

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成23年12月1日(2011.12.1)

【公開番号】特開2011-154159(P2011-154159A)

【公開日】平成23年8月11日(2011.8.11)

【年通号数】公開・登録公報2011-032

【出願番号】特願2010-15140(P2010-15140)

【国際特許分類】

G 03 B 21/14 (2006.01)

G 02 B 5/04 (2006.01)

G 02 B 5/30 (2006.01)

G 03 B 21/00 (2006.01)

【F I】

G 03 B 21/14 D

G 02 B 5/04 C

G 02 B 5/30

G 03 B 21/00 D

【手続補正書】

【提出日】平成23年10月14日(2011.10.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源からの光を複数色の光に分解して複数の光変調素子に導き、該複数の光変調素子によって変調された複数色の光を合成する色分解合成ユニットと、

該色分解合成ユニットによって合成された投射光により形成される画像を被投射面に投射する投射光学系と、

前記被投射面に投射された前記画像を撮像する撮像素子と、

該撮像素子からの出力を用いて前記投射光学系の自動焦点調節を行うコントローラとを有し、

前記色分解合成ユニットは、前記複数色の光のうちいずれかが透過又は反射する光学膜面と、前記複数色の光のいずれも透過又は反射しない非有効面と、を有する光学素子を有し、

前記撮像素子は、前記非有効面に対向するように配置され、前記投射光のうち前記被投射面で反射した光であって前記投射光学系を通って前記色分解合成ユニットに入射し、前記光学膜面で透過又は反射して前記非有効面から射出した検出光を用いて前記画像を撮像し、

前記光変調素子および前記撮像素子はそれぞれ、前記光学素子に同一の取付方法によって取り付けられた同一構造を有する保持部材によって保持されていることを特徴とする画像投射装置。

【請求項2】

前記色分解合成ユニットから前記被投射面までの間に、前記投射光のうち前記検出光となる光の偏光方向に対して45°傾いた主軸方向を有する1/4波長板が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の画像投射装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】画像投射装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクタ等の画像投射装置に関し、特に投射光学系の自動焦点調節（AF）機能を有する画像投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタは、光源からの光を液晶パネル等の光変調素子により変調して投射光学系（投射レンズ）によりスクリーン等の被投射面に投射することで画像を表示する。このようなプロジェクタには、被投射面までの距離（投射距離）にかかわらずピントの合った画像を表示するために、投射光学系の焦点を自動的に調節するAF機能を有するものがある。

【0003】

特許文献1にて開示されたプロジェクタでは、投射レンズと液晶パネルとの間の光路中にハーフミラーを配置し、被投射面に投射された画像（投射画像）を該ハーフミラーを介して撮像素子で撮像し、その撮像出力に基づいてAFを行う。

【0004】

また、特許文献2にて開示されたプロジェクタでは、被投射面への画像投射光のうち被投射面で反射して投射光学系を通って入射した光を、液晶パネルの液晶セル間に配置したフォトセンサで受光し、その受光量が最小となるようにAFを行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第2919585号公報

【特許文献2】特開平5-197014号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1にて開示されたプロジェクタでは、ハーフミラーから撮像素子に光を導く光路を形成するために専用の光学部材が必要であるため、プロジェクタが大型化する。しかも、特許文献1には、ハーフミラーがAFを行うとき以外は該光路から退避するとも説明されている。この場合、ハーフミラーの退避スペースを確保する必要があるため、益々プロジェクタが大型化する。

【0007】

また、特許文献2にて開示されたプロジェクタでは、液晶セル間にフォトセンサを配置した特殊な液晶パネルを使用しているので、通常の液晶パネルと比べて開口率が低下する。この結果、投射画像の明るさが低下するといったプロジェクタの基本性能の劣化が生ずる。開口率を確保するためには、解像度を低下させるか液晶パネルを大型化する必要があるが、いずれも高解像度で小型のプロジェクタの実現を妨げる。

【0008】

本発明は、大型化や明るさおよび解像度の低下を回避しつつ良好なAFを行える画像投射装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面としての画像投射装置は、光源からの光を複数色の光に分解して複数の

光変調素子に導き、該複数の光変調素子によって変調された複数色の光を合成する色分解合成ユニットと、該色分解合成ユニットによって合成された投射光により形成される画像を被投射面に投射する投射光学系と、前記被投射面に投射された前記画像を撮像する撮像素子と、該撮像素子からの出力を用いて前記投射光学系の自動焦点調節を行うコントローラとを有し、前記色分解合成ユニットは、前記複数色の光のうちいずれかが透過又は反射する光学膜面と、前記複数色の光のいずれも透過又は反射しない非有効面と、有する光学素子を有し、前記撮像素子は、前記非有効面に対向するように配置され、前記投射光のうち前記被投射面で反射した光であって前記投射光学系を通って前記色分解合成ユニットに入射し、前記光学膜面で透過又は反射して前記非有効面から射出した検出光を用いて前記画像を撮像し、前記光変調素子および前記撮像素子はそれぞれ、前記光学素子に同一の取付方法によって取り付けられた同一構造を有する保持部材によって保持されていることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

本発明によれば、被投射面からの反射光を撮像素子に導く光路を形成するために専用の光学部材を設けたり、特殊な液晶パネルを用いたりすることなく、撮像素子の出力に基づくAFを行うことができる。すなわち、画像投射装置を大型化したり投射画像の明るさおよび解像度を低下させたりすることなく、AFが可能な画像投射装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】本発明の実施例1である液晶プロジェクタの外観図。

【図2】実施例1の液晶プロジェクタの光学構成を示す側面図。

【図3】実施例1の色分解合成ユニットを示す分解斜視図。

【図4】実施例1における第1の偏光ビームスプリッタの特性図

【図5】実施例1における第3の偏光ビームスプリッタの特性図

【図6】実施例1におけるR光の光路図。

【図7】実施例2におけるR光の光路図。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0013】

図1には、本発明の実施例1である液晶プロジェクタ（画像投射装置）を示している。

300はプロジェクタの筐体であり、100は投射レンズ（投射光学系）である。

#### 【0014】

図2には、プロジェクタの光学構成を示している。209は光源ランプであり、201は照明光学系である。照明光学系201は、光源ランプ209からの照明光を複数の光束に分割した後、後述する液晶パネル上で重ね合わせるための操作を行うレンズや、照明光を所定の偏光方向を有する偏光光に変換する偏光変換素子等を含む。また、光路を折り曲げるミラーも照明光学系201に含まれる。

#### 【0015】

照明光学系201から射出した光（複数の光束）は、色分解合成ユニット200に入射する。なお、図3には、色分解合成ユニット200を分解して示している。

#### 【0016】

色分解合成ユニット200は、ダイクロイックミラー204および第1～第3の偏光ビームスプリッタ（光学素子）205a～205c等により構成される。色分解合成ユニット200は、照明光学系201からの光を複数色の光に分解して、後述する複数の光変調素子である3つの反射型液晶パネルに導く。さらに、色分解合成ユニット200は、3つの反射型液晶パネルにて画像変調された複数色の光を合成する。

## 【0017】

ダイクロイックミラー204は、照明光学系201（光源ランプ209）からの白色光のうち青（B）光と赤（R）光を反射して、緑（G）光を透過する。第1の偏光ビームスプリッタ205aは、図4にその特性を示すように、P偏光を透過してS偏光を反射する偏光分離面（光学膜面）を有するプリズムである。偏光分離面は、多層膜としての偏光分離膜が形成された面である。

## 【0018】

206R, 206G, 206Bはそれぞれ、入射した光を反射するとともに画像変調する光変調素子としてのR用の反射型液晶パネル、G用の反射型液晶パネルおよびB用の反射型液晶パネルである。各液晶パネルには、1/4波長板が取り付けられている。

## 【0019】

第1の偏光ビームスプリッタ205aと第3の偏光ビームスプリッタ205cとの間には、S偏光を透過するG用の射出側偏光板と、R光の偏光方向を90度変更し、G光の偏光方向は変更しないG用の色選択性位相差板211が配置されている。

## 【0020】

ダイクロイックミラー204と第2の偏光ビームスプリッタ205bとの間には、P偏光のみを透過するRB用の入射側偏光板と、R光の偏光方向を90度変更し、B光の偏光方向は変更しないR用の色選択性位相差板が配置されている。

## 【0021】

第2の偏光ビームスプリッタ205bは、第1の偏光ビームスプリッタ205aと同様に、P偏光を透過してS偏光を反射する偏光分離面（光学膜面）を有するプリズムである。

## 【0022】

第2の偏光ビームスプリッタ205bと第3の偏光ビームスプリッタ205cとの間には、B用の射出側偏光板が配置されている。該B用の射出側偏光板は、B光についてはS偏光のみを透過し、R光は偏光方向に関係なく透過する特性を有する。

## 【0023】

第3の偏光ビームスプリッタ205cは、図5に示すように、B光を透過してG光を反射するダイクロイックミラーとして機能するとともに、R光についてはP偏光を透過してS偏光を反射する色選択性の偏光分離面（光学膜面）を有するプリズムである。

## 【0024】

各偏光ビームスプリッタにおいて、各液晶パネルに向かう光（照明光）および各液晶パネルから投射レンズ100に向かう光（変調光）が透過又は反射する偏光分離面は、色分解合成ユニット200において画像投射に関する光学有効面である。また、第1～第3の偏光ビームスプリッタ205a～205cを構成するプリズムの外面のうち、上記照明光や変調光が透過する面も、画像投射に関する光学有効面である。これに対して、プリズムの外面のうち上記照明光（複数色の光）や変調光が透過しない面は、画像投射に関しては非有効面である。

## 【0025】

図3に示すように、G用の液晶パネル206Gは、上下2つの保持部材208によって保持される。該2つの保持部材208は、G用の液晶パネル206Gが第1の偏光ビームスプリッタ205aのプリズムの1つの外面（光学有効面）に対向して配置されるように、該プリズムに接着により固定される。このとき、保持部材208は、G用の液晶パネル206Gを対向させるプリズムの外面に対して直交する方向から近づけられ、該保持部材208の脚部をプリズムに接着することで、該プリズムに固定される。

## 【0026】

R用およびB用の液晶パネル206R, 206Bはそれぞれ、上下2つの保持部材208によって保持される。これらの保持部材208は、R用およびB用の液晶パネル206R, 206Bが第2の偏光ビームスプリッタ205bのプリズムの2つの外面（光学有効面）に対向して配置されるように、該プリズムに接着により固定される。このときの保持

部材 208 の第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b のプリズムに対する固定方法は、G 用の液晶パネル 206G を保持する保持部材 208 と同じである。

#### 【0027】

207 は CCD センサ又は CMOS センサ等の光電変換素子としての撮像素子である。該撮像素子 207 は、各液晶パネルを保持する保持部材 208 と同一構造を有する保持部材 208 により保持される。同一構造とは、形状、寸法および撮像素子 207 の保持の仕方が同一であることを意味する。

#### 【0028】

そして、保持部材 208 は、各液晶パネルを保持する保持部材 208 と同一の固定方法（取付方法）により、撮像素子 207 が第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a のプリズムにおける光学有効面以外の 1 つの外面（非有効面）に対向して配置されるように該プリズムに固定される。ここにいう同一の固定方法とは、保持部材 208 を撮像素子 207 を対向させるプリズムの外面に直交する方向（同一の方向）から近づけて、保持部材 208 の脚部をプリズムに接着することを意味する。

#### 【0029】

次に、色分解合成ユニット 200 の光学的な作用について説明する。照明光学系 201 のダイクロイックミラー 204 を透過した G 光は、G 用の入射側偏光板 215 を透過して第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a に入射し、そのうち P 偏光が偏光分離面を透過して G 用の液晶パネル 206G に至る。 G 用の液晶パネル 206G で反射および画像変調された G 光のうち P 偏光は、再び第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a の偏光分離面を透過して光源側に戻され、投射光から除去される。

#### 【0030】

一方、画像変調された G 光のうち S 偏光（変調光）は、第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a の偏光分離面で反射し、G 用の射出側偏光板と色選択性位相差板 211 を透過して、投射光として第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c に向かう。このとき、すべての偏光成分を P 偏光に変換した状態（黒を表示した状態）において、第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a と G 用の液晶パネル 206G との間に設けられた 1/4 波長板の遅相軸の方向が調整される。これにより、第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a と G 用の液晶パネル 206G で発生する偏光状態の乱れの影響を小さく抑えることができる。

#### 【0031】

第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a から射出した G 光（S 偏光）は、G 用の射出側偏光板で検光され、第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c の偏光分離面で反射されて投射レンズ 100 に導かれる。

#### 【0032】

一方、ダイクロイックミラー 204 で反射された R 光と B 光は、入射側偏光板に入射する。そして R と B の光は、R B 用の入射側偏光板を透過した後、R 用の色選択性位相差板に入射する。R 用の色選択性位相差板によって偏光方向が 90 度変更された R 光は S 偏光として、偏光方向が変更されない B 光は P 偏光として第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b に入射する。

#### 【0033】

S 偏光として第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b に入射した R 光は、その偏光分離面で反射され、R 用の液晶パネル 206R に至る。また、P 偏光として第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b に入射した B 光は、その偏光分離面を透過して B 用の液晶パネル 206B に至る。

#### 【0034】

R 用の液晶パネル 206R にて反射されるとともに画像変調された R 光のうち S 偏光は、再び第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b の偏光分離面で反射されて光源側に戻され、投射光から除去される。一方、画像変調された R 光のうち P 偏光（変調光）は、第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b の偏光分離面を透過し、B 用の射出側偏光板を P 偏光のまま通過して、投射光として第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c に向かう。

## 【0035】

また、B用の液晶パネル206Bにて反射されるとともに画像変調されたB光のうちP偏光は、再び第2の偏光ビームスプリッタ205bの偏光分離面を透過して光源側に戻され、投射光から除去される。一方、画像変調されたB光のうちS偏光（変調光）は、第2の偏光ビームスプリッタ205bの偏光分離面で反射して、B用の射出側偏光板で検光されて投射光として第3の偏光ビームスプリッタ205cに向かう。

## 【0036】

第2の偏光ビームスプリッタ205bとR、B用の液晶パネル206R、206Bの間の1/4波長板の遅相軸の方向を調整することで、第2の偏光ビームスプリッタ205bと液晶パネル206R、206Bで発生する偏光状態の乱れの影響を小さく抑えられる。

## 【0037】

P偏光であるR光とS偏光であるB光は、第3の偏光ビームスプリッタ205cの偏光分離面を透過することで、G光と合成されて投射レンズ100に導かれる。投射レンズ100は、こうして1つの光に合成された投射光を、スクリーン等の被投射面に拡大投射する。

## 【0038】

図6には、照明光学系201からの光を色分解合成ユニット200で色分解および画像変調し、さらに色合成して投射レンズ100を介して被投射面に投射されるR光の光路と、被投射面で反射して撮像素子207に到達するR光の光路を示している。図において、実線矢印がP偏光の光路を示し、点線矢印がS偏光の光路を示している。

## 【0039】

照明光学系201からのR光は、前述したように、ダイクロイックミラー204で反射された後、第2の偏光ビームスプリッタ205bを介してR用の液晶パネル206Rに導かれる。そして、R用の液晶パネル206Rで画像変調されたP偏光としてのR光は、第2および第3の偏光ビームスプリッタ205b、205cの偏光分離面を透過して投射レンズ100によって被投射面に投射される。

## 【0040】

被投射面に投射されたR光は、該被投射面で反射されて様々な偏光方向の光が混ざった光となる。その光のうちS偏光として投射レンズ100に入射した光（反射光）212は、第3の偏光ビームスプリッタ205cに入射する。第3の偏光ビームスプリッタ205cの偏光分離面は、前述したように、R光についてはP偏光を透過してS偏光を反射する特性を有する。このため、S偏光としての反射光212は、第3の偏光ビームスプリッタ205cの偏光分離面で反射され、G用の射出側偏光板を透過した後、R光の偏光方向のみを90度変換する色選択性位相差板211に入射する。そして、色選択性位相差板211によってP偏光に変換された反射光212は、第1の偏光ビームスプリッタ205aに向かう。

## 【0041】

前述したように、第1の偏光ビームスプリッタ205aは、P偏光を透過してS偏光を反射する特性を有するので、P偏光としての反射光212は、第1の偏光ビームスプリッタ205aの偏光分離面を透過して撮像素子207に到達する。これにより、被投射面に投射されたフルカラー画像（投射画像）のうちR光によって形成された画像（R投射画像）の光学像を、撮像素子207により撮像することができる。

## 【0042】

撮像素子207は、R光の光学像を光電変換し、撮像信号を図2に示すコントローラ301に出力する。コントローラ301は、CPU等により構成され、撮像信号が有するコントラスト成分や輝度成分等からR投射画像のピント状態を検出する。そして、その検出結果に基づいて、投射レンズ100に設けられたアクチュエータであるフォーカスモータを動作させる。これにより、投射レンズ100内のフォーカスレンズが光軸方向に移動され、投射レンズ100の自動焦点調節（AF）が行われる。

## 【0043】

このように、本実施例では、被投射面から投射レンズ 100 および色分解合成ユニット 200 を介して撮像素子 207 に入射した R 光（検出光）を用いて撮像素子 207 による R 投射画像の撮像を行い、その撮像出力に基づいて A F を行う。

#### 【0044】

このとき、R 光は、色分解合成ユニット 200 の第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c の偏光分離面で反射し、第 1 の偏光ビームスプリッタ 205a の偏光分離面を透過した後、第 2 の偏光ビームスプリッタ 205b の非有効面を透過して撮像素子 207 に入射する。言い換れば、撮像素子 207 は、投射光のうち被投射面で反射した光であって投射レンズ 100 を通って色分解合成ユニット 200 に入射し、光学膜面で透過又は反射して非有効面から射出した検出光を用いて撮像を行う。このため、撮像素子 207 に被投射面からの R 光を導くための専用の光学素子を設けることなく A F を行うことができる。

#### 【0045】

また、前述したように、撮像素子 207 と各液晶パネルは、互いに同一の構造を有する保持部材 208<sub>1</sub>，208<sub>2</sub> によって、同一の固定方法によって第 1 および第 2 の偏光ビームスプリッタ 205a，205b に対して固定されている。このため、プロジェクタの筐体 300 の内部温度の変化が生じたときの両保持部材 208<sub>1</sub>，208<sub>2</sub> の線膨張による伸縮量はほとんど同じになる。

#### 【0046】

この点、仮に撮像素子の保持部材と液晶パネルの保持部材の構造や固定方向が異なっていると、両保持部材の線膨張による伸縮量が大きく異なり、撮像素子を用いて得られる投射画像のピント状態と A F によるフォーカレンズの移動量との関係にずれが生じる。この結果、良好な A F を行えなくなる。

#### 【0047】

これに対して、本実施例では、撮像素子 207 を用いて得られる投射画像のピント状態と A F によるフォーカレンズの移動量との関係にずれが生じず、温度変化の影響をほとんど受けずに良好な A F を行うことができる。

#### 【実施例 2】

#### 【0048】

図 7 には、本発明の実施例 2 における色分解合成ユニット 200 の構成を示している。なお、図 7 において、図 6 と共通する構成要素には図 6 と同符号を付して説明に代える。

#### 【0049】

また、図 7 には、照明光学系 201 からの光を色分解合成ユニット 200 で色分解および画像変調し、さらに色合成して投射レンズ 100 を介して被投射面に投射される R 光の光路と、被投射面で反射して撮像素子 207 に到達する R 光の光路を示している。図において、実線矢印が P 偏光の光路を示し、点線矢印が S 偏光の光路を示している。さらに、白抜き矢印は、円偏光の光路を示している。

#### 【0050】

本実施例では、色分解合成ユニット 200 の第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c と投射レンズ 100 との間に、1/4 波長板 213 を配置した構成を有する。1/4 波長板 213 は、その主軸方向が、投射レンズ 100 よりて投射される R 光の偏光方向に対して 45° 傾くように配置されている。

#### 【0051】

色分解合成ユニット 200 で分解された R 光は、R 用の液晶パネル 206R で反射および画像変調されて P 偏光となり、1/4 波長板 213 を透過する際に円偏光に変換されて投射レンズ 100 から被投射面に投射される。そして、被投射面で反射した R 光のうち投射レンズ 100 に入射した反射光 214 は、投射レンズ 100 を透過した後、1/4 波長板 213 を透過する際に S 偏光に変換されて第 3 の偏光ビームスプリッタ 205c に入射する。

#### 【0052】

S 偏光として第3の偏光ビームスプリッタ205cに入射したR光は、その偏光分離面で反射し、G用射出側偏光板Gをそのまま透過して色選択性位相差板211に入射してP偏光に変換され、第1の偏光ビームスプリッタ205aに向かう。第1の偏光ビームスプリッタの偏光分離面を透過したP偏光としてのR光は、第1の偏光ビームスプリッタのプリズムの非有効面から射出して撮像素子207に入射する。このように、本実施例でも、被投射面から投射レンズ100および色分解合成ユニットを介して撮像素子207に入射したR光(検出光)を用いて撮像素子207によるR投射画像の撮像を行い、その撮像出力に基づいてAFを行う。

#### 【0053】

1/4波長板213は、第3の偏光ビームスプリッタ205cと投射レンズ100との間でなくても、第3の偏光ビームスプリッタ205cから被投射面までの間(例えば、投射レンズ100における被投射面側の部分)に設けてもよい。

#### 【0054】

なお、上記各実施例では、被投射面からの反射光のうちR光のみを用いてAFを行う場合について説明したが、R光に代えて又はR光とともにG光やB光を用いてAFを行ってもよい。

#### 【0055】

また、上記各実施例では、撮像素子を保持する保持部材が取り付けられる光学素子として偏光ビームスプリッタを用いた場合について説明したが、偏光ビームスプリッタ以外の光学素子に保持部材を取り付けてもよい。

#### 【0056】

さらに、上記各実施例では、光変調素子として反射型液晶パネルを用いた場合について説明したが、透過型液晶パネルやデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)等、他の光変調素子を用いてもよい。

#### 【0057】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0058】

良好なAFを行える画像投射装置を提供できる。

#### 【符号の説明】

#### 【0059】

100 投射レンズ

200 色分解合成ユニット

205a, 205b, 205c 偏光ビームスプリッタ

206R, 206G, 206B 反射型液晶パネル

207 撮像素子

208, 208 保持部材