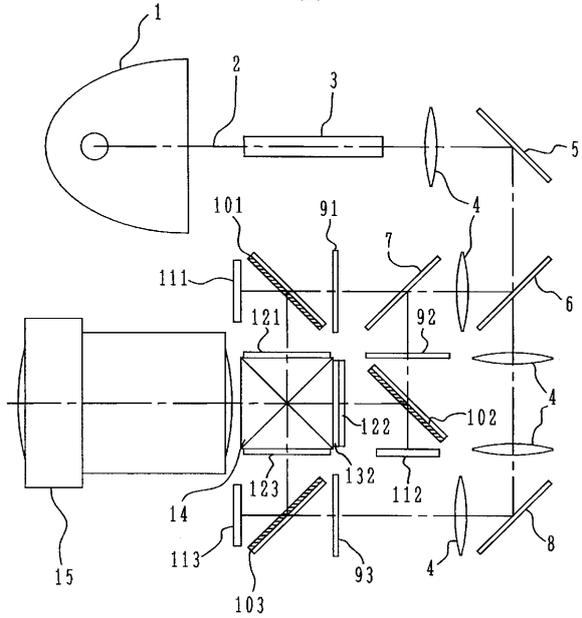
【 図 1 】

図 1



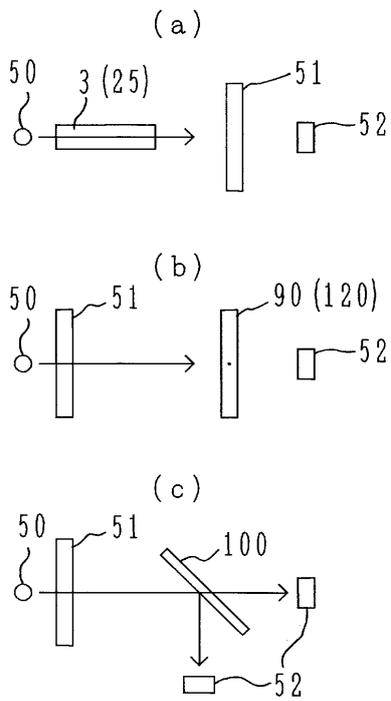
【 図 2 】

図 2



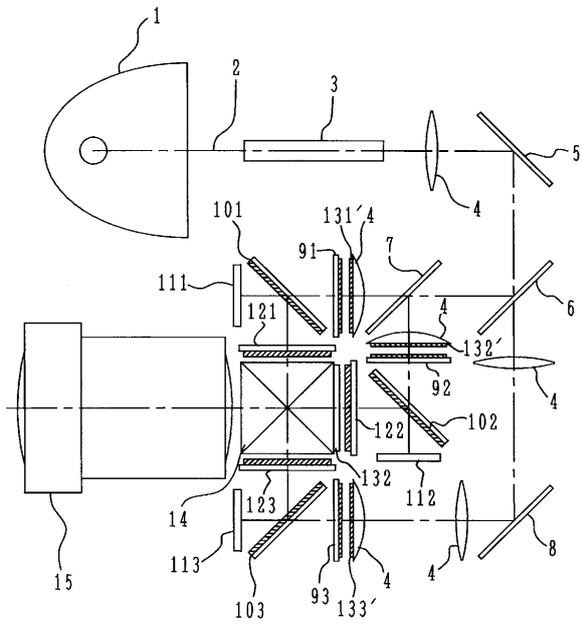
【 図 3 】

図 3

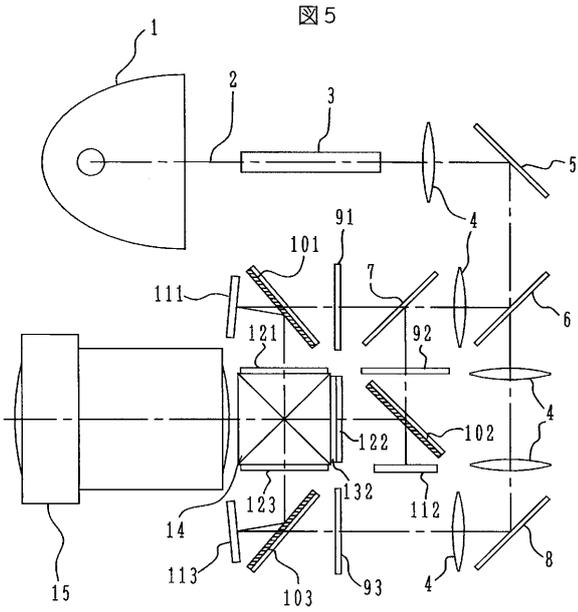


【 図 4 】

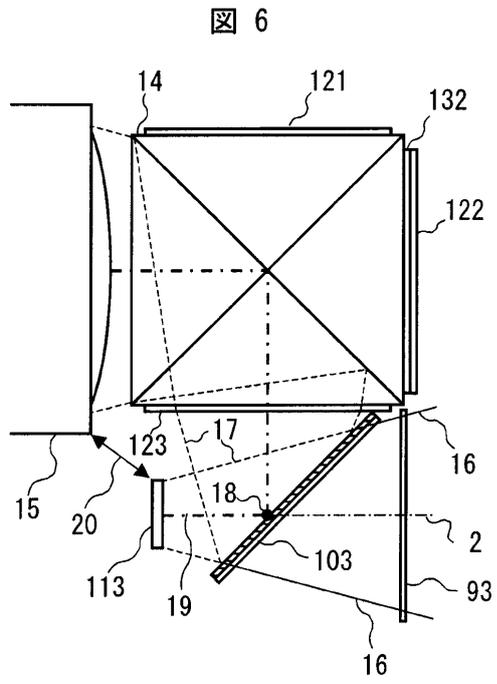
図 4



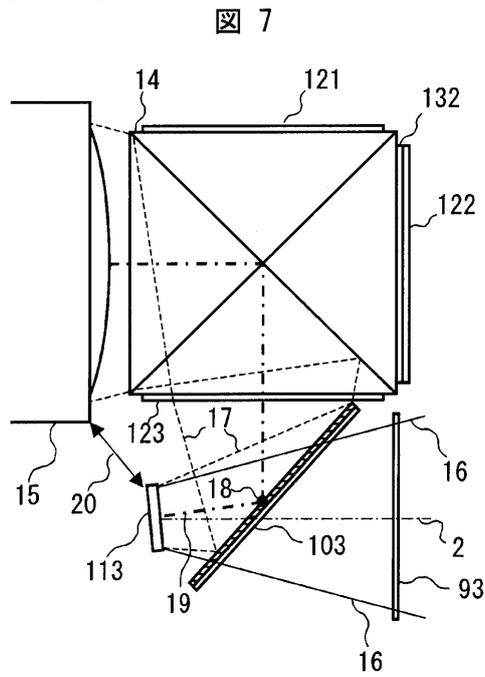
【 図 5 】



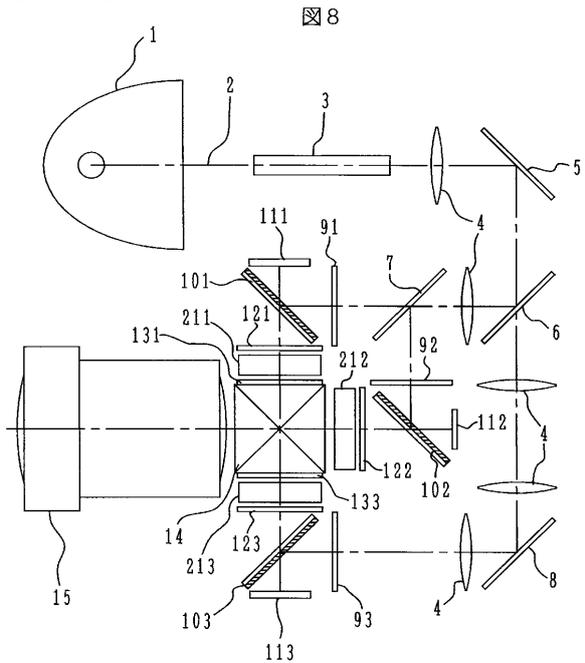
【 図 6 】



【 図 7 】



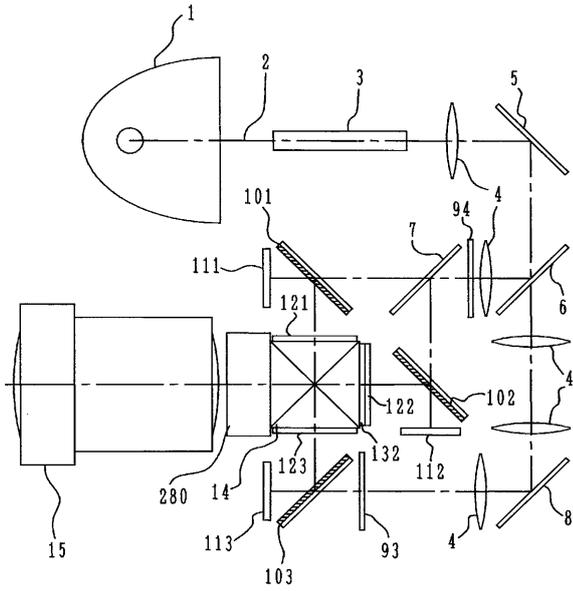
【 図 8 】





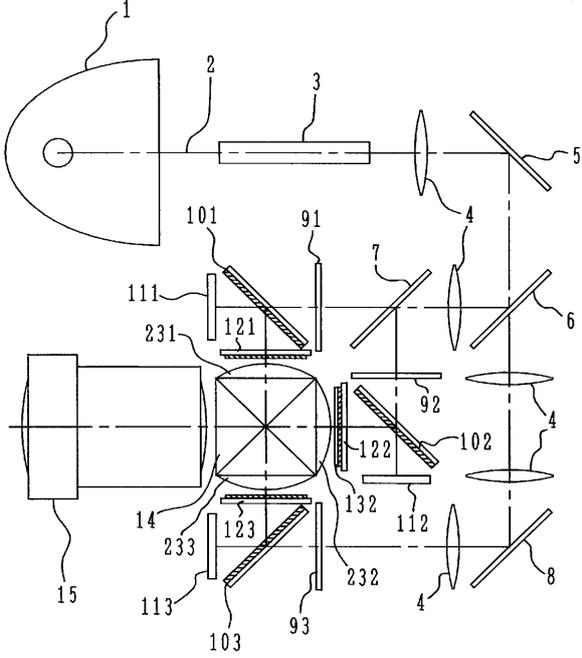
【図14】

図14



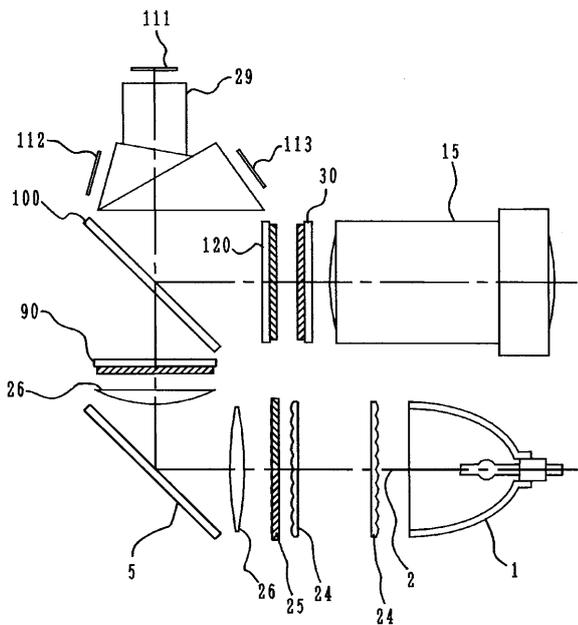
【図15】

図15



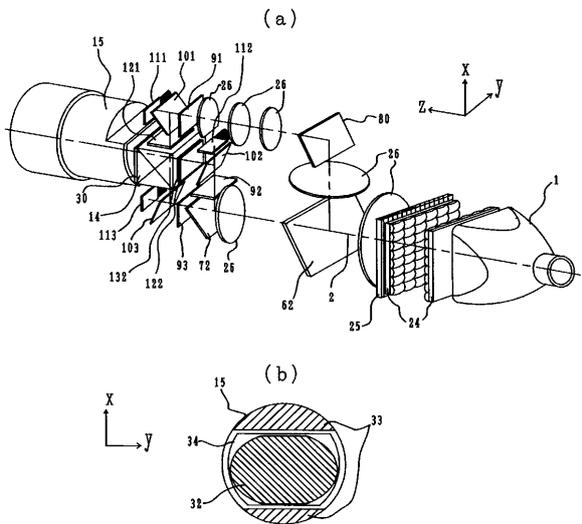
【図16】

図16



【図17】

図17



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 9/31	H 0 4 N 9/31 C	5 C 0 6 0

(72)発明者 今長谷 太郎

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

(72)発明者 三好 智浩

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 HA13 HA15 HA18 MA02 MA03  
 2H091 FA05X FA08X FA11X FA14Z FA26X FD05 FD06 FD07 FD12 FD23  
 LA11 LA17  
 2H099 AA11 BA09 CA07 CA08 CA11 CA17  
 2K103 AA01 AA05 AA14 AA16 BC08 BC09 BC16 BC17 CA17 CA18  
 CA60 CA76  
 5C058 AA06 BA05 BA08 EA02 EA12 EA13 EA14 EA26  
 5C060 BA04 BA09 BC05 EA01 GB02 GB06 HC01 HC10 HC12 HC21  
 HD02 HD05 JA07 JA17 JB06