

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5067536号
(P5067536)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N 5/74	(2006.01)	HO4N 5/74	D
GO3B 21/00	(2006.01)	GO3B 21/00	D
GO9G 5/00	(2006.01)	GO9G 5/00	X
GO9G 3/20	(2006.01)	GO9G 5/00	530H
		GO9G 5/00	550C

請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2007-44242 (P2007-44242)

(22) 出願日

平成19年2月23日(2007.2.23)

(65) 公開番号

特開2008-211355 (P2008-211355A)

(43) 公開日

平成20年9月11日(2008.9.11)

審査請求日

平成22年2月19日(2010.2.19)

(73) 特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100090387

弁理士 布施 行夫

(74) 代理人 100090398

弁理士 大渕 美千栄

(72) 発明者 古井 志紀

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

審査官 菅 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プロジェクタ、プログラム、情報記憶媒体および画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

キャリブレーション画像を、投写パネルを介して矩形の投写対象物へ向け投写する投写部と、

前記キャリブレーション画像が前記投写対象物に投写された状態における撮像部からの撮像情報に基づき、前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定する形状決定部と、

当該形状決定部によって決定された形状に沿った領域であって、かつ、前記投写パネルにおける領域である補正目標領域を設定する補正目標領域設定部と、

プロジェクタの縦方向の投写角を判定する縦投写角判定部と、

を含み、

前記補正目標領域設定部は、

前記撮像部の内部の撮像領域における前記補正目標領域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換する座標変換部と、

当該座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記投写パネルにおける前記補正目標領域を設定する領域設定部と、

を含み、

前記領域設定部は、前記形状決定部によって前記投写対象物の水平方向の少なくとも1辺および前記投写対象物の垂直方向の少なくとも1辺が決定されたという条件、あるいは、前記形状決定部によって前記投写対象物の上辺および下辺が決定されたという条件である第1の条件に該当する場合、前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの

横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数として、前記縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値に基づき演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完する、プロジェクタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のプロジェクタにおいて、
前記領域設定部は、前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数とする式に、前記縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値を代入して演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完する、
プロジェクタ。

10

【請求項 3】

請求項 1、2 のいずれかに記載のプロジェクタにおいて、
前記補正目標領域設定部は、前記撮像情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域の位置に関する補正目標位置情報を生成する補正目標位置情報生成部を含み、
前記撮像部は、前記投写部によって投写された前記キャリブレーション画像の少なくとも一部と、前記投写対象物の少なくとも一部とを含む領域を撮像して撮像画像を示す前記撮像情報を生成し、
前記形状決定部は、前記撮像情報に基づき、前記撮像領域における前記投写対象物の位置に関する投写対象位置情報を生成し、

20

前記補正目標位置情報生成部は、前記投写対象位置情報に基づき、前記補正目標位置情報を生成し、
前記座標変換部は、前記補正目標位置情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換する、

プロジェクタ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のプロジェクタにおいて、
前記領域設定部は、前記第 1 の条件に該当せず、前記形状決定部によって前記投写対象物の上辺または下辺が決定された場合である第 2 の条件に該当する場合、前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を 0 度として演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完する、
プロジェクタ。

30

【請求項 5】

投写部を含むプロジェクタの有するコンピュータにより読み取り可能なプログラムであって、

前記コンピュータを、

キャリブレーション画像を、投写パネルを介して矩形の投写対象物へ向け前記投写部に投写させる投写制御部と、

前記キャリブレーション画像が前記投写対象物に投写された状態における撮像部からの撮像情報に基づき、前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定する形状決定部と、

40

当該形状決定部によって決定された形状に沿った領域であって、かつ、前記投写パネルにおける領域である補正目標領域を設定する補正目標領域設定部として機能させ、

前記補正目標領域設定部は、

前記撮像部の内部の撮像領域における前記補正目標領域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換する座標変換部と、

当該座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記投写パネルにおける前記補正目標領域を設定する領域設定部と、

を含み、

前記領域設定部は、前記形状決定部によって前記投写対象物の水平方向の少なくとも 1 辺および前記投写対象物の垂直方向の少なくとも 1 辺が決定されたという条件、あるいは

50

、前記形状決定部によって前記投写対象物の上辺および下辺が決定されたという条件である第1の条件に該当する場合、前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数として、前記プロジェクタの縦方向の投写角を判定する縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値に基づき演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完する、

プログラム。

【請求項6】

請求項5に記載のプログラムにおいて、

前記領域設定部は、前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数とする式に、前記縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値を代入して演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完する、

プログラム。

【請求項7】

投写部を含むプロジェクタの有するコンピュータにより読み取り可能なプログラムを記憶した情報記憶媒体であって、

請求項5、6のいずれかに記載のプログラムを記憶した情報記憶媒体。

【請求項8】

投写部を含むプロジェクタの有するコンピュータによる画像生成方法であって、

前記コンピュータは、

キャリブレーション画像を、投写パネルを介して矩形の投写対象物へ向け前記投写部に投写させ、

前記キャリブレーション画像が前記投写対象物に投写された状態における撮像部からの撮像情報に基づき、前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定し、

当該決定において、前記投写対象物の水平方向の少なくとも1辺および前記投写対象物の垂直方向の少なくとも1辺を決定したという条件、あるいは、前記投写対象物の上辺および下辺を決定したという条件である第1の条件に該当する場合、前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数として、前記プロジェクタの縦方向の投写角を判定する縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値に基づき演算することにより、前記投写対象物の未決定部分を補完し、

前記決定または前記補完によって決定した形状に沿った補正目標領域であって、前記撮像部の内部の撮像領域における前記補正目標領域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換し、

当該変換後の座標値に基づき、前記投写パネルにおける前記補正目標領域を設定する、画像生成方法。

【請求項9】

請求項8に記載の画像生成方法において、

前記プロジェクタの縦方向の投写角、前記プロジェクタの横方向の投写角及び前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数とする式に、前記縦投写角判定部によって判定された前記縦方向の投写角を示す値を代入して演算することにより、前記投写対象物の未決定部分を補完する、

画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像の形状を補正して投写するためのプロジェクタ、プログラム、情報記憶媒体および画像生成方法に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

プロジェクタがスクリーン等に画像を投写する場合、画像に歪みが発生する場合がある。このような画像の歪みを補正する手法として、例えば、特開2006-60447号公報では、撮像画像におけるスクリーンの各辺の消失点を2次元平面において決定し、当該消失点に基づいて撮像画像におけるスクリーンの辺を補完して画像の歪みを補正する手法が提案されている。

【特許文献1】特開2006-60447号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

10

特開2006-60447号公報では、プロジェクタの水平方向の傾き（ヨー角）、プロジェクタの垂直方向の傾き（ピッチ角）のみが考慮され、プロジェクタの投写光の光軸に対する傾き（ロール角）は考慮されていない。しかし、実際には、プロジェクタの設置されたテーブルが傾いている場合等にはロール角が0度でなく、特開2006-60447号公報の手法では正確に画像の歪みを補正することができない。

【0004】

本発明の目的は、プロジェクタが、投写光の光軸に対して傾いている場合であっても正確に画像の歪みを補正することが可能なプロジェクタ、プログラム、情報記憶媒体および画像生成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

上記課題を解決するため、本発明に係るプロジェクタは、キャリブレーション画像を、投写パネルを介して矩形の投写対象物へ向け投写する投写部と、前記キャリブレーション画像が前記投写対象物に投写された状態における撮像部からの撮像情報または当該状態における操作部からの操作情報に基づき、前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定する形状決定部と、当該形状決定部によって決定された形状に沿った領域であって、かつ、前記投写パネルにおける領域である補正目標領域を設定する補正目標領域設定部と、前記補正目標領域の形状で画像を前記投写パネルに生成する画像生成部と、を含み、前記補正目標領域設定部は、前記投写対象位置情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域の位置に関する補正目標位置情報を生成する補正目標位置情報生成部と、当該補正目標位置情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換する座標変換部と、当該座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記補正目標領域を設定する領域設定部と、を含み、前記領域設定部は、前記形状決定部によって前記投写対象物の全形状が決定されない場合、前記座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記投写パネルの座標系における前記投写対象物の辺によって形成される垂直方向および水平方向の消失点の座標値を決定するととともに、当該座標値に基づき、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完することにより、前記補正目標領域を設定することを特徴とする。

30

【0006】

また、本発明に係るプログラムは、投写部を含むプロジェクタの有するコンピュータにより読み取り可能なプログラムであって、前記コンピュータを、キャリブレーション画像を、投写パネルを介して矩形の投写対象物へ向け前記投写部に投写させる投写制御部と、前記キャリブレーション画像が前記投写対象物に投写された状態における撮像部からの撮像情報または当該状態における操作部からの操作情報に基づき、前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定する形状決定部と、当該形状決定部によって決定された形状に沿った領域であって、かつ、前記投写パネルにおける領域である補正目標領域を設定する補正目標領域設定部と、前記補正目標領域の形状で画像を前記投写パネルに生成する画像生成部として機能させ、前記補正目標領域設定部は、前記投写対象位置情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域の位置に関する補正目標位置情報を生成する補正目標位置情報生成部と、当該補正目標位置情報に基づき、前記撮像領域における前記補正目標領域を設定することを特徴とする。

40

50

域の座標値を、前記投写パネルにおける座標値に変換する座標変換部と、当該座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記補正目標領域を設定する領域設定部と、を含み、前記領域設定部は、前記形状決定部によって前記投写対象物の全形状が決定されない場合、前記座標変換部による変換後の座標値に基づき、前記投写パネルの座標系における前記投写対象物の辺によって形成される垂直方向および水平方向の消失点の座標値を決定するととともに、当該座標値に基づき、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完することにより、前記補正目標領域を設定することを特徴とする。

【0007】

また、本発明に係る情報記憶媒体は、投写部を含むプロジェクタの有するコンピュータにより読み取り可能なプログラムを記憶した情報記憶媒体であって、上記プログラムを記憶したことを特徴とする。

10

【0008】

本発明によれば、プロジェクタは、前記投写パネルの座標系における投写対象物の辺によって形成される垂直方向および水平方向の消失点の座標値を決定するととともに、当該座標値に基づき、形状決定部による投写対象物の未決定部分を補完することにより、プロジェクタが、投写光の光軸に対して傾いている場合であっても正確に画像の歪みを補正することができる。

【0009】

また、前記撮像部は、前記投写部によって投写された前記キャリブレーション画像の少なくとも一部と、前記投写対象物の少なくとも一部とを含む領域を撮像して撮像画像を示す前記撮像情報を生成し、前記形状決定部は、前記撮像情報に基づき、前記撮像画像に含まれる前記投写対象物の少なくとも一部の形状を決定してもよい。

20

【0010】

これによれば、プロジェクタは、撮像情報に基づいて投写対象物の少なくとも一部の形状を決定することができるため、操作情報を入力することなく、画像の歪みを正確に補正することができる。

【0011】

また、前記領域設定部は、第1の条件である前記形状決定部によって前記投写対象物の水平方向の少なくとも1辺および前記投写対象物の垂直方向の少なくとも1辺が決定された場合または前記形状決定部によって前記投写対象物の上辺および下辺が決定された場合に該当する場合、前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を変数として演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完してもよい。

30

【0012】

これによれば、プロジェクタは、プロジェクタの回転角を変数とする演算を行うことにより、投写光の光軸に対して傾いている場合であっても正確に画像の歪みを補正することができる。

【0013】

また、前記領域設定部は、第1の条件に該当せず、前記形状決定部によって前記投写対象物の上辺または下辺が決定された場合である第2の条件に該当する場合、前記投写部の光軸に対する前記プロジェクタの回転角を0度として演算することにより、前記形状決定部による前記投写対象物の未決定部分を補完してもよい。

40

【0014】

これによれば、プロジェクタは、プロジェクタの回転角を変数とする演算を行うことができない場合であっても、画像の歪みを補正することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明をプロジェクタに適用した場合を例に採り、図面を参照しつつ説明する。なお、以下に示す実施例は、特許請求の範囲に記載された発明の内容を何ら限定するものではない。また、以下の実施例に示す構成のすべてが、特許請求の範囲に記載された発明の解決手段として必須であるとは限らない。

50

【0016】

(従来の問題点)

図1は、従来の投写画像12を示す図である。従来のプロジェクタは、投写対象物の一種であるスクリーン10の横：縦の比が4：3。1程度の場合であっても、設定に応じて横：縦の比が4：3の画像を投写していた。このため、図1に示すように、スクリーン10の上端と下端に画像が投写されない領域が発生してしまい、ユーザーに違和感を与えていた。また、従来のプロジェクタは、撮像画像に応じて画像の歪みを補正しているが、当該撮像画像が光学歪み、ノイズ、撮像部の解像度限界等による誤差の影響を受けている場合、スクリーン10に非表示領域が発生し、ユーザーに違和感を与えていた。

【0017】

10

図2は、プロジェクタ20のロール角を示す図である。また、従来のプロジェクタ20は、縦方向の投写角度(ピッチ角)、横方向の投写角度(ヨー角)に応じて画像の歪みを補正していたが、投写光の光軸に対するプロジェクタ20の回転角度(ロール角)を用いていないため、プロジェクタ20の設置されたテーブル等が傾いている場合、画像の歪みを正確に補正することができなかった。

【0018】

図3は、従来の歪み補正後の投写画像12を示す図である。また、従来のプロジェクタ20は、撮像部(例えば、CCDセンサー等)の撮像領域(例えば、CCDパネル等)の座標値を用いて多くの演算を行っていた。このため、撮像部のプロジェクタ20への取り付け位置が本来の位置からわずかにずれている場合であっても、従来の歪み補正後の投写画像12が図3に示すように歪んでしまっていた。

20

【0019】

(第1の実施例)

これらの問題を解決するため、本実施例におけるプロジェクタは、補正目標領域のアスペクト比と基準アスペクト比との相違を示す値が設定条件を満たすかどうかを判定し、当該判定結果に応じたアスペクト比で画像を投写することにより、状況に応じたアスペクト比で画像を投写する機能を有する。また、本実施例におけるプロジェクタは、ロール角を用いて画像の歪みを補正する機能を有する。さらに、本実施例におけるプロジェクタは、画像の座標値に関する演算を投写パネルの座標系で演算する機能を有する。

【0020】

30

次に、これらの機能を有するプロジェクタ100の機能ブロックについて説明する。図4は、第1の実施例におけるプロジェクタ100の機能ブロック図である。プロジェクタ100は、スクリーン10に投写されたキャリブレーション画像を撮像して撮像画像を示す撮像情報を生成する撮像部110と、種々のデータを記憶する記憶部120と、撮像情報に基づき、スクリーン10の少なくとも一部の形状を決定する形状決定部130とを含んで構成されている。

【0021】

また、記憶部120は、画像を生成するための画像情報122、撮像部110からの撮像情報124、基準アスペクト比や判定基準値等を示す基準データ126等を記憶している。

40

【0022】

また、プロジェクタ100は、補正目標領域を設定する補正目標領域設定部140と、投写パネルの一種である液晶パネルの補正目標領域に画像を生成する画像生成部150と、当該画像を投写する投写部190と、補正目標領域のアスペクト比を演算するアスペクト比演算部170と、種々の判定を行う判定部172と、プロジェクタ100の縦方向の投写角度を判定する縦投写角判定部180とを含んで構成されている。

【0023】

また、補正目標領域設定部140は、形状決定部130からの情報に基づき、補正目標位置情報を生成する補正目標位置情報生成部142と、撮像領域の座標値を液晶パネルの座標値に変換する座標変換部144と、当該座標値に基づき、補正目標領域を設定する領

50

域設定部 146 を含んで構成されている。

【0024】

なお、これらの各部の機能をプロジェクト 100 に実装するためのハードウェアとしては、例えば、以下のハードウェアが採用されてもよい。例えば、撮像部 110 としては CCD センサー等、記憶部 120 としては RAM、HDD 等、形状決定部 130、補正目標領域設定部 140、アスペクト比演算部 170、判定部 172 としては CPU 等、画像生成部 150 としては画像処理回路、液晶駆動回路等、縦投写角判定部 180 としては角度センサー等、投写部 190 としては液晶パネル、ランプ、投写レンズ等が採用されてもよい。

【0025】

なお、プロジェクト 100 は、これらの各部の機能を実装するためのプログラムを記憶した情報記憶媒体 200 から当該プログラムを読み取って各部の機能を実装してもよい。このような情報記憶媒体 200 としては、例えば、CD-ROM、DVD-ROM、ROM、RAM、HDD 等を適用でき、そのプログラムの読み取り方式は接触方式であっても、非接触方式であってもよい。

【0026】

次に、これらの各部を用いた投写手順について説明する。図 5 は、第 1 の実施例における投写手順を示すフローチャートである。例えば、プロジェクト 100 は、プロジェクト 100 が起動した場合、ユーザーから補正指示があった場合等に画像の歪みを補正する。画像の歪みを補正する場合、まず、画像生成部 150 は、画像情報 122 に基づき、キャリブレーション画像を生成し、投写部 190 は、当該キャリブレーション画像をスクリーン 10 へ向け投写する（ステップ S1）。

【0027】

撮像部 110 は、スクリーン 10 に投写されたキャリブレーション画像を撮像して撮像情報 124 を生成し、記憶部 120 に記憶する（ステップ S2）。本実施例では、プロジェクト 100 は、3 種類のキャリブレーション画像を投写し、撮像する。

【0028】

図 6 (A) は、全白のキャリブレーション画像 300 を示す図であり、図 6 (B) は、中央白のキャリブレーション画像 301 を示す図であり、図 6 (C) は、全黒のキャリブレーション画像 302 を示す図である。まず、プロジェクト 100 は、全白（画像全体が白）のキャリブレーション画像 300 を投写し、自動露出で撮像する。

【0029】

次に、プロジェクト 100 は、全体の画像と比例形状の中央領域（例えば、画像全体の 9 分の 1 の領域であって、画像の中央にある領域）が白であり、中央領域以外の領域が黒であるキャリブレーション画像 301 を投写し、キャリブレーション画像 300 撮像時の自動露出によって決定された露出で撮像する。さらに、プロジェクト 100 は、全黒（画像全体が黒）のキャリブレーション画像 302 を投写し、キャリブレーション画像 300 撮像時の自動露出によって決定された露出で撮像する。

【0030】

図 7 (A) は、全白のキャリブレーション画像 300 の撮像画像 400 を示す図であり、図 7 (B) は、中央白のキャリブレーション画像 301 の撮像画像 401 を示す図であり、図 7 (C) は、全黒のキャリブレーション画像 302 の撮像画像 402 を示す図である。

【0031】

例えば、図 7 (A) に示すように、キャリブレーション画像 300 の一部がスクリーン 10 の外部にはみ出している場合であっても、図 7 (B) に示すように、キャリブレーション画像 301 の中央領域はスクリーン 10 上に投写されている。これにより、プロジェクト 100 は、スクリーン 10 における全白画像の輝度値、形状等を把握することができる。なお、3 種類のキャリブレーション画像 300 ~ 302 の撮像順序は任意である。

【0032】

10

20

30

40

50

形状決定部 130 は、撮像部 110 による上記 3 種類の撮像が終了したかどうかを判定し（ステップ S3）、撮像が終了した場合、撮像情報 124 に基づき、撮像領域におけるスクリーン 10 の位置を示す投写対象位置情報を生成する（ステップ S4）。具体的には、例えば、形状決定部 130 は、撮像画像 400 と撮像画像 402 との差分画像を生成し、当該差分画像に対してエッジ検出等を行うことにより、撮像領域におけるスクリーン 10 と背景部分との境界線を決定し、当該境界線の位置に関する投写対象位置情報を生成する。なお、差分画像を用いるのは蛍光灯等の光が撮像画像 400 等に写ることによるノイズの影響をなくすためである。

【0033】

補正目標位置情報生成部 142 は、形状決定部 130 からの投写対象位置情報に基づき、補正目標位置情報を生成する（ステップ S5）。図 8 は、撮像画像 403 における補正後のスクリーン 10 の一例を示す図である。例えば、補正目標位置情報生成部 142 は、撮像画像 403 におけるスクリーン 10 を 1 画素分大きくした領域 A B C D（図 8 の破線で示す領域）を設定し、領域 A B C D の位置に関する（例えば、当該領域の 4 隅の撮像領域における座標値等を示す）補正目標位置情報を生成する。

【0034】

座標変換部 144 は、補正目標位置情報生成部 142 からの補正目標位置情報に基づき、領域 A B C D の撮像領域における座標値を液晶パネルにおける座標値に変換する（ステップ S6）。なお、この変換としては、具体的には、例えば、射影変換等が該当する。

【0035】

領域設定部 146 は、座標変換部 144 による座標変換後の座標値に基づき、補正目標領域を設定する（ステップ S7）。次に、補正目標領域の設定について、より詳細に説明する。図 9 は、第 1 の実施例における補正目標領域設定手順を示すフロー チャートである。

【0036】

領域設定部 146 は、形状決定部 130 によって差分画像におけるスクリーン 10 の 4 辺が検出されたかどうかを判定する（ステップ S11）。また、領域設定部 146 は、4 辺が検出されなかった場合、スクリーン 10 の 3 辺が検出されたかどうかを判定する（ステップ S12）。

【0037】

図 10 は、垂直消失点 V と水平消失点 H を示す模式図である。例えば、図 10 に示す例では、スクリーン 10 の上辺、下辺、左辺の 3 辺が検出されている。領域設定部 146 は、3 辺が検出されている場合、垂直、水平のどちらか一方の消失点に基づき、もう一方の消失点を決定する（ステップ S13）。

【0038】

具体的には、例えば、領域設定部 146 は、図 10 に示す例の場合、 $Z = 1$ である平面に仮想投写面 14 を設定し、スクリーン 10 の上辺の延長線と下辺の延長線が交わる水平消失点 H の座標値を演算する。

【0039】

垂直消失点 V は左辺の延長線上にあり、かつ、各消失点と原点 O のなす角 $H O V$ は直角である。領域設定部 146 は、この性質を利用してスクリーン 10 の左辺の延長線と右辺の延長線が交わる垂直消失点 V の座標値を演算する。

【0040】

一方、3 边が検出されていない場合、領域設定部 146 は、スクリーン 10 の縦辺（左辺または右辺）と横辺（上辺または下辺）が検出されているかどうかを判定する（ステップ S14）。縦辺と横辺が検出されている場合、領域設定部 146 は、縦投写角、横投写角、ロール角が変数の式に基づき、各消失点を決定する（ステップ S15）。

【0041】

例えば、縦投写角を θ 、横投写角を ϕ 、ロール角を ψ とすると、仮想投写面 14 における各消失点の座標値（X, Y）は、

10

20

30

40

50

【0042】

【数1】

$$\text{垂直消失点 } V = \left(\frac{\sin \psi \cos \phi}{\sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta}, \frac{-\sin \psi \sin \phi \sin \theta + \cos \psi \cos \theta}{\sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta} \right) \dots \text{式(1)}$$

【0043】

【数2】

$$\text{水平消失点 } H = \left(\frac{\cos \psi \cos \phi}{\cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta}, \frac{-\cos \psi \sin \phi \sin \theta - \sin \psi \cos \theta}{\cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta} \right) \dots \text{式(2)}$$

10

で表される。なお、これらの式の根拠については後述する。

【0044】

また、ここで、縦投写角は、例えば、スクリーン10と投写部190による投写光の光軸との垂直方向の相対的な角度のことであり、横投写角は、例えば、スクリーン10と投写部190による投写光の光軸との水平方向の相対的な角度のことである。また、縦投写角は縦投写角判定部180によって判定されるプロジェクタ100の垂直方向の傾きを示す値であってもよい。

20

【0045】

領域設定部146は、縦投写角判定部180によって判定されたプロジェクタ100の垂直方向の傾きを示す値を に代入することにより、上記の式を と の連立方程式として解くことができ、垂直消失点と水平消失点を決定することができる。

【0046】

一方、横辺と縦辺が検出されていない場合、領域設定部146は、スクリーン10の上辺と下辺が検出されているかどうかを判定する(ステップS16)。上辺と下辺が検出されている場合、領域設定部146は、ステップS15と同様に各消失点を決定する(ステップS17)。具体的には、領域設定部146は、上辺と下辺の位置情報から水平消失点を決定することができる。また、垂直消失点は、ステップS15と同様に、縦投写角判定部180によって判定されたプロジェクタ100の垂直方向の傾きを示す値を に代入することにより、上記の式を と の連立方程式として解くことができ、垂直消失点を決定することができる。

30

【0047】

一方、上辺と下辺が検出されていない場合、領域設定部146は、スクリーン10の上辺または下辺が検出されているかどうかを判定する(ステップS18)。上辺または下辺が検出されている場合、領域設定部146は、特開2006-60447号に記載された従来の手法を用いて各消失点を決定する(ステップS19)。

【0048】

また、以上の条件のいずれにも当てはまらない場合、画像生成部150は、画像情報122に基づき、画像の歪みを補正できないことを示す画像を生成し、投写部190は、当該画像を投写し(ステップS20)、プロジェクタ100は歪み補正処理を終了する。

40

【0049】

また、領域設定部146は、ステップS13、S15、S17、S19のいずれかの処理によって消失点を決定した場合、既知のスクリーン10の座標値と、各消失点の座標値に基づき、補正目標領域の不足辺を補完する(ステップS21)。

【0050】

以上の手順により補正目標領域の形状が決定される。補正目標領域の形状が決定された状態で、領域設定部146は、補正目標領域のアスペクト比を補正する(ステップS22)。ここで、アスペクト比補正手順についてより詳細に説明する。図11は、第1の実施

50

例におけるアスペクト比補正手順を示すフローチャートである。

【0051】

アスペクト比演算部170は、領域設定部146によって決定された補正目標領域のアスペクト比を演算する(ステップS30)。なお、アスペクト比は、縦辺の長さを横辺の長さで割った値である。例えば、横辺の長さ：縦辺の長さが4：3であれば、アスペクト比は0.75である。

【0052】

判定部172は、形状決定部130によってスクリーン10の4辺が検出されたかどうかを判定する(ステップS31)。当該4辺が検出されている場合、判定部172は、条件を補正目標領域のアスペクト比と基準アスペクト比の差が10%以内に設定する(ステップS32)。

10

【0053】

なお、基準アスペクト比は、例えば、プロジェクトタ100の製造業者やユーザーによって設定される望ましいアスペクト比のことであり、基準データ126の一部として記憶部120に記憶されている。例えば、基準アスペクト比が0.75である場合、上記条件は補正目標領域のアスペクト比が0.675以上0.825以下となる。

【0054】

また、判定部172は、上記4辺が検出されていない場合、条件を補正目標領域のアスペクト比と基準アスペクト比の差が3%以内に設定する(ステップS32)。例えば、基準アスペクト比が0.75である場合、この条件は補正目標領域のアスペクト比が0.7275以上0.7725以下となる。

20

【0055】

そして、判定部172は、アスペクト比演算部170によって演算された補正目標領域のアスペクト比が、設定した条件を満たすかどうかを判定する(ステップS34)。条件を満たさない場合、判定部172は、基準アスペクト比になるように補正目標領域を設定する(ステップS35)。

【0056】

判定部172は、液晶パネルにおける最終的な補正目標領域の4隅の座標値を示す情報を画像生成部150に出力する。画像生成部150は、当該情報と、画像情報122に基づき、液晶パネルにおける補正目標領域に画像を生成する(ステップS8)。投写部190は、当該画像を投写する(ステップS9)。

30

【0057】

以上のように、本実施例によれば、プロジェクトタ100は、補正目標領域のアスペクト比と基準アスペクト比との相違を示す値が設定条件を満たすかどうかを判定し、当該判定結果に応じたアスペクト比で画像を投写することにより、状況に応じたアスペクト比で画像を投写することができる。

【0058】

また、本実施例によれば、プロジェクトタ100は、撮像情報に基づいてスクリーン10の少なくとも一部の形状を決定することができるため、操作情報を入力することなく、正確に画像の歪みを補正でき、所望のアスペクト比で画像を投写することができる。

40

【0059】

また、本実施例によれば、プロジェクトタ100は、撮像画像にスクリーン10の全部が含まれない場合であってもスクリーン10の未決定部分を補完することができるため、より汎用的に状況に応じたアスペクト比で画像を投写することができる。

【0060】

また、本実施例によれば、プロジェクトタ100は、アスペクト比の相違を範囲で判定することにより、測定誤差等を吸収することができるため、スクリーン10に非表示領域が発生する事態の発生を抑制することができる。

【0061】

また、本実施例によれば、プロジェクトタ100は、形状決定部130によってスクリー

50

ン 1 0 の全形状が決定されない場合は当該全形状が決定される場合と比べて判定用の範囲を狭く設定することにより、画像の歪み等が大きい場合により厳しく判定することができ、誤った形状で画像を投写する事態の発生を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

また、本実施例によれば、プロジェクタ 1 0 0 は、スクリーン 1 0 の形状よりも少なくとも 1 画素分広い領域を補正目標領域として設定することにより、スクリーン 1 0 に非表示領域が発生する事態の発生を抑制することができる。

【 0 0 6 3 】

また、本実施例によれば、プロジェクタ 1 0 0 は、投写パネルの座標系におけるスクリーン 1 0 の辺によって形成される垂直方向および水平方向の消失点の座標値を決定するとともに、当該座標値に基づき、形状決定部 1 3 0 によるスクリーン 1 0 の未決定部分を補完することにより、プロジェクタ 1 0 0 が、投写光の光軸に対して傾いている場合や撮像部 1 1 0 の取り付け誤差が発生している場合であっても正確に画像の歪みを補正することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本実施例によれば、プロジェクタ 1 0 0 は、プロジェクタ 1 0 0 の回転角を変数とする演算を行うことにより、投写光の光軸に対して傾いている場合であっても正確に画像の歪みを補正することができる。また、本実施例によれば、プロジェクタ 1 0 0 は、当該回転角を 0 度として演算することにより、プロジェクタ 1 0 0 の回転角を変数とする演算を行うことができない場合であっても、画像の歪みを補正することができる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施例によれば、プロジェクタ 1 0 0 は、投写パネルにおける座標値に基づいて補正目標領域を設定することにより、撮像部 1 1 0 の取り付け状態に誤差が生じている場合であっても画像の歪みを適切に補正することができる。

【 0 0 6 6 】

(消失点の求め方についての説明)

ここで、上述した消失点の求め方についてより詳細に説明する。ピッチ角 ψ とヨー角 θ を固定しておけば、スクリーン 1 0 がロール方向に回転しても補正形状には影響しないため、ピッチ角 ψ 、ヨー角 θ 、ロール角 ϕ の順序でプロジェクタ 1 0 0 を回転させることとする。

【 0 0 6 7 】

ピッチ角 ψ 、ヨー角 θ 、ロール角 ϕ の回転を行う 3 次元の回転行列は、

【 0 0 6 8 】

【 数 3 】

$$\text{回転行列 } R = \begin{pmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \phi & 0 & \sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

したがって、

【 0 0 6 9 】

【 数 4 】

$$R = \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \phi & -\cos \psi \sin \phi \sin \theta & -\sin \psi \cos \theta & \cos \psi \sin \phi \cos \theta & -\sin \psi \sin \theta \\ \sin \psi \cos \phi & -\sin \psi \sin \phi \sin \theta & +\cos \psi \cos \theta & \sin \psi \sin \phi \cos \theta & +\cos \psi \sin \theta \\ -\sin \phi & -\cos \phi \sin \theta & \cos \phi \cos \theta & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

となる (は向きが逆なので - の回転になっている)。

10

20

30

40

50

【0070】

これは、プロジェクタ100を外から見たときの回転であり、プロジェクタ100自身からはこの行列とは反対方向に回転しているように見える。したがって、プロジェクタ100から見たスクリーン10の回転を表す座標変換行列はこの逆行列になる。回転行列は、直交行列の一種であるため、逆行列を求めるには、

【0071】

【数5】

$$\text{転置行列 } R' = \begin{pmatrix} \cos\psi \cos\phi & \sin\psi \cos\phi & -\sin\phi \\ -\cos\psi \sin\phi \sin\theta & -\sin\psi \sin\phi \sin\theta + \cos\psi \cos\theta & -\cos\phi \sin\theta \\ \cos\psi \sin\phi \cos\theta & \sin\psi \sin\phi \cos\theta + \cos\psi \sin\theta & \cos\phi \cos\theta \end{pmatrix}$$

10

を求めるべき。

【0072】

転置行列 R' で回転前の水平方向の無限遠点 [1:0:0] と垂直方向の無限遠点 [0:1:0] を回転させると消失点を求めることができる。すなわち、3次元空間においては、垂直消失点と水平消失点は互いに直交している。なお、奥行方向の無限遠点 [0:0:1] を回転させるとスクリーン10の法線を求めることができる。具体的には、

$$\text{垂直消失点 } V = [\sin \cos : -\sin \sin \sin + \cos \cos : \sin \sin \cos + \cos \sin] \quad \text{式(3)}$$

20

$$\text{水平消失点 } H = [\cos \cos : -\cos \sin \sin - \sin \cos : \cos \sin \cos - \sin \sin] \quad \text{式(4)}$$

スクリーン10の法線 = [-sin : -cos sin : cos cos]

となる。

【0073】

なお、ここで、[x:y:z] は射影幾何学における点(x, y, z)を表している。垂直消失点 V と水平消失点 H の3次元座標値を Z 成分で割ることにより、上述した式(1)および(2)で座標値を表すことができる。

【0074】

30

また、垂直消失点 V とスクリーン10の横辺から水平消失点を求める場合は以下の演算を行えばよい。上述したように、垂直消失点 V と水平消失点 H は3次元空間では直交している。したがって、垂直消失点 V [a:b:c] とすると、水平消失点 H は V を法線とする平面上になければならない。 V を法線とする平面の方程式は $ax+by+cz=0$ なので、 $z=1$ を代入すれば、水平消失点 H は直線 $ax+by+c=0$ 上にあることになる。したがって、水平消失点 H は横辺と直線 $ax+by+c=0$ の交点として求められる。

【0075】

また、スクリーン10の縦辺および横辺と縦投写角 から以下の演算を行うことにより、垂直消失点 V を求めることができる。まず、左辺または右辺の式を $Ax+By+C=0$ とし、上辺または下辺の式を $Dx+Ey+F=0$ とする。

40

【0076】

上述した垂直消失点 V および水平消失点 H の式をそれぞれ縦辺および横辺の式に代入してまとめると、

$$0 = A \tan \cos + B \cos + C \sin + (-B \sin + C \cos) \tan \sin$$

$$0 = D \cos - (E \cos + F \sin) \tan + (-E \sin + F \cos) \sin$$

となる。縦投写角判定部180からを得ることができ、この2式に含まれる未知数は2だけとなるため、垂直消失点 V を求めることができる。

【0077】

また、水平消失点 H と縦投写角 から以下の演算を行うことにより、垂直消失点 V を求めることができる。まず、式(3)および(4)を縦投写角判定部180からの を用い

50

て X 軸に対して回転すると、

垂直消失点 $V' = [\sin \cos : \cos \sin \sin \sin]$

水平消失点 $H' = [\cos \cos : -\sin \cos \sin]$

となる。

【0078】

水平消失点 H は既知であるため、回転した H' の成分も求められる。そこで、 H' の成分から V' を求めるため、 V' の成分を定数倍すると、

垂直消失点 $V' = [\cos \cos : \sin \sin]$

$= [\cos \cos : -\sin -(1/\sin) : \cos \sin]$

となる。

10

【0079】

したがって、この式の Y 成分を $V'y = H'y - (1/H'y)$ と置き換えると H' から V' を求めることができる。 V' が求められた場合、X 軸を中心に - 回転させることにより、垂直消失点 V を求めることができる。

【0080】

また、縦投写角判定部 180 からののみから垂直消失点 V を求める場合は、ロール角を 0 度とする。式 (1) に $= 0$ を代入すると、垂直消失点 $V = (0, 1 / \tan)$ となり、から垂直消失点 V を求めることができる。

【0081】

(第 2 の実施例)

20

図 12 は、第 2 の実施例におけるプロジェクトタ 101 の機能ブロック図である。プロジェクトタ 101 は、撮像部 110 に代えてユーザーの操作情報 128 を入力する操作部 160 を有している。また、記憶部 120 は、撮像情報 124 に代えて操作情報 128 を記憶する。

【0082】

例えば、ユーザーがリモコン (リモートコントローラ) を用いて投写画像 12 の 4 隅をスクリーン 10 の 4 隅に移動させる操作を行った場合、操作部 160 は、当該操作の内容を示す操作情報 128 を入力し、記憶部 120 に記憶する。形状決定部 130 は、操作情報 128 に基づいてスクリーン 10 の形状を決定し、補正目標領域設定部 140 は、当該形状に応じて補正目標領域を設定する。

30

【0083】

以上のように、撮像情報を用いない場合であっても、プロジェクトタ 101 は、第 1 の実施例と同様に、正確に画像の歪みを補正することができる。

【0084】

(その他の実施例)

なお、本発明の適用は上述した実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、本発明の適用は、画像の歪み補正には限定されず、例えば、指示位置の検出、画像の明るさ補正、画像の色補正等に適用されてもよい。

【0085】

また、ステップ S32 における条件の値は 10 % には限定されず、ステップ S33 における条件の値も 3 % には限定されず、任意の数値を適用可能である。また、ステップ S32 およびステップ S33 における条件が同一の条件であってもよい。また、ステップ S32 ~ S34 では、判定部 172 は、補正目標領域のアスペクト比と基準アスペクト比との差分値を用いて判定しているが、差分値以外にも、例えば、比率等の相違を示す種々の値を採用可能である。

40

【0086】

また、上述した実施例ではスクリーン 10 よりも 1 画素分大きい領域を適用したが、スクリーン 10 と一致する領域であってもよく、スクリーン 10 よりも 2 画素分以上大きい領域であってもよい。また、当該領域は、液晶パネルの画素数と撮像領域の画素数の比率から決定されてもよい。

50

【0087】

また、プロジェクタ100、101がズーム機能を有する場合、プロジェクタ100、101は、ズーム状態に応じた補正を行ってもよい。また、上述した実施例では、撮像画像の差分画像を用いているが、撮像画像400、401をそのまま用いてもよい。また、キャリプレーション画像は、上述したキャリプレーション画像300～302には限定されない。例えば、プロジェクタ100、101は、キャリプレーション画像300のみを用いてもよいし、キャリプレーション画像301のみを用いてもよいし、キャリプレーション画像301に代えて白と黒の市松模様のキャリプレーション画像を用いてもよい。

【0088】

また、投写対象物は、スクリーン10には限定されず、例えば、ホワイトボード、黒板、壁に設けられた長方形枠等の矩形の投写対象領域を有する種々の投写対象物を採用可能である。また、プロジェクタ100、101としては、例えば、液晶プロジェクタ、CRT (Cathode Ray Tube) プロジェクタ、DMD (Digital Micromirror Device) を用いたプロジェクタ等を用いてもよい。なお、DMDは米国テキサスインスツルメンツ社の商標である。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】従来の投写画像を示す図である。

【図2】プロジェクタのロール角を示す図である。

【図3】従来の歪み補正後の投写画像を示す図である。

【図4】第1の実施例におけるプロジェクタの機能ブロック図である。

【図5】第1の実施例における投写手順を示すフローチャートである。

【図6】図6(A)は、全白のキャリプレーション画像を示す図であり、図6(B)は、中央白のキャリプレーション画像を示す図であり、図6(C)は、全黒のキャリプレーション画像を示す図である。

【図7】図7(A)は、全白のキャリプレーション画像の撮像画像を示す図であり、図7(B)は、中央白のキャリプレーション画像の撮像画像を示す図であり、図7(C)は、全黒のキャリプレーション画像の撮像画像を示す図である。

【図8】撮像画像における補正後のスクリーンの一例を示す図である。

【図9】第1の実施例における補正目標領域設定手順を示すフローチャートである。

【図10】垂直消失点と水平消失点を示す模式図である。

【図11】第1の実施例におけるアスペクト比補正手順を示すフローチャートである。

【図12】第2の実施例におけるプロジェクタの機能ブロック図である。

【符号の説明】

【0090】

10 スクリーン、12 投写画像、14 仮想投写面、20、100、101 プロジェクタ、110 撮像部、120 記憶部、122 画像情報、124 撮像情報、126 基準データ、128 操作情報、130 形状決定部、140 補正目標領域設定部、142 補正目標位置情報生成部、144 座標変換部、146 領域設定部、150 画像生成部、160 操作部、170 アスペクト比演算部、172 判定部、180 縦投写角判定部、190 投写部、200 情報記憶媒体、300～302 キャリプレーション画像、400～403 撮像画像

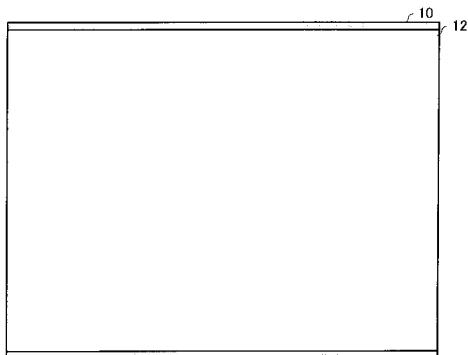
10

20

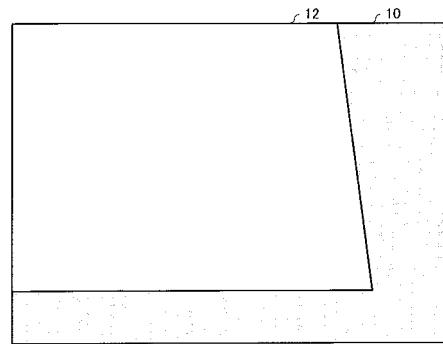
30

40

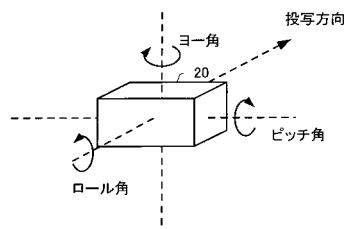
【図1】



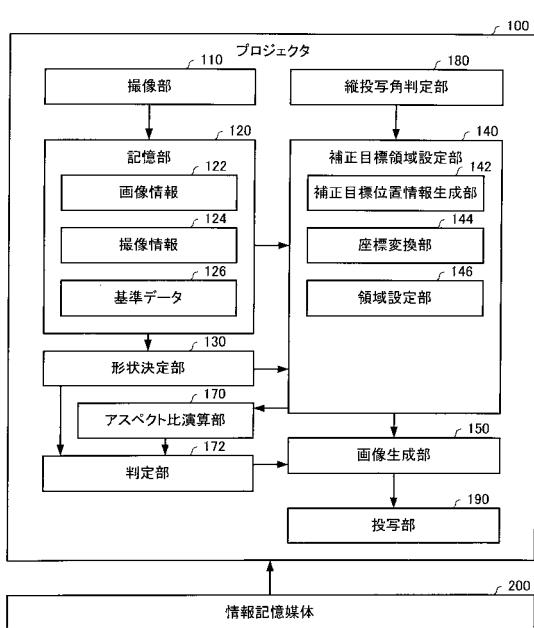
【図3】



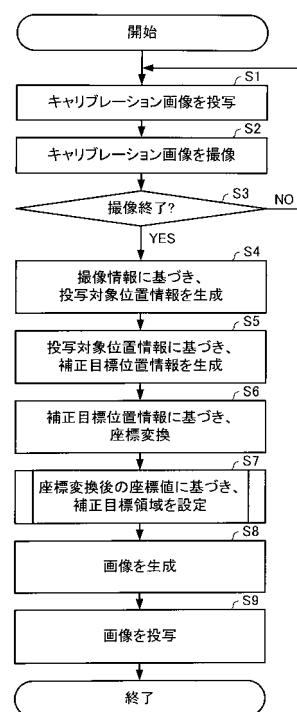
【図2】



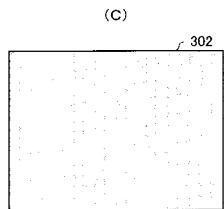
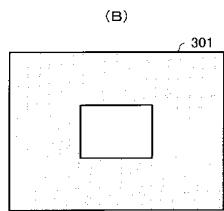
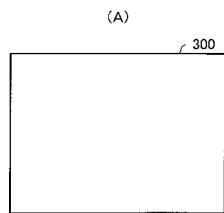
【図4】



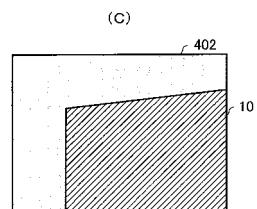
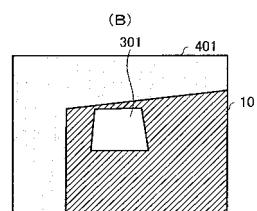
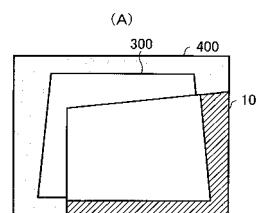
【図5】



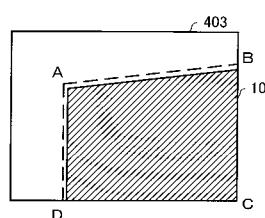
【図6】



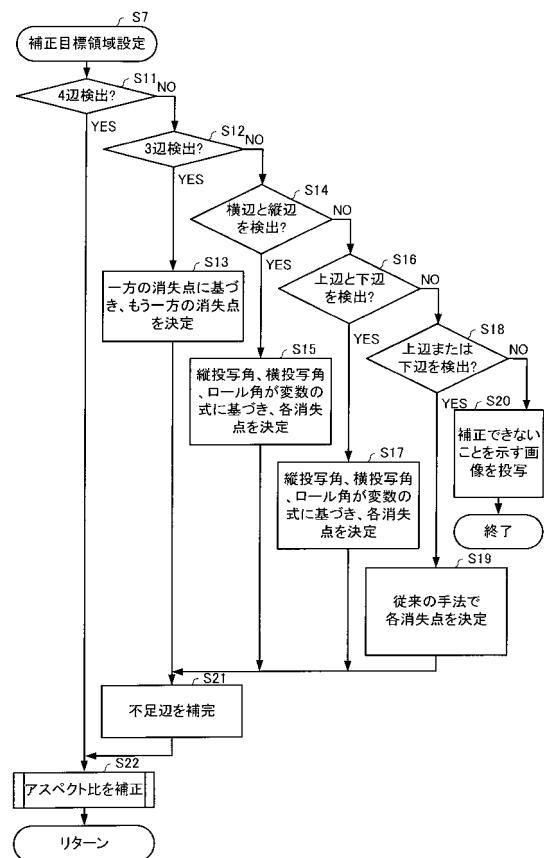
【図7】



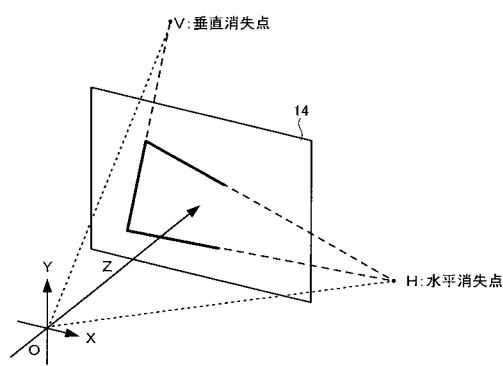
【図8】



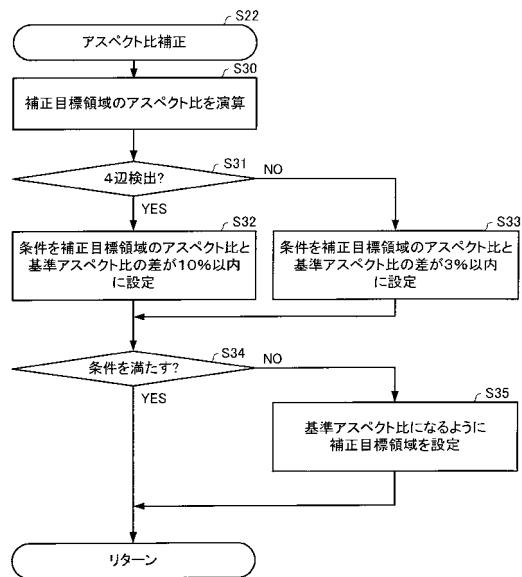
【図9】



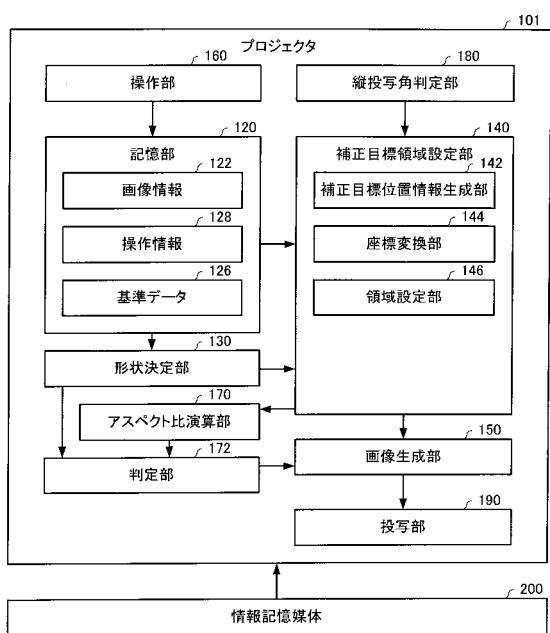
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 G	3/20	6 8 0 C
G 0 9 G	3/20	6 3 2 C
G 0 9 G	3/20	6 5 0 G
G 0 9 G	3/20	6 1 2 U

(56)参考文献 特開2006-060447(JP, A)

特開2007-006093(JP, A)

特開2004-260785(JP, A)

特開2005-326247(JP, A)

特表2005-512466(JP, A)

特表2005-500751(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 6 / 6 6 - 5 / 7 4

G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 0

G 0 9 G 3 / 0 0 - 5 / 0 0