

(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2009-5148

(P2009-5148A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04N 5/74 (2006.01)	H04N 5/74 D	2K103
G06T 3/00 (2006.01)	G06T 3/00 200	5B057
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 E	5C058
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 680C	5C080
G09G 5/00 (2006.01)	G09G 3/20 632F	5C082
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-164970 (P2007-164970)
 (22) 出願日 平成19年6月22日 (2007.6.22)

(71) 出願人 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 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 古井 志紀
 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 2K103 AA05 AA16 AB08 BB07 CA01
 CA76 CA78
 5B057 BA02 BA15 CA12 CA16 CB12
 CB16 CD12
 5C058 BA27 BB13 EA02 EA26

最終頁に続く

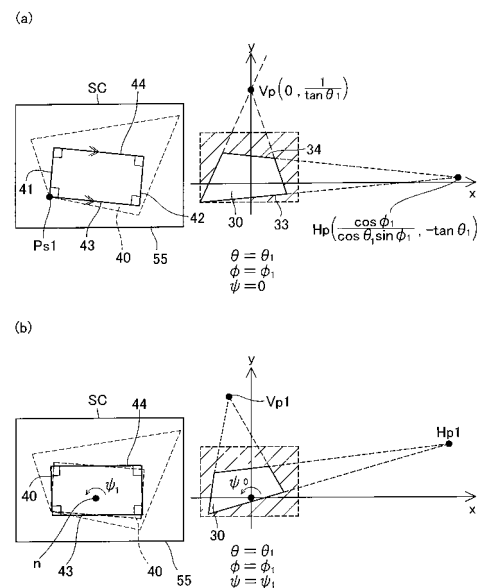
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、プロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 多軸の回転角度を用いて投写面に表示された画像の歪みを補正するプロジェクタにおける歪み補正の精度向上。

【解決手段】 角度パラメータの補正時に、角度パラメータ θ 、 ϕ をまず補正し、その後に補正角度 ψ を入力する。こうすれば、補正角度 ψ を、光軸を回転軸とするプロジェクタの横転角度 ψ_0 ではなく、スクリーン法線を回転軸とする回転角 ψ_1 に変換して扱うことができる。従って、角度パラメータ θ 、 ϕ を補正してスクリーンSCに画像を表示すべき表示領域の形状を略矩形とした後に、角度パラメータ ψ を入力して、スクリーン法線を回転軸として表示領域を回転させて、投写面の水平垂直方向に対する表示領域の歪み(傾き)を補正できる。よって、略矩形とされた表示領域について新たな台形歪みの発生を抑制でき、効率的に表示領域の歪みを補正できる。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データを用いて投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部を備えるプロジェクタに用いられる画像処理装置であって、

前記プロジェクタの設置面に対する前記プロジェクタの垂直方向の投写角度に関する第 1 の補正角度パラメータ、前記設置面に対する前記プロジェクタの水平方向の投写角度に関する第 2 の補正角度パラメータ、および、前記プロジェクタの光軸に対する前記プロジェクタの回転角度に関する第 3 の補正角度パラメータと、を入力する入力手段と、

前記入力された第 1 の補正角度パラメータおよび前記第 2 の補正角度パラメータを用いて、前記投写面に対して垂直な直線である投写面法線を算出する投写面法線算出手段と、

前記第 3 の補正角度パラメータを、前記算出された投写面法線を回転軸とする前記プロジェクタの回転角度に変換する変換手段と、

前記第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータおよび前記変換された第 3 の補正角度パラメータを用いて、原画像データから、前記投写面に表示される表示画像の歪みを補正した補正画像データを生成する補正画像データ生成手段と、を備える画像処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の画像処理装置であって、

前記入力手段は、前記第 3 の補正角度パラメータの入力前に、前記投写面に画像を表示するための表示領域の形状を略矩形とするための、前記第 1 の補正角度パラメータおよび前記第 2 の補正角度パラメータを入力し、かつ、前記投写面法線の算出後に前記第 3 の補正角度パラメータを入力する、画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の画像処理装置であって、

前記入力手段は、前記第 2 の補正角度パラメータの入力前に前記第 1 の補正角度パラメータを入力し、

前記補正画像データ生成手段は、前記第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータおよび前記変換された第 3 の補正角度パラメータを、入力された順番で用いた式 1 により表される回転行列 R に従って前記補正画像データを生成する、画像処理装置。

【数 1】

$$R = \begin{pmatrix} \cos\psi & -\sin\psi & 0 \\ \sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \quad \cdots \text{(式 1)}$$

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 記載いずれかの画像処理装置であって、更に、

前記第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータ、前記第 3 の補正角度パラメータの順番で、前記各補正角度パラメータをユーザに入力させるための角度パラメータ入力画面を前記投写面に表示する表示制御手段を備える、画像処理装置。

【請求項 5】

プロジェクタであって、

請求項 1 ないし請求項 4 いずれか記載の画像処理装置と、

光源と、

前記光源からの射出光と、前記画像処理装置から入力された前記補正画像データとを用いて、前記投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部と、

前記画像形成部から出力された射出光を投写面に投写する投写光学系と、を備えるプロジェクタ。

【請求項 6】

画像データを用いて投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部を備えるプロジェクタに用いられる画像処理装置が実行する画像処理方法であって、

前記プロジェクタの設置面に対する前記プロジェクタの垂直方向の投写角度に関する第1の補正角度パラメータ、前記設置面に対する前記プロジェクタの水平方向の投写角度に関する第2の補正角度パラメータ、および、前記プロジェクタの光軸に対する前記プロジェクタの回転角度に関する第3の補正角度パラメータと、を入力し、

前記入力された第1の補正角度パラメータおよび前記第2の補正角度パラメータを用いて、前記投写面に対して垂直な直線である投写面法線を算出し、

前記第3の補正角度パラメータを、前記算出された投写面法線を回転軸とする回転角度に変換し、

10

前記第1の補正角度パラメータ、前記第2の補正角度パラメータおよび前記変換された第3の補正角度パラメータを用いて、原画像データから、前記投写面に表示される表示画像の歪みを補正した補正画像データを生成する、画像処理方法。

【請求項7】

請求項6記載の画像処理方法であって、

前記第1の補正角度パラメータおよび前記第2の補正角度パラメータおよび前記第3の補正角度パラメータの入力において、前記第1の補正角度パラメータを入力し、前記第1の補正角度パラメータの入力後に前記第2の補正角度パラメータを入力し、前記第2の補正角度パラメータの入力後に前記第3の補正角度パラメータを入力する、画像処理方法。

【請求項8】

20

画像データを用いて投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部を備えるプロジェクタに用いられる画像処理装置に画像処理を実行させるためのコンピュータプログラムであって、

前記プロジェクタの設置面に対する前記プロジェクタの垂直方向の投写角度に関する第1の補正角度パラメータ、前記設置面に対する前記プロジェクタの水平方向の投写角度に関する第2の補正角度パラメータ、および、前記プロジェクタの光軸に対する前記プロジェクタの回転角度に関する第3の補正角度パラメータと、を入力する入力手段と、

前記入力された第1の補正角度パラメータおよび前記第2の補正角度パラメータを用いて、前記投写面に対して垂直な直線である投写面法線を算出する機能と、

前記第3の補正角度パラメータを、前記算出された投写面法線を回転軸とする回転角度に変換する機能と、

30

前記第1の補正角度パラメータ、前記第2の補正角度パラメータおよび前記変換された第3の補正角度パラメータを用いて、原画像データから、前記投写面に表示される表示画像の歪みを補正した補正画像データを生成する機能と、を備えるコンピュータプログラム。

【請求項9】

請求項8記載のコンピュータプログラムをコンピュータ読み取り可能に記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、プロジェクタのための画像処理に関し、特に、投写面に表示される画像の歪み補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタは、通常、あおり投写によって投写面に画像を表示する。あおり投写とは、プロジェクタの光源光軸が投写面に対して垂直に交わらない場合の投写手法を意味する。あおり投写によって投写面に表示された画像は歪んで表示されるため、プロジェクタには、歪みを抑制した画像を投写面に表示するための補正機能が設けられている。このような補正機能は、例えば、プロジェクタの投写角度に関する角度パラメータを用いて、内部

50

に設けられた液晶ライトバルブなどの画像形成部に歪んだ画像を形成することにより、投写面に表示される画像の歪みを補正する。

【0003】

画像の歪み補正に用いられる角度パラメータには、ピッチ角、ヨー角、チルト角の3種類がある。ピッチ角は、プロジェクタを縦方向にあおった場合の回転角度で表され、ヨー角は、プロジェクタを横方向にあおった場合の、スクリーン法線 n と光源光軸 LA との間の角度で表され、チルト角は、プロジェクタの光源光軸を中心とする回転角度により表される。ピッチ角の調整により投写面に表示された歪み画像の縦方向の辺の歪みが補正され、ヨー角の調整により投写面に表示された歪み画像の横方向の辺の歪みが補正され、チルト角の調整により、投写面に表示された画像の、水平面に対する傾きが補正される。チルト角を補正すると、投写面に表示されている画像の形状に新たな歪みが発生する。そのため、ピッチ角およびヨー角の補正前にチルト角を補正する必要がある。

10

【0004】

【特許文献1】特開2006-253874号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、投写面に表示されている画像の形状に台形歪みの生じている状態で、チルト角を補正しなければならず、投写面に表示されている画像の形状を補正の目安とすることが困難であり、補正の精度が低下する。また、チルト角補正後にピッチ角およびヨー角を補正して画像の台形歪みを補正しても、投写面に表示された画像が水平面に対して傾いていることがある。このため、ユーザは、ピッチ角およびヨー角の補正後に、再度チルト角を補正しなければならないことがあり、煩雑である。

20

【0006】

本発明は上述の課題に鑑みてなされたものであり、多軸の回転角度を用いて投写面に表示された画像の歪みを補正するプロジェクタにおける歪み補正の精度向上およびプロジェクタを利用するユーザの利便性の向上を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

30

【0008】

〔適用例1〕

本発明の適用例1は、画像データを用いて投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部を備えるプロジェクタに用いられる画像処理装置を提供する。適用例1の画像処理装置は、前記プロジェクタの設置面に対する前記プロジェクタの垂直方向の投写角度に関する第1の補正角度パラメータ、前記設置面に対する前記プロジェクタの水平方向の投写角度に関する第2の補正角度パラメータ、および、前記プロジェクタの光軸に対する前記プロジェクタの回転角度に関する第3の補正角度パラメータと、を入力する入力手段と、前記入力された第1の補正角度パラメータおよび前記第2の補正角度パラメータを用いて、前記投写面に対して垂直な直線である投写面法線を算出する投写面法線算出手段と、前記第3の補正角度パラメータを、前記算出された投写面法線を回転軸とする回転角度に変換する変換手段と、前記第1の補正角度パラメータ、前記第2の補正角度パラメータおよび前記変換された第3の補正角度パラメータを用いて、原画像データから、前記投写面に表示される表示画像の歪みを補正した補正画像データを生成する補正画像データ生成手段と、を備える。

40

【0009】

適用例1の画像処理装置によれば、投写面に表示すべき画像の補正時に、投写面法線を回転軸として回転させた補正画像データを生成できる。従って、投写面とプロジェクタとの相対的な位置関係の変化を抑制できるため、回転歪みを補正する場合に、第1の補正角

50

度パラメータおよび第 2 の補正角度パラメータを維持した状態で行うことができる。よって、画像の補正形状について新たな台形歪みの発生を抑制することができ、歪み補正の精度を向上できる。

【0010】

請求項 1 記載の画像処理装置において、前記入力手段は、前記第 3 の補正角度パラメータの入力前に、前記投写面に画像を表示するための表示領域の形状を略矩形とするために、前記第 1 の補正角度パラメータおよび前記第 2 の補正角度パラメータを入力する。

【0011】

適用例 1 の画像処理装置によれば、投写面に表示されている画像の形状を略矩形とした後に、投写面法線を回転軸として画像を回転させて、投写面の水平垂直方向に対する表示画像の形状の歪みを補正できる。従って、略矩形とされた表示画像において新たな台形歪みの発生を抑制でき、効率的に歪みを補正できる。

【0012】

適用例 1 の画像処理装置において、前記入力手段は、前記第 2 の補正角度パラメータの入力前に前記第 1 の補正角度パラメータを入力し、前記補正画像データ生成手段は、前記第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータおよび前記第 3 の補正角度パラメータを、入力された順番で用いた式 1 により表される回転行列 R に従って補正画像データを生成する。

【数 1】

$$R = \begin{pmatrix} \cos\psi & -\sin\psi & 0 \\ \sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \quad \cdots \text{(式 1)}$$

【0013】

適用例 1 の画像処理装置によれば、第 1 の補正角度パラメータを用いた補正結果を第 2 の補正角度パラメータを用いた補正に利用できるため、効率的に補正処理を行える。また、第 1 の補正角度パラメータおよび第 2 の補正角度パラメータを用いた補正により表示領域を矩形とした後に第 3 の補正角度パラメータを用いて表示領域を投写面上で回転させることができる。よって、表示領域に新たな歪みの発生を抑制表示領域の歪み補正を行える。

【0014】

適用例 1 の画像処理装置において、更に、前記第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータ、前記第 3 の補正角度パラメータの順番で、前記各補正角度パラメータをユーザに入力させるための角度パラメータ入力画面を前記投写面に表示する表示制御手段を備える。

【0015】

適用例 1 の画像処理装置によれば、第 1 の補正角度パラメータ、前記第 2 の補正角度パラメータ、前記第 3 の補正角度パラメータの順番で補正角度パラメータを入力させることができるため、効率的に補正処理を行える。

【0016】

〔適用例 2〕

本発明の適用例 2 は、プロジェクタを提供する。適用例 2 のプロジェクタは、適用例 1 の画像処理装置と、光源と、前記光源からの射出光と、前記画像処理装置から入力された前記補正画像データとを用いて、前記投写面に表示すべき画像を形成する画像形成部と、前記画像形成部から出力された射出光を投写面に投写する投写光学系と、を備える。

【0017】

適用例 2 のプロジェクタによれば、スクリーン法線を回転軸とする回転角を用いて投写面に表示される画像の歪みを補正できる。従って、補正形状の計算時に、補正形状におけ

10

20

30

40

50

る新たな歪みの発生を抑制できる。よって、効率的に歪み補正を行うことができる。

【0018】

本発明において、上述した種々の態様は、適宜、組み合わせたり、一部を省略したりして適用することができる。本発明は、上述した画像処理装置としての構成の他に、画像処理装置による画像処理方法、画像処理装置に画像処理を実行させるためのコンピュータプログラム、かかるコンピュータプログラムをコンピュータ読み取り可能に記録した記録媒体等としても構成できる。いずれの構成においても、上述した各態様を適宜適用可能である。コンピュータが読み取り可能な記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスクや、CD-ROM、DVD-ROM、光磁気ディスク、ICカード、ハードディスク等種々の媒体を利用することが可能である。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

A1-1. 機能ブロック：

図1は、実施例におけるプロジェクタPJの構成を例示するブロック図である。プロジェクタPJは、照明光学系100と、液晶ライトバルブ300と、投写光学系340とを備える。図1において、各光学系は簡略に示されている。また、プロジェクタPJは、光源ランプ駆動部110、液晶ライトバルブ駆動部310、投写光学系調整部350、CPU400、画像入力部410、画像処理部420、操作部510を備える。CPU400は、プロジェクタPJ全体の動作を制御する。

20

【0020】

光源ランプ駆動部110は、照明光学系100に含まれる光源ランプを駆動する。液晶ライトバルブ駆動部310は、画像処理部420から与えられる画像データに従って、液晶ライトバルブ300を駆動する。

【0021】

操作部510は、ユーザからの入力に応じて、CPU400に種々の処理を実行させる。例えば、ユーザは、操作部510を介して、画像の歪み補正処理に用いられる角度パラメータを入力したり、スクリーンSCに投写される画像のコントラストを調整したりできる。実施例において、角度パラメータは、プロジェクタPJと投写面との間の角度（投写角度）に関する情報である、角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ の3種類が含まれる。詳細は後述する。

30

【0022】

投写光学系調整部350は、投写光学系340の位置を調整する。具体的には、投写光学系調整部350は、光源光軸LAに平行な方向に向けて、投写光学系340に含まれるレンズを移動させたり、シフト位置を調整したりする。なお、光源光軸は照明光学系100から射出される光の中心軸を意味しており、液晶ライトバルブ300がスクリーンSCに投写する画像の中心を通る。

【0023】

画像入力部410は、外部から与えられた画像データを画像処理部420に受け渡す。例えば、画像入力部410は、メモリカードMC内に格納されている画像データを読み出し、かかる画像データを画像処理部420に受け渡す。

40

【0024】

画像処理部420は、画像入力部410から受け渡された画像データを処理して、入力画像データから補正画像データを生成し、補正画像データを液晶ライトバルブ駆動部310へ受け渡す。あおり投写によってスクリーンSC上に画像が表示される場合、液晶ライトバルブ300に歪みのない矩形画像が形成されると、スクリーンSC上に表示される画像は、略台形状に歪む。逆に、液晶ライトバルブ300に略台形上に歪んだ画像を形成すれば、スクリーンSC上に歪みのない画像を表示可能である。以降、実施例では、液晶ライトバルブ300に形成する歪んだ画像を「歪み画像」と呼び、歪み画像の外形状を「歪み画像の形状」と呼ぶ。歪み補正部430は、入力画像データを補正して歪み画像を表す補正画像データを生成する。補正画像データに従って、液晶ライトバルブ300に歪み

50

画像が形成されると、スクリーン S C には矩形の画像が表示される。

【0025】

具体的には、画像処理部 420 は、歪み補正部 430 として機能するコンピュータプログラムを備えており、歪み補正部 430 は、補正形状計算モジュール 432 と、補正実行モジュール 434 と、を備える。

【0026】

補正形状計算モジュール 432 は、操作部 510 を介して入力された角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ を用いて、投写面に表示される画像の形状について、矩形かつ係る矩形の対辺がそれぞれスクリーン S C の水平方向および垂直方向に略平行となるように、液晶ライトバルブ 300 に形成される画像の補正形状を計算する。具体的には、補正形状計算モジュール 432 は、入力された角度パラメータを用いてスクリーンに垂直な直線であるスクリーン法線を算出し、光軸を回転軸とするプロジェクタの横転角度に関する角度パラメータ ψ を、スクリーン法線を回転軸とする回転角度に変換し、これを用いて投写面に表示される画像の補正形状を計算する。実施例において、補正形状の計算とは、後に説明する回転行列の算出を含む。補正形状計算モジュール 432 は、特許請求の範囲における「投写面法線算出手段」および「変換手段」に当たる。以降、実施例では、液晶ライトバルブにおける、画像が形成される領域を「形成領域」と呼び、投写面における、画像が表示される領域を「表示領域」と呼ぶ。

【0027】

補正実行モジュール 434 は、補正形状計算モジュール 432 によって計算された形成領域の補正形状に基づき、入力画像データから、液晶ライトバルブ 300 に歪み画像を形成するための補正画像データを生成し、液晶ライトバルブ 300 に入力する。補正実行モジュール 434 は、特許請求の範囲の「補正画像データ生成手段」に当たる。

【0028】

以上のような構成を備えることにより、プロジェクタ P J は、ユーザから入力された角度パラメータを用いて計算した画像の補正形状に基づき、液晶ライトバルブ 300 に形成すべき歪み画像を表す補正画像データを生成して、投写面に表示されている画像の歪みを補正する。

【0029】

A2. スクリーン法線：

A2-1. 角度パラメータ：

図 2 (a) ~ (c) は、実施例におけるプロジェクタとスクリーン S C との間の角度（投写角度）について説明する説明図である。図 2 (a) ~ (c) において、プロジェクタとスクリーン S C とが設置されている空間を $x y z$ 座標系で示す。図 2 (a) に示すように、実施例では、プロジェクタ P J は、 $x-z$ 平面に平行な面上に設置されており、スクリーン S C は $x-y$ 平面に平行な平面である。図 2 (b) および図 2 (c) に示すように、 x 軸は、プロジェクタの設置面に対して水平方向（プロジェクタの左右方向）に伸びた直線であり、 y 軸は、設置面の垂直方向（プロジェクタの上下方向）に伸びた直線であり、 z 軸は、プロジェクタ P J の前後方向に伸びた直線（ x 軸および y 軸に垂直な直線）である。各軸は、それぞれ、右側、上側、前側がプラスと規定されている。

【0030】

投写角度に関する角度情報としては、ピッチ角 θ 、ヨー角 ϕ 、ロール角 ψ の 3 種類がある。ピッチ角は、図 2 (b) に示すように、プロジェクタ P J の設置面に対してプロジェクタ P J を上下方向に回転させた場合の接地面とプロジェクタ底面との角度 θ を表している。言い換えれば、プロジェクタ P J を x 軸を中心に回転して縦方向にあおった場合の、 $x-z$ 平面とプロジェクタ P J との間の角度 θ を表している。プロジェクタのヨー角は、図 2 (c) に示すように、プロジェクタ P J の設置面に対してプロジェクタ P J を左右方向に回転させた場合の z 軸と光源光軸 L A との間の角度 ϕ で表される。言い換えれば、プロジェクタ P J を、 y 軸を中心に回転して横方向にあおった場合の、 z 軸と光源光軸 L A との間の角度 ϕ で表される。ロール角は、プロジェクタ P J の前後方向に伸びる直線（ z

10

20

30

40

50

軸)を回転軸とするプロジェクタPJの横転角度 ψ を表している。

【0031】

ピッチ角 θ が変化すると表示領域の縦辺の傾きが変わり、ヨー角 ϕ が変化すると表示領域の横辺の傾きが変わる。ロール角 ψ が変化すると、表示領域が回転される。

【0032】

実施例における歪み補正処理では、上述の3種類の軸の回転を考慮して、表示領域の縦辺補正に用いられる角度パラメータ θ 、表示領域の横辺補正に用いられる角度パラメータ ϕ 、および表示領域の回転補正に用いられる角度パラメータ ψ を補正形状計算モジュール432に入力することにより、形成領域の補正形状を計算する。

【0033】

A2-2. スクリーン法線の計算：

上述のように多軸を回転して画像を投写する場合、回転させる軸の順番により投写される画像の形状が異なる。実施例では、ピッチ角 $\theta \rightarrow$ ヨー角 $\phi \rightarrow$ ロール角 ψ の順番で軸を回転させて画像を投写する。ピッチ角 θ とヨー角 ϕ を固定することによりスクリーン法線が規定されるため、スクリーン法線 n を回転軸として画像を回転してロール角 ψ を変化させても、投写面に表示されている画像の形状に変化が生じず(すなわち、新たな歪みが発生せず)、ロール角 ψ の変化後に、再度、ピッチ角 θ 、ヨー角 ϕ の補正の必要がないからである。なお、プロジェクタの底面とプロジェクタが設置されている $x-z$ 平面とのなす角が常にピッチ角 θ と一致し、 $x-z$ 平面が水平であれば、プロジェクタには、 z 軸を回転軸とする回転が生じずロール角 ψ に変化はないため、ピッチ角 θ とヨー角 ϕ のみを用いて画像の歪み補正を行うことができる。そのため、ピッチ角 θ をヨー角 ϕ よりも先に回転させている。

【0034】

ピッチ $\theta \rightarrow$ ヨー $\phi \rightarrow$ ロール ψ の順番でプロジェクタを回転させると、液晶ライトバルブ300上の点は、以下の式1に示す回転行列 R によりスクリーン上の点へ座標変換される。

【0035】

【数2】

回転行列 $R = (\text{ロール}\psi)(\text{ヨー}\phi)(\text{ピッチ}\theta)$

$$= \begin{pmatrix} \cos\psi & -\sin\psi & 0 \\ \sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

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

… (式2)

【0036】

上記の回転行列 R は、外側からプロジェクタPJを見た場合のプロジェクタPJの回転を表している。逆に、プロジェクタPJからは、スクリーンSCが回転しているように見える。従って、プロジェクタから見たスクリーンSCの回転を表す行列は、回転行列 R の逆行列となる。回転行列は、直交行列の1種類であり、転置行列にすることにより逆行列を求めることができる。従って、回転行列 R の逆行列 R^{-1} は、式3により表される。

【0037】

【数 3】

$$R^{-1} = {}^t R = \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \phi & \sin \psi \cos \phi & -\sin \phi \\ -\cos \psi \sin \phi \sin \theta - \sin \psi \cos \theta & -\sin \psi \sin \phi \sin \theta + \cos \psi \cos \theta & -\cos \phi \sin \theta \\ \cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta & \sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta & \cos \phi \cos \theta \end{pmatrix}$$

… (式 3)

【0038】

10

よって、スクリーン S C 上の点は、以下の式 4 により表される射影変換 Φ により座標変換される。ここで、スクリーン上の点を $x y z$ 標準座標系によって表す。 (x, y, z) はスクリーン上の点を表し、 (x', y', z') は、射影変換 Φ による $x y z$ 座標系における変換後の座標を表す。なお、 z は、プロジェクタとスクリーンとの距離を表す定数である。

【0039】

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \phi & \sin \psi \cos \phi & -\sin \theta \\ -\cos \psi \sin \phi \sin \theta - \sin \psi \cos \theta & -\sin \psi \sin \phi \sin \theta + \cos \psi \cos \theta & -\cos \phi \sin \theta \\ \cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta & \sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta & \cos \phi \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

… (式 4)

【0040】

スクリーン法線 n は、 $x y z$ 座標系における奥行き方向の無限遠点を、式 4 に示す射影変換 Φ を用いて座標変換することにより求められる。無限遠点は、同次座標を用いて、奥行き方向の無限遠点 $= [0 : 0 : 1]$ と表すことができる。同次座標とは、 $x : y : z = x' : y' : z'$ の関係が成立する座標を表しており、 $(x, y, z) = [x' : y' : z']$ と表される。

【0041】

なお、スクリーン S C 上の水平方向の無限遠点および垂直方向の無限遠点を回転させて座標変換すると、 $x y z$ 座標系における水平消失点 H' および垂直消失点 V' が定まる。奥行き方向の無限遠点と同様に、水平方向の無限遠点 $= [1 : 0 : 0]$ と表すことができ、垂直方向の無限遠点 $= [0 : 1 : 0]$ と表すことができる。

【0042】

従って、スクリーン法線 n のベクトル、水平消失点 H' 、垂直消失点 V' は、式 4 を用いて式 5 に示すように求められる。

【0043】

【数 5】

$$\begin{aligned} \vec{n} &= (-\sin \phi, -\cos \phi \sin \theta, \cos \phi \cos \theta) \\ V'(Vx', Vy', Vz') &= [\sin \psi \cos \phi : -\sin \psi \sin \phi \sin \theta + \cos \psi \cos \theta : \sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta] \\ H'(Hx', Hy', Hz') &= [\cos \psi \cos \phi : -\cos \psi \sin \phi \sin \theta - \sin \psi \cos \theta : \cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta] \end{aligned}$$

… (式 5)

【0044】

式 5 に示すように、スクリーン法線 n は、ピッチ角 θ とヨー角 ϕ とにより規定されるた

50

め、プロジェクタ P J の補正形状計算モジュール 4 3 2 は、ロール角 ψ の入力前に、ピッチ角 θ およびヨー角 ϕ を入力する。なお、式 5 に示す水平消失点 H' 、垂直消失点 V' を、Z 成分で約分して二次元の X Y 標準座標系で表すと、式 6 に示すように、仮想ライトバルブ上における水平消失点 H_p (H_x , H_y) および垂直消失点 V_p (V_x , V_y) が求められる。

【0045】

【数 6】

$$V(V_x, V_y) = \left(\frac{\sin \psi \cos \phi}{\sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta}, \frac{-\sin \psi \sin \phi \sin \theta + \cos \psi \cos \theta}{\sin \psi \sin \phi \cos \theta + \cos \psi \sin \theta} \right) \quad \dots \text{(式 6)}$$

$$H(H_x, H_y) = \left(\frac{\cos \psi \cos \phi}{\cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta}, \frac{-\cos \psi \sin \phi \sin \theta - \sin \psi \cos \theta}{\cos \psi \sin \phi \cos \theta - \sin \psi \sin \theta} \right)$$

【0046】

補正形状計算モジュール 4 3 2 は、ユーザから入力された角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ 、および式 4 によって表される射影変換 Φ を用いて、入力画像データによって表される画像の注目画素に対応する歪み画像（液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成される画像形状）内の画素を決定し、決定した対応画素に注目画素の画素値を割り当てる。

【0047】

A 3. 補正処理：

図 4～図 8 を参照して、投写面に表示されている画像の歪みを補正する補正処理について説明する。図 4 は、実施例における補正処理を説明するフローチャートである。図 5 は、実施例における操作部 5 1 0 を例示する説明図である。図 6 は、実施例における角度パラメータ入力の操作画面を例示する説明図である。図 7 および図 8 は、実施例における表示領域の形状と液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成される補正形状との対応を例示する説明図である。補正処理は、C P U 4 0 0 が、歪み補正部 4 3 0 の各モジュールを制御して実行する。なお、以降では、説明の便宜上、歪み補正部 4 3 0 の各モジュールが実行するものとして説明する。補正処理は、ユーザからの補正要求、例えば、プロジェクタ P J の操作部 5 1 0 に設けられた補正実行ボタンの押下を契機として実行される。

【0048】

補正形状計算モジュール 4 3 2 は、操作部 5 1 0 の補正実行ボタンが押下されると、角度パラメータ補正画面をスクリーン S C に表示する（ステップ S 1 0）。

【0049】

図 5 は、実施例における操作部 5 1 0 を例示する説明図である。操作部 5 1 0 は、プロジェクタ P J の、例えば上面に設置されている。操作部 5 1 0 は、図 5 に示すように、歪み補正ボタン B T 1、B T 2、B T 3、B T 4、決定ボタン B T 1 0、補正実行ボタン B T 2 0 を備える。補正形状計算モジュール 4 3 2 は、補正実行ボタン B T 2 0 が押下されると、角度パラメータ補正画面 W D を表示する。

【0050】

図 6 (a)～(c) は、実施例における角度パラメータ補正画面 W D を例示する説明図である。角度パラメータ補正画面 W D は、縦辺補正スライドバー S L 1、横辺補正スライドバー S L 2 および回転補正スライドバー S L 3 を有する。各スライドバー S L 1～S L 3 には、それぞれ、現在の角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ を表すマーク M K 1～M K 3 が表示されている。選択枠 T G は、補正対象のスライドバーを枠で囲んで示している。各スライドバーの図面左右方向の移動量と、各角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ の補正量とが連動している。実施例では、縦辺補正スライドバー S L 1 の移動量と角度パラメータ θ の補正量とが連動しており、液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成される表示領域の形状の縦辺の傾きが補正される。また、横辺補正スライドバー S L 2 の移動量と角度パラメータ ϕ の補正量が連動しており、液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成される表示領域の形状の横辺の傾きが補正され

10

20

30

40

50

る。また、回転補正スライドバー S L 3 の移動量と角度パラメータ ψ の補正量とが連動しており、液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成される表示領域がスクリーン法線 n を回転軸として回転される。

【0051】

実施例では、ユーザに、角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ の順番で入力させるため、角度補正の開始時、図 6 (a) に示すように、縦辺補正スライドバー S L 1 が選択枠 T G により選択されている。なお、プロジェクタの電源を入れてから一度も歪み補正を行っていない場合には、角度パラメータ θ 、 ϕ 、および、 ψ には、それぞれ初期値の「0」が設定されている。

【0052】

10

図 7 (a) は、角度パラメータ θ 、 ϕ 、および ψ に初期値の「0」が設定されている状態で、プロジェクタをあおり投写した際の表示領域 4 0 および形成領域 3 0 を表している。図 7 (a) に示すように、角度補正開始時、表示領域 4 0 は台形に歪んでおり、形成領域 3 0 は、液晶ライトバルブ 3 0 0 全体に矩形に形成されている。

【0053】

20

補正形状計算モジュール 4 3 2 は、縦辺補正スライドバー S L 1 のマーク M K 1 の移動量に応じて、角度パラメータ θ を補正する (ステップ S 1 2) 具体的には、ユーザは、スクリーン S C に表示されている画像を視認しながら、補正ボタン B T 3 もしくは B T 4 を押下し、図 7 (b) に示すように、縦辺 4 1, 4 2 が略平行となるように縦辺補正スライドバー S L 1 のマーク M K を移動させる。補正形状計算モジュール 4 3 2 は、補正ボタン B T 3 もしくは B T 4 の押下される度に、縦辺補正スライドバー S L 1 に連動する角度パラメータ θ を補正する。図 7 (b) に示すように、液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成されている形成領域 3 0 の縦辺 3 1, 3 2 の角度が破線に示すように変化する。ユーザは、縦辺 4 1, 4 2 が略平行となったことを確認し、決定ボタン B T 1 0 を押下する。これにより、角度パラメータ θ は、補正角度 θ_1 に補正される。

【0054】

決定ボタン B T 1 0 の押下により、角度パラメータ θ_1 が確定される。角度パラメータ θ_1 を、式 6 に代入することにより、形成領域 3 0 の垂直消失点 V_p が式 7 に示すように求まる。なお、垂直消失点 V_p を通る直線は、スクリーン S C 上において平行に表示される。

30

【0055】

【数 7】

$$V_p(X,Y)=\left(0,\frac{1}{\tan\theta_1}\right) \quad \cdots \text{ (式 7)}$$

【0056】

40

補正形状計算モジュール 4 3 2 は、決定ボタン B T 1 0 の押下を検出すると (ステップ S 1 4)、角度パラメータ ϕ を補正する (ステップ S 1 6)。具体的には、補正形状計算モジュール 4 3 2 は、図 6 (b) に示すように、角度パラメータ補正画面 W D において、横辺補正スライドバー S L 2 を選択枠 T G により選択する。角度パラメータ θ の補正時と同様に、ユーザは、図 8 (a) に示すように、表示領域 4 0 を視認しながら、表示領域 4 0 の横辺 4 3, 4 4 が略平行となるように横辺補正スライドバー S L 2 のマーク M K を移動させる。補正形状計算モジュール 4 3 2 は、補正ボタン B T 3 もしくは B T 4 が押下される度に、横辺補正スライドバー S L 2 に連動する角度パラメータ ϕ を補正する。図 8 (a) に示すように、液晶ライトバルブ 3 0 0 に形成されている形成領域 3 0 の横辺 3 3, 3 4 が補正される。ユーザは、表示領域 4 0 の横辺 4 3, 4 4 が略平行となったことを確認し、決定ボタン B T 1 0 を押下する。こうすることにより、角度パラメータ ϕ は、補正角度 ϕ_1 に補正される。

【0057】

50

決定ボタン B T 1 0 の押下により、角度パラメータ ϕ_1 が確定される。角度パラメータ ϕ_1 を、式 6 に代入することにより、形成領域 3 0 の水平消失点 H p が式 8 に示すように求まる。なお、水平消失点 H p を通る直線は、スクリーン S C 上において平行に表示される。

【 0 0 5 8 】

【数 8】

$$Hp(X,Y)=\left(\frac{\cos\phi_1}{\cos\theta_1\sin\phi_1}, -\tan\theta_1\right) \quad \cdots \text{ (式 8)}$$

10

【 0 0 5 9 】

式 8 に示すように、水平消失点 H p の y 座標は「 $-\tan\theta_1$ 」であり、垂直消失点の y 座標から簡易に求めることができる。従って、角度パラメータ ϕ の入力前に角度パラメータ θ を入力すると、プロジェクタ P J の処理負荷を軽減できる。

【 0 0 6 0 】

ここで、角度パラメータ θ_1 と角度パラメータ ϕ_1 とが決定されると、スクリーン法線は、式 5 を用いて式 9 に示すように表される。

【 0 0 6 1 】

【数 9】

$$\vec{n}=(-\sin\phi_1, -\cos\phi_1\sin\theta_1, \cos\phi_1\cos\theta_1) \quad \cdots \text{ (式 9)}$$

20

【 0 0 6 2 】

補正形状計算モジュール 4 3 2 は、決定ボタン B T 1 0 の押下を検出すると（ステップ S 1 8）、ロール角 ψ を補正対象の角度パラメータとして選択する（ステップ S 2 0）。具体的には、補正形状計算モジュール 4 3 2 は、図 6（c）に示すように、角度パラメータ補正画面 W D において、回転補正スライドバー S L 3 を選択枠 T G により選択する。角度パラメータ θ 、 ϕ の補正時と同様に、ユーザは、図 8（b）に示すように、表示領域 4 0 を視認しながら、横辺 4 3、4 4 がスクリーン S C の水平線 5 5 に略平行となるように回転補正スライドバー S L 3 のマーク M K 3 を移動させる。補正形状計算モジュール 4 3 2 は、補正ボタン B T 3 もしくは B T 4 が押下される度に、回転補正スライドバー S L 3 に連動する角度パラメータ ψ を補正する。プロジェクタ P J 自体の横転角度は、光軸を回転軸とする回転角度 ψ_0 （図 8（b））により表されるが、本実施例のように、角度パラメータの補正時に、角度パラメータ θ 、 ϕ をまず補正することにより、入力された補正角度 ψ を、スクリーン法線を回転軸とする回転角 ψ_1 に変換して扱うことができる。従って、光軸を回転軸として回転補正した場合には、図 8（a）に示す形成領域 3 0 がそのままの形状で光軸 L A を中心に回転されるが、スクリーン法線を回転軸として回転補正した場合には、図 8（b）に示すように、図 8（a）に示す形成領域 3 0 の形状は補正される。

30

【 0 0 6 3 】

水平消失点 H p、垂直消失点 V p は、回転補正により水平消失点 H p 1、垂直消失点 V p 1 に変換される（式 1 0）が、スクリーンに対する相対的な位置関係は変わらないため、表示領域 4 0 の縦辺および横辺の傾きは変わらず、表示領域 4 0 は回転補正前後において矩形で維持される。

40

【 0 0 6 4 】

【数 10】

$$V_{pl}(V_x, V_y) = \left(\frac{\sin \psi_1 \cos \phi_1}{\sin \psi_1 \sin \phi_1 \cos \theta_1 + \cos \psi_1 \sin \theta_1}, \frac{-\sin \psi_1 \sin \phi_1 \sin \theta_1 + \cos \psi_1 \cos \theta_1}{\sin \psi_1 \sin \phi_1 \cos \theta_1 + \cos \psi_1 \sin \theta_1} \right)$$

$$H_{pl}(H_x, H_y) = \left(\frac{\cos \psi_1 \cos \phi_1}{\cos \psi_1 \sin \phi_1 \cos \theta_1 - \sin \psi_1 \sin \theta_1}, \frac{-\cos \psi_1 \sin \phi_1 \sin \theta_1 - \sin \psi_1 \cos \theta_1}{\cos \psi_1 \sin \phi_1 \cos \theta_1 - \sin \psi_1 \sin \theta_1} \right)$$

… (式 10)

【0065】

10

ユーザは、図 8 (b) に示すように、矩形の表示領域 40 の水平方向の対辺がスクリーン SC の水平線 55 に略平行となり、表示領域 40 の垂直方向の対辺がスクリーン SC の垂直線に略平行となったことを確認し、決定ボタン BT 10 を押下する。

【0066】

なお、既述のように実施例では、ユーザに角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ の順番で入力させるため、例えば、角度パラメータ ϕ の補正後に決定ボタン BT 10 が押下されると、選択棒 TG は回転補正スライドバー SL 3 に移動し、縦辺補正スライドバー SL 1、横辺補正スライドバー SL 2 の選択に戻ることはできない。ユーザは、一度補正した角度パラメータを再度補正するには、一度、角度補正を終了し、補正実行ボタン BT 20 を再度押下すればよい。

20

【0067】

補正実行モジュール 434 は、決定ボタン BT 10 の押下を検出すると (ステップ S 20)、計算された形成領域 30 の補正形状に基づき、すなわち、補正された各角度パラメータ θ_1 、 ϕ_1 、 ψ_1 が代入された式 4 の射影変換 Φ を用いて、入力画像データから、液晶ライトバルブ 300 に補正形状の画像を形成するための補正画像データを生成する (ステップ S 24)。

【0068】

以上説明した実施例のプロジェクタによれば、スクリーン SC に画像を表示すべき表示領域の形状を略矩形とした後に、スクリーン法線を回転軸として表示領域を回転させて、投写面の水平垂直方向に対する表示領域の歪み (傾き) を補正できる。従って、略矩形とされた表示領域について新たな台形歪みの発生を抑制でき、効率的に表示領域の歪みを補正できる。また、実施例のプロジェクタによれば、角度パラメータ θ と角度パラメータ ϕ とを用いて簡易にスクリーン法線を算出でき、プロジェクタの処理負荷を軽減できる。

30

【0069】

また、実施例のプロジェクタによれば、角度パラメータ補正画面において、角度パラメータ θ 、 ϕ 、 ψ の、所定の順番での入力を必須とするように制御しているため、各角度パラメータをユーザに円滑に入力させることができる。

【0070】

B. 変形例:

(1) 実施例では、プロジェクタ PJ は、歪み補正部を備えており、本発明における画像処理装置およびプロジェクタに相当する。しかしながら、例えば、歪み補正部は、プロジェクタとは異なるパーソナルコンピュータに設けられていてもよい。係る場合には、コンピュータが本発明における画像処理装置に相当する。

40

【0071】

(2) 実施例でにおいてプロジェクタは、液晶ライトバルブを備えているが、例えば、液晶ライトバルブに代えて、DMD (デジタルマイクロミラーデバイス) (TI 社の登録商標) 等のマイクロミラー型光変調装置を備えても良い。あるいは、プロジェクタは、高輝度ブラウン管やプラズマディスプレイパネル、エレクトロルミネッセンスディスプレイパネル、発光ダイオード型ディスプレイパネル、フィールドエミッションディスプレイパネルなど備えても良い。このように、画像形成部としては、非自発光型の装置や自発光型の

50

装置を用いることができる。

【0072】

(3) 実施例において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部をハードウェアにおきかえるようにしてもよい。

【0073】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成をとることができる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

10

【図1】実施例におけるプロジェクタの構成を例示するブロック図。

【図2】実施例におけるプロジェクタとスクリーンとの間の角度（投写角度）について説明する説明図。

【図3】実施例におけるスクリーン法線を説明する説明図。

【図4】実施例における補正処理を説明するフローチャート。

【図5】実施例における操作部を例示する説明図。

【図6】実施例における角度パラメータ入力の操作画面を例示する説明図。

【図7】実施例における表示領域の形状と液晶ライトバルブに形成される補正形状との対応を例示する説明図。

【図8】実施例における表示領域の形状と液晶ライトバルブに形成される補正形状との対応を例示する説明図。

20

【符号の説明】

【0075】

30 … 形成領域

31 … 縦辺

31 … 横辺

40 … 表示領域

41 … 横辺

43 … 横辺

55 … 水平線

30

100 … 照明光学系

110 … 光源ランプ駆動部

300 … 液晶ライトバルブ

310 … 液晶ライトバルブ駆動部

340 … 投写光学系

350 … 投写光学系調整部

400 … CPU

410 … 画像入力部

420 … 画像処理部

430 … 歪み補正部

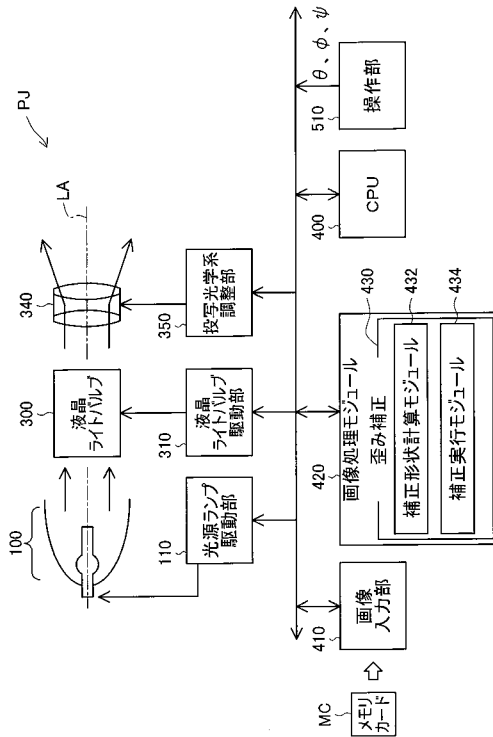
40

432 … 補正形状計算モジュール

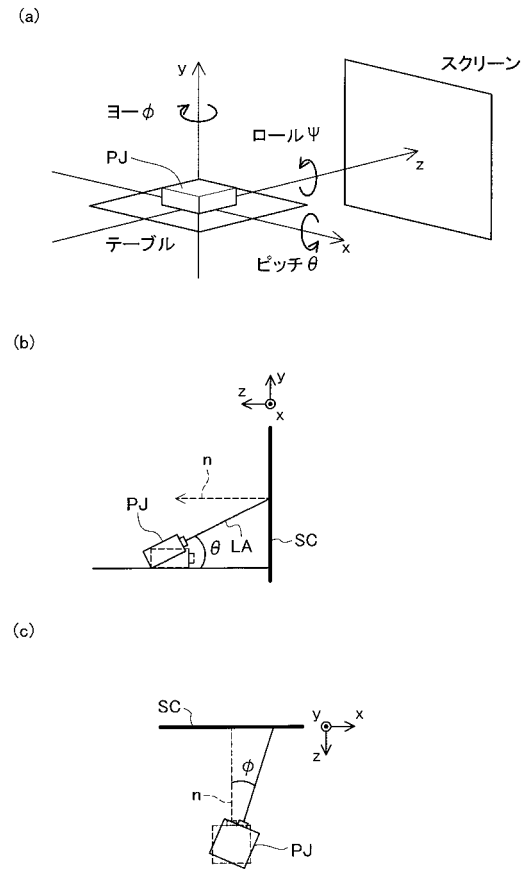
434 … 補正実行モジュール

510 … 操作部

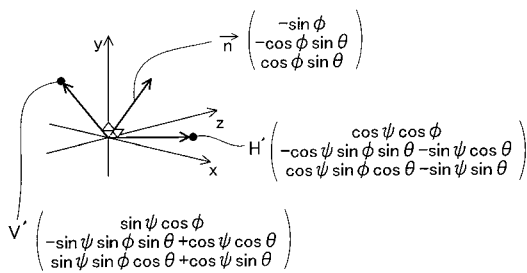
【図 1】



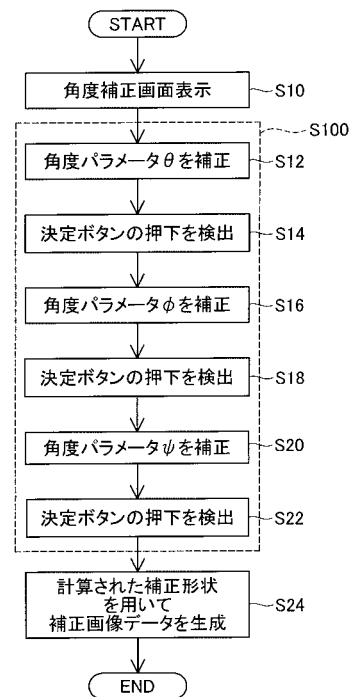
【図 2】



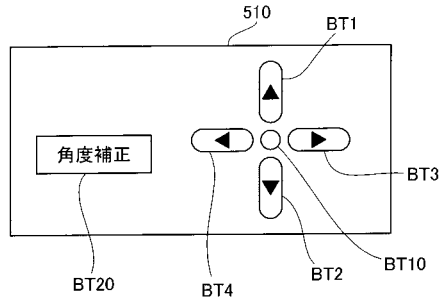
【図 3】



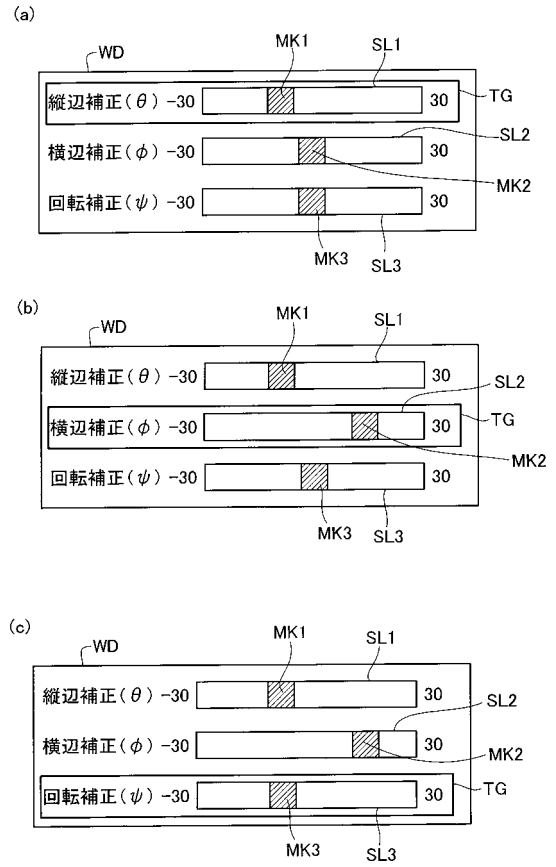
【図 4】



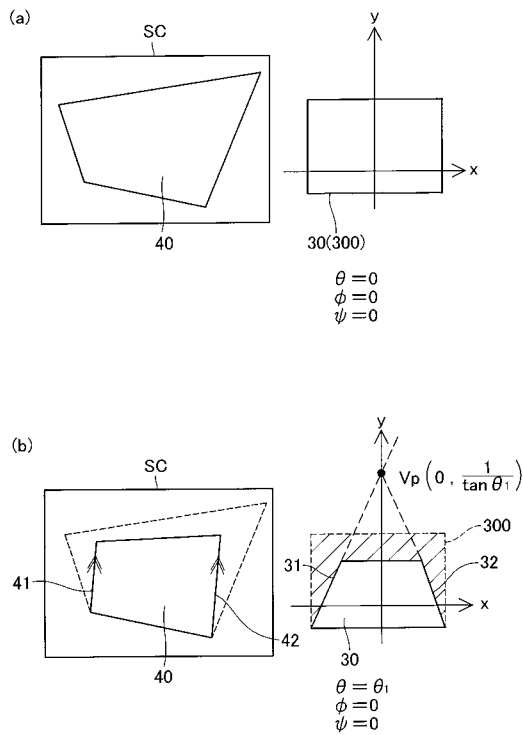
【図 5】



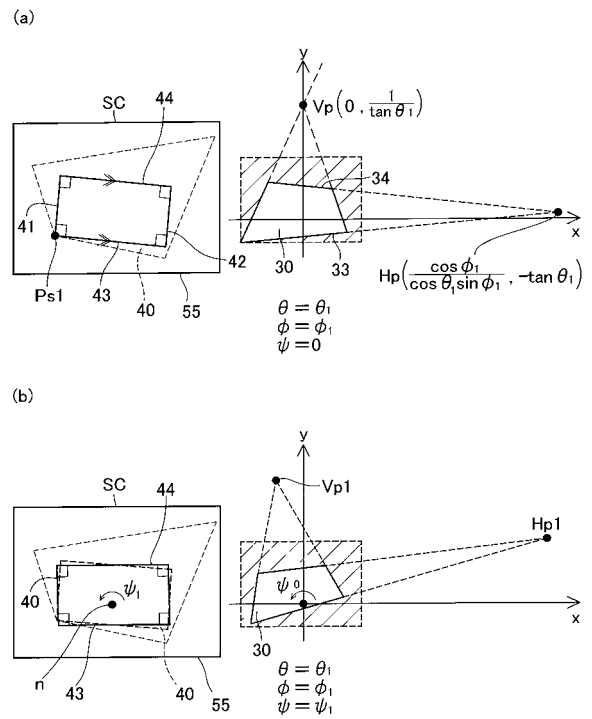
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
G 0 9 G	5/36	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 6 0 C			
			G 0 9 G	3/20	6 6 0 F			
			G 0 9 G	5/00	5 1 0 B			
			G 0 9 G	5/36	5 2 0 K			
			G 0 9 G	5/36	5 2 0 H			
			G 0 9 G	3/20	6 3 3 L			
			G 0 9 G	3/20	6 9 1 C			
			G 0 9 G	5/00	5 1 0 H			

F ターム (参考)	5C080	AA10	AA17	BB05	DD01	DD13	DD24	EE02	EE17	EE21	EE23
		EE26	EE27	GG02	GG05						
	5C082	AA03	AA15	AA21	BA13	BA20	BA26	BA35	BD02	CA03	CA04
		CA21	CA33	CA34	CA40	CA42	CA76	CA81	CA85	CB01	CB06
		CB08	DA86	MM02	MM09	MM10					