

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7096664号

(P7096664)

(45)発行日 令和4年7月6日(2022.7.6)

(24)登録日 令和4年6月28日(2022.6.28)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 5/74 (2006.01)

H 0 4 N

5/74

Z

G 0 3 B 21/00 (2006.01)

G 0 3 B

21/00

D

請求項の数 9 (全29頁)

(21)出願番号	特願2017-241121(P2017-241121)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成29年12月15日(2017.12.15)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2019-110407(P2019-110407 A)	(74)代理人	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
(43)公開日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(72)発明者	浦野 雄太 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	令和2年11月16日(2020.11.16)	(72)発明者	森 真起子 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	益戸 宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投写制御装置およびその制御方法、ならびに投写システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

投写面に画像を投写する複数の投写装置を制御する投写制御装置であって、
前記投写面を撮像する撮像装置から取得した画像に基づいて、前記複数の投写装置のそれぞれの投写領域を取得する取得手段と、

前記複数の投写装置のうち、適用している幾何補正の補正量が最も小さい投写装置を基準投写装置として設定する設定手段と、

前記複数の投写装置で適用する幾何補正を制御する制御手段と、
を備え、

前記制御手段は、前記取得した画像に基づいて前記複数の投写装置のうち前記基準投写装置の投写領域に他の投写装置の投写領域を合致させるように前記他の投写装置で適用する幾何補正を制御する第1調整処理を実行する場合に、前記撮像装置が前記投写面を撮像する前に前記複数の投写装置のうち前記他の投写装置で適用されている幾何補正を解除し、前記基準投写装置で適用されている幾何補正を解除しないことを特徴とする投写制御装置。

【請求項2】

前記制御手段は、ユーザにより指定された前記投写面上の4点に前記複数の投写装置の各々の投写領域の4隅を合致させるように、前記複数の投写装置で適用される幾何補正を制御する第2調整処理を実行可能であって、

前記制御手段は、前記第2調整処理を実行する場合、前記撮像装置が前記投写面を撮像する前に、前記複数の投写装置のすべてについて、適用されている幾何補正を解除すること

を特徴とする請求項 1 に記載の投写制御装置。

【請求項 3】

前記制御手段は各投写装置で適用する幾何補正に用いる補正量を決定し、当該補正量を示す情報を各投写装置に出力して、各投写装置で適用する幾何補正を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の投写制御装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記第 1 調整処理を開始する前に、前記基準投写装置に投写領域を示す画像を投写させ、前記基準投写装置の投写領域に前記他の投写装置の投写領域を合わせることを承認をユーザに求めることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投写制御装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記基準投写装置に投写領域を示す画像を投写させるとともに、前記幾何補正が解除された前記他の投写装置のそれぞれに投写領域を示す画像を投写させることを特徴とする請求項 4 に記載の投写制御装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記承認が得られない場合、前記第 1 調整処理を実行しないことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の投写制御装置。

【請求項 7】

前記幾何補正が、光学像の台形歪み、樽型歪み、糸巻き型歪みのうち少なくともいずれかを補正するために行われることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の投写制御装置。

【請求項 8】

投写面に画像を投写する複数の投写装置を制御する投写制御装置の制御方法であって、前記投写面を撮像する撮像装置から取得した画像に基づいて、前記複数の投写装置のそれぞれの投写領域を取得する取得工程と、

前記複数の投写装置のうち、適用している幾何補正の補正量が最も小さい投写装置を基準投写装置として設定する設定工程と、

前記複数の投写装置で適用する幾何補正を制御する制御工程と、を有し、

前記制御工程では、前記取得した画像に基づいて前記複数の投写装置のうち前記基準投写装置の投写領域に他の投写装置の投写領域を合致させるように前記他の投写装置で適用する幾何補正を制御する第 1 調整処理を実行する場合に、前記撮像装置が前記投写面を撮像する前に前記複数の投写装置のうち前記他の投写装置で適用されている幾何補正を解除させ、前記基準投写装置で適用されている幾何補正を解除させない、ことを特徴とする投写制御装置の制御方法。

【請求項 9】

コンピュータを、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の投写制御装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投写制御装置およびその制御方法、ならびに投写システムに関し、特には、投写位置の調整技術に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の投写装置の投写位置を重複させる投写方法（マルチ投写）が知られている。マルチ投写では投写装置間での投写位置合わせが必要であるため、位置合わせを容易にする機能を有する投写装置も知られている。特許文献 1 では、複数の画像表示手段を有する画像表示装置において、1 つの光学像を基準像とし、残りの光学像の画素位置が基準像の画素位置と合致するように光学像の形成位置を自動調整する一手法が開示されている。特許文献 1 では、複数の光学像のうちから、輝度、投写サイズ、歪みといった条件に基づいて基準像を自動的に設定している。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2008-225297号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1では考慮されていないが、投写光学系の光軸と投写面とが直交する正対位置から投写する場合を除き、光学像の形状に歪みが生じる（台形歪み）。そして、投写装置の位置を変えずに台形歪みを補正する機能として、キーストーン補正機能が知られている。

キーストーン補正は、例えば台形歪みを相殺するように投写画像を変形することによって実現できる。例えば、投写された光学像を見ながら、光学像の頂点の座標を移動させ、キーストーン補正の補正量を設定する方法が知られている。

10

【0005】

画像に対してキーストーン補正を繰り返し適用すると、画質に影響を与える場合があるため、キーストーン補正の適用回数は少ない方がよい。そのため、基準像に対して他の光学像を位置合わせするための補正量を決定する前に、光学像に対するキーストーン補正を解除すべきである。一方で、基準像がキーストーン補正されている場合、それは解除すべきではない。

【0006】

しかし、従来は複数の光学像について選択的かつ自動的にキーストーン補正を解除するという機能は存在していなかった。そのため、全ての光学像についてキーストーン補正を解除した後、基準像について再度キーストーン補正を行う必要があった。さらに、プロジェクタの設置位置の制約などにより、基準像の変更が必要になることもある。この場合、基準像が変更になる都度、キーストーン補正の解除と再補正が必要になり、非常に煩雑である。

20

【0007】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、投写面上における複数の光学像の位置合わせを容易にすることが可能な投写制御装置およびその制御方法、ならびに投写システムの提供を目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的は、投写面に画像を投写する複数の投写装置を制御する投写制御装置であって、投写面を撮像する撮像装置から取得した画像に基づいて、複数の投写装置のそれぞれの投写領域を取得する取得手段と、複数の投写装置のうち、適用している幾何補正の補正量が最も小さい投写装置を基準投写装置として設定する設定手段と、複数の投写装置で適用する幾何補正を制御する制御手段と、を備え、制御手段は、取得した画像に基づいて複数の投写装置のうち基準投写装置の投写領域に他の投写装置の投写領域を合致させるように他の投写装置で適用する幾何補正を制御する第1調整処理を実行する場合に、撮像装置が投写面を撮像する前に複数の投写装置のうち他の投写装置で適用されている幾何補正を解除し、基準投写装置で適用されている幾何補正を解除しないことを特徴とする投写制御装置によって達成される。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、投写面上における複数の光学像の位置合わせを容易にすることが可能な投写制御装置およびその制御方法、ならびに投写システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態に係る、スタック投写を行う投写システムの構成例を示す模式図

【図2】実施形態に係る、マルチスクリーン投写を行う投写システムの構成例を示す模式図

50

- 【図 3】実施形態に係る投写システムの機能構成例を示すブロック図
- 【図 4】キーストーン補正に関する図
- 【図 5】実施形態に係る自動位置合わせ処理の概要に関するフローチャート
- 【図 6】実施形態に係る投写制御アプリケーションの G U I 画面の一例を示す図
- 【図 7】実施形態に係る投写制御アプリケーションの G U I 画面の一例を示す図
- 【図 8】実施形態に係るテストパターンの一例を示す図
- 【図 9】実施形態に係る投写制御アプリケーションの遠隔設定用 G U I 画面の一例を示す図
- 【図 10】実施形態に係るテスト撮影処理に関するフローチャート
- 【図 11】実施形態に係るテストパターンの一例を示す図
- 【図 12】エッジブレンディング処理に関する図
- 【図 13】実施形態に係る自動位置合わせ処理に関するフローチャート
- 【図 14】実施形態に係る基準プロジェクタ確認処理に関するフローチャート
- 【図 15】実施形態に係る基準プロジェクタ確認処理で表示可能なダイアログの例を示す図
- 【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して本発明の例示的な実施形態を詳細に説明する。なお、本発明は説明する実施形態に限定されない。また、実施形態で説明される構成要素の全てが本発明に必須とは限らない。実施形態における個々の機能ブロックは、ハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアとの組み合わせによって実現することができる。また、1つの機能ブロックは複数のハードウェアで実現されてもよい。また、1つのハードウェアが複数の機能ブロックを実現してもよい。また、1つ以上の機能ブロックは、1つ以上のプログラマブルプロセッサ（C P U、M P Uなど）がメモリに読み込まれたコンピュータプログラムを実行することにより実現されてもよい。1つ以上の機能ブロックをハードウェアで実現する場合、ディスクリート回路や、F P G A、A S I Cといった集積回路によって実現することができる。

【 0 0 1 2 】

なお、以下の実施形態では、スタンドアロンタイプの投写装置（プロジェクタ）に本発明を適用した構成について説明する。しかし、例えばパーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末、ゲーム機、デジタル（ビデオ）カメラといった一般的な電子機器が内蔵するプロジェクタにも適用可能である。

【 0 0 1 3 】

[本実施形態のシステム構成]

図 1 は、本発明の実施形態に係る投写システムの一例を表す模式図である。投写システム 10 は、光学像のダイナミックレンジの拡大、輝度の向上、もしくは 3 D 表示のために、複数の投写装置（以下、プロジェクタ）の投写面上での投写領域を合致させるスタック投写を行う。なお、図 1 では最小数（2 台）のプロジェクタ 100 a および 100 b を有し、それぞれの投写領域 A , B を合致させる投写システムを示しているが、3 台以上のプロジェクタを有してもよい。

【 0 0 1 4 】

投写システム 10 に含まれる全てのプロジェクタは、投写制御装置として機能するパーソナルコンピュータ（P C）200 と相互に通信可能に接続される。なお、複数のプロジェクタと投写制御装置との間の通信は、有線通信であっても無線通信であってもよく、また通信プロトコルにも特に制限はない。本実施形態では一例として、T C P / I P を通信プロトコルとして用いるローカルエリアネットワーク（L A N）で装置間の通信が行われるものとする。また、P C 200 は、予め定められたコマンドをプロジェクタ 100 a および 100 b に送信することにより、プロジェクタ 100 a および 100 b の動作を制御することができる。プロジェクタ 100 a および 100 b は P C 200 から受信したコマンドに応じた動作を行い、動作の結果を P C 200 に送信する。

【 0 0 1 5 】

映像分配器 300 は、P C 200 が出力する映像信号をプロジェクタ 100 a および 100

10

20

30

40

50

0 b に分配する。映像分配器 3 0 0 は接続されている全てのプロジェクタに同一の映像信号を出力する。ここでは観賞用の投写を行う前の調整時の構成を示しており、観賞用に個々のプロジェクタが投写する映像は再生装置などから個々のプロジェクタに別途供給される。なお、P C 2 0 0 からプロジェクタ 1 0 0 a および 1 0 0 b に映像信号を直接供給してもよい。なお、映像信号は、一般的に用いられているディスプレイインタフェースの規格に準じて伝送することができる。使用可能な規格の例としては、H D M I（登録商標）、D V I、V G A などがある。

【 0 0 1 6 】

投写システム 1 0 はさらに、例えばデジタルカメラである撮像装置 4 0 0 を有する。撮像装置 4 0 0 は投写面に正対する位置に、投写面の全体を撮影範囲として含むように設置されているものとする。撮像装置 4 0 0 は直接、あるいは L A N を通じて、P C 2 0 0 と通信可能に接続される。P C 2 0 0 は、撮像装置 4 0 0 に予め定められたコマンドを送信することにより、撮像装置 4 0 0 の動作を制御することができる。例えば撮像装置 4 0 0 は P C 2 0 0 からの要求に応じて撮影を行い、得られた画像データを P C 2 0 0 に送信することができる。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は本発明の実施形態に係る投写システムの別の構成例を示す模式図であり、図 1 と同じ構成要素については同じ参照数字を付してある。投写システム 1 1 は、各々のプロジェクタが投写する光学像を投写面上で並べることにより、1 台のプロジェクタで投写できない大きな解像度（画素数）の光学像を実現するマルチスクリーン投写を行う。図 2 の構成においても映像分配器 3 0 0 は接続されている全てのプロジェクタに同一の映像信号を出力する。観賞用に個々のプロジェクタが投写する映像は再生装置などから個々のプロジェクタに別途供給される。

20

なお、図 2 では 4 台のプロジェクタ 1 0 0 a ~ 1 0 0 d を有する投写システムを示しているが、より多くのプロジェクタを有してもよい。マルチスクリーン投写を行う場合、個々の光学像の繋ぎ目を目立たなくするため、プロジェクタ 1 0 0 a ~ 1 0 0 d の投写領域 1 ~ 4 のうち、隣接する投写領域を一部重複させる。また、重複部分の輝度上昇を目立たなくするため、減光処理（エッジブレンディング処理）を施す。なお、以下の説明において、「プロジェクタ 1 0 0」は、複数のプロジェクタの全て、または任意の 1 つを表すものとする。

30

【 0 0 1 8 】

また、本明細書において用いる用語を以下の様に定義する。

「投写領域」 プロジェクタ 1 0 0 が投写する光学像が投写面上に占める領域

「投写画像」 投写領域に投写されている光学像

「投写用画像」 P C 2 0 0 が出力する映像信号または画像データが表す画像

「マルチ投写」 複数の投写装置を用いた投写

「スタック投写」 投写領域が合致、もしくは投写画像が完全に重畳するマルチ投写

「マルチスクリーン投写」 隣接する投写領域の一部が重複するように投写領域を並べたマルチ投写

「プロジェクタ（投写装置）」 光源からの光を投写用画像に基づいて変調して投写面に投写または投写面上で走査することによって投写画像を投写面上に形成する装置

40

【 0 0 1 9 】

[プロジェクタ 1 0 0 の構成]

図 3 は、投写システム 1 0 または 1 1 に含まれるプロジェクタ 1 0 0 および P C 2 0 0 の機能構成例を示すブロック図である。プロジェクタ 1 0 0 は、C P U 1 0 1、R A M 1 0 2、R O M 1 0 3、投写部 1 0 4、投写制御部 1 0 5、V R A M 1 0 6、操作部 1 0 7、ネットワーク I F 1 0 8、画像処理部 1 0 9、映像入力部 1 1 0 を有する。これらの機能ブロックは内部バス 1 1 1 によって通信可能に接続されている。

【 0 0 2 0 】

C P U 1 0 1 は、プログラマブルプロセッサの一例であり、例えば R O M 1 0 3 に記憶さ

50

れているプログラムをRAM 102に読み込んで実行することにより、プロジェクタ100の動作を実現する。

RAM 102は、CPU 101がプログラムを実行する際のワークメモリとして用いられる。RAM 102には、プログラムやプログラムの実行に用いる変数などが記憶される。また、RAM 102は、他の用途（例えばデータバッファとして）に用いられてもよい。

【0021】

ROM 103は書き換え可能であってよい。ROM 103は、CPU 101が実行するプログラム、メニュー画面などの表示に用いるためのGUIデータ、キーストーン補正や位置合わせ処理などで用いられるテストパターンのデータ、各種の設定値などが記憶される。

【0022】

投写部104は、光源、投写光学系などを有し、投写制御部105から供給される投写用画像に基づいて光学像を投写する。本実施形態では液晶パネルを光学変調素子として用い、光源からの光の反射率もしくは透過率を投写用画像に従って制御することにより、投写用画像に基づく光学像を生成し、投写光学系によって投写面に投写する。

【0023】

投写制御部105は、画像処理部109から供給される投写用画像のデータを投写部104に供給する。

VRAM 106はPC 200から受信した投写用画像のデータを格納するビデオメモリである。

【0024】

操作部107は、キー、ボタン、スイッチ、タッチパネルなどの入力デバイスを有し、ユーザからプロジェクタ100への指示を受け付ける。CPU 101は操作部107の操作を監視しており、操作部107の操作を検出すると、検出した操作に応じた処理を実行する。なお、プロジェクタ100がリモートコントローラを有する場合、操作部107はリモートコントローラから受信した操作信号をCPU 101に通知する。

【0025】

ネットワークIF 108はプロジェクタ100を通信ネットワークに接続するインタフェースであり、サポートする通信ネットワークの規格に準拠した構成を有する。本実施形態においてプロジェクタ100は、ネットワークIF 108を通じて、PC 200と共通のローカルネットワークに接続される。したがって、プロジェクタ100とPC 200との通信はネットワークIF 108を通じて実行される。

【0026】

画像処理部109は、映像入力部110に供給され、VRAM 106に格納された映像信号に対して様々な画像処理を必要に応じて適用し、投写制御部105に供給する。画像処理部109は例えば画像処理用のマイクロプロセッサであってよい。あるいは、画像処理部109に相当する機能を、CPU 101がROM 103に記憶されたプログラムを実行することによって実現してもよい。

画像処理部109が適用可能な画像処理には、フレーム間引き処理、フレーム補間処理、解像度変換処理、メニュー画面などのOSDを重複させる処理、キーストーン補正処理、エッジブレンディング処理などが含まれるが、これらに限定されない。

【0027】

映像入力部110は、外部装置（本実施形態ではPC 200）が出力する映像信号を直接または間接的に受信するインタフェースであり、サポートする映像信号に応じた構成を有する。映像入力部110は例えば、コンポジット端子、S映像端子、D端子、コンポーネント端子、アナログRGB端子、DVI-I端子、DVI-D端子、HDMI（登録商標）端子の1つ以上を含む。映像入力部110はまた、アナログ映像信号を受信した場合、デジタル映像信号に変換してVRAM 106に格納する。

【0028】

[PC 200の構成]

次に、PC 200の機能構成について説明する。PC 200は外部ディスプレイが接続可

10

20

30

40

50

能な汎用コンピュータであってよく、したがって汎用コンピュータに準じた機能構成を有する。P C 2 0 0 は、C P U 2 0 1、R A M 2 0 2、R O M 2 0 3、操作部 2 0 4、表示部 2 0 5、ネットワーク I F 2 0 6、映像出力部 2 0 7、通信部 2 0 8 を有する。また、この機能ブロックは内部バス 2 0 9 によって通信可能に接続されている。

【 0 0 2 9 】

C P U 2 0 1 は、プログラマブルプロセッサの一例であり、例えば R O M 2 0 3 に記憶されているプログラム（O S やアプリケーションプログラム）を R A M 2 0 2 に読み込んで実行することにより、P C 2 0 0 の動作を実現する。

R A M 2 0 2 は、C P U 2 0 1 がプログラムを実行する際のワークメモリとして用いられる。R A M 2 0 2 には、プログラムやプログラムの実行に用いる変数などが記憶される。また、R A M 2 0 2 は、他の用途（例えばデータバッファとして）に用いられてもよい。

10

【 0 0 3 0 】

R O M 2 0 3 は書き換え可能であってよい。R O M 2 0 3 は、C P U 2 0 1 が実行するプログラム、メニュー画面などの表示に用いるための G U I データ、各種の設定値などが記憶される。なお、P C 2 0 0 は R O M 2 0 3 よりも大容量の記憶装置（H D D や S S D ）を有してもよく、この場合 O S やアプリケーションプログラムといった容量の大きいプログラムは記憶装置に記憶してもよい。

【 0 0 3 1 】

操作部 2 0 4 は、キーボード、ポインティングデバイス（マウスなど）、タッチパネル、スイッチなどの入力デバイスを有し、ユーザから P C 2 0 0 への指示を受け付ける。なお、キーボードはソフトウェアキーボードであってもよい。C P U 2 0 1 は操作部 2 0 4 の操作を監視しており、操作部 2 0 4 の操作を検出すると、検出した操作に応じた処理を実行する。

20

【 0 0 3 2 】

表示部 2 0 5 は例えば液晶パネルや有機 E L パネルである。表示部 2 0 5 は、O S やアプリケーションプログラムが提供する画面の表示を行う。なお、表示部 2 0 5 は外部装置であってもよい。また、表示部 2 0 5 はタッチディスプレイであってもよい。

【 0 0 3 3 】

ネットワーク I F 2 0 6 は P C 2 0 0 を通信ネットワークに接続するインタフェースであり、サポートする通信ネットワークの規格に準拠した構成を有する。本実施形態において P C 2 0 0 は、ネットワーク I F 2 0 6 を通じて、プロジェクタ 1 0 0 と共通のローカルネットワークに接続される。したがって、P C 2 0 0 とプロジェクタ 1 0 0 との通信はネットワーク I F 2 0 6 を通じて実行される。

30

【 0 0 3 4 】

映像出力部 2 0 7 は、外部装置（本実施形態ではプロジェクタ 1 0 0 または映像分配器 3 0 0 ）に映像信号を送信するインタフェースであり、サポートする映像信号に応じた構成を有する。映像出力部 2 0 7 は例えば、コンボジット端子、S 映像端子、D 端子、コンポーネント端子、アナログ R G B 端子、D V I - I 端子、D V I - D 端子、H D M I （登録商標）端子の 1 つ以上を含む。

【 0 0 3 5 】

なお、本実施形態では、プロジェクタ 1 0 0 の投写領域の調整機能を有する投写制御アプリケーションプログラムの U I 画面を表示部 2 0 5 に表示するものとするが、映像出力部 2 0 7 に接続された外部機器に U I 画面を表示させてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

通信部 2 0 8 は外部機器と例えばシリアル通信を行うための通信インタフェースであり、代表的には U S B インタフェースであるが、R S - 2 3 2 C など他の規格に準じた構成を有しても良い。本実施形態では撮像装置 4 0 0 が通信部 2 0 8 に接続されるものとするが、撮像装置 4 0 0 と P C 2 0 0 との通信方法に特に制限はなく、両者がサポートしている任意の規格に準拠した通信を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

50

[映像分配器 3 0 0]

本実施形態において投写制御装置である P C 2 0 0 は、観賞用画像をマルチ投写する前の個々のプロジェクタの位置合わせを実行する。したがって、P C 2 0 0 から個々のプロジェクタに送信される映像信号はテスト用の映像信号（テストパターン）である。観賞用に投写する映像信号は、個々のプロジェクタに別途供給される。本実施形態では映像分配器 3 0 0 は同一の映像信号を接続されている全てのプロジェクタに並列出力するものとする。

【 0 0 3 8 】

[キーストーン補正について]

次に、キーストーン補正について図 4 を用いて説明する。キーストーン補正は、投写面の法線方向と投写方向（一般的には投写光学系の光軸）とのずれに応じて投写画像に生じる台形歪みを相殺するように元画像を幾何学的変換（変形）させる補正（幾何補正）である。画像の幾何学的変換は射影変換によって実現できるため、キーストーン補正は幾何補正の補正量である射影変換のパラメータの決定に等しい。例えば、C P U 1 0 1 は、矩形状の元画像の各頂点の移動量と移動方向に基づいて射影変換のパラメータを決定し、画像処理部 1 0 9 に与えることができる。

【 0 0 3 9 】

例えば、元画像の座標を (x_s, y_s) とすると、射影変換による変形後の画像の座標 (x_d, y_d) は以下の式 1 で表わされる。

【数 1】

$$\begin{pmatrix} x_d \\ y_d \\ 1 \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x_s - x_{so} \\ y_s - y_{so} \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_{do} \\ y_{do} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (\text{式 1})$$

ここで、M は 3×3 行列で、元画像から変形後の画像への射影変換行列である。また、 x_{so} 、 y_{so} は、図 4 に実線で示す元画像の左上の頂点の座標であり、 x_{do} 、 y_{do} は、図 4 に一点鎖線で示す変形後の画像において、元画像の頂点 (x_{so}, y_{so}) に対応する頂点の座標値である。

【 0 0 4 0 】

C P U 1 0 1 は、式 1 の行列 M とその逆行列 M^{-1} を、オフセット (x_{so}, y_{so}) 、 (x_{do}, y_{do}) とともに、キーストーン補正のパラメータとして画像処理部 1 0 9 に与える。画像処理部 1 0 9 は、以下の式 2 に従い、キーストーン補正後の座標値 (x_d, y_d) に対応する元画像の座標 (x_s, y_s) を求めることができる。

【数 2】

$$\begin{pmatrix} x_s \\ y_s \\ 1 \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} x_d - x_{do} \\ y_d - y_{do} \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_{so} \\ y_{so} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (\text{式 2})$$

【 0 0 4 1 】

式 2 で得られる元画像の座標 x_s, y_s がいずれも整数であれば、画像処理部 1 0 9 は元画像座標 (x_s, y_s) の画素値をそのままキーストーン補正後の画像の座標 (x_d, y_d) の画素値とすることができる。一方、式 2 で得られる元画像の座標が整数にならない場合、画像処理部 1 0 9 は、元画像座標 (x_s, y_s) に相当する画素値を、複数の周辺画素の値を用いた補間演算により求めることができる。補間演算は、例えばバイリニア、バイキュービックなど、公知の補間演算のいずれかを用いて行うことができる。なお、式 2 で得られる元画像の座標が、元画像の外部領域の座標である場合、画像処理部 1 0 9 は、キーストーン補正後の画像の座標 (x_d, y_d) の画素値を黒（0）またはユーザが設定した背景色とする。このようにして、画像処理部 1 0 9 は、キーストーン補正後の画像の全座標についての画素値を求め、変換後画像を作成することができる。

【 0 0 4 2 】

ここでは、プロジェクタ 1 0 0 の C P U 1 0 1 から画像処理部 1 0 9 に、行列 M とその逆行列 M^{-1} の両方が供給されるものとしたが、いずれか一方の行列だけを供給し、他方の行列は画像処理部 1 0 9 が求めてもよい。

【 0 0 4 3 】

通常、キーストーン補正には画素補間を伴うため、変形量が大きい場合は特に、元の画像の画素情報（R G B 値など）が失われる。そのため、キーストーン補正量（幾何補正の補正量）は小さい方が画質の点では有利である。

【 0 0 4 4 】

なお、キーストーン補正後の画像の頂点の座標は、例えば投写画像の個々の頂点について、頂点が所望の位置に投写されるように操作部 1 0 7 を通じてユーザから移動量を入力させることにより取得することができる。この際、移動量の入力を支援するため、C P U 2 0 1 は、投写制御アプリケーションプログラムの機能を用い、プロジェクタ 1 0 0 にテストパターンを投写させるようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

〔 自動位置合わせ処理の概要 〕

本実施形態の P C 2 0 0 が投写制御アプリケーションプログラムを実行することにより実現する、自動位置合わせ処理の概要を図 5 のフローチャートに示す。

【 0 0 4 6 】

S 1 0 0 で C P U 2 0 1 は、P C 2 0 0 が通信可能なプロジェクタ 1 0 0 の中から、自動位置合わせ処理の対象（調整対象）とする複数のプロジェクタを選択する。選択される複数のプロジェクタは、基準像を投写する 1 つのプロジェクタと、基準像に位置合わせする光学像を投写する 1 つ以上のプロジェクタである。例えば後述するように、通信可能なプロジェクタの一覧を選択可能に表示部 2 0 5 に表示し、自動位置合わせ処理の対象とする複数のプロジェクタをユーザに選択させるようにしてもよい。また、基準プロジェクタはユーザが明示的に選択してもよいし、自動的に選択してもよい。自動的に選択する場合、例えば選択されたプロジェクタのうち、一覧表示での表示位置が一番上のプロジェクタを基準プロジェクタすることが考えられる。例えば、ユーザから選択完了の指示が入力されると、C P U 2 0 1 は処理を S 2 0 0 に進める。

【 0 0 4 7 】

S 2 0 0 で C P U 2 0 1 は、予め定められたテストパターンを投写するように指示するコマンドを、ネットワーク I F 2 0 6 を通じて、S 1 0 0 において選択された各々のプロジェクタ 1 0 0 に送信する。コマンドを受信したプロジェクタ 1 0 0 の C P U 1 0 1 は、R O M 1 0 3 からテストパターンデータを読み出し、投写制御部 1 0 5 を通じて投写部 1 0 4 によりテストパターンの光学像を投写させる。ここで投写するテストパターンは、個々のプロジェクタ 1 0 0 の投写領域の位置関係や投写画像の歪みなどユーザに把握させるためのテストパターンである。例えば、方眼（メッシュ）パターンなどであってよい。

【 0 0 4 8 】

ユーザは、投写されたテストパターンから、選択したプロジェクタ 1 0 0 の投写領域がおおよそ適切な位置にあるか否かを把握することができる。自動位置合わせ機能により調整可能な範囲には限りがあるため、この時点でユーザは個々のプロジェクタ 1 0 0 の投写領域がおおよそ所望の位置となるように、例えばプロジェクタ 1 0 0 の設置位置や投写倍率などを調整する。

【 0 0 4 9 】

一方、S 3 0 0 で C P U 2 0 1 は、表示部 2 0 5 に、ユーザに選択を促すメッセージとともに、P C 2 0 0 に接続されている撮像装置を選択可能に表示する。ここでは撮像装置 4 0 0 だけが使用可能であるため、撮像装置 4 0 0 が選択された状態で表示される。撮像装置が選択された状態で、操作部 2 0 4 を通じてテスト撮影指示を検出すると、C P U 2 0 1 は処理を S 4 0 0 に進める。

【 0 0 5 0 】

S 4 0 0 で C P U 2 0 1 は、S 3 0 0 において選択された撮像装置 4 0 0 についての撮影条件（画角、露出条件、ホワイトバランスなど）を設定する。露出条件やホワイトバランスの設定は手動または自動で行うことができる。ユーザは撮像装置 4 0 0 を操作したり、投写制御アプリケーションが提供する G U I を操作部 2 0 4 で操作したりすることにより、直接もしくは P C 2 0 0 から遠隔的に設定することができる。手動設定の場合、全てのプロジェクタに対して共通した露出条件およびホワイトバランスが用いられる。撮像装置 4 0 0 の画角の変更は、露出条件やホワイトバランスの手動設定と同様に行うことができる。S 4 0 0 の処理については後で詳細に説明する。

【 0 0 5 1 】

S 5 0 0 で C P U 2 0 1 は、表示部 2 0 5 に、自動位置合わせ処理の一覧を選択可能に表示する。詳細については後述する。投写制御アプリケーションが提供する G U I 操作を通じて自動位置合わせ処理の実行指示が検出されると、C P U 2 0 1 は処理を S 6 0 0 に進める。

10

【 0 0 5 2 】

S 6 0 0 で C P U 2 0 1 は、選択された自動位置合わせ処理を実行する。C P U 2 0 1 は、例えば、スタック投写のために、S 3 0 0 で選択されたプロジェクタの投写領域を自動位置合わせする処理を実行する。S 3 0 0 で選択されたプロジェクタの投写領域を自動位置合わせする処理の詳細については後述する。

【 0 0 5 3 】

なお、上述した S 1 0 0 ~ S 6 0 0 の実行順序は図 5 とは異なってもよい。例えばプロジェクタの投写領域を自動位置合わせする処理については、自動位置合わせ処理の開始指示がなされる時点で、対象とするプロジェクタの選択と、撮像装置 4 0 0 の選択および撮影条件の設定が完了していればよい。例えば、撮像装置 4 0 0 に関する処理（S 3 0 0、S 4 0 0）行った後で、プロジェクタの設定（S 1 0 0、S 2 0 0）を行ってもよい。

20

【 0 0 5 4 】

図 6 は、C P U 2 0 1 が投写制御アプリケーションプログラムを実行することにより表示部 2 0 5 に表示される G U I 画面 6 0 0 の例を示す図である。ユーザは P C 2 0 0 の操作部 2 0 4 を通じて G U I 画面 6 0 0 を操作する。なお、図 6 (a) と図 6 (b) は、G U I 画面 6 0 0 の下側の一部でスタック投写に関する表示を行っている場合と、マルチスクリーン投写に関する表示を行っている場合とを示していること以外は共通である。

30

【 0 0 5 5 】

リストビュー 6 0 1 は P C 2 0 0 とネットワーク接続されたプロジェクタ 1 0 0 の情報を選択可能に一覧表示する領域である。本実施形態では、プロジェクタ名、I P アドレス、キーストーン補正を適用中か否かを、リストビュー 6 0 1 に一覧表示する。これらの情報は C P U 2 0 1 からプロジェクタ 1 0 0 のそれぞれに対して情報取得コマンドを送信することにより、プロジェクタ 1 0 0 から取得することができる。また、本実施形態ではキーストーン補正を適用中のプロジェクタについては「変形済」と表示し、未適用のプロジェクタについては「変形無」と表示するか、何も表示しない。

【 0 0 5 6 】

検索ボタン 6 0 2 の操作を検出すると、P C 2 0 0 の C P U 2 0 1 はネットワーク I F 2 0 6 を介して、プロジェクタ名、I P アドレス、キーストーン補正の適用有無に関する情報を要求する所定のコマンドをネットワーク上にブロードキャストする。ネットワークに接続されている個々のプロジェクタ 1 0 0 の C P U 1 0 1 は、ネットワーク I F 1 0 8 を介してコマンドを受信すると、自身のプロジェクタ名、I P アドレス、キーストーン補正の有無を示す情報を含んだデータを、P C 2 0 0 に対して送信する。P C 2 0 0 の C P U 2 0 1 はコマンドに応答して送信されたデータを受信し、データに含まれる情報を抽出してリストビュー 6 0 1 に一覧表示する。

40

【 0 0 5 7 】

リストビュー 6 0 3 は、リストビュー 6 0 1 に一覧表示されたプロジェクタのうち、自動位置合わせの対象として選択されたプロジェクタを一覧表示する領域である。例えば、ユ

50

ーザがリストビュー 601 に一覧表示されている要素の 1 つ以上について、リストビュー 603 へドラッグアンドドロップする操作が検出されると、CPU 201 は、操作の対象とされた要素をリストビュー 603 に追加する。リストビュー 603 に表示されているプロジェクトの情報は、CPU 201 が RAM 202 上で管理する。なお、後述する追加ボタン 605 が操作された場合も CPU 201 はリストビュー 603 へ要素を追加する。

【0058】

テキストボックス 604 および追加ボタン 605 は、ユーザが自動位置合わせの対象として追加したいプロジェクトを、IP アドレスで指定して追加するための GUI である。CPU 201 は、追加ボタン 605 の操作が検出された際にテキストボックス 604 に入力されている IP アドレスを有するプロジェクトをリストビュー 603 および RAM 202 で管理するプロジェクトのリストに追加する。リストビュー 603 への要素追加処理が、上述した S100 の処理に相当する。

【0059】

本実施形態において CPU 201 は、リストビュー 603 に追加されたプロジェクトやリストビュー 603 で選択されたプロジェクトがキーストーン補正を適用中である場合、それをユーザに通知することができる。選択されたプロジェクトがキーストーン補正を適用中であることの通知は、例えば図 7 に示す警告画面 700 を表示部 205 に表示することによって行うことができる。つまり、警告画面 700 は、自動位置合わせの対象として選択されたプロジェクトにキーストーン補正等の幾何補正が適用されている場合に、当該幾何補正の適用を解除するか否かをユーザに選択させるための通知画面である。また、CPU 201 は通知を行う際、警告画面 700 の表示に加え、対応するプロジェクトに対し、所定のテストパターンを投写させるコマンドを送信してもよい。これにより、通知の対象であるプロジェクト 100 から、テストパターンが投写される。ユーザは投写されたテストパターンにより、通知されたプロジェクトの投写領域の位置を確認できる。

【0060】

警告画面 700 の「はい」ボタン 701 の操作が検出された場合、CPU 201 はネットワーク IF 206 を介して、対応するプロジェクト 100 に対し、適用中のキーストーン補正（幾何補正）の補正量を要求するコマンドを送信する。CPU 101 はコマンドに回答して現在適用しているキーストーン補正量を例えば RAM 102 から取得し、PC 200 に送信する。CPU 201 は、補正量を受信すると、RAM 202 で管理しているリストの、対応するプロジェクトの情報として補正量を記憶する。そして、CPU 201 はさらに、そのプロジェクト 100 に対し、キーストーン補正の解除を指示するコマンドを送信する。プロジェクト 100 の CPU 101 はキーストーン補正の解除を指示するコマンドを受信すると、画像処理部 109 にキーストーン補正を解除するよう指示する。CPU 201 はキーストーン補正の解除を指示するコマンドを送信すると、警告画面 700 を閉じる。そして、CPU 201 は、キーストーン補正を解除したプロジェクトについてリストビュー 601 および 603 に表示されていた「変形済」表示を中止する（あるいは、「変形無」表示に変更する）。また、CPU 201 は、RAM 202 で管理している、プロジェクトのリストについても、キーストーン補正の適用有無の情報を更新する。

【0061】

一方、警告画面 700 の「いいえ」ボタン 702 の操作が検出された場合、CPU 201 は対応するプロジェクト 100 との通信を行わずに警告画面 700 を閉じる。なお、警告画面 700 の「いいえ」ボタン 702 の操作が検出された場合、CPU 201 は、選択されているプロジェクトを基準プロジェクト候補として RAM 202 に記憶してもよい。したがって、リストビュー 601、603 の表示や、RAM 202 内のプロジェクトリストは変更されない。なお、リストビュー 603 へプロジェクトが追加された際の警告画面 700 の表示や、キーストーン補正の解除動作は必須ではない。

【0062】

図 6 に戻り、「テストパターン表示」ボタン 606 の操作が検出されると、CPU 201 はリストビュー 603 に表示されているプロジェクト 100 のそれぞれに対し、ネットワ

10

20

30

40

50

ーク I F 2 0 6 を通じてテストパターンの表示を指示するコマンドを送信する。これは、図 5 の S 2 0 0 における処理に相当する。ボタン 6 0 6 の操作に応じて表示させるテストパターンは、各プロジェクト 1 0 0 の表示領域の大きさや位置を確認しやすくするためのテストパターンであり、例えば図 8 (a) や図 8 (b) に示すテストパターンであってよい。2 つのテストパターンは、4 隅の矩形部分 8 0 1、8 0 2 の表示 (例えば色) が異なっている。

【 0 0 6 3 】

テストパターンは P C 2 0 0 から個々のプロジェクト 1 0 0 にテストパターンの表示を指示するコマンドに関連づけて送信してもよいし、プロジェクト 1 0 0 の C P U 1 0 1 が生成してもよい。

10

【 0 0 6 4 】

なお、個々のプロジェクトが表示するテストパターンの矩形部分 8 0 1 または 8 0 2 の大きさにより、そのプロジェクトにおけるキーストーン補正の上限値を表すようにテストパターンを生成することができる。例えば、あるプロジェクト 1 0 0 のキーストーン補正の上限値が X 方向に 2 5 0 画素、Y 方向に 2 0 0 画素であったとする。この場合、そのプロジェクト 1 0 0 で表示するテストパターンの矩形部分 8 0 1 の横幅が 2 5 0 画素、縦幅が 2 0 0 画素となるようにテストパターンを生成することができる。

【 0 0 6 5 】

このようなテストパターンを P C 2 0 0 で生成する場合、C P U 2 0 1 はリストビュー 6 0 3 に表示されている個々のプロジェクト 1 0 0 から、キーストーン補正の上限値を取得する。なお、キーストーン補正の上限値を直接取得する代わりに、キーストーン補正量の上限値に変換可能な他の情報 (例えばファームウェアのバージョンおよび機種名) を取得してもよい。この場合、取得する情報をキーストーン補正量の上限値に変換するための情報 (例えばルックアップテーブル) を P C 2 0 0 の R O M 2 0 3 に記憶しておく。そして、C P U 2 0 1 は取得したキーストーン補正の上限値に基づいて、上述したテストパターンを表す画像データを生成する。

20

【 0 0 6 6 】

一方、個々のプロジェクト 1 0 0 でテストパターンを生成する場合、C P U 1 0 1 が例えば R O M 1 0 3 に記憶されている自身の情報に基づいて、上述したテストパターンを表す画像データを生成する。なお、予め上述したテストパターンを R O M 1 0 3 に記憶しておいてもよい。

30

【 0 0 6 7 】

例えば、個々のプロジェクトが投写するテストパターンにおける矩形部分の表現 (例えば色や塗りつぶしパターンなど) を異ならせることで、投写されたテストパターンに基づいて、現在のプロジェクトの配置で自動位置合わせが可能か否かの判定を支援できる。例えば図 8 (a) のテストパターンの矩形部分 8 0 1 を赤色、図 8 (b) のテストパターンの矩形部分 8 0 2 を緑色とする。そして、プロジェクト 1 0 0 a および 1 0 0 b で別々のテストパターンを投写するものとする。

【 0 0 6 8 】

この場合、2 つのテストパターンが矩形部分で重なりを有する位置関係で投写された場合、矩形部分の重複領域は黄色に見える。テストパターンの矩形部分のうち、対応する位置の矩形部分の重複領域は、いずれのプロジェクトでもキーストーン補正によって頂点を移動可能な領域である。そのため、テストパターンの投写画像が同じ位置 (左上、右上、左下、右下) の矩形部分の全てで重複領域を有していれば、それらテストパターンを投写したプロジェクトの投写領域を合わせることが可能 (すなわち、スタック投写可能) であることが分かる。また、テストパターンの投写画像の矩形部分から、そのテストパターンを投写したプロジェクトのキーストーン補正の上限を把握することができる。

40

【 0 0 6 9 】

例えば、プロジェクト 1 0 0 a および 1 0 0 b が投写したテストパターンの投写画像が図 8 (c) のような位置関係であれば、プロジェクト 1 0 0 a および 1 0 0 b の投写領域を

50

自動位置合わせ可能であることが分かる。しかし、テストパターンの投写画像が図 8 (d) のような位置関係の場合、現在のプロジェクタ 1 0 0 a および 1 0 0 b の配置では投写領域を自動位置合わせすることができない。この場合ユーザは、テストパターンの投写画像における、対応する矩形部分の全てが重複領域 (黄色の領域) を有するように、プロジェクタ 1 0 0 a および 1 0 0 b の少なくとも一方を移動させることができる。また、ユーザは、テストパターンの投写画像における、対応する矩形部分の全てが重複領域 (黄色の領域) を有するように、レンズシフト機能によってプロジェクタ 1 0 0 a および 1 0 0 b の少なくとも一方の投写位置を移動させることができる。

【 0 0 7 0 】

図 6 に戻り、G U I 画面 6 0 0 のリストビュー 6 0 7 は、現在 P C 2 0 0 に接続されている撮像装置の 1 つを選択可能に一覧表示する。ここで選択された撮像装置が自動位置合わせに用いられる。図 6 の例ではリストビュー 6 0 7 に 4 台の撮像装置が表示されているが、本実施形態では撮像装置 4 0 0 だけが接続されているため、撮像装置 4 0 0 が選択された状態 (ハイライトされた状態) で表示される。

10

【 0 0 7 1 】

C P U 2 0 1 はリストビュー 6 0 7 で選択された撮像装置と、通信部 2 0 8 を通じて、P C 2 0 0 から撮像装置を遠隔制御するための通信を確立させる (S 3 0 0 での撮像装置の選択処理に相当) 。これにより、選択された撮像装置から各種の情報を取得したり、撮影を指示したり、撮影で得られた画像データを取得したり、撮影条件を設定 (変更) したりすることが可能になる。C P U 2 0 1 はまた、撮像装置から取得した情報を R A M 2 0 2

20

【 0 0 7 2 】

図 6 に戻って、「カメラ詳細設定」ボタン 6 0 8 の操作が検出されると、C P U 2 0 1 は、リストビュー 6 0 7 で選択されている撮像装置の撮影条件を遠隔的に設定するための G U I 画面を表示部 2 0 5 に表示する。図 9 は、撮像装置の遠隔操作作用 G U I 画面 9 1 0 の例を示す。遠隔操作作用 G U I 画面 9 1 0 には撮像装置の種類に応じた操作ボタンが含まれており、各操作ボタンには現在の設定値が表示されている。絞り値ボタン 9 1 2、撮影感度ボタン 9 1 3、シャッタースピードボタン 9 1 4 はそれぞれプルダウンリストを含んでおり、選択すると設定可能な値のリストが表示される。リストから値が選択されると、C P U 2 0 1 はボタンの種類に応じた露出条件を、選択された値に変更するコマンドを通信部 2 0 8 を通じて撮像装置に送信する。撮影指示ボタン 9 1 1 が操作されると C P U 2 0 1 は撮影を指示するコマンドを通信部 2 0 8 を通じて撮像装置に送信する。

30

【 0 0 7 3 】

「撮影条件自動設定」ボタン 6 0 9 の操作が検出されると、C P U 2 0 1 はリストビュー 6 0 7 で選択されている撮像装置の撮影条件 (絞り値、露出条件、ホワイトバランス) を自動位置合わせに適した値に自動設定する処理を実行する。この処理の詳細についてはテスト撮影動作の説明とともに後述する。

【 0 0 7 4 】

「テスト撮影」ボタン 6 1 0 の操作が検出されると、C P U 2 0 1 はリストビュー 6 0 7 で選択されている撮像装置によるテスト撮影処理を実行する。本実施形態では、撮像装置の画角確認を目的とした第 1 のテスト撮影と、各プロジェクタに対する撮影条件の確認もしくは自動設定を目的とした第 2 のテスト撮影とで異なる処理を実行する。

40

【 0 0 7 5 】

図 1 0 のフローチャートを用いて、テスト撮影処理について説明する。C P U 2 0 1 は、投写制御アプリケーションの G U I 画面 6 0 0 の「テスト撮影」ボタン 6 1 0 の操作を検出するとテスト撮影処理を開始する。

【 0 0 7 6 】

S 1 5 0 1 で C P U 2 0 1 は、画角確認を目的としたテスト撮影 (第 1 のテスト撮影) であるか、撮影条件確認を目的としたテスト撮影 (第 2 のテスト撮影) であるかを、ラジオボタン 6 2 7 および 6 2 8 の選択状態に基づいて判定する。具体的には、C P U 2 0 1 は

50

、ラジオボタン 6 2 7 が選択されていればテスト撮影の目的が画角確認であると判定し、処理を S 1 0 0 3 に進める。また、C P U 2 0 1 は、ラジオボタン 6 2 8 が選択されていればテスト撮影の目的が撮影条件確認であると判定し、処理を S 1 0 2 1 に進める。なお、「撮影条件自動設定」ボタン 6 0 9 の操作を検出した際に実行する撮影条件自動設定処理は、S 1 0 2 1 からの処理に相当する。

【 0 0 7 7 】

まず、画角確認を目的としたテスト撮影動作について説明する。

S 1 0 0 3 で C P U 2 0 1 は、調整対象のプロジェクタ（リストビュー 6 0 3 に表示されているプロジェクタ）のそれぞれから、現在適用中のキーストーン補正量を取得する。なお、リストビュー 6 0 1 に接続されているプロジェクタの情報を表示する際にキーストーン補正量を取得済みであれば、R A M 2 0 2 に管理しているプロジェクタの情報からキーストーン補正量を得ることができる。この場合、S 1 0 0 3 でプロジェクタに改めてキーストーン補正量を要求するコマンドを送信する必要はない。

10

【 0 0 7 8 】

S 1 0 0 5 で C P U 2 0 1 は、ネットワーク I F 2 0 6 を通じて、調整対象のプロジェクタのそれぞれに対し、キーストーン補正の解除を指示するコマンドを送信する。コマンドを受信したプロジェクタの C P U 1 0 1 は、画像処理部 1 0 9 に対してキーストーン補正の解除を指示する。以後、画像処理部 1 0 9 は投写用画像データにキーストーン補正を適用しない。

【 0 0 7 9 】

20

S 1 0 0 7 で C P U 2 0 1 は、ネットワーク I F 2 0 6 を通じて、調整対象のプロジェクタのそれぞれに対し、投写状態をオンにするように指示するコマンドを送信する。このコマンドは例えば光源を点灯状態にするコマンドや、ブランク（黒画面）の投写解除を指示するコマンドであってよい。

【 0 0 8 0 】

S 1 0 0 9 で C P U 2 0 1 は、ネットワーク I F 2 0 6 を通じて、調整対象のプロジェクタのそれぞれに対し、テストパターンの投写を指示するコマンドを送信する。テストパターンを P C 2 0 0 から供給する場合、C P U 2 0 1 はコマンドとともにテストパターンの画像データも例えば R O M 2 0 3 から読み出してプロジェクタに送信する。各プロジェクタが有するテストパターンを用いる場合、コマンドにテストパターンを指定する情報またはテストパターンの目的を示す情報を含めることができる。画角確認用のテストパターンは少なくとも投写領域の外縁が投写画像で確認可能であればよい。全面を塗りつぶした画像であってもよいし、外縁を実線で示す枠状の画像であってもよい。また、例えば図 8（a）や図 8（b）に関して説明したような、各プロジェクタのキーストーン補正量の上限值を表す矩形領域を有するテストパターンを用いてもよい。これにより、ユーザは、調整対象のプロジェクタ全ての投写領域が画角（撮影範囲）内に収まっているか否かだけでなく、補正により位置合わせが可能であるか否かについても把握することができる。

30

【 0 0 8 1 】

コマンドを受信したプロジェクタの C P U 1 0 1 は、供給された、もしくは R O M 2 0 3 から読み出したテストパターン画像を V R A M 1 0 6 に格納し、画像処理部 1 0 9 に対して投写を開始するように指示する。これにより、画像処理部 1 0 9 は投写制御部 1 0 5 にテストパターンの画像データの供給を開始する。投写制御部 1 0 5 はテストパターンの画像データに基づいて投写部 1 0 4 が有する光学変調素子の透過率または反射率を制御し、テストパターンの光学像を投写させる。

40

【 0 0 8 2 】

S 1 0 1 1 で C P U 2 0 1 は、通信部 2 0 8 を通じて、撮像装置 4 0 0 に撮影の実行を指示する。これにより、撮像装置 4 0 0 は撮影を実行し、得られた画像データを P C 2 0 0 に送信する。

【 0 0 8 3 】

S 1 0 1 3 で C P U 2 0 1 は、撮像装置 4 0 0 から取得した画像データを例えば R A M 2

50

02に格納する。そして、CPU201は、撮影された画像を図6のGUI画面600の領域611に表示させる。ユーザは、領域611に表示された画像から、撮像装置400の画角内に、調整対象のプロジェクトの投写領域が全て収まっているかを確認することができる。なお、撮像装置400の画角内に調整対象のプロジェクトの投写領域が全て収まっているか否かの判定を、撮影で得られた画像データをCPU201が解析することによって自動的に実行してもよい。CPU201は、撮像装置400の画角内に投写領域が包含されていないプロジェクトがあると判定された場合には、警告画面などを表示して、ユーザにプロジェクトもしくは撮像装置の配置の変更を促してもよい。

【0084】

CPU201は、S1013で領域611に画像を表示すると、S1015に処理を進める。S1015でCPU201は、ネットワークIF206を通じて、調整対象のプロジェクトのそれぞれに対し、キーストーン補正の適用を指示するコマンドを送信する。この際、CPU201は、コマンド送信先のプロジェクトごとに、先に取得したキーストーン補正量を指定したコマンドを送信する。これにより、各プロジェクトは、S1004でキーストーン補正を解除する前の投写状態に復帰する。なお、ここではプロジェクトがキーストーン補正量を保持する機能を有さない場合を想定している。しかし、プロジェクトがキーストーン補正量を保持する機能を有する場合、S1015では単にキーストーン補正を有効にするコマンドを送信すればよい。

10

【0085】

以上で、画角確認を目的としたテスト撮影処理は終了する。なお、投写領域が撮像装置400の画角に収まらないプロジェクトが存在した場合、ユーザは、撮像装置400の画角およびプロジェクトの位置の少なくとも一方を調整したのち、画角確認を目的としたテスト撮影を再度実行する。そして、調整対象のプロジェクト全ての投写領域が撮像装置400の画角に収まることが確認できるまで、調整とテスト撮影を繰り返し行う。

20

【0086】

なお、自動位置合わせを正確に行うためには、調整対象のプロジェクトの投写領域がある程度の大きさで撮像装置400の画角に収まることが望ましい。したがって、ユーザは、例えば、投写面を撮影した画像に占める投写領域の大きさがおおよそ25%以上となるように撮像装置400の画角およびプロジェクトの位置を調整する。なお、25%というのは一例であり、自動位置合わせの精度などを考慮して適宜決定することができる。

30

【0087】

次に、S1021以降の、撮影条件確認（または撮影条件の自動設定）を目的としたテスト撮影動作について説明する。

まず、S1021でCPU201は、ネットワークIF206を通じて、調整対象のプロジェクトのうち、撮影条件の確認を行っていない任意の1つに対し、投写状態をオンにするように指示するコマンドを送信する。このコマンドはS1007で送信するものと同じであってよい。撮影条件確認を目的としたテスト撮影では、プロジェクトごとの撮影条件を確認するため、1つのプロジェクトだけが投写している状態で撮影を行う必要がある。そのため、画角確認を目的としたテスト撮影とは異なり、調整対象のプロジェクトのうち、投写状態をオンにするのは撮影条件を確認する1つだけにする。

40

【0088】

なお、ここでは調整対象のプロジェクトの全てについて1つずつ撮影条件を確認する場合について説明するが、調整対象のプロジェクトのうち、ユーザが選択した1つについてだけ撮影条件を確認できるようにしてもよい。この場合、調整対象のプロジェクトの1つを選択するためのGUI（例えば、リストビュー603に表示されているプロジェクトの1つを選択するGUI）を提供し、選択された1つのプロジェクトに対してのみ、S1021以降の処理を実行すればよい。

【0089】

S1023でCPU201は、ネットワークIF206を通じて、S1021で投写状態をオンにしたプロジェクトに対し、テストパターンの投写を指示するコマンドを送信する

50

。このコマンドはS 1 0 0 9で送信するコマンドと同じであってよい。ただし、テストパターンは自動位置合わせ時に投写するものと同じものとする。例えば、プロジェクトごとに異なるテストパターンを用いてもよいし、全面白の画像といった同じ画像をテストパターンとして用いてもよい。

【0 0 9 0】

S 1 0 2 5でC P U 2 0 1は、通信部 2 0 8を通じてコマンドを送信し、撮像装置 4 0 0に撮影条件を設定する。例えば既に「撮影条件自動設定」ボタン 6 0 9の操作により、調整対象のプロジェクトそれぞれについての撮影条件が決定されている場合、C P U 2 0 1は該当する撮影条件をR A M 2 0 2から読み出して設定することができる。あるいは、C P U 2 0 1は、撮像装置 4 0 0をシャッタースピード優先A Eモードに設定し、さらに、シャッタースピードをプロジェクトのフレームレートに応じた値に設定してもよい。この場合、シャッタースピードは、例えば、フレームレート[フレーム/秒]の逆数に等しいシャッタースピード(1/フレームレート[秒])に設定することができる。

10

【0 0 9 1】

S 1 0 2 7でC P U 2 0 1は、通信部 2 0 8を通じて、撮像装置 4 0 0に撮影の実行を指示する。これにより、撮像装置 4 0 0は撮影を実行し、得られた画像データをP C 2 0 0に送信する。

【0 0 9 2】

S 1 0 2 9でC P U 2 0 1は、撮像装置 4 0 0から取得した画像データを例えばR A M 2 0 2に格納する。そして、C P U 2 0 1は、撮影された画像を図 6 のG U I画面 6 0 0の領域 6 1 1に表示させ、処理をS 1 0 3 1に進める。なお、領域 6 1 1に表示した画像上にマウスポインタやカーソルが位置していることが検出された場合、C P U 2 0 1は対応する画素の輝度値などを表示してもよい。

20

【0 0 9 3】

S 1 0 3 1でC P U 2 0 1は、画像データから投写領域に該当する画像領域を抽出する。そしてC P U 2 0 1は、抽出した領域内の画像データから、撮影条件を決定するための情報(統計量データ)を生成し、R A M 2 0 2に格納する。統計量データは例えば輝度のヒストグラムや平均輝度、白画素の値など、一般的に自動露出制御やオートホワイトバランス調整に用いられるものであってよい。また、C P U 2 0 1は投写領域が画角(撮影範囲)に収まっているか否かを判定し、収まっていない判定される場合には警告してもよい。

30

【0 0 9 4】

S 1 0 3 3でC P U 2 0 1は、撮影条件の自動設定を行うか否かを判定する。例えば、図 6 の「撮影条件自動設定」ボタン 6 0 9が操作されたことの検出によってS 1 0 2 1からの処理を実行している場合、C P U 2 0 1は撮影条件の自動設定を行うものと判定する。一方、撮影条件確認を目的としたテスト撮影を実行している場合、C P U 2 0 1は撮影条件の自動設定は行わないと判定する。あるいは、C P U 2 0 1は、現在投写状態がオン(投写中)のプロジェクトについて撮影条件を自動設定するか否かをユーザに問い合わせ、応答結果にしたがって処理を分岐させてもよい。例えば、自動設定をするかしないかを選択可能な問い合わせ画面を表示部 2 0 5に表示することによってユーザに問い合わせることができる。また、撮影条件の自動設定を目的としたテスト撮影を実行している場合には、S 1 0 3 3でC P U 2 0 1は、直近に決定した撮影条件を全てのプロジェクトに対して適用してテスト撮影を終了させるかどうかをユーザに問い合わせてもよい。全プロジェクトに共通の撮影条件を適用できる場合には、個々のプロジェクトについて別個に撮影条件の決定を行うほどの精度が要求されない場合があるからである。

40

【0 0 9 5】

C P U 2 0 1は、自動設定を行うと判定(あるいはユーザから指示)された場合にはS 1 0 3 5へ、自動設定を行わないと判定(あるいはユーザから指示)された場合にはS 1 0 3 7へ、処理を進める。

【0 0 9 6】

S 1 0 3 5でC P U 2 0 1は、S 1 0 3 1で生成した統計量データを用い、公知の方法で

50

撮影条件（露出条件およびホワイトバランス）を決定する。そして、CPU 201は、決定した撮影条件を通信部 208を通じて撮像装置 400に設定する。また、CPU 201は、決定した撮影条件を、現在投写状態がオン（投写中）のプロジェクタに対する撮影条件としてRAM 202に格納する。この際、CPU 201は、過去に決定された撮影条件があれば、それを更新する。そして、CPU 201は処理をS 1039に進める。

【0097】

一方、S 1037でCPU 201は、S 1031で生成した統計量データをGUI画面 600内もしくは別画面に表示し、処理をS 1039に進める。なお、現在投写中のプロジェクタに対する処理を完了してもよいとの確認入力の検出に応じて処理をS 1039に進めるようにしてもよい。ユーザはたとえば、S 1037で表示される統計量データに基づいて、現在投写中のプロジェクタについての撮影条件を手動設定することができる。手動設定は上述したように撮像装置 400を直接操作して行ってもよいし、表示部 205に表示されるGUI画面を通じて遠隔的に行ってもよい。

10

【0098】

S 1039でCPU 201は、調整対象のプロジェクタ全てについて撮影条件の確認（または撮影条件の決定および設定）が完了したか否かを判定し、完了したと判定されれば処理を終了し、完了したと判定されなければ処理をS 1041に進める。

【0099】

S 1041でCPU 201は、処理の終了指示が検出されたか否かを判定し、検出された判定されれば処理を終了し、検出されたと判定されなければ処理をS 1021に戻して残りのプロジェクタの1つについての処理を行う。ここで、終了指示とは、操作部 204を通じた処理の中断もしくは強制終了の指示であってよい。調整対象のプロジェクタが多数である場合、全てのプロジェクタに対する撮影条件の確認（または決定および設定）処理は時間を要する。そのため、処理の中断を受け付けるようにしている。

20

【0100】

以上のテスト撮影処理は、S 400における撮影条件の設定処理の一部として実行される。テスト撮影の目的が画角確認の場合と、撮影条件確認の場合とでは、同時に投写させるべきプロジェクタの数や投写させるタイミングが異なる。本実施形態では、テスト撮影の目的を指定してテスト撮影の実行を指示するだけで、それぞれの目的に適したテスト撮影が実行されるようにしたため、手間を省きつつ適切なテスト撮影を行うことができる。

30

【0101】

図6に戻り、投写制御アプリケーションのGUI画面 600の下半分について説明する。スタック投写（図1）とマルチスクリーン投写（図2）とでは自動位置合わせの内容が異なる。そのため、GUI画面 600は、マルチ投写の種類に応じた設定領域を選択的に表示するように構成されている。具体的には、CPU 201は、タブ 613の選択操作が検出されるとスタック投写用の設定領域を、タブ 614の選択操作が検出されるとマルチスクリーン投写用の設定領域を表示させる。図6（a）はスタック投写用の設定領域が、図6（b）はマルチスクリーン投写用の設定領域が、それぞれ表示された状態を示している。

【0102】

〔スタック投写用の設定領域〕

40

図1に関して説明したようにスタック投写は、複数の投写領域が合致するように投写するマルチ投写である。複数の投写光学系を、光軸が同一になるように配置することはできないため、キーストーン補正が不要なプロジェクタは最大でも1つである。投写面に正対する位置にプロジェクタを配置することも容易でない場合が多いため、実際には全てのプロジェクタでキーストーン補正が行われることが多い。スタック投写での位置合わせは、投写領域が合致するように各プロジェクタのキーストーン補正量を自動で決定する処理である。

【0103】

図6（a）に示すスタック投写用の設定領域において、615、616、617は自動位置合わせモードを排他的に選択するためのラジオボタンである。本実施形態では、スタッ

50

ク投写用の自動位置合わせモードとして「4点指定調整」、「自動形状決定」、「基準プロジェクトに合わせる」から1つを選択できる。

【0104】

「4点指定調整」は予め定められた4点に個々の投写領域の頂点を合わせるようなキーストーン補正量を自動で決定するモードである。例えばCPU201は4点調整領域621上に、投写領域の左上、右上、右下、左下の頂点にそれぞれ対応する調整マーカ622、623、624、625を移動可能に表示する。ユーザは例えばドラッグアンドドロップ操作や、選択操作とカーソル操作との組み合わせなどにより、個々の調整マーカを移動させることにより、投写領域の各頂点の座標を指定することができる。4点指定調整は、例えば、投写面が枠付きのスクリーンである場合のように、投写目標位置が明確な場合に有用である。なお、座標を調整可能な点の数は4点より少なくてもよいし、頂点以外の座標を含む5点以上としてもよい。

10

【0105】

「自動形状決定」は、個々の投写画像が矩形になるようなキーストーン補正量を自動で決定するモードである。このモードでは、位置合わせの目標となる4点を投写領域の撮影画像に基づいてCPU201が決定する。そして、CPU201は、決定した4点に個々の投写領域の頂点を合わせるようなキーストーン補正量を決定する。そのため、ユーザによる4点の指定操作は不要である。自動形状決定は、投写の目標位置が明確でないような場合（例えば広い壁面に対する投写）において有用である。

【0106】

20

「4点指定調整」および「自動形状決定」は、ユーザやCPU201によって予め定められた投写領域に、全てのプロジェクトの投写領域を合致させるキーストーン補正量を自動で決定する処理である。これに対し、「基準プロジェクトに合わせる」は、1つのプロジェクトを基準プロジェクトとして、基準プロジェクトの投写領域に他のプロジェクトの投写領域を合致させるようなキーストーン補正量を自動で決定するモードである。このモードの自動位置合わせが実行されるのは、基準プロジェクトの投写領域の位置が、指定された位置に調整されている場合である。基準プロジェクト以外のプロジェクトの投写領域を基準プロジェクトの投写領域に合致させるためのキーストーン補正量を自動的に決定する。

【0107】

「基準プロジェクトに合わせる」のラジオボタン617の選択操作を検出すると、CPU201はリストビュー603に表示されているプロジェクトの情報を、リストビュー618にコピーする。基準プロジェクトの選択は自動的に行ってもよいし、ユーザが選択できるようにしてもよい。例えば、リストビュー618の先頭にリストされたプロジェクトを基準プロジェクトとし、リスト内の順序をユーザがドラッグアンドドロップ操作などによって変更可能に構成することができるが、他の任意の構成を採用しうる。また、CPU201がRAM202で管理するリストを参照し、キーストーン補正量が最も少ないプロジェクトを基準プロジェクトに自動設定することもできる。さらに、上述したように、リストビュー603において選択された際の警告に対して、キーストーン補正を解除しないとされたプロジェクトを基準プロジェクトとしてもよい。

30

【0108】

40

なお、ユーザによる基準プロジェクトの選択を支援するため、例えばリストビュー618に表示されているプロジェクトについて、投写領域を示す投写を行わせてもよい。例えば、CPU201は、「テストパターン表示」ボタン619の操作を検出すると、リストビュー618に表示されているプロジェクトのうち、基準プロジェクトについて例えば図11(a)に示すようなパターン画像を投写させる。また、CPU201は、リストビュー618に表示されている残りのプロジェクトに関しては、例えば図11(b)に示すようなパターン画像を投写させる。基本的に、全てのプロジェクトの投写領域の外縁が把握可能で、かつ選択されている1つのプロジェクトの投写領域が特定可能であれば、任意のパターン画像を用いることができる。

【0109】

50

図 1 1 (c) は、2 台のプロジェクタがリストビュー 6 1 8 に表示されている状態で、一方のプロジェクタの情報が選択されている際の投写画像を模式的に示した図である。ユーザはこの投写画像から、現在選択中のプロジェクタの投写領域を容易に判別できる。また、現在選択中のプロジェクタの投写領域と、他のプロジェクタの投写領域との関係についても容易に把握できる。なお、パターン画像は、P C 2 0 0 からプロジェクタ 1 0 0 へ画像データとしてネットワーク I F 2 0 6 を通じて送信してもよいし、映像信号として映像出力部 2 0 7 を通じて送信してもよい。

【 0 1 1 0 】

「自動調整開始」ボタン 6 2 0 の操作が検出されると、C P U 2 0 1 は選択されているラジオボタンに応じた自動位置合わせ処理を開始する。自動位置合わせ処理の詳細については後述する。

10

【 0 1 1 1 】

[マルチスクリーン投写用の設定領域]

図 2 に関して説明したようにマルチスクリーン投写は、複数の投写領域を並べて配置するマルチ投写である。マルチスクリーン投写での位置合わせは、隣接する投写領域の重複部分のずれが生じないように各プロジェクタのキーストーン補正量を自動で決定する処理である。

【 0 1 1 2 】

スタック投写と共通する事項の説明は省略し、マルチスクリーン投写に特有な事項について説明する。まず、マルチスクリーン投写の場合、自動位置合わせモードに「基準プロジェクタに合わせる」が存在しない。タブ 6 1 4 の選択操作を検出して C P U 2 0 1 がマルチスクリーン投写用の設定領域を表示させる際、リストビュー 6 0 3 に表示されているプロジェクタの情報を、リストビュー 6 3 1 にコピーして表示する。

20

【 0 1 1 3 】

リストビュー 6 2 9 はマルチスクリーン投写の投写領域の配置パターンの選択肢を提供する。ユーザは選択肢の中から 1 つを選択することができる。「2 × 2」は 2 行 2 列、「1 × 4」は 1 行 4 列、「4 × 1」は 4 行 1 列の配置をそれぞれ表す。選択可能な配置パターンの選択肢は、リストビュー 6 3 1 に表示されているプロジェクタの数によって変化する。

【 0 1 1 4 】

領域 6 3 0 は、リストビュー 6 2 9 でユーザが選択した配置パターンを模式的に示す表示である。C P U 2 0 1 は、リストビュー 6 2 9 で配置パターンが選択されると、選択された配置パターンに応じた画像を領域 6 3 0 に表示させる。配置パターンを可視化することによって、例えば 1 × 4 の配置を誤って 4 × 1 の配置とすることを防止できる。

30

【 0 1 1 5 】

リストビュー 6 3 1 は、配置パターンを構成する投写領域とプロジェクタとの対応関係を変更可能に表示する領域である。領域 6 3 0 に表示された配置パターンの画像に含まれる投写領域の I D (図 6 (b) では 1 ~ 4) と、リストビュー 6 3 1 において個々のプロジェクタの情報に関連づけて表示されているテキストボックス 6 3 2 の内容とから、ユーザは対応関係を把握できる。テキストボックス 6 3 2 の内容はユーザが変更可能であり、例えば、「プロジェクタ A 1 9 2 . 1 6 8 . 2 5 4 . 1」で左上の領域を投写させる場合には対応するテキストボックス 6 3 2 に対して「1」を入力する。投写領域の I D は同じものが異なる投写領域に付与されなければ数字以外の任意の文字、記号、マークなどであってもよい。C P U 2 0 1 は、配置パターンと、各プロジェクタが配置パターンのどの投写領域を受け持つかを示す情報とを R A M 2 0 2 に格納し、管理する。

40

【 0 1 1 6 】

テキストボックス 6 3 3 および 6 3 4 は、縦方向および横方向のエッジブレンド幅を画素数で入力する領域である。C P U 2 0 1 は、テキストボックス 6 3 3 および 6 3 4 に入力された値を R A M 2 0 2 にエッジブレンド幅情報として格納する。なお、テキストボックス 6 3 3 および 6 3 4 はデフォルト値が入力された状態で表示することもできる。

【 0 1 1 7 】

50

エッジブレンディング処理について図 1 2 を用いて説明する。ここでは、横方向におけるエッジブレンディング処理について説明するが、縦方向においても原理は同じである。

図 1 2 (a) および (b) に、1 台目および 2 台目のプロジェクタの投写画像 1 1 0 0 a および 1 1 0 0 b を示す。投写画像 1 1 0 0 a は、非重複領域 1 1 1 0 a と重複領域 1 1 2 0 a から構成される。投写画像 1 1 0 0 b もまた、非重複領域 1 1 1 0 b と重複領域 1 1 2 0 b から構成される。重複領域 1 1 2 0 a、1 1 2 0 b の横方向の大きさはテキストボックス 6 3 4 で指定するエッジブレンド横幅に相当する。

【 0 1 1 8 】

図 1 2 (c) は、エッジブレンディング処理によって制御されるゲインの大きさと、画像の横方向における位置との関係を示している。ゲイン 1 1 3 0 a、1 1 3 0 b は、1 台目のプロジェクタと 2 台目のプロジェクタのそれぞれの画像処理部 1 0 9 に適用するゲインである。非重複領域 1 1 1 0 a および 1 1 1 0 b については画像合成による輝度の上昇は生じないため、ゲインを 1 . 0 倍とし、画像の輝度を変化させない。一方、重複領域 1 1 2 0 a および 1 1 2 0 b についてはゲインを両方とも 1 . 0 倍にすると、輝度が上昇して投写画像の重複領域が目立ってしまう。そのため、重複領域 1 1 2 0 a および 1 1 2 0 b については、画像の端部に向かって直線的にゲインを 0 まで下げる。この際、 $1 1 3 0 a = 1 . 0 - 1 1 3 0 b$ という関係を満たすようにする。なお、重複領域におけるゲインを非線形に変化させてもよい。

【 0 1 1 9 】

図 1 2 (d) は、投写画像を示す。投写画像の重複領域 1 1 4 0 には、重複領域 1 1 2 0 a および 1 1 2 0 b の両方が投写されている。例えば均一な画像を投写しているとき、重複領域 1 1 4 0 の輝度は非重複領域 1 1 1 0 a、1 1 1 0 b の輝度と同等になるため、2 つの投写画像の境界が目立たなくなる。なお、隣接する投写領域を左右または上下の両方に有する投写領域に投写する画像については、左右（または上下）に存在する重複領域の両方についてエッジブレンディング処理を適用する。

以上説明した、スタック投写用の設定領域およびマルチスクリーン投写用の設定領域に対する操作に応じた動作は、S 5 0 0 の処理の一部として行われる。

【 0 1 2 0 】

[自動位置合わせ処理]

次に、図 5 の自動位置合わせ処理 (S 6 0 0) の詳細について、図 1 3 ~ 図 1 5 を用いて説明する。自動位置合わせ処理は、C P U 2 0 1 が「自動調整開始」ボタン 6 2 0 の操作を検出したことに応じて開始される。

【 0 1 2 1 】

S 6 0 1 で C P U 2 0 1 は、基準プロジェクタの確認処理を行う。基準プロジェクタの確認処理は、「基準プロジェクタに合わせる」自動位置合わせ処理が設定されている際に、現在の基準プロジェクタについて S 6 0 3 以降の実体的な位置合わせ処理 (調整処理) を実行することに関してユーザに確認を求めるための処理である。また、確認処理では、「基準プロジェクタに合わせる」自動位置合わせ処理が設定されている際には基準プロジェクタ以外のプロジェクタが現在適用中の幾何学補正を解除する。「基準プロジェクタに合わせる」以外の自動位置合わせ処理が設定されている場合には、各プロジェクタが現在適用中の幾何学補正を解除する。

S 6 0 2 で C P U 2 0 1 は、基準プロジェクタの確認処理の結果に応じて S 6 0 3 以降の調整処理を実行するかどうかを決定する。

ここで、S 6 0 1 における基準プロジェクタの確認処理について、図 1 4 のフローチャートを用いて説明する。

S 1 3 0 1 で C P U 2 0 1 は、R A M 2 0 2 に格納されている自動位置合わせモードの設定が、「基準プロジェクタに合わせる」であるか否かを判定する。C P U 2 0 1 は、設定が「基準プロジェクタに合わせる」であると判定されれば S 1 3 0 3 に、判定されなければ S 1 3 0 2 に処理を進める。

【 0 1 2 2 】

10

20

30

40

50

S 1 3 0 2でC P U 2 0 1は、ネットワーク I F 2 0 6を通じて、調整対象のプロジェクト（図6のリストビュー603に表示されているプロジェクト）全てに対し、キーストーン補正の解除を指示するコマンドを送信する。そして、C P U 2 0 1は基準プロジェクトの確認処理を終了する。この場合、処理の戻り値は「処理開始」である。コマンドを受信したプロジェクトのC P U 1 0 1は、画像処理部109に対してキーストーン補正の解除を指示する。

【0123】

S 1 3 0 3でC P U 2 0 1は、ネットワーク I F 2 0 6を通じて調整対象のプロジェクト（リストビュー618に表示されているプロジェクト）のそれぞれにコマンドを送信し、現在適用中のキーストーン補正量を取得する。なお、リストビュー601に接続されているプロジェクトの情報を表示する際や、テスト撮影時にキーストーン補正量を取得済みであれば、R A M 2 0 2に管理しているプロジェクトの情報からキーストーン補正量を得ることができる。この場合、S 1 3 0 3でプロジェクトに改めてキーストーン補正量を要求するコマンドを送信する必要はない。

10

【0124】

S 1 3 0 4でC P U 2 0 1は、ネットワーク I F 2 0 6を通じ、調整対象のプロジェクトのうち、基準プロジェクト以外のそれぞれに、キーストーン補正の解除を指示するコマンドを送信する。これにより、基準プロジェクト以外の対象プロジェクトでは、キーストーン補正が解除される。なお、基準プロジェクトは上述したように、ユーザにより、あるいは自動的に選択されている。

20

【0125】

S 1 3 0 5でC P U 2 0 1は、基準プロジェクトには図11(a)に示したパターン画像を、他の対象プロジェクトのそれぞれには図11(b)に示したパターン画像を投写させる。これにより、ユーザは現在設定されている基準プロジェクトと、他の対象プロジェクトの投写領域を確認できる。なお、基準プロジェクトだけにパターン画像を投写させるようにしてもよい。

【0126】

S 1 3 0 6でC P U 2 0 1は、現在設定されている基準プロジェクトに合わせる自動位置合わせ処理を実行することの承認をユーザに求める。C P U 2 0 1は例えば図15に示すようなダイアログメッセージを表示部205に表示することにより、承認を求めることができる。C P U 2 0 1は、ダイアログメッセージに含まれる「はい」ボタン1401または「いいえ」ボタン1402の操作が検出されるまで待機する。

30

【0127】

S 1 3 0 7でC P U 2 0 1は、自動位置合わせ処理の実行を開始してもよいと、ユーザが指示したか否かを判定する。C P U 2 0 1は「はい」ボタン1401の操作を検出すると、自動位置合わせ処理の実行を開始してもよいとユーザが指示したと判定し、基準プロジェクトの確認処理を終了する。この場合、処理の戻り値は「処理開始」である。

【0128】

一方、C P U 2 0 1は、「いいえ」ボタン1402の操作を検出すると、自動位置合わせ処理の実行が不可であるとユーザが指示したと判定し、処理をS 1 3 0 8に進める。S 1 3 0 8でC P U 2 0 1は、ネットワーク I F 2 0 6を通じて、調整対象のプロジェクトのうち、基準プロジェクト以外のプロジェクトのそれぞれに対し、キーストーン補正の適用を指示するコマンドを送信する。この際、C P U 2 0 1は、コマンド送信先のプロジェクトごとに、先に取得したキーストーン補正量を指定したコマンドを送信する。これにより、各プロジェクトは、S 1 3 0 4でキーストーン補正を解除する前の投写状態に復帰する。なお、ここではプロジェクトがキーストーン補正量を保持する機能を有さない場合を想定している。しかし、プロジェクトがキーストーン補正量を保持する機能を有する場合、S 1 3 0 8では単にキーストーン補正を有効にするコマンドを送信すればよい。S 1 3 0 8を処理すると、C P U 2 0 1は基準プロジェクトの確認処理を終了する。この場合、処理の戻り値は「処理終了」である。

40

50

【 0 1 2 9 】

なお、自動位置合わせ処理を実行してよいか否かについてのユーザへの問い合わせは、図 1 5 に示したダイアログメッセージを用いたものに限らない。また、S 1 3 0 7 の終了後に、S 1 3 0 5 で投写させたパターン画像の投写を終了させるようにしてもよい。

【 0 1 3 0 】

基準プロジェクタの確認処理により、基準プロジェクタの投写領域（または投写画像）に他のプロジェクタの投写領域（または投写画像）を合わせるための自動位置合わせ処理の実行前に、基準プロジェクタ以外のプロジェクタのキーストーン補正を解除する。そのため、厳密に投写位置を定めるために行った基準プロジェクタのキーストーン補正が解除されることによる、誤った投写位置への位置合わせや、基準プロジェクタに対する再度のキーストーン補正の手間を省くことができる。一方、4 点指定調整や自動形状決定など、基準プロジェクタが設定されない自動位置合わせ処理を行う場合には、自動位置合わせ処理の実行前に、位置合わせの対象となる全てのプロジェクタのキーストーン補正を解除する。そのため、元画像に対するキーストーン補正量もしくは補正回数を最小限に抑えることができ、補正後の投写用画像の画質、ひいては投写画像の画質の劣化を抑制することができる。

10

【 0 1 3 1 】

また、自動位置合わせ処理の実行前に、基準プロジェクタの投写領域を表すテストパターンを投写させ、基準プロジェクタの設定をユーザに確認させるようにした。そのため、例えば基準プロジェクタが自動設定された場合など、ユーザの意図と異なるプロジェクタを基準プロジェクタとした位置合わせ処理が実行されることを防止できる。また、自動位置合わせ処理を開始する前に、意図した基準プロジェクタが設定されていることを確認することができる。

20

【 0 1 3 2 】

図 1 3 に戻って、S 6 0 2 で C P U 2 0 1 は、基準プロジェクタの確認処理の結果（戻り値）が、「処理開始」であるか「処理終了」であるかを判定し、「処理開始」と判定されれば処理を S 6 0 3 に進め、「処理終了」と判定されれば位置合わせ処理を終了する。このように、「基準プロジェクタに合わせる」位置合わせ処理は、現在の基準プロジェクタをユーザが承認しない場合には実行されない。

【 0 1 3 3 】

S 6 0 3 で C P U 2 0 1 は、実体的な自動位置合わせ処理（調整処理）を開始する。C P U 2 0 1 は、調整対象のプロジェクタ（基準プロジェクタがある場合はそれも含む）の全てについて、調整用テストパターンの投写および撮影を行ったか否かを判定し、行ったら判定されれば S 6 0 6 に、判定されなければ S 6 0 4 に、それぞれ処理を進める。

30

【 0 1 3 4 】

S 6 0 4 で C P U 2 0 1 は、調整対象のプロジェクタの 1 つに対し、位置合わせ用のテストパターンを投写させる。上述の通り、テストパターンの投写はネットワーク I F 2 0 6 通じて送信するコマンドを用いて指示もよいし、映像出力部 2 0 7 および映像分配器 3 0 0 を通じて映像信号を供給することによって実現してもよい。なお、テストパターンを投写しているプロジェクタの投写領域を投写面の撮影画像から認識できるよう、C P U 2 0 1 は、テストパターンを投写させるプロジェクタ以外のプロジェクタに対して黒画像を投写させるか、投写をオフするコマンドを送信する。位置合わせ用のテストパターンは全てのプロジェクタに共通であってもなくてもよい。例えば、プロジェクタの設置位置や、マルチスクリーン投写におけるプロジェクタの投写位置などを考慮してテストパターンを異ならせてもよい。

40

【 0 1 3 5 】

S 6 0 5 で C P U 2 0 1 は、通信部 2 0 8 を通じて、位置合わせに用いる撮像装置 4 0 0 に対して撮影を指示するコマンドを送信する。撮像装置 4 0 0 はコマンドを受信すると撮影を行い、得られた画像データを P C 2 0 0 に送信する。なお、必要であれば、画像データを P C 2 0 0 に送信させるためのコマンドを別途 C P U 2 0 1 から撮像装置 4 0 0 に送

50

信してもよい。CPU 201は受信した画像データをRAM 202に格納する。

【0136】

S606で認識手段としてのCPU 201はRAM 202に格納した画像データから、テストパターンを投写中のプロジェクタの投写領域の頂点とその座標を認識する。そして、制御手段としてのCPU 201は、テストパターンを投写中のプロジェクタについてのキーストーン補正量を、自動位置合わせモードの設定に応じた方法で決定する。

【0137】

例えば、CPU 201は、スタック投写用の自動位置合わせ処理の場合は以下の様にキーストーン補正量を決定する。「4点指定調整」の場合、CPU 201は、ユーザが指定した4頂点の座標に投写領域の頂点の座標を合わせるためのキーストーン補正量を決定する。また、「自動形状決定」の場合であれば、CPU 201は、全てのプロジェクタでキーストーン補正可能な範囲に含まれる4頂点の座標を決定し、その座標に投写領域の頂点を合わせるためのキーストーン補正量を決定する。「基準プロジェクタに合わせる」の場合、CPU 201は、基準プロジェクタに関しては投写領域の4頂点とその座標の認識を行い、キーストーン補正量は決定しない。基準プロジェクタ以外のプロジェクタについては、認識した投写領域の4頂点の座標を、基準プロジェクタの投写領域の4頂点の座標に合わせるためのキーストーン補正量を決定する。なお、キーストーン補正量は公知の方法で決定することができること、本発明はキーストーン補正量の決定方法には依存しないことから、決定方法の詳細については説明を省略する。

【0138】

S607でCPU 201は、ネットワークIF 206を通じて、各プロジェクタ100に対して、キーストーン補正の適用を指示するコマンドを送信する。このコマンドは送信先のプロジェクタについて決定した、各頂点のキーストーン補正量を含む。なお、「基準プロジェクタに合わせる」場合、CPU 201は基準プロジェクタに対してはキーストーン補正の適用を指示するコマンドを送信しない。

【0139】

コマンドを受信したプロジェクタ100のCPU 101は、コマンドからキーストーン補正量を抽出し、投写用画像に対してキーストーン補正を適用するように画像処理部109に指示する。

【0140】

本実施形態では、基準プロジェクタの投写領域に他のプロジェクタの投写領域を合わせるための自動位置合わせ処理を行う場合、投写領域を認識するための撮影を行う前に、基準プロジェクタ以外のプロジェクタだけキーストーン補正を解除するようにした。そのため、厳密に投写位置を定めるために行った基準プロジェクタのキーストーン補正が解除されることによる、誤った投写位置への位置合わせや、基準プロジェクタに対する再度のキーストーン補正の手間を省くことができる。

【0141】

また、本実施形態では、テスト撮影の目的に応じて適切なテスト撮影が実行されるように投写するプロジェクタや投写のタイミングを制御するようにした。そのため、ユーザは、テスト撮影の目的を指定して実行を指示するだけで適切なテスト撮影を実行することができ、手間を大幅に省くことができる。

【0142】

[その他の実施形態]

上述の実施形態では、位置合わせ時に用いるテストパターンがプロジェクタに共通でない場合を想定して、個々のプロジェクタについて別個に撮影および撮影条件を決定した。しかし、全プロジェクタで同じテストパターンを用いる場合に、撮影条件を自動設定するためのテスト撮影を行う場合には、代表的に1つのプロジェクタに対してだけ撮影を行い、決定した撮影条件を全てのプロジェクタに適用するようにしても良い。また、上述の実施形態では、プロジェクタが適用する幾何補正として、台形歪みを補正するキーストーン補正についてのみ説明したが、樽型歪みや糸巻き型歪みを補正するための幾何補正が適用さ

10

20

30

40

50

れる場合についてもキーストーン補正と同様に扱うことができる。

【 0 1 4 3 】

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又はコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

【符号の説明】

【 0 1 4 4 】

1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 c、1 0 0 d...プロジェクタ、2 0 0 ... P C、1 0 1、2 0
1 ... C P U、1 0 2、2 0 2 ... R A M、1 0 3、2 0 3 ... R O M、4 0 0 ... 撮像装置

10

20

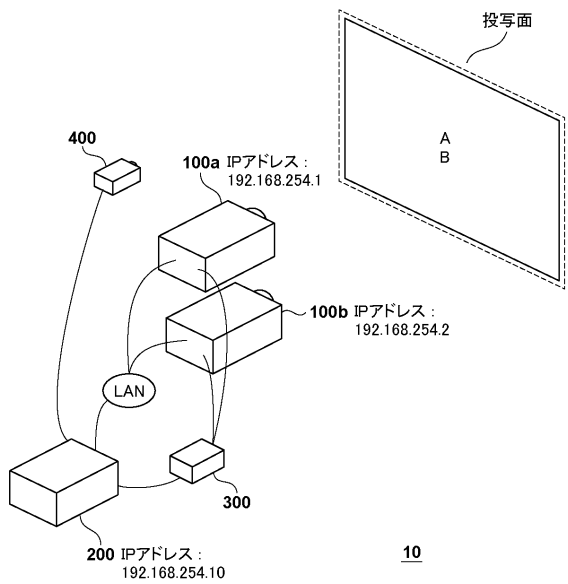
30

40

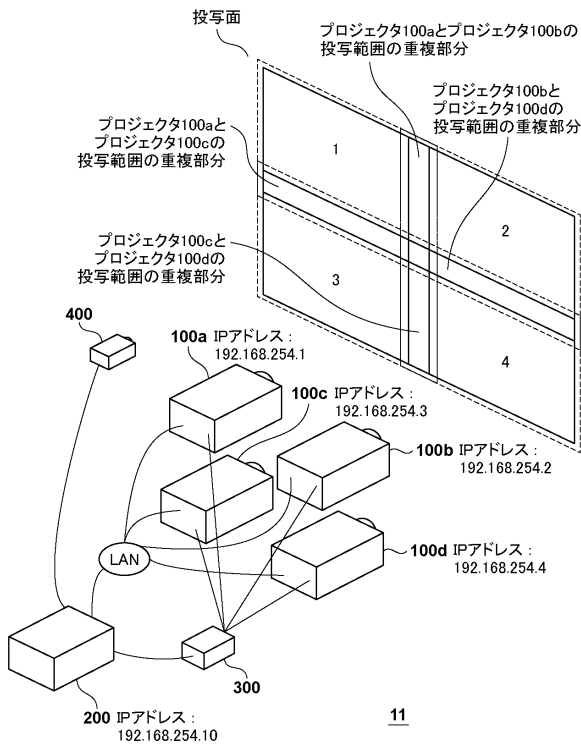
50

【図面】

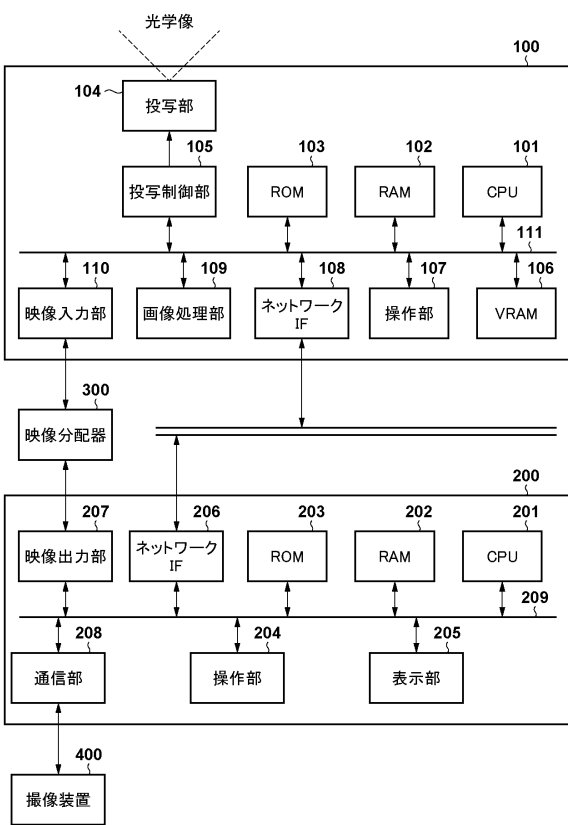
【図 1】



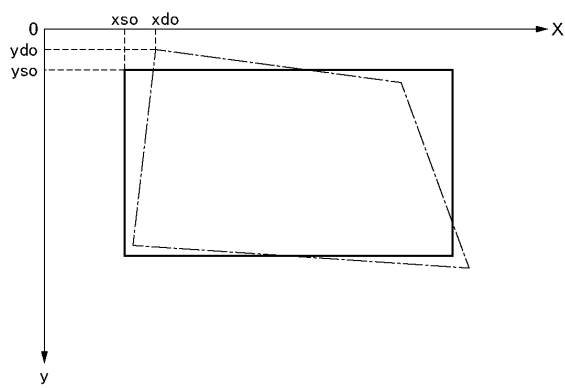
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

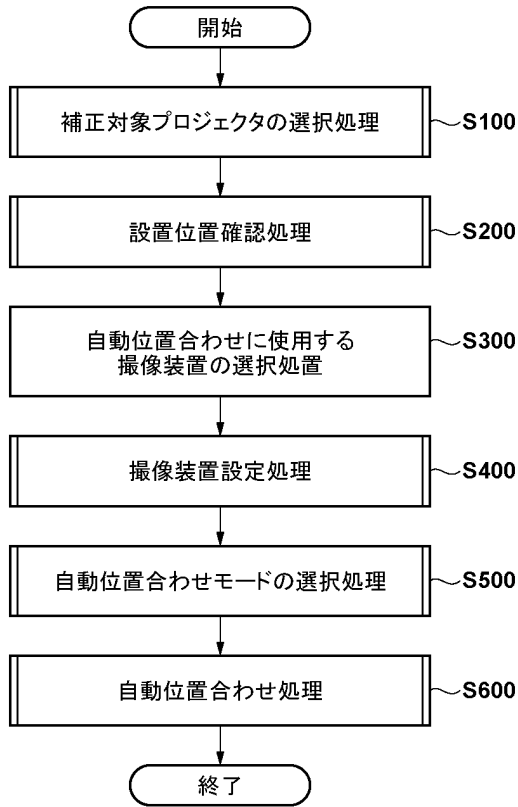
20

30

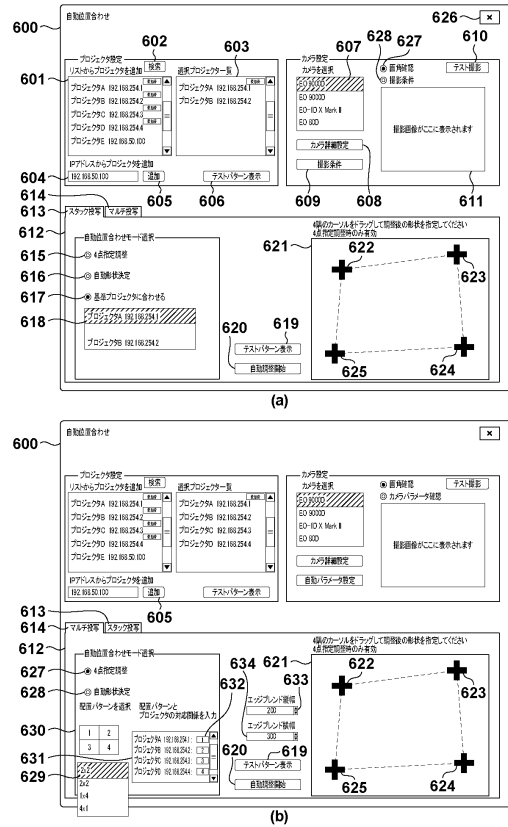
40

50

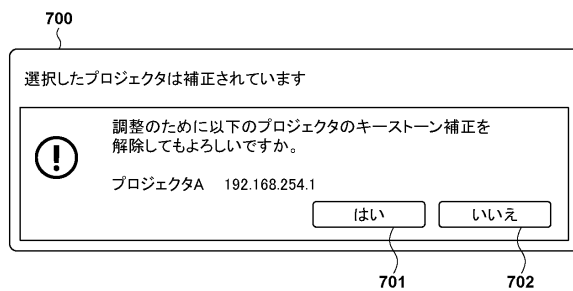
【図 5】



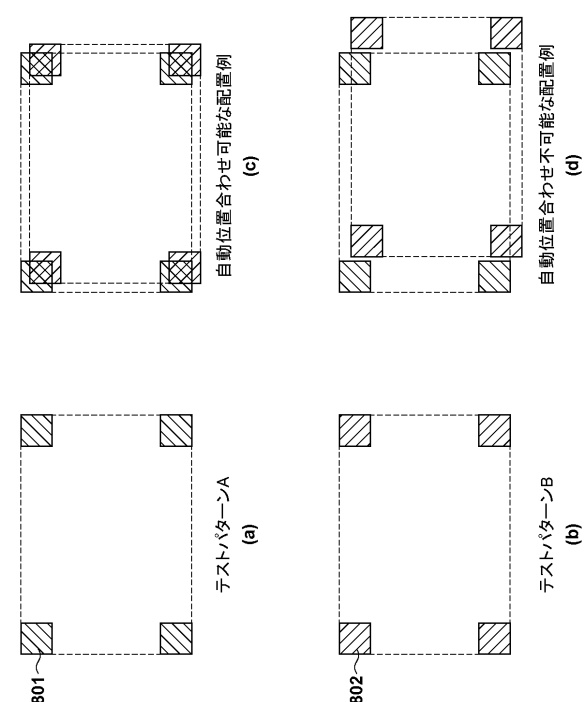
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

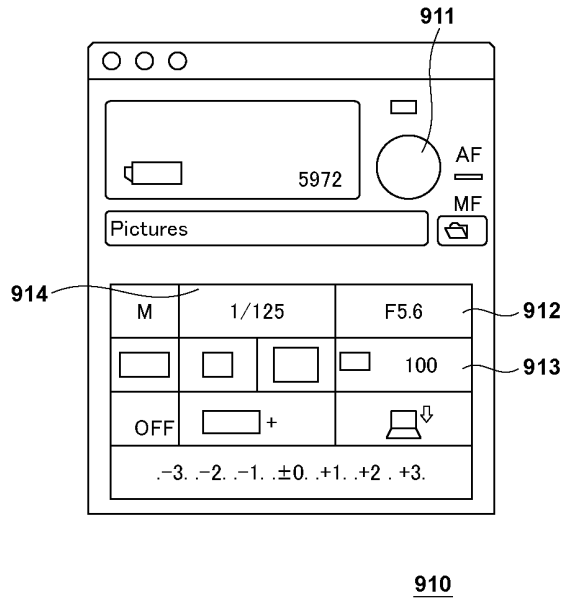
20

30

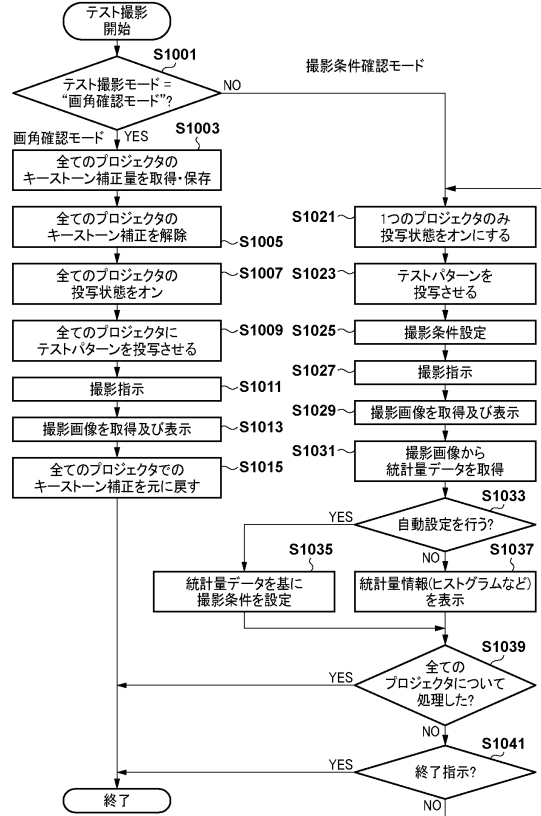
40

50

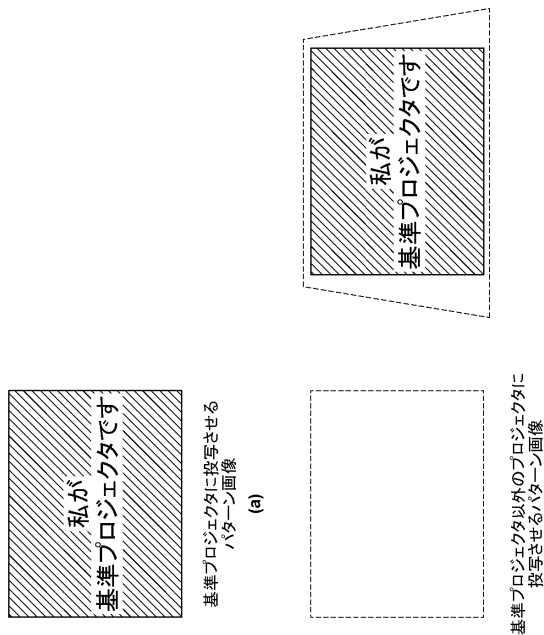
【図 9】



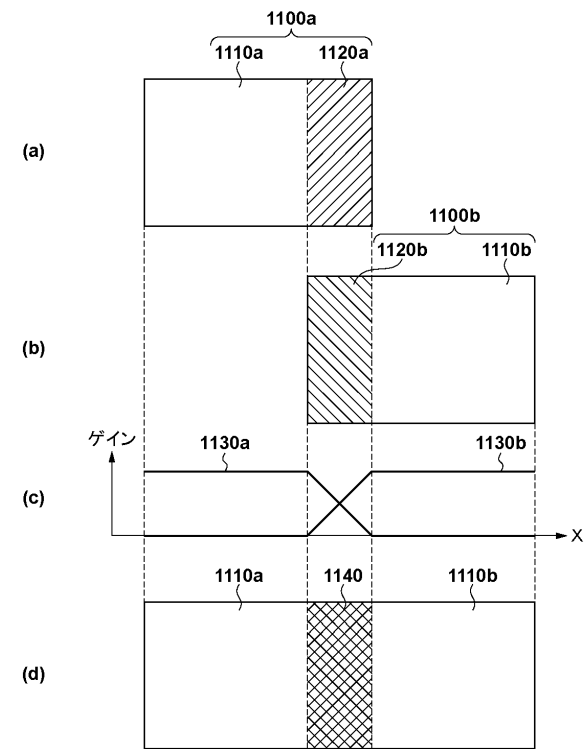
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

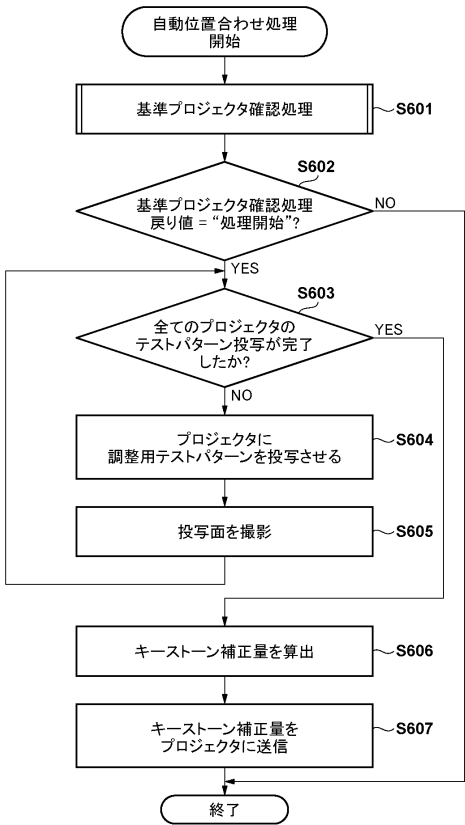
20

30

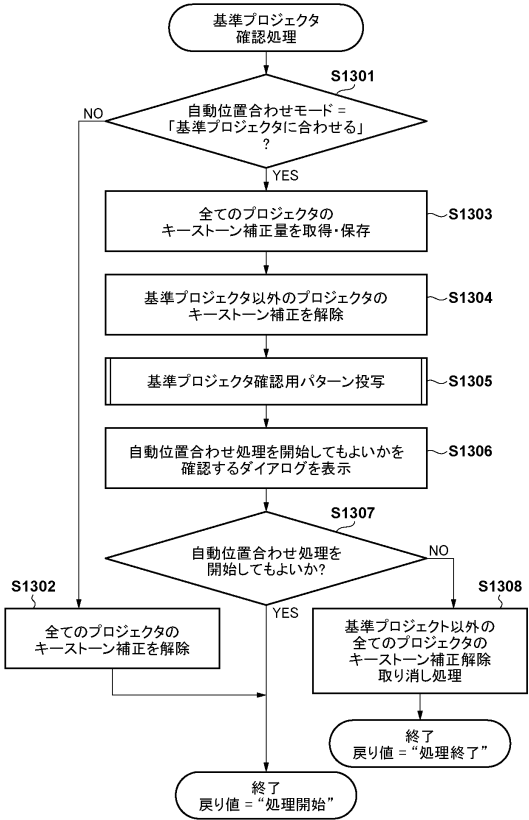
40

50

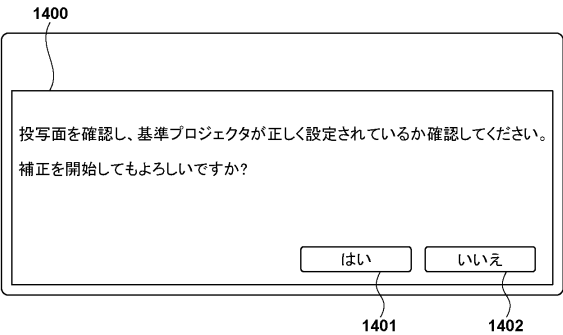
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 2 5 4 0 5 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 3 2 5 8 3 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 4 7 8 4 9 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 0 6 3 5 7 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 7 8 8 7 2 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 6 6 6 4 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 7 4
H 0 4 N 9 / 3 1
G 0 3 B 2 1 / 0 0
G 0 9 G 5 / 0 0