

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6160034号
(P6160034)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/74	(2006.01)	H04N 5/74	D
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00	D
G03B 21/14	(2006.01)	G03B 21/14	E
G09G 5/36	(2006.01)	G09G 5/36	520D
G09G 5/10	(2006.01)	G09G 5/10	Z

請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2012-148204 (P2012-148204)

(22) 出願日

平成24年7月2日(2012.7.2)

(65) 公開番号

特開2014-11706 (P2014-11706A)

(43) 公開日

平成26年1月20日(2014.1.20)

審査請求日

平成27年5月15日(2015.5.15)

(73) 特許権者

000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区新宿四丁目1番6号

(74) 代理人

100116665

弁理士 渡辺 和昭

(74) 代理人

100164633

弁理士 西田 圭介

(74) 代理人

100179475

弁理士 仲井 智至

(74) 代理人

100107261

弁理士 須澤 修

(72) 発明者

西郷 学

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】プロジェクター及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像情報に基づく画像を投写するプロジェクターであって、
前記画像の台形歪を補正するためのパラメーターを生成するパラメーター生成部と、
前記パラメーター生成部で生成された前記パラメーターに基づいて、前記画像情報に前記台形歪を補正する処理を施す補正処理部と、
前記台形歪による前記画像の変形の程度を表す変形率に応じて、前記台形歪に伴う輝度の偏りを補正する輝度補正部と、
前記補正処理部によって前記台形歪が補正され、かつ前記輝度補正部によって輝度の偏りが補正された前記画像情報に基づいて、前記画像を投写する画像投写部と、

前記輝度補正部は、前記補正処理部によって前記台形歪が補正された前記画像情報において前記変形率がとり得る値の範囲に応じて、前記輝度の補正量を調整し、

前記補正処理部は、前記画像情報にフィルター処理を施して前記台形歪を補正し、

前記パラメーター生成部は、前記変形率に対応付けて前記フィルター処理のためのフィルター係数を前記パラメーターとして生成し、

前記輝度補正部は、前記パラメーター生成部が生成する前記フィルター係数を補正することによって前記輝度を補正することを特徴とするプロジェクター。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプロジェクターであって、

10

20

前記補正処理部は、前記画像の位置毎に前記変形率を算出する変形率算出部と、前記パラメーター生成部で生成されて前記輝度補正部で補正された前記フィルター係数のうち、前記変形率算出部で算出された前記変形率に対応するフィルター係数を用いて前記フィルター処理を行うフィルター演算部と、
を備えたことを特徴とするプロジェクター。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のプロジェクターであって、

前記画像内における前記変形率の最小値及び最大値を検出する範囲検出部をさらに備え、

前記輝度補正部は、前記変形率が前記最小値と前記最大値との間の所定の値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整することを特徴とするプロジェクター。
。

10

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載のプロジェクターであって、

前記画像内における前記変形率の平均値を算出する平均値算出部をさらに備え、

前記輝度補正部は、前記変形率が前記平均値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整することを特徴とするプロジェクター。

【請求項 5】

画像情報に基づく画像を投写するプロジェクターの制御方法であって、

前記画像の台形歪を補正するためのパラメーターを生成するパラメーター生成ステップと、

20

前記パラメーター生成ステップで生成された前記パラメーターに基づいて、前記画像情報に前記台形歪を補正する処理を施す補正処理ステップと、

前記台形歪による前記画像の変形の程度を表す変形率に応じて、前記台形歪に伴う輝度の偏りを補正する輝度補正ステップと、

前記補正処理ステップにおいて前記台形歪が補正され、かつ前記輝度補正ステップにおいて輝度の偏りが補正された前記画像情報に基づいて、前記画像を投写する画像投写ステップと、を備え、

前記輝度補正ステップでは、前記補正処理ステップで前記台形歪が補正された前記画像情報において前記変形率がとり得る値の範囲に応じて、前記輝度の補正量を調整し、

30

前記補正処理ステップでは、前記画像情報にフィルター処理を施して前記台形歪を補正し、

前記パラメーター生成ステップでは、前記変形率に対応付けて前記フィルター処理のためのフィルター係数を前記パラメーターとして生成し、

前記輝度補正ステップでは、前記パラメーター生成ステップで生成された前記フィルター係数を補正することによって前記輝度を補正することを特徴とするプロジェクターの制御方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプロジェクターの制御方法であって、

前記補正処理ステップは、前記画像の位置毎に前記変形率を算出する変形率算出ステップと、前記パラメーター生成ステップで生成されて前記輝度補正ステップで補正された前記フィルター係数のうち、前記変形率算出ステップで算出された前記変形率に対応するフィルター係数を用いて前記フィルター処理を行うフィルター演算ステップと、
を備えたことを特徴とするプロジェクターの制御方法。

40

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載のプロジェクターの制御方法であって、

前記画像内における前記変形率の最小値及び最大値を検出する範囲検出ステップをさらに備え、

前記輝度補正ステップでは、前記変形率が前記最小値と前記最大値との間の所定の値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整することを特徴とするプロジェクター。
。

50

エクターの制御方法。

【請求項 8】

請求項 5 または 6 に記載のプロジェクターの制御方法であって、

前記画像内における前記変形率の平均値を算出する平均値算出ステップをさらに備え、

前記輝度補正ステップでは、前記変形率が前記平均値のときに前記輝度が不变となるよう前記輝度の補正量を調整することを特徴とするプロジェクターの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像を投写するプロジェクター及びその制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

画像を投写するプロジェクターが投写面に対して傾いて設置されると、表示される画像が台形状に変形する台形歪が生じてしまう。また、プロジェクターが傾いていると、画像内の位置によってプロジェクターとの距離が大きく異なるため、輝度に偏りが生じてしまう。このため、台形歪の補正に際して、画像信号（ビデオ信号）のレベルを補正して輝度を調整することが可能なプロジェクター（液晶プロジェクタ装置）が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 289503 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、画像信号のレベルを補正して、暗い部分ほど輝度を高めるような調整を行う場合には、その部分の多くの画素が最大輝度に達し（輝度が飽和し）、画像の階調が失われて画質が劣化してしまう恐れがある。一方、明るい部分ほど輝度を低下させるような調整を行う場合には、画像が全体的に暗くなってしまうという問題を有している。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

【0006】

【適用例 1】本適用例に係るプロジェクターは、画像情報に基づく画像を投写するプロジェクターであって、前記画像の台形歪を補正するためのパラメーターを生成するパラメーター生成部と、前記パラメーター生成部で生成された前記パラメーターに基づいて、前記画像情報に前記台形歪を補正する処理を施す補正処理部と、前記台形歪による前記画像の変形の程度を表す変形率に応じて、前記台形歪に伴う輝度の偏りを補正する輝度補正部と、前記補正処理部によって前記台形歪が補正され、かつ前記輝度補正部によって輝度の偏りが補正された前記画像情報に基づいて、前記画像を投写する画像投写部と、を備え、前記輝度補正部は、前記補正処理部によって前記台形歪が補正された前記画像情報において前記変形率がとり得る値の範囲に応じて、前記輝度の補正量を調整することを特徴とする。

40

【0007】

このプロジェクターによれば、変形率に応じて輝度の偏りを補正する輝度補正部が、変形率がとり得る値の範囲、即ち変形率の分布に応じて輝度の補正量を調整しているため、変形率の分布に応じた量だけ適正に輝度を補正することが可能となり、輝度の補正によって画像が明るくなりすぎたり、暗くなりすぎたりすることを抑制することが可能となる。

【0008】

50

[適用例2] 上記適用例に係るプロジェクターにおいて、前記補正処理部は、前記画像情報にフィルター処理を施して前記台形歪を補正し、前記パラメーター生成部は、前記変形率に対応付けて前記フィルター処理のためのフィルター係数を前記パラメーターとして生成し、前記輝度補正部は、前記パラメーター生成部が生成する前記フィルター係数を補正することによって前記輝度を補正するようにしてもよい。

【0009】

[適用例3] 上記適用例に係るプロジェクターにおいて、前記補正処理部は、前記画像の位置毎に前記変形率を算出する変形率算出部と、前記パラメーター生成部で生成されて前記輝度補正部で補正された前記フィルター係数のうち、前記変形率算出部で算出された前記変形率に対応するフィルター係数を用いて前記フィルター処理を行うフィルター演算部と、を備えていてもよい。10

【0010】

[適用例4] 上記適用例に係るプロジェクターにおいて、前記画像内における前記変形率の最小値及び最大値を検出する範囲検出部をさらに備え、前記輝度補正部は、前記変形率が前記最小値と前記最大値との間の所定の値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整するようにしてもよい。

【0011】

[適用例5] 上記適用例に係るプロジェクターにおいて、前記画像内における前記変形率の平均値を算出する平均値算出部をさらに備え、前記輝度補正部は、前記変形率が前記平均値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整するようにしてもよい。20

【0012】

[適用例6] 本適用例に係るプロジェクターの制御方法は、画像情報に基づく画像を投写するプロジェクターの制御方法であって、前記画像の台形歪を補正するためのパラメーターを生成するパラメーター生成ステップと、前記パラメーター生成ステップで生成された前記パラメーターに基づいて、前記画像情報に前記台形歪を補正する処理を施す補正処理ステップと、前記台形歪による前記画像の変形の程度を表す変形率に応じて、前記台形歪に伴う輝度の偏りを補正する輝度補正ステップと、前記補正処理ステップにおいて前記台形歪が補正され、かつ前記輝度補正ステップにおいて輝度の偏りが補正された前記画像情報に基づいて、前記画像を投写する画像投写ステップと、を備え、前記輝度補正ステップでは、前記補正処理ステップで前記台形歪が補正された前記画像情報において前記変形率がとり得る値の範囲に応じて、前記輝度の補正量を調整することを特徴とする。30

【0013】

このプロジェクターの制御方法によれば、変形率に応じて輝度の偏りを補正する輝度補正ステップにおいて、変形率がとり得る値の範囲、即ち変形率の分布に応じて輝度の補正量を調整しているため、変形率の分布に応じた量だけ適正に輝度を補正することが可能となり、輝度の補正によって画像が明るくなりすぎたり、暗くなりすぎたりすることを抑制することが可能となる。

【0014】

[適用例7] 上記適用例に係るプロジェクターの制御方法において、前記補正処理ステップでは、前記画像情報にフィルター処理を施して前記台形歪を補正し、前記パラメーター生成ステップでは、前記変形率に対応付けて前記フィルター処理のためのフィルター係数を前記パラメーターとして生成し、前記輝度補正ステップでは、前記パラメーター生成ステップで生成された前記フィルター係数を補正することによって前記輝度を補正するようにしてもよい。40

【0015】

[適用例8] 上記適用例に係るプロジェクターの制御方法において、前記補正処理ステップは、前記画像の位置毎に前記変形率を算出する変形率算出ステップと、前記パラメーター生成ステップで生成されて前記輝度補正ステップで補正された前記フィルター係数のうち、前記変形率算出部で算出された前記変形率に対応するフィルター係数を用いて前記

フィルター処理を行うフィルター演算ステップと、を備えていてもよい。

【0016】

[適用例9] 上記適用例に係るプロジェクターの制御方法において、前記画像内における前記変形率の最小値及び最大値を検出する範囲検出ステップをさらに備え、前記輝度補正ステップでは、前記変形率が前記最小値と前記最大値との間の所定の値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整するようにしてもよい。

【0017】

[適用例10] 上記適用例に係るプロジェクターの制御方法において、前記画像内における前記変形率の平均値を算出する平均値算出ステップをさらに備え、前記輝度補正ステップでは、前記変形率が前記平均値のときに前記輝度が不变となるように前記輝度の補正量を調整するようにしてもよい。 10

【0018】

また、上述したプロジェクター及びその制御方法がコンピューターを用いて構築されている場合には、上記形態及び上記適用例は、その機能を実現するためのプログラム、或いは当該プログラムを前記コンピューターで読み取り可能に記録した記録媒体等の態様で構成することも可能である。記録媒体としては、フレキシブルディスクやハードディスク、CDやDVD等の光ディスク、光磁気ディスク、不揮発性の半導体メモリーを搭載したメモリーカードやUSBメモリー、プロジェクターの内部記憶装置(RAMやROM等の半導体メモリー)等、前記コンピューターが読み取り可能な種々の媒体を利用することができます。 20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】 プロジェクターの概略構成を示すブロック図。

【図2】 台形歪補正を説明するための説明図であり、(a)は、補正前画像情報に基づいて液晶ライトバルブの画素領域に描画された画像(補正前画像)を示す図、(b)は、補正前画像を投写する様子を示す図、(c)は、補正後画像情報に基づいて画素領域に描画された画像(補正後画像)を示す図、(d)は、補正後画像を投写する様子を示す図。

【図3】 変形率を説明するための説明図であり、(a)は、画素領域に描画された補正前画像を示す図、(b)は、画素領域に描画された補正後画像を示す図。

【図4】 画像補正部の構成を示すブロック図。 30

【図5】 輝度補正係数を説明するためのグラフ。

【図6】 フィルター係数算出部の動作を説明するためのフローチャート。

【図7】 変形率と輝度補正係数との関係を示すグラフであり、(a)は、投写面に対するプロジェクターの傾きが比較的小さい場合のグラフ、(b)は、投写面に対するプロジェクターの傾きが比較的大きい場合のグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本実施形態のプロジェクターについて、図面を参照して説明する。

図1は、プロジェクター1の概略構成を示すブロック図である。

図1に示すように、プロジェクター1は、画像投写部10、制御部20、記憶部21、操作パネル22、画像情報入力部23、画像処理部24、画像補正部25等を備えている。 40

。

【0021】

画像投写部10は、光源としての光源装置11、光変調装置としての液晶ライトバルブ12、投写光学系としての投写レンズ13、液晶駆動部14等で構成されている。画像投写部10は、表示部に相当するものであり、光源装置11から射出された光を、液晶ライトバルブ12で画像光に変調し、この画像光を投写レンズ13から投写して投写面Sに画像を表示する。

【0022】

光源装置11は、超高圧水銀ランプやメタルハライドランプ等からなる放電型の光源ラ 50

ンプ 11a と、光源ランプ 11a が放射した光を液晶ライトバルブ 12 側に反射するリフレクター 11b とを含んで構成されている。光源装置 11 から射出された光は、図示しないインテグレーター光学系によって輝度分布が略均一な光に変換されて液晶ライトバルブ 12 に入射する。

【0023】

液晶ライトバルブ 12 は、一对の透明基板間に液晶が封入された透過型の液晶パネル等によって構成される。液晶ライトバルブ 12 は、複数の画素（図示せず）がマトリクス状に配列された矩形状の画素領域 12a を備えており、液晶に対して画素毎に駆動電圧を印加可能になっている。液晶駆動部 14 が、入力される画像情報に応じた駆動電圧を各画素に印加すると、各画素は、画像情報に応じた光透過率に設定される。このため、光源装置 11 から射出された光は、この液晶ライトバルブ 12 の画素領域 12a を透過することによって変調されて画像情報に応じた画像光となり、投写レンズ 13 によって拡大投写される。なお、本明細書では、画像情報に基づいて液晶ライトバルブ 12（画素領域 12a）の各画素の光透過率を設定することを、「画像を描画する」とも呼ぶ。

【0024】

制御部 20 は、CPU (Central Processing Unit) や、各種データ等の一時記憶に用いられる RAM (Random Access Memory) 等を備え、記憶部 21 に記憶されている制御プログラムに従って CPU が動作することによりプロジェクター 1 の動作を制御する。つまり、制御部 20 は、記憶部 21 とともにコンピューターとして機能する。

【0025】

記憶部 21 は、フラッシュメモリーや、マスク ROM (Read Only Memory) 等の不揮発性のメモリーにより構成されている。記憶部 21 には、プロジェクター 1 の動作を制御するための制御プログラムや、プロジェクター 1 の動作条件等を規定する各種設定データ等が記憶されている。

【0026】

操作パネル 22 は、ユーザーの入力操作を受け付ける入力操作部に相当するものであり、ユーザーがプロジェクター 1 に対して各種指示を行うための複数の操作キー（図示せず）を備えている。ユーザーが操作パネル 22 の各種操作キーを操作すると、操作パネル 22 は、この操作を受け付けて、操作された操作キーに対応する制御信号を制御部 20 に出力する。そして、制御部 20 は、操作パネル 22 から制御信号が入力されると、入力された制御信号に基づく処理を行って、プロジェクター 1 の動作を制御する。なお、操作パネル 22 の代わりに、或いは操作パネル 22 とともに、遠隔操作が可能なリモコン（図示せず）を入力操作部として用いた構成としてもよい。この場合、リモコンは、ユーザーの操作内容に応じた赤外線の操作信号を発信し、図示しないリモコン信号受信部がこれを受信して制御部 20 に伝達する。

【0027】

画像情報入力部 23 は、複数の入力端子を備えており、これらの入力端子には、ビデオ再生装置やパソコン等、図示しない外部の画像供給装置から各種形式の画像情報が入力される。画像情報入力部 23 は、入力された画像情報に対して、必要に応じて信号変換処理等を施し、画像処理部 24 に出力する。

【0028】

画像処理部 24 は、画像情報入力部 23 から入力される画像情報を、液晶ライトバルブ 12 の各画素の階調を表す画像情報、即ち各画素に印加する駆動電圧を規定するための画像情報に変換する。ここで、変換された画像情報は、液晶ライトバルブ 12 の各画素に対応する複数の画素値を含んでいる。画素値とは、対応する画素の光透過率を定めるものであり、この画素値によって、各画素から射出される光の輝度が規定される。さらに、画像処理部 24 は、制御部 20 の指示に基づいて、変換した画像情報に対して、明るさ、コントラスト、シャープネス等の画質を調整する処理や、メニュー画像等の OSD (オンスクリーンディスプレイ) 画像を重畠して表示する処理を必要に応じて行い、処理後の画像情報を画像補正部 25 に出力する。

10

20

30

40

50

【0029】

画像補正部25は、投写面Sに対して斜め方向から画像を投写する場合に生じる台形歪を補正するための処理を行う。具体的には、画像補正部25は、画像処理部24から入力される画像情報(補正前画像情報)に対して、台形歪を相殺可能な形状に画像を歪ませるフィルター処理を施し、処理後の画像情報を補正後画像情報として液晶駆動部14に供給する。そして、液晶駆動部14が、画像補正部25から入力される補正後画像情報に従つて液晶ライトバルブ12を駆動すると、投写面Sには、台形歪が補正された状態で画像が投写される。

【0030】

図2は、台形歪補正を説明するための説明図であり、(a)は、補正前画像情報に基づいて液晶ライトバルブ12の画素領域12aに描画された画像(補正前画像)を示す図、(b)は、補正前画像を投写する様子を示す図、(c)は、補正後画像情報に基づいて画素領域12aに描画された画像(補正後画像)を示す図、(d)は、補正後画像を投写する様子を示す図である。

【0031】

図2(a)に示すように、画像処理部24から入力される画像情報に基づく画像(入力画像Pi)を、補正前画像Poとして画素領域12aの全域に描画し、投写面Sに斜めに投写する

と、図2(b)に示すように、台形歪により入力画像Piが歪んで表示される。一方、図2(c)に示すように、補正前画像Po(入力画像Pi)を台形歪の逆向きに歪ませるとともに、入力画像Piの外側を黒色の画素値、つまり光透過率が最小となる画素値に設定した補正後画像P1を投写面Sに投写すると、図2(d)に示すように、台形歪が相殺されて、入力画像Piが矩形状に表示される。なお、図示するように、補正前画像Poの左上、右上、右下、左下の4つの頂点の座標(画素座標)をそれぞれ(x_0, y_0)、(x_1, y_1)、(x_2, y_2)、(x_3, y_3)とし、補正後画像P1において、この4つの頂点に対応する点の座標をそれぞれ(X_0, Y_0)、(X_1, Y_1)、(X_2, Y_2)、(X_3, Y_3)とする。ここで、補正前画像Poに対する補正後画像P1の変形の度合い(変形率)は、画像の位置(座標)によって異なっており、例えば、図2に示した例では、頂点(X_3, Y_3)の近傍に比べて頂点(X_1, Y_1)の近傍のほうが縮小の度合いが大きくなっている。

【0032】

図3は、変形率を説明するための説明図であり、(a)は、画素領域12aに描画された補正前画像Poを示す図、(b)は、画素領域12aに描画された補正後画像P1を示す図である。なお、本図は、代表として右上及び左下の頂点にある2つの画素に注目して、これらの画素の変形率を説明するものであり、説明を容易にするために、注目する画素及びその周辺の画素に関して、画素のサイズ及び画素間の間隔を拡大して示している。

【0033】

図3(b)に示すように、補正後画像P1において、注目する画素の左に隣接する画素p11と、注目する画素の右に隣接する画素pr1との距離をa1とし、注目する画素の上に隣接する画素pu1と、注目する画素の下に隣接する画素pd1との距離をb1とする。また、図3(a)に示すように、補正前画像Poにおいて、画素p11に対応する画素p10と、画素pr1に対応する画素pr0との距離をa0、画素pu1に対応する画素pu0と、画素pd1に対応する画素pd0との距離をb0とする。そして、本実施形態では、 a_1/a_0 を、その画素における横方向(X方向)の変形率 α_x として定義し、 b_1/b_0 を、その画素における縦方向(Y方向)の変形率 α_y として定義する。変形率 α_x, α_y をこのように定義した場合には、頂点(X_3, Y_3)の近傍に比べて頂点(X_1, Y_1)の近傍のほうが変形率 α_x, α_y は小さな値となる。なお、変形率 α_x, α_y の定義は、上記に限定されず、例えば、画素間距離a0のX方向成分に対する画素間距離a1の比、及び画素間距離b0のY方向成分に対する画素間距離b1の比をそれぞれ変形率 α_x, α_y と定義してもよい。

10

20

30

40

50

【0034】

図4は、画像補正部25の構成を示すブロック図である。

図4に示すように、画像補正部25は、パラメーター生成部30と、補正処理部40とを含んで構成されている。

【0035】

パラメーター生成部30は、射影変換係数算出部31と、フィルター係数算出部32と、輝度補正係数記憶部33とを備えており、台形歪を補正するためのパラメーター（射影変換係数及びフィルター係数）を、プロジェクター1の傾きに応じて生成する。

【0036】

射影変換係数算出部31には、プロジェクター1の傾きに応じた傾き情報が制御部20から入力される。制御部20は、例えば、補正前画像P0を投写した状態で、図示しない撮像手段によって投写面Sを撮像し、この撮像結果に基づいて、プロジェクター1に対する投写面Sの傾きを表す傾き情報を導いて、この傾き情報を射影変換係数算出部31に出力する。なお、傾き情報の導出方法は上記に限定されず、図示しない加速度センサー等によってプロジェクター1の傾きを検出して傾き情報を導くようにしてもよいし、ユーザーに操作パネル22やリモコンを操作させて、傾き情報を指定させたり、入力させたりするようにしてもよい。

【0037】

射影変換係数算出部31は、制御部20から入力される傾き情報に基づいて、補正後画像P1の4つの頂点の座標(X₀, Y₀)、(X₁, Y₁)、(X₂, Y₂)、(X₃, Y₃)を算出する。さらに射影変換係数算出部31は、算出した補正後画像P1の頂点の座標を用いて、補正前画像P0から補正後画像P1への変換を定義する射影変換係数を算出する。ここで、上述したように、補正前画像P0の左上、右上、右下、左下の4つの頂点の座標をそれぞれ(x₀, y₀)、(x₁, y₁)、(x₂, y₂)、(x₃, y₃)とし、この4つの頂点の補正後画像P1における座標をそれぞれ(X₀, Y₀)、(X₁, Y₁)、(X₂, Y₂)、(X₃, Y₃)とすると、8つの射影変換係数A～Hを用いて、式(1)に示すような射影変換の行列式が成立する。このため、射影変換係数算出部31は、この式(1)から射影変換係数A～Hを算出し、算出結果をフィルター係数算出部32及び補正処理部40に出力する。

【0038】

【数1】

$$\begin{pmatrix} X_0 & Y_0 & 1 & 0 & 0 & 1 & -x_0X_0 & -x_0Y_0 \\ 0 & 0 & 0 & X_0 & Y_0 & 0 & -y_0X_0 & -y_0Y_0 \\ X_1 & Y_1 & 1 & 0 & 0 & 1 & -x_1X_1 & -x_1Y_1 \\ 0 & 0 & 0 & X_1 & Y_1 & 0 & -y_1X_1 & -y_1Y_1 \\ X_2 & Y_2 & 1 & 0 & 0 & 1 & -x_2X_2 & -x_2Y_2 \\ 0 & 0 & 0 & X_2 & Y_2 & 0 & -y_2X_2 & -y_2Y_2 \\ X_3 & Y_3 & 1 & 0 & 0 & 1 & -x_3X_3 & -x_3Y_3 \\ 0 & 0 & 0 & X_3 & Y_3 & 0 & -y_3X_3 & -y_3Y_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ x_3 \\ y_3 \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

【0039】

なお、この射影変換によって補正前画像P0が補正後画像P1に変換されるものとすると、補正後画像P1内の任意の座標(X, Y)に対応する補正前画像P0内の座標(x, y)を、以下の式(2)、式(3)によって導くことができる。

【0040】

【数2】

$$x = \frac{AX + BY + C}{GX + HY + 1} \quad \dots (2)$$

【0041】

10

20

30

40

50

【数3】

$$y = \frac{DX + EY + F}{GX + HY + 1} \quad \cdots (3)$$

【0042】

フィルター係数算出部32は、射影変換係数算出部31で算出された射影変換係数、及び輝度補正係数記憶部33に記憶されている輝度補正係数を参照して、補正処理部40でフィルター処理を行うためのフィルター係数、即ち補正後画像P1における各画素の画素値を決定するためのフィルター係数を算出する。ここで、補正後画像P1における画素値は、変形率_x、_yの値に応じて変化することから、フィルター係数算出部32は、変形率_x、_yの値毎にフィルター係数を算出し、補正処理部40に出力する。なお、フィルター係数算出部32が算出するフィルター係数は、縦横分離型の1次元フィルターの係数であり、フィルター係数算出部32は、横方向の変形率_xの値に応じた横方向のフィルター係数と、縦方向の変形率_yの値に応じた縦方向のフィルター係数とを個別に算出する。

【0043】

輝度補正係数記憶部33には、縦横それぞれの変形率_x、_yの複数の値に対して輝度補正係数を対応付けた輝度補正係数テーブルが予め記憶されている。輝度補正係数は、台形歪に伴う輝度の偏りを補正するための係数であり、フィルター係数算出部32は、算出したフィルター係数に輝度補正係数を乗じることによって輝度を均一に補正する。

【0044】

図5は、輝度補正係数を説明するためのグラフであり、変形率と輝度補正係数との関係を示している。

図5に示すように、輝度補正係数は、変形率_x、_yが1.0(等倍)のときに1の値をとり、変形率_x、_yが低下するに従って大きな値をとるように設定されている。これは、変形率_x、_yが小さい部分(つまり、a1/a0の値が小さい部分)ほど、投写面S上では大きく拡大されて輝度が低下するためであり、この輝度の低下を補うために、変形率_x、_yの値が小さいほど輝度が高くなるような輝度補正係数が対応付けられている。

【0045】

図6は、フィルター係数算出部32の動作を説明するためのフローチャートである。

プロジェクター1が設置されて制御部20から傾き情報が入力されると、フィルター係数算出部32は、図6に示すフローに従って動作する。なお、フィルター係数算出部32は、縦方向及び横方向のフィルター係数のうち、横方向のフィルター係数をはじめに算出するものとする。

【0046】

図6に示すように、ステップS101では、フィルター係数算出部32は、横方向の変形率_xについて最大値と最小値を検出する。ここで、変形率_xが最大又は最小になる位置は、投写面Sまでの距離が最大又は最小となる位置であり、画像の4つの頂点のいずれかである。このため、フィルター係数算出部32は、4つの頂点の変形率_xを射影変換係数に基づいて算出し、この中から最大値と最小値を抽出する。なお、変形率_xの分布は、投写面Sに対するプロジェクター1の傾きによって変化する。つまり、プロジェクター1の傾きが大きい場合ほど、変形率_xは全体的に小さくなり(例えば、0.5~0.8)、プロジェクター1の傾きが小さい場合ほど、変形率_xは全体的に大きくなる(例えば、0.8~1.0)。

【0047】

ステップS102では、フィルター係数算出部32は、変形率_xの範囲(最小値~最大値)に応じて、複数の変形率_xに対応する横方向のフィルター係数を算出する。本実施形態のフィルター係数算出部32は、変形率_xの最小値及び最大値を含む範囲を0.1刻みで分割し、それぞれに対応するフィルター係数を導出する。例えば、変形率_xの

最小値が 0.75 で、最大値が 1.0 の場合には、0.7、0.8、0.9、1.0 の 4 つの変形率 x にそれぞれ対応する 4 つのフィルター係数を算出する。なお、補正後画像 P1においてモアレの発生等を防ぐために、例えば、変形率の 1/2 をカットオフ周波数とするローパスフィルターとして機能するようにフィルター係数を決定することが望ましい。また、フィルター係数算出部 32 は、フィルター係数の総和を 1 に正規化する。

【0048】

ステップ S103 では、フィルター係数算出部 32 は、射影変換係数に基づいて、横方向の変形率 x の平均値を算出する。ここでは、すべての画素の変形率 x の平均値を算出するようにしてもよいが、処理に要する時間を短縮するために、所定の間隔を空けて抽出した画素の変形率 x の平均値を算出するようにしてもよい。或いは、さらに処理を簡略化して、4 つの頂点の変形率 x の平均値を算出するようにしてもよい。10

【0049】

ステップ S104 では、フィルター係数算出部 32 は、輝度補正係数を調整するための輝度補正係数調整量を算出する。具体的には、フィルター係数算出部 32 は、変形率 x がステップ S103 で算出した平均値のときに輝度が 1 倍（不变）になるように輝度補正係数調整量を決定する。つまり、輝度補正係数記憶部 33 に記憶されている輝度補正係数テーブルにおいて、変形率 x が平均値のときの輝度補正係数を k_m とすると、フィルター係数算出部 32 は、輝度補正係数調整量 q を $q = k_m - 1$ のように決定する。

【0050】

ステップ S105 では、フィルター係数算出部 32 は、輝度補正係数記憶部 33 に記憶されている輝度補正係数と、ステップ S104 で算出した輝度補正係数調整量を用いて、生成された横方向のフィルター係数を補正する。フィルター係数算出部 32 は、ステップ S102 で生成された変形率 x 每のフィルター係数に対して、各変形率 x に対応する輝度補正係数と輝度補正係数調整量との差を乗じることによってフィルター係数を補正する。つまり、横方向の変形率 x のある値に関して、ステップ S102 で算出された補正前のフィルター係数を $h_{\varepsilon}[i]$ (i はシンボル数)、この変形率 x に対応する輝度補正係数を k とすると、補正後のフィルター係数 $h_{\varepsilon}'[i]$ は、式(4)のようになる。20

【0051】

【数4】

$$h_{\varepsilon}'[i] = h_{\varepsilon}[i] \times (k_{\varepsilon} - q) \quad \cdots (4)$$

30

【0052】

次に、フィルター係数算出部 32 は、縦方向のフィルター係数を、横方向と同じく図 6 に示すフローに従って算出する。つまり、フィルター係数算出部 32 は、ステップ S101 では、縦方向の変形率 y について最大値と最小値を検出し、ステップ S102 では、変形率 y の範囲（最小値～最大値）に応じて、複数の変形率 y に対応する縦方向のフィルター係数を算出する。ステップ S103 では、縦方向の変形率 y の平均値を算出し、ステップ S104 では、輝度補正係数調整量を決定する。そして、ステップ S105 では、輝度補正係数と輝度補正係数調整量を用いて、生成された縦方向のフィルター係数を補正する。40

【0053】

図 7 は、変形率と輝度補正係数との関係を示すグラフであり、(a) は、投写面 S に対するプロジェクター 1 の傾きが比較的小さい場合のグラフ、(b) は、投写面 S に対するプロジェクター 1 の傾きが比較的大きい場合のグラフを示している。

図 7 (a)、(b) に示すように、投写面 S に対するプロジェクター 1 の傾きが大きいほど、変形率の範囲（最小値～最大値）やその平均値は小さくなり、変形率が平均値のときの輝度補正係数 k_m 、即ち輝度補正係数調整量 q の値は大きくなる。つまり、プロジェクター 1 の傾きが大きく、輝度が低下しやすい状況であるほど、輝度の補正（上昇）が抑制され、多くの画素で輝度が飽和してしまうことが抑制される。

【0054】

50

図4に戻って、補正処理部40は、射影変換係数記憶部41と、フィルター係数記憶部42と、変形率算出部43と、フレームメモリー44と、フィルター演算部45とを備えて構成されている。補正処理部40は、パラメーター生成部30で生成された射影変換係数、及び変形率毎のフィルター係数に基づいて、画像処理部24から順次入力される画像情報に対して台形歪を補正するフィルター処理を施し、処理後の画像情報を液晶駆動部14に出力する。

【0055】

射影変換係数記憶部41は、射影変換係数算出部31で算出された射影変換係数を記憶する。また、フィルター係数記憶部42は、フィルター係数算出部32で変形率 x, y の値毎に算出されたフィルター係数を記憶する。

10

【0056】

変形率算出部43は、フィルター演算部45が処理の対象とする補正後画像P1の画素の変形率 x, y を算出し、フィルター演算部45に出力する。具体的には、変形率算出部43は、補正後画像P1における処理対象の画素とその周辺の画素について、補正前の位置、即ち補正前画像P0における対応する位置を、射影変換係数を用いて導く。そして、変形率算出部43は、上述した変形率 x, y の定義に従って変形率 x, y を算出する。

【0057】

フレームメモリー44には、画像処理部24から入力される補正前の画像情報（画素値）が順次入力される。そして、フィルター演算部45は、フレームメモリー44に記憶されたフレーム単位の画像情報に対してフィルター処理を施し、補正後画像P1の各画素の画素値を順に決定する。具体的には、フィルター演算部45は、補正後画像P1を構成する画素の1つを処理対象とし、射影変換係数に基づき、フレームメモリー44に記憶されている補正前画像P0の画像情報の中から参照すべき画素（参照画素）の画素値を特定して抽出するとともに、変形率算出部43が算出した変形率に対応するフィルター係数をフィルター係数記憶部42から読み出し、参照画素の画素値に対して、読み出したフィルター係数を用いたフィルター処理を行って新たな画素値を決定する。なお、変形率算出部43が算出した変形率に対応するフィルター係数がフィルター係数記憶部42に記憶されていない場合には、最も近い変形率に対応するフィルター係数を用いるようにしてもよいし、近傍の変形率を補間して、対応するフィルター係数を導出するようにしてもよい。

20

【0058】

フィルター演算部45は、横方向のフィルター処理と、縦方向のフィルター処理を順に行い、これをすべての画素について行う。そして、フィルター演算部45は、処理後の画像情報を液晶駆動部14に出力する。この結果、投写面Sには、台形歪が補正されるとともに、輝度の偏りも補正された状態で入力画像Piが投写される。

30

【0059】

なお、パラメーター生成部30の射影変換係数算出部31及びフィルター係数算出部32は、投写面Sに対するプロジェクター1の傾きが変化した場合に新たなパラメーターを算出すればよく、必ずしも高速での処理が必須ではないことから、ソフトウェアで実現可能することが望ましい。一方、補正処理部40は、順次入力される画像情報を高速で処理する必要があるため、ハードウェアで実現することが望ましい。

40

【0060】

以上説明したように、本実施形態のプロジェクター1によれば、以下の効果を得ることができる。

【0061】

(1) 本実施形態のプロジェクター1によれば、台形歪や輝度を補正するためのフィルター係数を、変形率 x, y に応じて生成するとともに、変形率 x, y の平均値に応じてフィルター係数を調整しているため、変形率 x, y の平均値に応じた量だけ適正に輝度を補正することが可能となり、輝度の補正によって画像が明るくなりすぎたり、暗くなりすぎたりすることを抑制することが可能となる。

50

【0062】

(2) 本実施形態のプロジェクター1によれば、台形歪を補正するためのフィルター係数を調整することによって輝度の偏りも補正するよう正在しているため、フィルター処理によって台形歪を補正する回路(補正処理部40)の構成を利用して、輝度の均一化をも実現することが可能となる。

【0063】

(3) 本実施形態のプロジェクター1によれば、ステップS101で変形率_x,_yの最小値と最大値を求め、ステップS102でフィルター係数を算出する際には、最小値から最大値の範囲に対応するフィルター係数のみを算出するよう正在しているため、フィルター係数の算出に要する時間を短縮することが可能となる。また、算出したフィルター係数を記憶するフィルター係数記憶部42の記憶容量を節約することも可能となる。10

【0064】

なお、本実施形態では、ステップS101を実行して変形率の最大値と最小値を検出する際のフィルター係数算出部32が範囲検出部に相当し、ステップS103を実行して変形率の平均値を算出する際のフィルター係数算出部32が平均値算出部に相当し、ステップS104, S105を実行してフィルター係数を補正する際のフィルター係数算出部32が輝度補正部に相当する。また、式(4)におけるk-qが輝度の補正量に相当する。。

【0065】

(変形例)

また、上記実施形態は、以下のように変更してもよい。20

【0066】

上記実施形態では、変形率_x,_yが平均値のとき、輝度が不变になるようにフィルター係数を調整しているが、輝度が不变になるときの値は、最小値と最大値の間の所定の値であれば、平均値に限定されない。ただし、最大値に近い値であるほど、明るい画像になるが、補正によって最大輝度に達してしまう画素が増加してしまう。一方、最小値に近い値であるほど、輝度の飽和を抑制できるが、暗い画像になる。

【0067】

上記実施形態において、輝度補正係数記憶部33は、変形率_x,_yの複数の値に対して輝度補正係数を対応付けた輝度補正係数テーブルを記憶しているが、輝度補正係数を変形率_x,_yの関数として表した数式を記憶するようにしてもよい。30

【0068】

上記実施形態では、フィルター係数を調整することによって輝度を補正する様子を示したが、この様子に限定されない。例えば、ステップS102で算出したフィルター係数を用いてフィルター演算部45でフィルター処理を行って、フィルター処理後の画素値にk-qを乗じる処理を行うようにしてもよい。

【0069】

上記実施形態において、変形率算出部43は、変形率_x,_yを画素毎に算出しているが、この様子に限定されない。例えば、複数の画素を含んで構成される領域毎に変形率_x,_yを算出するようにしてもよい。40

【0070】

上記実施形態において、プロジェクター1は、赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ透過する3つの液晶ライトバルブ12を用いてカラーの画像光に変調する3板式のプロジェクターであってもよいし、各画素の中にそれぞれ赤色光、緑色光、青色光を透過可能なサブ画素を含んだ1つの液晶ライトバルブ12によって画像光に変調する様子とすることも可能である。

【0071】

上記実施形態では、光変調装置として、透過型の液晶ライトバルブ12を用いているが、反射型の液晶ライトバルブ等、反射型の光変調装置を用いることも可能である。また、入射した光の射出方向を、画素としてのマイクロミラー毎に制御することにより、光源か50

ら射出した光を変調する微小ミラーアレイデバイス等を用いることもできる。

【0072】

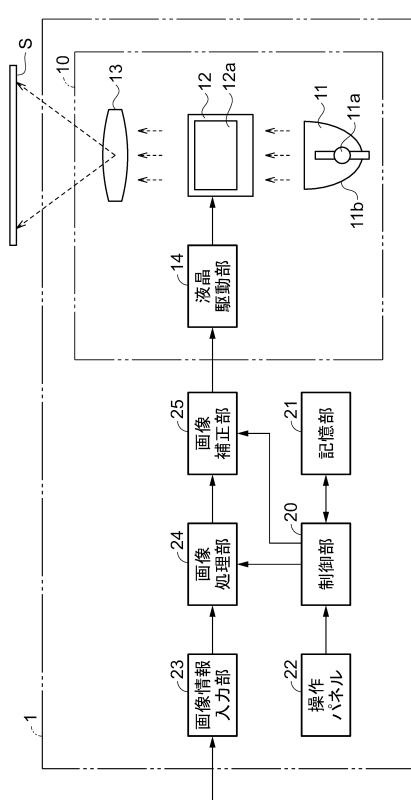
上記実施形態では、光源装置11は、放電型の光源ランプ11aによって構成されているが、LED (Light Emitting Diode : 発光ダイオード) 光源やレーザー光源等の固体光源、或いはその他の光源に適用することもできる。

【符号の説明】

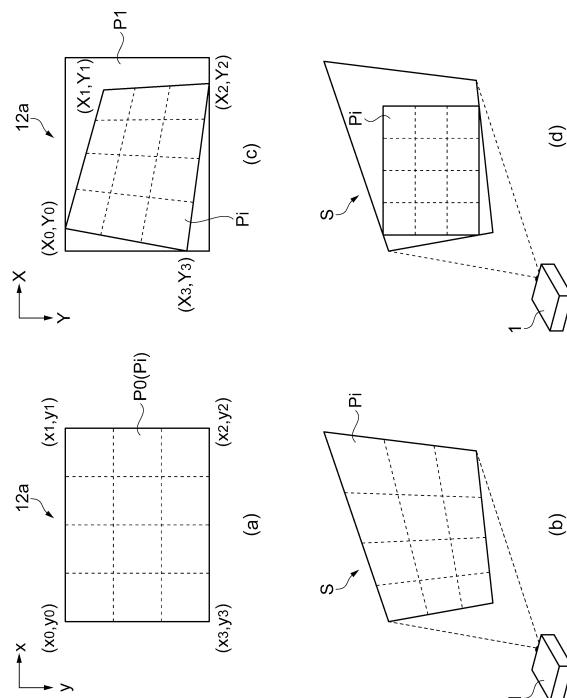
【0073】

1 ... プロジェクター、10 ... 画像投写部、11 ... 光源装置、11a ... 光源ランプ、11b ... リフレクター、12 ... 液晶ライトバルブ、12a ... 画素領域、13 ... 投写レンズ、14 ... 液晶駆動部、20 ... 制御部、21 ... 記憶部、22 ... 操作パネル、23 ... 画像情報入力部、24 ... 画像処理部、25 ... 画像補正部、30 ... パラメーター生成部、31 ... 射影変換係数算出部、32 ... フィルター係数算出部、33 ... 輝度補正係数記憶部、40 ... 補正処理部、41 ... 射影変換係数記憶部、42 ... フィルター係数記憶部、43 ... 变形率算出部、44 ... フレームメモリー、45 ... フィルター演算部、P0 ... 補正前画像、P1 ... 補正後画像、Pi ... 入力画像、S ... 投写面。
10

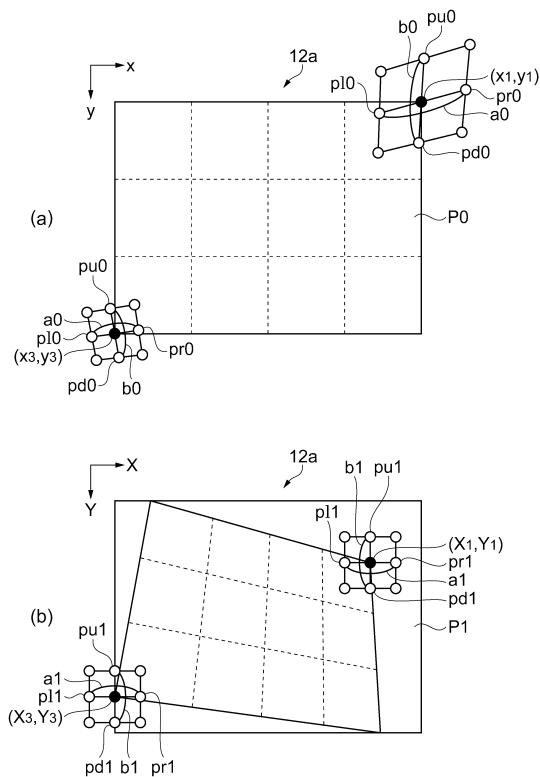
【図1】



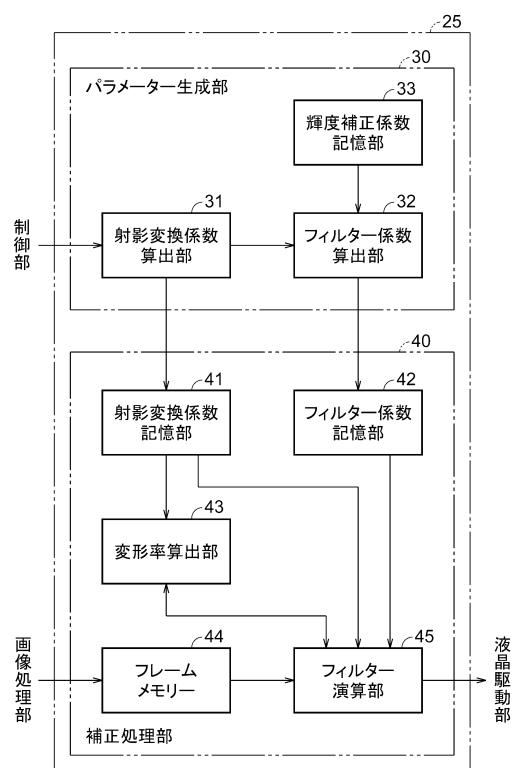
【図2】



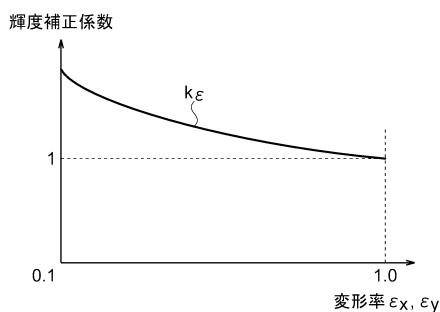
【図3】



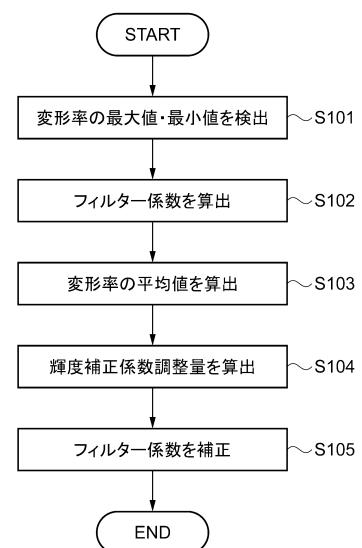
【図4】



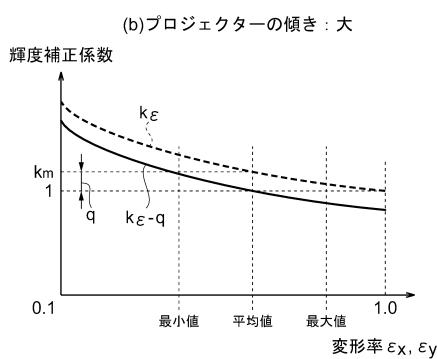
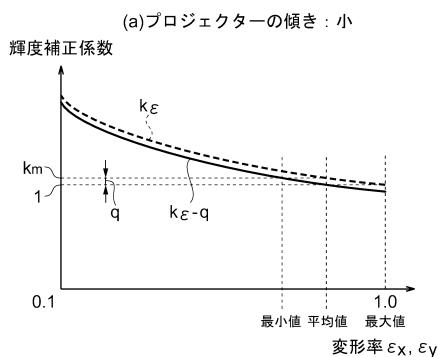
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 5/00 (2006.01) G 0 9 G 5/00 5 1 0 B

審査官 秦野 孝一郎

(56)参考文献 特開2011-193332 (JP, A)
特開2009-65639 (JP, A)
特開2004-349979 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 5 / 7 4
G 0 3 B 2 1 / 0 0
G 0 3 B 2 1 / 1 4
G 0 9 G 5 / 3 6
G 0 9 G 5 / 1 0
G 0 9 G 5 / 0 0