

【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24年12月27日(2012.12.27)

【公開番号】特開2011-107435(P2011-107435A)

【公開日】平成23年6月2日(2011.6.2)

【年通号数】公開・登録公報2011-022

【出願番号】特願2009-262643(P2009-262643)

【国際特許分類】

G 02 B 7/28 (2006.01)

G 03 B 21/00 (2006.01)

G 02 B 13/16 (2006.01)

【F I】

G 02 B 7/11 N

G 02 B 7/11 H

G 03 B 21/00 D

G 02 B 13/16

【手続補正書】

【提出日】平成24年11月13日(2012.11.13)

【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】

光変調素子と、

該光変調素子により変調された光を被投射面に投射する投射レンズと、

光源からの光を前記光変調素子に導き、該光変調素子からの光を前記投射レンズに導く光学ユニットと、

前記光学ユニットと前記投射レンズとの間に配置され、開状態と閉状態に動作するシャッタ機構と、

前記光学ユニットおよび前記投射レンズの温度の変化により発生するピント変動を、前記投射レンズをピント補正関数に基づいて動作させることにより補正するピント補正手段とを有し、

前記ピント補正手段は、前記シャッタ機構が前記開状態および前記閉状態のうちいずれにあるかを示す情報と、前記シャッタ機構の動作履歴を示す情報とを含む前記シャッタ機構の動作に関する情報に応じて、前記ピント補正関数を変更することを特徴とする画像投射装置。

【請求項2】

前記ピント補正手段は、前記光源が点灯されてから、前記シャッタ機構が前記開状態に維持された場合と、前記シャッタ機構が前記開状態から前記閉状態に動作した後に再び前記開状態に動作した場合とで前記ピント補正関数を変更す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、投射画像を非表示にするためのシャッタ機構を有するプロジェクタ等の画像投射装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

会議等で使用されるプロジェクタは、短時間で表示（投射）と非表示（非投射）が繰り返されることが多い。プロジェクタでは、光源として高輝度放電ランプを用いるのが一般的であるが、高輝度放電ランプは、短時間に点灯と消灯を繰り返すと寿命が短くなる。また、高輝度放電ランプは、点灯後に明るさや色味が安定するまでにある程度の時間を要し、消灯から再点灯までの間にもある程度の冷却時間が必要である。

【0003】

高輝度放電ランプの寿命を短くせずに表示と非表示を短時間で繰り返すことができるよう、ランプと投射レンズとの間にシャッタ機構を配置し、これを開閉することで表示と非表示を切り換えるプロジェクタが特許文献1に開示されている。

【0004】

また、ランプが点灯している間、プロジェクタ内の光学素子やこれを保持する部材はランプからの光を受けて温度が上昇する。この温度上昇により、光学素子の光学特性（例えば屈折率）が変化したり、光学素子を保持する保持部材が熱膨張して隣り合う光学素子間の間隔が変化したりする。そして、これら光学特性や光学素子間の間隔の変化によって投射画像のピント状態が変化する。

【0005】

特許文献2には、筐体内に温度センサを配置し、温度センサによって検出された温度に応じて投射レンズのピント補正動作を行うプロジェクタが開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】****【特許文献1】特開昭58-21726号公報****【特許文献2】特開2000-19648号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

特許文献1にて開示されたプロジェクタにおいて、シャッタ機構（以下、単にシャッタという）が開いた状態と閉じた状態とで光学素子やこれを保持する保持部材の温度の上昇のしかたや温度の分布に違いが生じる。これは、シャッタを閉じた状態では、シャッタよりもスクリーン側の光学素子および保持部材には温度上昇が生じないこと、およびシャッタで反射した光によりシャッタよりも光源側の光学素子や保持部材の温度がより上昇することが原因である。このため、特許文献1にて開示されたプロジェクタでは、シャッタの開閉によってピント状態の変化のしかたが異なる。しかしながら、特許文献1には、このようなピント変動を補正する手段について開示されていない。

【0008】

また、特許文献2にも、シャッタの動作とピント変動の補正との関係について何ら開示されていない。

【0009】

なお、投射画像からの反射光を利用してAF（オートフォーカス）を行うプロジェクタもあるが、シャッタが閉じた状態では、画像が投射されないため、AFを用いたピント変動の補正を行うことができない。

【0010】

本発明では、シャッタの動作に応じた適切なピント変動の補正を行えるようにした画像投射装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一側面としての画像投射装置は、光変調素子と、該光変調素子により変調された光を被投射面に投射する投射レンズと、光源からの光を光変調素子に導き、該光変調素子からの光を投射レンズに導く光学ユニットと、光学ユニットと投射レンズとの間に配置され、開状態と閉状態に動作するシャッタ機構と、光学ユニットおよび投射レンズの温度の変化により発生するピント変動を、投射レンズをピント補正関数に基づいて動作させることにより補正するピント補正手段とを有し、ピント補正手段は、シャッタ機構が開状態および閉状態のうちいずれにあるかを示す情報と、シャッタ機構の動作履歴を示す情報とを含むシャッタ機構の動作に関する情報に応じて、ピント補正関数を変更することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、シャッタ機構の動作に応じた適切なピント補正を行うことができ、シャッタ機構の動作にかかわらずピントが合った画像を投射することができる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】

【0013】

【図1】本発明の実施例である液晶プロジェクタの外観図。

【図2】実施例の液晶プロジェクタの光学構成を示す側面図。

【図3】実施例の液晶プロジェクタに用いられるシャッタユニットの斜視図。

【図4】実施例の液晶プロジェクタの動作を示すフローチャート。

【図5】実施例の液晶プロジェクタの動作を示すフローチャート。

【図6】実施例の液晶プロジェクタの動作を示すフローチャート。

【図7】実施例で用いられる第1のピント補正関数 $f = A \cdot t$ を示す図。

【図8】実施例で用いられる第2のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を示す図。

【図9】実施例で用いられる第3のピント補正関数 $f = C \cdot t$ を示す図。

【図10】実施例で用いられる第4のピント補正関数 $f = D \cdot t$ を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

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。

【0015】

図1には、本発明の実施例である画像投射装置としてのプロジェクタ500の外観を示している。100は投射レンズである。

【0016】

図2には、プロジェクタ500の筐体内に収容された光学系の構成を示している。プロジェクタ500の筐体内には、光源ランプ209、色分解合成光学ユニット200、照明光学系201および液晶パネル(光変調素子)206R, 206G, 206Bを内蔵した光学ボックスが収納されている。また、筐体内には、前述した投射レンズ100と、シャッタユニット(シャッタ機構)300も収容されている。

【0017】

投射レンズ100は、複数のレンズユニット(光学素子)とこれを保持する保持部材とを含み、光学ボックスの光射出用の開口部に取り付けられている。シャッタユニット300は、光学ボックス内の色分解合成光学ユニット200と投射レンズ100との間に配置されている。

【0018】

液晶パネル206R, 206G, 206Bには、不図示の液晶駆動回路が接続されている。液晶駆動回路は、不図示の画像供給装置(パソコンコンピュータ、DVDプレーヤ

、テレビチューナ等)からプロジェクタ500に入力された画像情報に応じて液晶パネル206R, 206G, 206Bに原画を形成させる。該液晶パネル206R, 206G, 206Bにより変調された光は、投射レンズ100によりスクリーン等の被投射面に投射される。液晶パネル206R, 206G, 206Bは、反射型液晶パネルである。

【0019】

照明光学系201は、光源ランプ209からの光を色分解合成光学ユニット200に導く。色分解合成光学ユニット200は、照明光学系201からの光をR, G, Bの3つの色光に分離して液晶パネル206R, 206G, 206Bに導き、液晶パネル206R, 206G, 206Bからの3つの色光を合成して投射レンズ100に導く。

【0020】

シャッタユニット300は、開状態と閉状態に動作して、色分解合成光学ユニット200から投射レンズ100に向かう光の光路を開放および遮断する。シャッタユニット300は、投射レンズ100内に設けられた絞り(図示せず)とは異なる。絞りは、最も開口が小さい状態においてもその開口を完全には閉じることはなく、被投射面に投射される光量を調節するに過ぎない。これに対し、シャッタユニット300は、閉状態において完全に開口を閉じて被投射面への光の投射が行われないようにする。

【0021】

照明光学系201は、超高压水銀ランプ等の高輝度放電ランプである光源ランプ209からの光を複数の光束に分割し、各液晶パネル上で重ね合わせる作用を有するフライアイレンズおよびコンデンサレンズを含む。また、照明光学系201は、光源ランプ209からの光を所定の偏光方向を有する偏光光(ここではP偏光光)とするための偏光変換素子を含む。

【0022】

色分解合成光学ユニット200は、ダイクロイックミラー204と、第1～第3の偏光ビームスプリッタ205a～205cと、これらの光学素子を保持する保持部材(図示せず)とを含む。ダイクロイックミラー204は、照明光学系201(つまりは光源ランプ209)からの白色光のうち、青(B)と赤(R)の色光を透過し、緑(G)の色光を反射する。第1および第2の偏光ビームスプリッタ205a, 205bは、P偏光光を透過し、S偏光光を反射する。また、第3の偏光ビームスプリッタ205cは、G光を透過しB光を反射するダイクロイックプリズムとしての機能と、R光に対してP偏光光を透過し、S偏光を反射する偏光ビームスプリッタとしての機能とを併せ持つ色合成プリズムである。

【0023】

ダイクロイックミラー204で反射し、第1の偏光ビームスプリッタ205aを透過したP偏光光としてのG光は、緑用の液晶パネル206Gに入射し、ここで反射および変調されてS偏光光となる。そして、第1の偏光ビームスプリッタ205aで反射されて第3の偏光ビームスプリッタ205cに入射する。

【0024】

ダイクロイックミラー204を透過したR光は、色選択性位相差板によってその偏光方向が90度回転されてS偏光光となって第2の偏光ビームスプリッタ205bに入射する。第2の偏光ビームスプリッタ205bで反射したR光は、赤用の液晶パネル206Rに入射し、ここで反射および変調されてP偏光光となる。そして、第2の偏光ビームスプリッタ205bを透過して第3の偏光ビームスプリッタ205cに入射する。

【0025】

ダイクロイックミラー204を透過したB光は、色選択性位相差板を偏光方向が回転されることなく通過し、P偏光光として第2の偏光ビームスプリッタ205bに入射する。第2の偏光ビームスプリッタ205bを透過したB光は、青用の液晶パネル206Bに入射し、ここで反射および変調されてS偏光光となる。そして、第2の偏光ビームスプリッタ205bで反射されて第3の偏光ビームスプリッタ205cに入射する。

【0026】

第3の偏光ビームスプリッタ205cは、前述したように、G光を透過するとともにB光を反射し、さらにP偏光光として入射したR光を透過することで、これらG光、B光およびR光を合成し、投射レンズ100に導く。R光、G光およびB光によりそれぞれ形成されるR画像、G画像およびB画像が被投射面に重なり合って投射されることで、被投射面上にフルカラー画像が表示される。

【0027】

なお、投射レンズ100の光軸100aは、第3の偏光ビームスプリッタ205c、すなわち色分解合成光学ユニット200の射出光軸210に対して上方（プロジェクタ500をテーブルの上に設置したときの上方）にシフトしている。これにより、投射レンズ100から被投射面に投射される光のうち下側の一部がテーブルによってけられないようしている。

【0028】

以上のように構成されたプロジェクタ500において、シャッタユニット300が開状態にあるとき、光源ランプ209からの光は色分解合成光学ユニット200を介して投射レンズ100に入射する。このため、投射レンズ100や色分解合成光学ユニット200の温度が上昇し、この温度上昇に起因した、それらを構成する光学素子（レンズユニットやプリズム等）の屈折率や該光学素子間の間隔の変化によって投射画像のピント状態が変動する。

【0029】

また、シャッタユニット300が閉状態にあるときは、光源ランプ209からの光は、シャッタユニット300によって遮られて投射レンズ100には入射しないが、色分解合成光学ユニット200には入射する。さらに、シャッタユニット300で反射した光も色分解合成光学ユニット200に入射する。このため、シャッタユニット300が閉状態にあるときは、投射レンズ100の温度は低下するが、色分解合成光学ユニット200の温度は上昇する。そして、次にシャッタユニット300が開かれたときに、先に閉じられたときに対して投射画像のピント状態の変動（以下、ピント変動という）が発生する。

【0030】

図2に示すように、投射レンズ100には、該投射レンズ100を構成する複数のレンズユニットのうちの一部であるフォーカスレンズユニット101を光軸方向に移動させるモータ502が設けられている。モータ502の動作は、CPU等により構成されるコントローラ501によって制御される。モータ502を介してフォーカスレンズユニット101を移動させることで被投射面での投射画像のピント状態を変化させることができる。

【0031】

したがって、上述したように投射レンズ100や色分解合成光学ユニット200の温度変化に起因したピント変動が生じた場合でも、フォーカスレンズユニット101を適切に移動させることで該ピント変動を良好に補正することができる。

【0032】

以下の説明において、温度変化に起因したピント変動を補正するために、モータ502を介してフォーカスレンズユニット101を光軸方向に移動させる動作を、投射レンズ100のピント補正動作という。コントローラ501は、ピント補正手段として機能する。

【0033】

ピント補正動作におけるフォーカスレンズ101の移動量は、後述する第1～第4のピント補正関数を用いて算出されるピント補正量に対応するように決定される。言い換れば、投射レンズ100のピント補正動作は、第1～第4のピント補正関数に基づいて行われる。

【0034】

第1～第4のピント補正関数のうち使用されるピント補正関数は、シャッタユニット300の動作に関する情報に基づいて選択（変更）される。シャッタユニット300の動作に関する情報とは、シャッタユニット300が現在、開状態および閉状態のうちいずれにあるかを示す情報やシャッタユニット300の動作履歴を示す情報である。動作履歴とは

、例えば、シャッタユニット300が光源ランプ209の点灯開始から、一度も閉じられなかったこと（開状態に維持されたこと）や、開状態から一旦閉じられた後に再び開けられたことをいう。

【0035】

なお、プロジェクタ500は、画像が投射された被投射面からの反射光を用いて被投射面までの距離や投射画像のピント状態を検出し、モータ502を介してフォーカスレンズユニット101を移動させて自動的にピント合わせを行うAF機能を有してもよい。

【0036】

図3には、シャッタユニット300の構成を示している。302は窓枠部材である。該窓枠部材302には、色分解合成光学ユニット200から投射レンズ100に向かう光が通過するための窓（開口）301が形成されている。303は窓枠部材302により窓301を開閉する方向に移動可能に保持された遮光部材としてのシャッタ板である。図3には、シャッタ板303が窓301を開放する位置にある開状態を示している。開状態からシャッタ板303が窓301を閉じる位置に移動することで閉状態となる。304はシャッタ板303を移動させるアクチュエータである。該アクチュエータ304の動作、つまりはシャッタユニット300の開閉動作は、図1に示したコントローラ501によって制御される。

【0037】

図4、図5および図6のフローチャートには、本実施例における投射レンズ100のピント補正動作を制御するための処理（ピント補正処理）を示している。コントローラ501は、光源ランプ209からの光を受ける色分解合成光学ユニット200および投射レンズ100の温度の変化によって発生するピント変動を、後述するピント補正関数に基づいて投射レンズ100をピント補正動作させることにより補正する。コントローラ501は、該ピント補正処理をコンピュータプログラムに従って行う。

【0038】

図4には、光源ランプ209の点灯の開始と同時にコントローラ501が開始するピント補正処理400を示している。

【0039】

ステップ401では、コントローラ501は、光源ランプ209の点灯開始から経過した時間tと係数Aとを用いて表される第1のピント補正関数 $f = A \cdot t$ を用いて、ピント補正量 f を算出する。すなわち、第1のピント補正関数 $f = A \cdot t$ を用いる第1のピント補正アルゴリズムによってピント補正量 f を算出する。第1のピント補正関数 $f = A \cdot t$ は、光源ランプ209の点灯開始からシャッタユニット300が一度も閉じられない場合に用いられる。図7には、ピント補正関数 $f = A \cdot t$ を図示している。

【0040】

係数Aは、実際のプロジェクタでの時間tとピント補正量 f の実測値やシミュレーション結果から求める。このことは、後述する他のピント補正関数の係数B,C,Dについても同じである。なお、係数A～Dはその値または符号（正、負）が互いに異なる。本実施例では、A,C,Dは互いに異なる正の値で、Bは負の値を有する場合について説明するが、これらは例であり、上述したように、実測値やシミュレーション結果から任意に設定することができる。

【0041】

光源ランプ209からの光による色分解合成光学ユニット200および投射レンズ100の温度上昇はある値で飽和する。このため、ピント変動量もある量で飽和する。この飽和したときのピント変動量を f_1 とし、コントローラ501は、 $f = f_1$ となった時点 t_1 でピント補正処理400を終了する。

【0042】

また、 $f = f_1$ となる前にシャッタユニット300が閉じられた場合（開状態から閉状態に切り換わった場合）には、コントローラ501はステップ402またはステップ403に進む。シャッタユニット300が閉じた状態では光源ランプ209からの光が投射

レンズ 100 に入射しないため、投射レンズ 100 内のレンズユニットや保持部材の温度は上昇しない。このときの飽和したピント変動量を f_2 とする。コントローラ 501 は、 $f = f_2$ である場合にはステップ 402 に進み、 $f < f_2$ である場合にはステップ 403 に進む。

【0043】

ステップ 402 では、コントローラ 501 は、時間 t と係数 B とを用いて表される第 2 のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を用いて、ピント補正量 f を算出する。すなわち、第 2 のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を用いる第 2 のピント補正アルゴリズムによってピント補正量 f を算出する。図 8 には、ステップ 401 においてピント補正量が f となった時点 t でシャッタユニット 300 が閉じられたときの第 2 のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を示す。

【0044】

ステップ 403 では、コントローラ 501 は、時間 t と係数 C とを用いて表される第 3 のピント補正関数 $f = C \cdot t$ を用いて、ピント補正量 f を算出する。すなわち、第 3 のピント補正関数 $f = C \cdot t$ を用いる第 3 のピント補正アルゴリズムによってピント補正量 f を算出する。図 9 には、ステップ 401 においてピント補正量が f となった時点 t でシャッタユニット 300 が閉じられたときの第 3 のピント補正関数 $f = C \cdot t$ を示す。

【0045】

ステップ 402 およびステップ 403 では、コントローラ 501 は、 $f = f_2$ となった時点 t_2 でピント補正処理 400 を終了する。また、 $f = f_2$ となる前にシャッタユニット 300 が開かれた場合には、ステップ 404 に進む。

【0046】

ステップ 404 において、プロジェクタ 500 内の光学素子（レンズユニットやプリズム等）およびこれらを保持する保持部材の光源ランプ 209 からの光による温度上昇はステップ 401 を行っているときの同様に発生する。このため、飽和したピント変動量は f_1 となる。ただし、シャッタユニット 300 が開状態から一旦閉じられた後に再び開かれている（すなわち、閉状態とされた後に開状態とされた）ので、プロジェクタ 500 内の光学素子および保持部材における温度分布は、ステップ 401 を行っているときは異なる。

【0047】

このため、ステップ 404 では、コントローラ 501 は、時間 t と係数 D とを用いて表される第 4 のピント補正関数 $f = D \cdot t$ を用いて、ピント補正量 f を算出する。すなわち、第 4 のピント補正関数 $f = D \cdot t$ を用いる第 4 のピント補正アルゴリズムによってピント補正量 f を算出する。図 10 には、ステップ 401 においてピント補正量が f となった時点 t でシャッタユニット 300 が閉じられ、その後ステップ 402 または 403 にてピント補正量が f となった時点 t でシャッタユニット 300 が開かれたときの第 4 のピント補正関数を示す。コントローラ 501 は、 $f = f_1$ となった時点 t_3 で焦点位置補正アルゴリズム 400 を終了する。

【0048】

また、 $f = f_1$ となる前にシャッタユニットが閉じられた場合には、ステップ 402 またはステップ 403 に進む。ステップ 402 とステップ 403 のいずれに進むかの判別は、上記と同様に行う。コントローラ 501 は、以上のピント補正処理 400 を、 $f = f_1$ 、 $f = f_2$ または $f = f_1$ となるまで継続する。

【0049】

次に、図 5 を用いて、シャッタユニット 300 が閉じられるのと同時にコントローラ 501 が開始するピント補正処理 410 について説明する。ピント補正処理 410 は、図 4 のピント補正処理 400 が終了していること、すなわち $f = f_1$ 、 $f = f_2$ または $f = f_1$ となったことを条件として実行される。

【0050】

コントローラ 501 は、まずステップ 412 に進む。シャッタユニット 300 が閉じられた状態では光源ランプ 209 からの光が投射レンズ 100 に入射しないため、投射レンズ 100 内のレンズユニットおよび保持部材の温度は上昇しない。つまり、図 4 のステップ 402 でのピント変動と同様のピント変動が生じる。

【0051】

このため、ステップ 412 では、コントローラ 501 は、第 2 のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を用いてピント補正量 f_2 を求める。そして、ステップ 402 と同様に、 $f_2 = f_1$ となった時点 t_2 でピント補正処理 410 を終了する。

【0052】

なお、ピント変動量においては、光源ランプ 209 からの光を受けることによって投射レンズ 100 に生じた温度上昇の影響が大きい。このため、ピント補正処理 400 が終了した後にシャッタユニット 300 が閉じられて実行されるピント補正処理 410 では、前述したシャッタユニット 300 の位置により、常に $f_1 > f_2$ となる。このため、ピント補正処理 410 の開始時のピント変動量は必ず f_2 より大きい値となる。このことから、ピント補正処理 410 では、ピント補正処理 400 においてステップ 403 に進む条件である $f_1 < f_2$ を想定する必要はない。

【0053】

また、ステップ 412 において $f_2 = f_1$ となる前にシャッタユニット 300 が開いた場合には、コントローラ 501 は、ステップ 414 に進む。ステップ 414 では、シャッタユニット 300 が一旦閉じられてから開かれているので、図 4 のステップ 404 と同様に、コントローラ 501 は、第 4 のピント補正関数 $f = D \cdot t$ を用いてピント補正量 f_2 を算出する。そして、 $f_2 = f_1$ となった時点でピント補正処理 410 を終了する。また、 $f_2 = f_1$ となる前にシャッタユニット 300 が閉じられた場合には、コントローラ 501 は、ステップ 412 に進む。

【0054】

コントローラ 501 は、以上のピント補正処理 410 を、 $f_2 = f_1$ または $f_1 = f_2$ となるまで継続する。

【0055】

次に、図 6 を用いて、シャッタユニット 300 が開かれるのと同時にコントローラ 501 が開始するピント補正処理 420 について説明する。このピント補正処理 420 は、ピント補正処理 400 または 410 が終了していること、すなわち $f_1 = f_2$ 、 $f_2 = f_1$ または $f_1 = f_0$ となったことを条件として実行される。

【0056】

コントローラ 501 は、まずステップ 424 に進む。ステップ 424 では、シャッタユニット 300 を一旦閉じられてから開かれているので、コントローラ 501 は、図 4 のステップ 404 と同様に、第 4 のピント補正関数 $f = D \cdot t$ を用いてピント補正量 f_2 を算出する。そして、 $f_2 = f_1$ となった時点でピント補正処理 420 を終了する。

【0057】

また、 $f_2 = f_1$ となる前にシャッタユニット 300 が閉じられた場合には、コントローラ 501 は、ステップ 422 に進む。ここでは、シャッタユニット 300 が閉じられており、光源ランプ 209 からの光が投射レンズ 100 に入射しないため、投射レンズ 100 内のレンズユニットおよび保持部材の温度は上昇しない。したがって、ステップ 422 では、図 4 のステップ 402 と同様に、第 2 のピント補正関数 $f = B \cdot t$ を用いてピント補正量 f_2 を算出する。そして、 $f_2 = f_1$ となった時点でピント補正処理 420 を終了する。

【0058】

なお、前述したようにピント変動量においては、光源ランプ 209 からの光を受けることによって投射レンズ 100 に生じた温度上昇の影響が大きい。このため、ピント補正処理 400 または 410 が終了した後にシャッタユニット 300 が開かれて実行されるピント補正処理 420 では、前述したシャッタユニット 300 の位置により、常に $f_1 > f_2$

となる。このため、ピント補正処理 420 の開始時のピント変動量は必ず f_2 より大きい値となる。このことから、ピント補正処理 420 でも、ピント補正処理 400 においてステップ 403 に進む条件である $f < f_2$ を想定する必要はない。

【0059】

また、 $f = f_2$ となる前にシャッタユニット 300 が開かれた場合には、コントローラ 501 は、ステップ 424 に進む。

【0060】

コントローラ 501 は、以上のピント補正処理 420 を、 $f = f_2$ または $f = f_1$ となるまで継続する。

【0061】

以上説明したように、本実施例では、色分解合成光学ユニット 200 および投射レンズ 100 の温度の変化により発生するピント変動を、投射レンズ 100 をピント補正関数に基づいて動作させることによって補正する。そして、使用するピント補正関数を、シャッタユニット 300 の動作に関する情報に応じて第 1 ~ 第 4 のピント補正関数の中で変更する。特に、光源ランプ 209 が点灯されてから、シャッタユニット 300 が開状態に維持された場合（一度も閉じられていない場合）と、シャッタユニット 300 が一旦閉状態とされた後に再び開状態に動作した場合とで使用するピント補正関数を変更する。

【0062】

このように使用するピント補正関数をシャッタユニット 300 の動作に関する情報に応じて変更することで、シャッタユニット 300 の動作に応じた適切なピント補正を行ふことができる。この結果、シャッタユニット 300 の動作にかかわらずピントが合った画像を投射することができる。

【0063】

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

【0064】

例えば、上記実施例では、シャッタユニット 300 の開閉状態だけでなく、動作履歴まで含めた情報に応じてピント補正関数を変更する場合について説明したが、より簡易に、開閉状態にのみ応じてピント補正関数を変更するようにしてもよい。

【0065】

また、上記実施例では、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）等の他の光変調素子を用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0066】

シャッタ機構の動作にかかわらずピントが合った画像を投射する画像投射装置を提供できる。

【符号の説明】

【0067】

100 投射レンズ

200 色分解合成光学ユニット

206R, 206G, 206B 反射型液晶パネル

209 光源ランプ

300 シャッタユニット